

Effect of extended transition milk feeding on nutrient intake, feeding behavior, and rumination pattern in Holstein dairy calves

Malek Bahadori-Moghaddam¹, Shahriar Kargar^{2*}, Alireza Mahmoodi¹,
Hojat Forooghi³, Meisam Kanani¹, Golnaz Taasoli⁴

¹MSc. Graduated student, Department of Animal Science, School of Agriculture, Shiraz University, Shiraz, Iran.

²Associate Professor, Department of Animal Science, School of Agriculture, Shiraz University, Shiraz, Iran,
Email: skargar@shirazu.ac.ir

³MSc. Graduated student, Sajed Khayarak School of Agriculture, First Region of Ardabil Education, Ardabil, Iran.

⁴Assistant Professor, Department of Animal Science, Chaharmahal Bakhtiari Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Shahrekord, Iran.

Article Info

Article type:
Research Full Paper

Article history:
Received: 09/12/2021
Revised: 23/01/2022
Accepted: 25/01/2022

Keywords:
Dairy calf
Rumination
Sorting
Transition milk

ABSTRACT

Background and Objectives: Mature milk is the most complete feed for weaning calf, but the use of liquid feeds such as milk replacers, transition milk (TM), and waste milk results in maximum benefit due to their lower cost. This experiment aimed to study the effect of extended transition milk feeding on nutrients intake, feeding behavior, and rumination pattern of Holstein dairy calves.

Materials and Methods: Calves were enrolled in the study in chronological order according to their birth date. During 21 consecutive days, calves were enrolled in the individual pens (4 calves daily; one calf per treatment per day) progressively as born. A total of 84 healthy newborn female Holstein calves (3 days of age; BW = 35.8 ± 0.56 kg) were randomly allocated to four experimental groups. Four groups included: 1- TM0, daily pooled 6 l pasteurized waste milk, 2- TM0.5, a daily mixture of 5.5 l pooled pasteurized waste milk with 0.5 l pooled pasteurized TM, 3- TM1, a daily mixture of pooled pasteurized waste milk with 1 l pooled pasteurized TM, and 4- TM2, a daily mixture of 4 l pooled pasteurized waste milk with 2 l pooled pasteurized TM. Treatments were applied for 21 days and all calves were then fed individually with 6 l/day pooled pasteurized waste milk till day 60. Individual daily feed intake, particle size intake of starter diet, sorting index, and feeding behavior were determined.

Results: The results showed that the interaction of period and level of TM and level of TM had no effect on starter nutrient intake. However, intake of dry matter, crude protein, neutral detergent fiber, non-fibrous carbohydrates, and ether extract were higher in post-weaning period than in the pre-weaning period for all experimental groups. Feed sorting index data showed that calves selected feed particles with 2.36 mm and calves fed TM0 had the highest sorting value for particle size of 2.36 mm. Particle size intake of starter diet nutrients was not different among experimental groups. The interaction of period and level of TM had no significant effect on feeding behavior and meal pattern. However, meal interval was affected by the interaction of period and level of TM, so that calves received 1 L TM had the greatest meal interval. Furthermore, calves that received 2 L TM had the highest eating time.

Conclusion: The results showed that mature milk could be replaced by TM in dairy calf nutrition without any negative effect on dry matter intake and feeding behavior.

Cite this article: Bahadori-Moghadam, M., Kargar, S., Mahmoodi, A.R., Forooghi, H., Kanani, M., 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 (1), 103-118.



© The Author(s).

DOI: 10.22069/ejrr.2022.19742.1825

Publisher: Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources

اثر تغذیه طولانی مدت شیر انتقالی بر مصرف مواد مغذی، رفتار مصرف خوراک و الگوی نشخوار در گوساله‌های شیر خوار هلشتاین

مالک بهادری مقدم^۱، شهریار کارگر^{۲*}، علیرضا محمودی^۱، حجت فروغی^۳، میثم کنعانی^۱، گلناز تأسلی^۴

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
۳. دانش‌آموخته کارشناسی‌ارشد، هنرستان کشاورزی ساجد خیابک، ناحیه ۱ آموزش و پرورش استان اردبیل، اردبیل، ایران.
۴. استادیار بخش تحقیقات علوم دامی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان چهارمحال و بختیاری. سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی. شهرکرد، ایران.

اطلاعات مقاله	چکیده
نوع مقاله: مقاله کامل علمی - پژوهشی	سابقه و هدف: شیر خام کامل‌ترین خوراک در تغذیه گوساله‌های شیرخوار است، اما با توجه به هزینه‌های تمام شده استفاده از خوراک‌های مایع ارزان‌تر مانند جایگزین‌های شیر، آغوز اضافی، شیر انتقالی و شیر ضایعاتی در تغذیه گوساله باعث حداکثر سوددهی می‌شود. در این پژوهش اثر جایگزینی شیر انتقالی به جای شیر حذفی (شیر ضایعاتی، آنتی‌بیوتیکی) بر مصرف مواد مغذی و رفتار خوراک و الگوی نشخوار گوساله‌های شیری هلشتاین بررسی شد.
تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۹/۱۸ تاریخ ویرایش: ۱۴۰۰/۱۱/۳ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۱۱/۵	مواد و روش‌ها: تعداد ۸۴ رأس گوساله نوزاد ماده هلشتاین ابتدا از روز سوم تولد با میانگین وزنی ۰/۵۶ ± ۳۵/۸ کیلوگرم به‌طور تصادفی به چهار گروه تقسیم شدند. تیمارهای آزمایشی شامل ۱- گروه شاهد که شش لیتر شیر ضایعاتی روزانه دریافت می‌کردند، ۲- گروه نیم لیتر شیر انتقالی به همراه پنج و نیم لیتر شیر ضایعاتی، ۳- گروه یک لیتر شیر انتقالی به همراه پنج لیتر شیر ضایعاتی و ۴- گروه دو لیتر شیر انتقالی به همراه چهار لیتر شیر ضایعاتی. هر چهار گروه به مدت ۲۱ روز تغذیه شدند و پس از آن، تا پایان ۶۰ روزگی همه‌ی گروه‌ها تنها شش لیتر شیر ضایعاتی دریافت نمودند. مصرف روزانه خوراک، الگوی مصرف اندازه ذرات خوراک آغازین و شاخص انتخاب اندازه‌گیری و رفتارهای خوراک خوردن ثبت شد.
واژه‌های کلیدی: انتخاب خوراک شیر انتقالی گوساله شیری نشخوار	یافته‌ها: نتایج نشان داد که برهم‌کنش دوره و سطح شیر انتقالی و نیز عامل سطح شیر انتقالی اثری بر مصرف مواد مغذی خوراک آغازین نداشت. داده‌های شاخص انتخاب نشان داد که گوساله‌ها ذرات خوراک با اندازه ۲/۳۶ میلی‌متر را بیشتر از سایر ذرات الک انتخاب کردند و گوساله‌های تیمار شاهد بالاترین رقم این انتخاب را به خود اختصاص دادند. بین گروه‌های آزمایشی تفاوت معنی‌داری در میزان مصرف مواد مغذی در سطح الک‌های مختلف وجود نداشت. برهم‌کنش دوره و سطح شیر انتقالی اثری بر رفتار و الگوی مصرف خوراک و نشخوار نداشت، اما فاصله بین وعده غذایی خوردن خوراک تحت تأثیر دوره و سطح شیر انتقالی قرار گرفت، به‌نحوی که گوساله‌های تغذیه شده با یک لیتر شیر انتقالی بیشترین فاصله بین وعده غذایی را به خود اختصاص دادند. همچنین، گوساله‌های تغذیه شده با دو لیتر شیر انتقالی بیشترین زمان خوردن را داشتند.

نتیجه‌گیری: یافته‌های این آزمایش نشان داد می‌توان از شیر انتقالی به عنوان جایگزین شیر در جیره‌های گوساله‌های شیری استفاده کرد، بدون این که بر مصرف ماده خشک و رفتار خوردن اثر منفی داشته باشد.

استناد: بهادری مقدم، م.، کارگر، ش.، محمودی، ع. ر.، فروغی، ح.، کنعانی، م.، تأسلی، گ. (۱۴۰۱). اثر تغذیه طولانی مدت شیر انتقالی بر مصرف مواد مغذی، رفتار مصرف خوراک و الگوی نشخوار گوساله‌های شیرخوار هلشتاین. پژوهش در نشخوارکنندگان، ۱۰ (۱)، ۱۰۳-۱۱۸.

DOI: 10.22069/ejrr.2022.19742.1825

ناشر: دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

© نویسندگان.



مقدمه

شیر خام کامل‌ترین خوراک در تغذیه گوساله‌های شیرخوار است، اما با توجه به هزینه‌های تمام شده استفاده از خوراکی‌های مایع ارزان‌تر مانند جایگزین شیر، آغوز اضافی و شیر ضایعاتی در تغذیه گوساله باعث حداکثر سوددهی می‌شود. شیر انتقالی در واقع دوشش‌های دوم تا ششم گاو پس از تولید آغوز است (۱) و همانند آغوز دارای ترکیبات زیست‌فعال می‌باشد (۲) که به تکامل دستگاه گوارش گوساله کمک می‌کند (۳). به‌طور متوسط تا دوشش هشتم ترکیبات شیر متفاوت بوده و حاوی ترکیبات آغوزی هستند (۴). در طبیعت، گوساله تازه متولد شده تغییر تدریجی آغوز به شیر کامل را تجربه می‌کند اما در سیستم پرورش صنعتی این حالت اتفاق نمی‌افتد و شیر انتقالی در تغذیه گوساله استفاده نمی‌شود و وارد تانک شیر می‌شود. در نتیجه گوساله پس از تغذیه با آغوز خوراکی‌های مایع در دسترس (جایگزین شیر، شیر ضایعاتی و یا شیر خام) را مصرف می‌کند (۵).

میزان مواد جامد محلول در آغوز و شیر انتقالی حدود ۱۶ تا ۱۸ درصد است، که در مقایسه با شیر ماده خشک بیشتری دارد. با اضافه کردن آغوز یا شیر انتقالی امکان افزایش ماده خشک و فاکتورهای ایمنی مانند ایمونوگلوبولین‌ها وجود دارد و در نهایت نیز کیفیت خوراک مایع افزایش می‌یابد. بعد از گذشت ۲۴ ساعت از عمر گوساله امکان ورود ایمونوگلوبولین G به چرخه خون بسیار کمتر می‌شود، اما با این وجود تغذیه شیر انتقالی ممکن است اثرات سودمندی داشته باشد. چون در مقایسه با شیر معمولی ایمونوگلوبولین G بیشتری دارد (۶). هم‌چنین، آنتی‌بادی‌های باقی‌مانده در لومن روده کوچک ممکن است سبب ایمنی موضعی در برابر عوامل بیماری‌زا شوند (۷). فزون بر این، شیر انتقالی در مقایسه با شیر خام میزان بیشتری الیگوساکارید دارد (۸) که به‌عنوان منبع کربن اثر

مفیدی بر باکتری‌های دستگاه گوارش دارد (۱۰). بنابراین از اتصال عوامل بیماری‌زا به اپیتلیوم روده جلوگیری کرده و جذب ایمونوگلوبولین G را افزایش می‌دهد (۹).

پژوهش‌های کمی اثر طولانی مدت مصرف شیر انتقالی در گوساله شیرخوار را مطالعه کرده‌اند. نشان داده شده است که آغوز و شیر انتقالی در صورت مخلوط شدن با شیر باعث افزایش کیفیت شیر در مقایسه با سایر جایگزین‌ها می‌شوند و اثر مثبتی بر افزایش وزن گوساله‌ها داشت بدون این‌که باعث وقوع بیشتر اسهال شود (۷). در یک آزمایش در دو ساعت اول تولد گوساله‌ها به ترتیب ۷ و ۸/۵ و ۱۰ درصد از وزن بدن آغوز و همچنین به ترتیب به میزان صفر، ۲ و ۴ بار شیرانتقالی دریافت کردند. نتایج نشان داد که گوساله‌هایی که ۸/۵ درصد وزن بدن آغوز دریافت کردند، دارای غلظت بیشتری از ایمونوگلوبولین G سرم بودند و سطوح متفاوت شیر انتقالی تأثیری بر غلظت ایمونوگلوبولین G سرم نداشت. هم‌چنین در گوساله‌های دریافت کننده سطح بیشتر شیر انتقالی احتمال ابتلا به شرایط بدخیم چشم و گوش و تنفس کمتر بود (۱۰).

پژوهش جدیدی نشان داد که مصرف شیر انتقالی از روز دوم تا روز پنجم تولد گوساله در مقایسه با جایگزین شیر، باعث افزایش وزن گوساله‌ها در کل دوره شیرخواری و کاهش غلظت هاپتوگلوبولین سرم شد (۱۱). مصرف آغوز مکمل شده با شیر انتقالی در گوساله‌های شیرخوار سبب بهبود شاخص‌های سلامتی و کاهش وقوع بیماری‌های تنفسی و اسهال گوساله‌ها شد (۱۲).

شیر ضایعاتی نسبت به آغوز بیشتر در دسترس است و برای انسان غیرقابل مصرف است و استفاده از آن در تغذیه گوساله باعث کاهش هزینه‌ها می‌شود. بنابراین پژوهش حاضر با هدف مطالعه استفاده از شیر

کل سرم خون توسط رفرکتومتر چشمی ۱۲-۰ ساخت کشور ژاپن-Atogo، دقت ۰/۰۱) از روز سوم به صورت کاملاً تصادفی وارد طرح شدند. گوساله‌ها در جایگاه‌های انفرادی (طول ۳۰۰ سانتی‌متر، عرض ۱۲۰ سانتی‌متر، ارتفاع ۱۸۰ سانتی‌متر) که از قبل تمیز و ضدعفونی شده بود، قرار گرفتند. چهار گروه آزمایشی شامل: ۱- گوساله‌های تغذیه شده با ۶ کیلوگرم شیر ضایعاتی پاستوریزه به‌عنوان گروه شاهد ۲- گوساله‌های تغذیه شده با ۵/۵ لیتر شیر ضایعاتی پاستوریزه به‌علاوه نیم لیتر شیر انتقالی ۳- گوساله‌های تغذیه شده با ۵ لیتر شیر ضایعاتی پاستوریزه به‌علاوه ۱ لیتر شیر انتقالی و ۴- گوساله‌های تغذیه شده با ۴ لیتر شیر ضایعاتی پاستوریزه به‌علاوه ۲ لیتر شیر انتقالی. به هر گروه آزمایشی ۲۱ رأس گوساله اختصاص داده شد.

انتقالی بر مصرف مواد مغذی جیره آغازین و رفتارهای تغذیه‌ای گوساله شیرخوار هلستاین انجام شد. همچنین فرض شد که بیشتر بودن درصد ماده خشک، پروتئین، انرژی و چربی شیر انتقالی نسبت به شیر خام باعث افزایش عملکرد و سلامت گوساله و در نهایت باعث سود اقتصادی بیشتر خواهد شد.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در مجموعه دام‌پروری قیام اصفهان در پاییز و زمستان ۱۳۹۷ انجام شد. از ۸۴ رأس گوساله ماده با میانگین وزن $35/81 \pm 0/56$ کیلوگرم در این آزمایش استفاده شد. گوساله‌های ماده تغذیه شده با آغوز پس از بیست و چهار ساعت خون‌گیری (رگ گردن) شدند و در صورتی که عدد کل پروتئین سرم خون از عدد ۵/۵ بیشتر بود، (پروتئین

جدول ۱- ترکیب مواد مغذی شیر انتقالی و خوراکی‌های مایع آزمایشی گوساله‌های نوزاد

Table 1- Nutrient composition of transition milk (TM) and the experimental liquid feeds of neonatal calf

تیمارهای آزمایشی ^۱				فراسنج	
Experimental treatments				Parameter	
TM 2	TM 1	TM 0.5	TM0	شیر انتقالی Transition milk	
13.73 ± 1.15	12.68 ± 1.24	12.16 ± 1.36	11.63 ± 1.36	17.93 ± 2.45	DM ماده خشک
28.76 ± 0.98	28.65 ± 0.90	28.59 ± 0.91	28.54 ± 1.39	29.20 ± 2.06	درصد پروتئین خام در ماده خشک CP, % of DM
23.62 ± 2.55	23.89 ± 2.37	24.02 ± 2.42	24.15 ± 3.81	22.57 ± 5.41	درصد چربی در ماده خشک EE, % of DM
5.08 ± 0.11	5.09 ± 0.10	5.09 ± 0.10	5.10 ± 0.16	5.03 ± 0.23	انرژی قابل سوخت‌وساز (کیلوگرم در ماده خشک)
ME (Mcal/kg DM)					

۱- گروه‌های آزمایشی شامل:

TM0 = گوساله‌های دریافت‌کننده ۶ لیتر شیر ضایعاتی.

TM0.5 = گوساله‌های دریافت‌کننده مخلوط ۵/۵ لیتر شیر ضایعاتی پاستوریزه و ۰/۵ لیتر شیر انتقالی.

TM1 = گوساله‌های دریافت‌کننده مخلوط ۵ لیتر شیر ضایعاتی پاستوریزه و ۱ لیتر شیر انتقالی.

TM2 = گوساله‌های دریافت‌کننده مخلوط ۴ لیتر شیر ضایعاتی پاستوریزه و ۲ لیتر شیر انتقالی.

Treatments were: TM0 = calves received 6 l pasteurized waste milk daily, TM0.5 = calves received a daily mixture of 5.5 l pasteurized waste milk and 0.5 l pasteurized TM, TM1 = calves received a daily mixture of 5 l pasteurized waste milk and 1 l pasteurized TM, and TM2 = calves received a daily mixture of 4 l pasteurized waste milk and 2 l pasteurized TM.

جمله خوردن، نشخوار کردن، استراحت کردن، ایستادن، نشستن، نوشیدن و رفتارهای غیرتغذیه‌ای (جویدن اجسام و لیس زدن دیواره‌ها و بستر) با روش کستلز و همکاران (۱۸) انجام شد. برای اندازه‌گیری شاخص انتخاب و رفتارهای تغذیه‌ای و غیر تغذیه‌ای، مشاهدات در دوره پیش از شیرگیری روزهای ۵۰، ۵۱ و ۵۲ آزمایش و دوری پس از شیرگیری روزهای ۸۳، ۸۴ و ۸۵ آزمایش از ساعت نه صبح تا ۱۷ بعدازظهر (هر پنج دقیقه یکبار) ثبت شد.

جدول ۲- اجزا، ترکیب شیمیایی و خصوصیات فیزیکی جیره آغازین (برحسب درصد ماده خشک)

Table 2. Ingredients, chemical composition (% of DM unless otherwise noted), and physical characteristics of the starter diet

درصد Percentage	ماده خوراکی Feedstuff
4.6	کاه گندم Wheat straw
44.6	ذرت آسیاب شده Corn grain, ground
7.7	دانه جو آسیاب شده Barley grain, ground
32.5	کنجاله سویا Soybean meal
1.9	فول فت سویا Soybean, full fat
2.9	پودر ماهی Fish meal
1.0	مکمل ویتامینی ^۱ Vitamin supplement
1.0	مکمل معدنی ^۲ Mineral supplement
1.0	کربنات کلسیم Calcium carbonate
1.5	بیکربنات سدیم Sodium bicarbonate
0.2	کلسیم فسفات Calcium phosphate
0.3	اکسید منیزیم Magnesium oxide
0.5	نمک Salt
0.3	بتونیت Bentonite
89.8	مواد مغذی و انرژی Nutrients and energy
22.4	ماده خشک DM
	پروتئین خام CP

شیر انتقالی از زایشگاه مجموعه که به سیستم شیردوشی مجهز بود، به صورت روزانه از گاوهای زایمان کرده تهیه می‌شد. ترجیحاً دوشش دوم و در صورت نیاز دوشش سوم دوشیده می‌شد. در این طرح از آغوز و شیر و شیر انتقالی گاوهایی که مشکلات و بیماری داشتند استفاده نشد. گوساله‌های طرح به مدت بیست و یک روز شیر انتقالی به همراه شیر ضایعاتی دریافت و از روز ۲۲ آزمایش با ۶ لیتر شیر (دو نوبت صبح و عصر، هر نوبت ۳ لیتر) تغذیه شدند، روزهای ۵۷ تا ۵۸ با ۴ لیتر شیر (دو نوبت صبح و عصر، هر نوبت ۲ لیتر) تغذیه شدند. روزهای ۵۹ تا ۶۰ فقط در یک نوبت (۲ لیتر در نوبت صبح) تغذیه شدند و در نهایت روز ۶۰ همه‌ی گوساله‌ها از شیر گرفته شدند. شیر در درون سطل‌های پلاستیکی به گوساله‌ها عرضه شد. مواد مغذی و انرژی شیر و شیر انتقالی در جدول ۱ ارائه شده است.

جیره‌ی آغازین از همان روز اول به گوساله‌ها عرضه شد. مقدار خوراک مصرفی روزانه از اختلاف خوراک داده شده برای هر گوساله و خوراک باقیمانده در آخور روز بعد همان گوساله با استفاده از ترازوی دیجیتال محاسبه گردید. گوساله‌ها در طول مدت طرح دسترسی آزاد به آب سالم و تازه داشتند. جدول ۲ اجزای جیره آغازین را نشان می‌دهد. ماده خشک، پروتئین خام و چربی خام با روش استاندارد (۲) اندازه‌گیری شد. الیاف نامحلول در شوینده خنثی با استفاده از آلفا-آمیلاز مقاوم به گرما و سولفیت سدیم (۱۷) با دستگاه فایبر-تک و خاکستر با دستگاه کوره الکتریکی اندازه‌گیری شدند. مقدار کربوهیدرات غیر الیافی محاسبه شد (۹).

برای بررسی الگوی مصرف خوراک و اجزای آن در روزهای ۶۰، ۷۰، ۸۰ و ۹۰ آزمایش از جیره کاملاً مخلوط و باقی مانده‌ی خوراک درون سطل هر گوساله، نمونه جمع‌آوری و با استفاده از الک استاندارد غلات (۱) تجزیه شد (جدول ۳). بررسی رفتارهای گوساله از

داده‌های مربوط به الگوی مصرف خوراک، نشخوار و رفتار جویدن، مصرف واقعی ذرات با اندازه‌های متفاوت برای پروتئین خام، الیاف نامحلول در شوینده‌ی خنثی، کربوهیدرات‌های غیر فیبری و چربی خام از روزهای ۵۱ تا ۹۰ آزمایش با رویه‌ی مختلط و به‌صورت تکرار شونده در زمان واکاوی شدند. اثر جیره، زمان و برهم‌کنش جیره در زمان به عنوان اثرات ثابت و گوساله به عنوان اثر تصادفی در نظر گرفته شدند. شاخص الگوی مصرف با یک تفاوت از ۱۰۰ درصد تبدیل و بر اساس فرض صفر واکاوی شد که تفاوت آن با استفاده از آزمون *t* با رویه‌ی مختلط انجام شد. از آزمون مقایسه میانگین توکی در سطح پنج درصد برای آزمون این داده‌ها استفاده شد.

مدل آماری مورد استفاده به قرار زیر بود:

$$y_{ijklm} = \mu + \text{Calf}_i + \text{Diet}_j + \text{Time}_k + (\text{Diet} \times \text{Time})_{jk} + \beta(X_i - \bar{X}) + E_{ijkl} + e_{ijklm}$$

متغیر وابسته (y_{ijklm})؛ میانگین آزمایشی (μ)؛ اثر تصادفی λ امین گوساله (Calf_i)؛ اثر ثابت جیره‌ی آزمایشی (Diet_j)؛ اثر ثابت زمان (Time_k)؛ اثر برهم‌کنش جیره در زمان ($\text{Diet} \times \text{Time}_{jk}$)؛ متغیر کمکی $\beta(X_i - \bar{X})$ که β است ضریب رگرسیون کمکی وابسته به فاکتور کمکی برای متغیر اندازه‌گیری شده، X_i متغیر کمکی برای i امین فاکتور و \bar{X} میانگین کلی فاکتور کمکی؛ خطای نمونه (E_{ijkl})؛ خطای آزمایشی (e_{ijklm}).

نتایج و بحث

برهم‌کنش شیر انتقالی و دوره و نیز سطح شیر انتقالی تأثیری بر مصرف ماده خشک، پروتئین خام، الیاف نامحلول در شوینده خنثی، کربوهیدرات‌های غیر الیافی و چربی خام جیره آغازین نداشت (جدول ۴). اگرچه اثر دوره معنی‌دار بود و مصرف مواد مغذی در دوره پس از شیرگیری بیشتر از دوره پیش از

46.1	کربوهیدرات‌های غیر فیبری NFC
16.6	فیبر نامحلول در شوینده خنثی NDF
5.4	چربی خام EE
0.76	کلسیم Ca
0.52	فسفر P
3.25	انرژی قابل سوخت‌وساز (Mcal/kg DM) ME
2.43	انرژی خالص نگهداری (Mcal/kg DM) NEm
1.85	انرژی خالص رشد (Mcal/kg DM) NEg

۱- ترکیب مکمل ویتامینی شامل: ویتامین A 1500000 IU/kg، ویتامین E 10000 IU/kg، ویتامین D 250000.

۲- ترکیب مکمل معدنی شامل: منگنز ۱۲۰۰۰ ppm، روی ۱۶۰۰۰ ppm، مس ۳۵۰۰ ppm، سلنیوم ۸۰ ppm، کبالت ۱۲۰ ppm و ید ۱۲۰ ppm.

1. Contained per kilogram of the supplement: 1500000 IU of vitamin A, 10000 IU of vitamin E, and 250000 IU of vitamin D.

2. Contained per kilogram of the supplement: 12 g of Mn, 16 g of Zn, 3.5 g of Cu, 80 mg of Se, 120 mg of Co, and 120 mg of I.

جدول ۳- توزیع اندازه ذرات جیره آغازین

Table 3- Particle size distribution of starter diet

درصد Percentage	بخش Item
1.4	الک ۴/۷۵ میلی‌متر Sieve 4.75 mm
10.3	الک ۲/۳۶ میلی‌متر Sieve 2.36 mm
13.7	الک ۱/۱۸ میلی‌متر Sieve 1.18 mm
32.1	الک ۰/۶ میلی‌متر Sieve 0.6 mm
42.5	سینی Pan
0.12	pef _{>2.36}
0.25	pef _{>1.18}
0.58	pef _{-0.6}
1.9	peNDF _{>2.36}
4.2	peNDF _{>1.18}
9.5	peNDF _{>0.6}
0.82	میانگین هندسی اندازه ذرات ^۱ X _{gm} , mm
0.60	انحراف معیار ^۱ SD _{gm} , mm

۱. میانگین و انحراف معیار هندسی اندازه ذرات بر اساس روش ASAE محاسبه شد (۱).

1. Geometric mean particle size and geometric SD of particle size calculated according to ASAE (1).

اثر تغذیه طولانی مدت شیر انتقالی بر مصرف مواد مغذی... / مالک بهاری مقدم و همکاران

شیرگیری بود. عدم وجود تفاوت معنی دار در مصرف مواد مغذی نشان می دهد که استفاده از شیر انتقالی در تغذیه گوساله ها اثر منفی بر مصرف خوراک در هر دو دوره پیش و پس از شیرگیری نداشته است. همسو با آزمایش حاضر، استفاده از ۳۰ درصد شیر انتقالی در شیر خام گوساله های شیرخوار در مقایسه با شیر خام اثری بر مصرف ماده خشک نداشت (۱۹).

جدول ۴- مصرف مواد مغذی (گرم در روز) جیره آغازین گوساله های نوزاد دریافت کننده سطوح مختلف شیرانتقالی

Table 4- Starter nutrients intake (g/d) of dairy calves fed different levels of transition milk

سطح معنی داری P- value		خطای		گروه های آزمایشی Experimental groups			فراسنجه Parameter
تیمار × دوره T×P	دوره P	تیمار T	معیار SEM	دو لیتر شیر انتقالی ^۴	یک لیتر شیر انتقالی ^۳	نیم لیتر شیر انتقالی ^۲	شاهد ^۱
							مصرف ماده خشک جیره آغازین Starter DM intake
0.75	0.001	0.19	21.77	480	455	500	515
							پیش از شیرگیری (روز ۱ تا ۶۰) Pre-weaning (d 1 to 60)
0.61	0.001	0.25	80.45	3092	2975	2871	2951
							پس از شیرگیری (روز ۶۱ تا ۹۰) Post-weaning (d 61 to 90)
0.44	0.001	0.30	63.85	2640	2523	2478	2558
							روز ۵۱ تا ۹۰ d 51 to 90
							مصرف پروتئین خام جیره آغازین Starter CP intake
0.75	0.001	0.19	4.87	108	102	112	115
							پیش از شیرگیری (روز ۱ تا ۶۰) Pre-weaning (d 1 to 60)
0.61	0.001	0.25	18.02	692	666	643	661
							پس از شیرگیری (روز ۶۱ تا ۹۰) Post-weaning (d 61 to 90)
0.44	0.001	0.30	14.30	591	565	555	573
							روز ۵۱ تا ۹۰ d 51 to 90
							مصرف NDF جیره آغازین Starter NDF intake
0.74	0.001	0.21	3.61	80	76	83	85
							پیش از شیرگیری (روز ۱ تا ۶۰) Pre-weaning (d 1 to 60)
0.61	0.001	0.25	13.35	513	494	477	490
							پس از شیرگیری (روز ۶۱ تا ۹۰) Post-weaning (d 61 to 90)
0.44	0.001	0.30	10.60	438	419	411	425
							روز ۵۱ تا ۹۰ d 51 to 90
							مصرف NFC جیره آغازین Starter NFC intake
0.75	0.001	0.19	10.03	221	210	231	238
							پیش از شیرگیری (روز ۱ تا ۶۰) Pre-weaning (d 1 to 60)
0.61	0.001	0.25	37.08	1425	1372	1323	1360
							پس از شیرگیری (روز ۶۱ تا ۹۰) Post-weaning (d 61 to 90)
0.44	0.001	0.30	29.43	1217	1163	1142	1179
							روز ۵۱ تا ۹۰ d 51 to 90
							مصرف چربی خام جیره آغازین Starter EE intake
0.75	0.001	0.19	1.17	26	25	27	28
							پیش از شیرگیری (روز ۱ تا ۶۰) Pre-weaning (d 1 to 60)
0.61	0.001	0.25	4.34	167	161	155	159
							پس از شیرگیری (روز ۶۱ تا ۹۰) Post-weaning (d 61 to 90)
0.44	0.001	0.30	3.44	143	136	134	138
							روز ۵۱ تا ۹۰ d 51 to 90

Treatments were: 1. TM0 = calves received 6 l pasteurized waste milk daily, 2. TM0.5 = calves received a daily mixture of 5.5 l pasteurized waste milk and 0.5 l pasteurized TM, 3. TM1 = calves received a daily mixture of 5 l pasteurized waste milk and 1 l pasteurized TM, and 4. TM2 = calves received a daily mixture of 4 l pasteurized waste milk and 2 l pasteurized TM.

جدول ۵- فراسنجه های رشد و اسکلتی گوساله های نوزاد دریافت کننده سطوح مختلف شیرانتقالی

Table 5- Growth and skeletal traits of dairy calves fed different levels of transition milk

سطح معنی داری P- value			خطای معیار SEM	گروه های آزمایشی Experimental groups			شاهد ^۱	فراسنجه Parameter
تیمار × دوره T×P	دوره P	تیمار T		دو لیتر شیر انتقالی ^۴	یک لیتر شیر انتقالی ^۳	نیم لیتر شیر انتقالی ^۲		
								وزن بدن (کیلوگرم) Body weight (kg)
--	--	0.93	0.56	35.6	35.7	35.8	36.1	اولیه (روز ۱) First day weight
--	--	0.27	1.28	82.7	79.1	80.4	80.0	شیرگیری Weaning weight
--	--	0.04	1.73	118.2 ^a	112.4 ^{ab}	113.9 ^{ab}	111.5 ^b	نهایی Final weight
								طول بدن (سانتی متر) Body length (cm)
0.20	0.001	0.04	0.30	49.3 ^{ab}	50.0 ^a	48.8 ^b	49.5 ^{ab}	پیش از شیرگیری (روز ۱ تا ۶۰) Pre weaning (day 1-60)
0.64	0.001	0.91	0.96	62.0	62.0	61.8	62.7	پس از شیرگیری (روز ۶۱ تا ۹۰) Post weaning (day 61-90)
0.81	0.001	0.41	0.41	53.5	54.0	53.1	53.9	کل دوره (روز ۱ تا ۹۰) Overall (day 1-90)
								عمق بدن (سانتی متر) Body depth (cm)
0.51	0.001	0.22	0.70	101.5	100.7	102.0	102.7	پیش از شیرگیری (روز ۱ تا ۶۰) Pre weaning (day 1-60)
0.75	0.001	0.95	1.38	130.9	130.1	130.0	129.9	پس از شیرگیری (روز ۶۱ تا ۹۰) Post weaning (day 61-90)
0.80	0.001	0.67	0.75	111.3	110.5	111.3	111.8	کل دوره (روز ۱ تا ۹۰) Overall (day 1-90)
								ارتفاع هیپ (سانتی متر) Hip height (cm)
0.15	0.001	0.12	0.38	86.1	86.3	85.3	85.2	پیش از شیرگیری (روز ۱ تا ۶۰) Pre weaning (day 1-60)
0.61	0.001	0.25	0.47	97.9	97.1	96.6	96.8	پس از شیرگیری (روز ۶۱ تا ۹۰) Post weaning (day 61-90)
0.31	0.001	0.11	0.36	90.0	89.9	89.1	89.1	کل دوره (روز ۱ تا ۹۰) Overall (day 1-90)
								عرض هیپ (سانتی متر) Hip width (cm)
0.11	0.001	0.06	0.10	16.3	16.2	16.4	16.0	پیش از شیرگیری (روز ۱ تا ۶۰) Pre weaning (day 1-60)
0.72	0.001	0.66	0.88	19.6	19.4	20.7	20.4	پس از شیرگیری (روز ۶۱ تا ۹۰) Post weaning (day 61-90)
0.90	0.001	0.67	0.31	17.4	17.3	17.8	17.5	کل دوره (روز ۱ تا ۹۰) Overall (day 1-90)

Treatments were: 1. TM0 = calves received 6 l pasteurized waste milk daily, 2. TM0.5 = calves received a daily mixture of 5.5 l pasteurized waste milk and 0.5 l pasteurized TM, 3. TM1 = calves received a daily mixture of 5 l pasteurized waste milk and 1 l pasteurized TM, 4. TM2 = calves received a daily mixture of 4 l pasteurized waste milk and 2 l pasteurized TM.

†حروف غیرمشابه انگلیسی در هر ردیف بیانگر وجود اختلاف معنی دار بین میانگین تیمارهای آزمایشی می باشد (P<0.05)

*Means within a row with different superscripts are significantly different (P≤ 0.05).

نتایج وزن بدن و خصوصیات اسکلتی در جدول ۵ نشان داده شده است. وزن اولیه بدن، وزن از شیرگیری ($0/72 \pm 80/01$ کیلوگرم) گوساله‌ها با یکدیگر تفاوتی نداشت اما وزن پایان دوره در گوساله‌های مصرف‌کننده دو لیتر شیر در مقایسه با گوساله‌های شاهد بیشتر بود ($P=0/04$). طول بدن در دوره پیش از شیرگیری بین گروه نیم لیتر شیر انتقالی با گروه یک لیتر شیر انتقالی تفاوت معنی‌داری داشت ($P=0/04$).

جدول ۶ اثر برهم‌کنش جیره در زمان (دوره) بر الگوی انتخاب ذرات و مصرف مواد مغذی را نشان می‌دهد. برهم‌کنش جیره در زمان (دوره) بر الگوی انتخاب ذرات روی الک $4/75$ و $2/36$ و $1/18$ و $0/6$ میلی‌متر و سینی معنی‌دار نبود. نتایج جدول ۵ نشان می‌دهد که گوساله‌های همه گروه‌های آزمایشی ذرات با طول $4/75$ و $0/6$ میلی‌متر را پس زده‌اند و در بین گروه‌های آزمایشی، گوساله‌های دریافت‌کننده دو لیتر شیر انتقالی کمترین عدم انتخاب را برای ذرات $4/75$ میلی‌متر و گوساله‌های شاهد کمترین عدم انتخاب را برای ذرات با اندازه $0/6$ میلی‌متر داشته‌اند. ذرات با اندازه $2/36$ میلی‌متر بیشتر انتخاب را در بین اندازه ذرات به خود اختصاص دادند و گوساله‌های شاهد این دسته از ذرات را بیشتر انتخاب کرده‌اند. گوساله‌های همه گروه‌های آزمایشی انتخابی در جهت ذرات باقیمانده بر روی سینی نداشتند. اگرچه انتخاب خوراک بیشتر به گاوها و تلیسه‌ها نسبت داده می‌شود، اما گوساله‌ها نیز از ابتدای زندگی با توجه به نیازهای تغذیه‌ای و خصوصیات شکمبه انتخاب ذرات خوراک

کاملاً مخلوط را انجام می‌دهند (20) و گوساله‌های شیرخوار ذرات کوتاه جیره را به ذرات بلند ترجیح می‌دهند (18). انتخاب خوراک تحت تأثیر عوامل مختلفی مانند تعداد وعده‌های خوراک (21)، مقدار خوراک عرضه شده (17)، سطح رطوبت جیره (18)، میزان علوفه و اندازه ذرات (22) و منبع علوفه (16) است.

الگوی خوراک خوردن و نشخوار و فعالیت‌های رفتاری گوساله‌های نوزاد دریافت‌کننده سطوح مختلف شیر انتقالی در جدول ۷ نشان داده شده است. برهم‌کنش زمان و سطح شیر انتقالی اثری بر فعالیت‌های خوراک خوردن و نشخوار گوساله‌ها نداشت، اما اثر دوره معنی‌دار بود. از نظر سطح شیر انتقالی، گوساله‌های دریافت‌کننده نیم لیتر شیر انتقالی کمترین ($49/9$ دقیقه) و گوساله‌های دریافت‌کننده یک لیتر شیر انتقالی بیشترین ($70/3$ دقیقه) زمان فاصله مراجعه برای مصرف خوراک را داشتند. هم‌چنین، گوساله‌های دریافت‌کننده دو لیتر شیر انتقالی بیشترین ($75/3$ دقیقه) و گوساله‌های گروه شاهد کمترین ($63/2$ دقیقه) زمان خوردن را به خود اختصاص دادند. کاهش زمان خوردن در گروه شاهد ممکن است به دلیل تکامل کمتر دستگاه گوارش در این گروه از گوساله‌ها باشد. زیرا شیر انتقالی همانند آغوز دارای ترکیبات زیست‌فعال است (۱) که به تکامل دستگاه گوارش گوساله کمک می‌کند (۳). گوساله‌های دریافت‌کننده دو لیتر شیر انتقالی بیشترین زمان خوردن و کمترین زمان استراحت کردن (288 دقیقه) را به لحاظ عددی داشتند.

جدول ۶- شاخص انتخاب (درصد) و اندازه ذرات مواد مغذی مصرفی جیره آغازین گوساله‌های نوزاد دریافت‌کننده سطوح مختلف

شیر انتقالی

Table 6- Sorting index and particle size intake (g/d) of dairy calves fed different levels of transition milk

سطح معنی‌داری P- value		گروه‌های آزمایشی Experimental groups						فراسنج
تیمار×دوره T×P	دوره P	تیمار T	خطای معیار SEM	دو لیتر شیرانتقالی ^۴	یک لیتر شیرانتقالی ^۳	نیم لیتر شیرانتقالی ^۲	شاهد ^۱	Parameter
شاخص انتخاب (%)								
Sorting index (%)								
0.11	0.06	0.59	1.19	95.2*	96.5*	97.3*	96.9*	4.75 mm
0.16	0.15	0.22	0.66	103.4*	103.9*	104.7*	105.2*	2.36 mm
0.41	0.04	0.95	0.45	100.1 ^{ns}	99.9 ^{ns}	100.2 ^{ns}	100.1 ^{ns}	1.18 mm
0.19	0.12	0.11	0.24	98.2*	98.3*	97.8*	97.5*	0.6 mm
0.24	0.13	0.96	0.29	100.7*	100.5*	100.6*	100.7*	سینی Pan
مصرف پروتئین خام (گرم در روز)								
CP intake (g/d)								
0.17	0.001	0.64	0.31	8	8	8	8	4.75 mm
0.35	0.001	0.42	2.13	64	60	60	62	2.36 mm
0.46	0.001	0.37	2.84	83	78	77	80	1.18 mm
0.45	0.001	0.36	6.59	192	179	176	182	0.6 mm
0.39	0.001	0.34	8.73	259	242	239	248	سینی Pan
مصرف NDF (گرم در روز)								
NDF intake (g/d)								
0.17	0.001	0.63	0.23	6	6	6	6	4.75 mm
0.35	0.001	0.42	1.58	48	45	44	46	2.36 mm
0.45	0.001	0.37	2.10	62	58	57	59	1.18 mm
0.45		0.36	4.89	142	133	131	135	0.6 mm
0.39	0.001	0.34	6.47	192	180	177	184	سینی Pan
مصرف NFC (گرم در روز)								
NFC intake (g/d)								
0.18	0.001	0.63	0.65	17	16	16	17	4.75 mm
0.35	0.001	0.42	4.39	132	124	123	128	2.36 mm
0.45	0.001	0.37	5.84	172	161	159	164	1.18 mm
0.45	0.001	0.36	13.58	394	369	363	375	0.6 mm
0.39	0.001	0.34	17.98	534	499	492	511	سینی Pan
مصرف چربی خام (گرم در روز)								
EE intake (g/d)								
0.18	0.001	0.63	0.07	2	2	2	2	4.75 mm
0.36	0.001	0.42	0.51	15	15	14	15	2.36 mm
0.45	0.001	0.37	0.68	20	19	19	19	1.18 mm
0.45	0.001	0.36	1.59	46	43	43	44	0.6 mm
0.39	0.001	0.34	2.10	63	58	58	60	سینی Pan

Treatments were: 1. TM0 = calves received 6 l pasteurized waste milk daily, 2. TM0.5 = calves received a daily mixture of 5.5 l pasteurized waste milk and 0.5 l pasteurized TM, 3. TM1 = calves received a daily mixture of 5 l pasteurized waste milk and 1 l pasteurized TM, and 4. TM2 = calves received a daily mixture of 4 l pasteurized waste milk and 2 l pasteurized TM.

جدول ۷- الگوی خوردن و نشخوار و فعالیت‌های رفتاری گوساله‌های نوزاد دریافت‌کننده سطوح مختلف شیرانتقالی

Table 7- Meal and rumination patterns and behaviors of dairy calves fed different levels of transition milk

سطح معنی داری			گروه‌های آزمایشی					فراسنجه
P- value			خطای معیار SEM	Experimental groups			شاهد ^۱	Parameter
تیمار×دوره T×P	دوره P	تیمار T		دو لیتر شیر انتقالی ^۴	یک لیتر شیر انتقالی ^۳	نیم لیتر شیر انتقالی ^۲		
								Meal خوراک
								Bouts (frequency)/8h لقمه
0.46	0.001	0.12	0.23	7.4	7.5	8.0	7.3	مدت، دقیقه
0.39	0.001	0.60	0.27	8.2	8.7	8.4	8.6	فاصله، دقیقه
0.32	0.001	0.01	4.97	66.6 ^{ab}	70.3 ^a	49.9 ^c	65.0 ^{ab}	میزان خوردن/ گرم جیره آغازین
0.28	0.001	0.09	0.85	14.1	15.6	17.0	16.0	Eating rate, g of starter اندازه خوراک، گرم ماده خشک
0.54	0.001	0.98	8.05	144.3	142.5	142.3	140.3	جیره آغازین
								Meal size, g of starter DM مصرف ماده خشک جیره آغازین
0.13	0.001	0.15	74.35	1178	1168	1190	1041	(گرم در ۸ ساعت)
								Starter DM intake, g/8h
								Rumination نشخوار
0.49	0.08	0.82	0.23	6.2	6.0	6.0	6.2	Bouts (frequency)/8h لقمه
0.43	0.03	0.60	0.41	12.0	11.3	11.8	11.8	مدت، دقیقه
0.60	0.16	0.97	3.75	60.3	60.5	62.4	61.4	فاصله، دقیقه
0.50	0.001	0.002	2.32	75.3 ^a	69.4 ^{ab}	66.9 ^b	63.2 ^b	Eating, min خوردن، دقیقه
0.65	0.001	0.57	3.61	77.5	71.1	75.6	72.8	نشخوارکردن، دقیقه
								Ruminating, min
0.52	0.001	0.22	6.42	288.0	297.5	296.5	301.3	استراحت کردن، دقیقه
								Resting, min
0.91	0.001	0.88	0.97	13.6	14.1	13.7	13.1	آشامیدن، دقیقه
								Drinking, min
0.81	0.001	0.44	1.87	25.6	27.9	27.3	29.6	رفتارهای غیر تغذیه‌ای
								*NNOB, min
0.47	0.001	0.94	3.58	168.2	165.4	165.3	166.3	ایستادن، دقیقه
								Standing
0.47	0.001	0.94	3.58	311.8	314.6	314.2	313.7	لم دادن، دقیقه
								Lying, min

Treatments were: 1. TM0 = calves received 6 l pasteurized waste milk daily, 2. TM0.5 = calves received a daily mixture of 5.5 l pasteurized waste milk and 0.5 l pasteurized TM, 3. TM1 = calves received a daily mixture of 5 l pasteurized waste milk and 1 l pasteurized TM, and 4. TM2 = calves received a daily mixture of 4 l pasteurized waste milk and 2 l pasteurized TM.

†حروف غیرمشابه انگلیسی در هر ردیف بیانگر وجود اختلاف معنی‌دار بین میانگین تیمارهای آزمایشی می‌باشد (P<0.05).

†Means within a row with different superscripts are significantly different (P≤ 0.05).

* non-nutritive oral behaviors

گوساله‌های آزمایش تحت تأثیر برهم‌کنش زمان و سطح شیر انتقالی قرار نگرفت. مصرف خوراک تابعی

فعالیت‌های خوردن، آشامیدن، استراحت کردن، ایستادن و لم دادن و رفتارهای غیر تغذیه‌ای

۶) باشد و باقیمانده ذرات روی سینی به لحاظ میزان مصرف NDF بین گوساله‌های آزمایش تفاوتی نداشت (جدول ۶).

یافته‌های این آزمایش نشان داد می‌توان از مصرف شیر انتقالی به‌عنوان جایگزین شیر در جیره‌های گوساله‌های شیری استفاده کرد، بدون این‌که بر گوارش‌پذیری و رفتار خوردن اثر منفی داشته باشد.

از اندازه خوراک در هر وعده و تعداد وعده‌های خوراک می‌باشد که سیری و گرسنگی حیوان در این مورد نقش تعیین‌کننده دارد (۱۹). با وجود تفاوت در زمان فاصله مراجعه برای مصرف خوراک و زمان خوردن، مصرف ماده خشک (جدول ۴) تفاوت نداشت که می‌تواند به‌دلیل عدم تفاوت میزان خوردن (جدول ۷) بین گروه‌های آزمایشی و نیز مصرف NDF بیشتر از ذرات باقیمانده بر روی سینی (جدول

منابع

1. Godden, S. 2008. Colostrum management for dairy calves. *The Veterinary Clinics of North America. Food Animal Practice*, 24: 19–39.
2. Blum, J.W. and Hammon, H.M. 2000. Bovine colostrum: more than just an immunoglobulin supplier. *Schweizer Archiv Fur Tierheilkunde*, 142: 221–228.
3. McGrath, B.A., Fox, P.F., McSweeney, P.L.H. and Kelly, A.L. 2016. Composition and properties of bovine colostrum: a review. *Dairy Science and Technology*, 96: 133–158.
4. Beam, A., Lombard, J., Koprak, C., Garber, L., Winter, A., Hicks, J. and Schlater, J. 2009. Prevalence of failure of passive transfer of immunity in newborn heifer calves and associated management practices on US dairy operations. *Journal of Dairy Science*, 92: 3973–3980.
5. Kargar, S., Roshan, M., Ghoreishi, S.M., Akhlaghi, A., Kanani, M., Abedi Shams-Abadi, A.R., Ghaffari, M.H. 2020. Extended colostrum feeding for 2 weeks improves growth performance and reduces the susceptibility to diarrhea and pneumonia in neonatal Holstein dairy calves. *Journal of Dairy Science*, 103: 8130–8142.
6. Foley, J. and Otterby, D. 1978. Availability, storage, treatment, composition, and feeding value of surplus colostrum: *Journal of Dairy Science*, 61: 1033–1060.
7. Berge, A.C.B., Besser, T.E., Moore, D.A., and Sischo, W.M. 2009. Evaluation of the effects of oral colostrum supplementation during the first fourteen days on the health and performance of preweaned calves. *Journal of Dairy Science*, 92: 286–295.
8. Fischer-Tlustos, A.J., Hertogs, K., van Niekerk, J.K., Nagorske, M., Haines, D.M. and Steele, M.A. 2020. Oligosaccharide concentrations in colostrum, transition milk, and mature milk of primi- and multiparous Holstein cows during the first week of lactation. *Journal of Dairy Science*, 103: 3683–3695.
9. Gill, R.K., Mahmood, S., Nagpaul, J.P. and Mahmood, A. 1999. Functional role of sialic acid in IgG binding to microvillus membranes in neonatal rat intestine. *Biology of the Neonate*, 76: 55–64.
10. Conneely, M., Berry, D.R., Murphy, J.P., Lorenz, I., Doherty, M.L. and Kennedy, E. 2014. Effect of feeding colostrum at different volumes and subsequent number of transition milk feeds on the serum immunoglobulin G concentration and health status of dairy calves. *Journal of Dairy Science*, 97: 6991–7000.
11. Van Soest, B., Cullens, F., VandeHaar, M.J. and Weber Nielsen, M. 2020. Effects of transition milk and milk replacer supplemented with colostrum replacer on growth and health of dairy calves. *Journal of Dairy Science*, 103: 12104–12108.
12. Zwierzchowski, G., Miciński, J., Wójcik, R., Nowakowski, J. 2020. Colostrum-supplemented transition milk positively affects serum biochemical parameters, humoral immunity indicators and the growth performance of calves. *Livestock Science*, 234: 1–8.

13. Van Soest, P.J., Robertson, J.B. and Lewis, B.A. 1991. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. *Journal of Dairy Science*, 74: 3583–3597.
14. National Research Council (NRC) .2001. Nutrient requirements of dairy cattle. 7th revised edition. National Academy of Sciences, Washington, DC, USA.
15. Kononoff, P.J., Heinrichs, A.J. and Buckmaster, D.R. 2003. Modification of the Penn State forage and total mixed ration particle separator and the effects of moisture content on its measurements. *Journal of Dairy Science*, 86:1858–1863.
16. Castells, L., Bach A., Araujo, G., Montoro, C., and Terré, M. 2012. Effect of different forage sources on performance and feeding behavior of Holstein calves. *Journal of Dairy Science*, 95:286–293.
17. Greter, A.M. and DeVries, T.J. 2011. Effect of feeding amount on the feeding and sorting behavior of lactating dairy cattle. *Canadian Journal of Animal Science*, 91:47–54.
18. Kargar, S. and Kanani, M. 2019. Reconstituted versus dry alfalfa hay in starter feed diets of Holstein dairy calves: Effects on feed intake, feeding and chewing behavior, feed preference, and health criteria. *Journal of Dairy Science*, 102:4061–4071.
19. Miranda, M.V.F.G., Morais, M.R.P.T., Lima, R.N., Soueza Liete, H.M., Assis, A.P.P., Silva Teofilo, T., Fontenele Neto, J.D. and Oliveira Lima P. 2019. Performance and development of gastric compartments of calves fed with cheese whey and transition milk. *Ciência Rural*, 49: 1-8.
20. Costa, J. H.C., Adderley, N.A., Weary, D.M., and vonKeyserlingk, M.A.G. 2016. Effect of diet changes on sorting behavior of weaned dairy calves. *Journal of Dairy Science*, 99:5635–5639.
21. DeVries, T.J., Von Keyserlingk M.A.G. and Beauchemin, K.A. 2005. Frequency of feed delivery affects the behavior of lactating dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 88:3553–3562.
22. Leonardi, C. and Armentano, L.E. 2003. Effect of quantity, quality, and length of alfalfa hay on selective consumption by dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 86:557–564.

