



RESEARCH PAPER

OPEN ACCESS

Effect of milk fortified with natural honey on performance, digestibility, blood metabolites, and skeletal growth indices of suckling Holstein calves

Z. Rajabpour^{1*}, T. Ghoorchi², A. Toghory³, M. Asadi⁴

1. MSc Student, Department of Animal and Poultry Nutrition, Faculty of Animal Science, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran

2. Professor, Department of Animal and Poultry Nutrition, Faculty of Animal Science, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran

3. Assistant Professor, Department of Animal and Poultry Nutrition, Faculty of Animal Science, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran

4. Ph.D. Student, Department of Animal and Poultry Nutrition, Faculty of Animal Science, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran

(Received: 28-02-2023 – Revised: 04-06-2023 – Accepted: 11-06-2023)

Introduction: The management of suckling calves guarantees health and performance in their productive life. The sensitivity and low immune system in newborn calves increase the odds ratio of some disorder incidence and sometimes it is associated with the death. Therefore, the use of antibiotics in suckling calves became popular. Laws prohibiting the use of antibiotics in raising domestic animals led to the use of natural alternatives with similar properties. These compounds cause positive effects on the reduction of intestinal infections, and disorders and increase the absorption of nutrients by creating intestinal microbial balance. Prebiotics have the same feature that changes the microflora population in the digestive system. It has been proven honey has prebiotic characteristics that improve the immune system in mammals. This product and its by-products are used for different goals in human feed. This prevents intestinal infection, modifies intestine microflora population, and improves health situation and lipid metabolism. Honey is a natural product that is thickened from saturated or supersaturated sugar solutions. It usually consists of 17% water, 38% fructose, 31% glucose, 10% other sugars, and a wide range of micronutrients, vitamins, minerals, and amino acids, with a pH below 4. This study was conducted to evaluate the effect of milk enrichment with natural honey on the performance, digestibility, blood parameters, and skeletal growth indices of suckling Holstein calves.

Materials and methods: Eighteen Holstein suckling male calves with an average weight of 58 ± 4.2 kg were used. Treatments were divided into three groups which contained zero, 2.5, and five g per day of natural honey to the milk consumed. The duration of the experiment was 30 days evaluated in a completely randomized design. Calves were kept in individual pens and fed based on NRC requirements. Starter provided to total mixed ration (TMR) form which is given at 8:00 am and 4:00 pm daily. Calves fed milk based on 10% of body weight in the morning and evening. The amount of milk consumed by calves is measured, and to calculate the milk solids, it is multiplied by a coefficient of 12.5%. Dry matter (DM) digestibility, blood samples, average daily gain, dry matter intake, stool score, and skeleton growth were evaluated during 30 d and compared treatment by the general mixed model in SAS software.

Results and discussion: The results of this study showed that adding natural honey to milk significantly improved the feed conversion ratio and increased the final weight, average daily gain, and dry matter digestibility of the calves ($P < 0.05$). The group of calves that consumed five g of natural honey per day had the highest final weight and average daily gain, as well as the lowest feed conversion ratio. However, the milk and starter intakes were not

* Corresponding author: z.rajabpur@yahoo.com



affected by the experimental treatments, and there was no significant difference observed between the control group and the groups that received natural honey ($P<0.05$). Supplementing milk with honey improved the growth rate and feed conversion ratio of the calves, likely due to the presence of enzymes and other substances in honey that aid in breaking down polysaccharides into usable energy for the animals. Blood glucose concentration decreased in the calves that received natural honey ($P<0.05$), but the concentrations of cholesterol, triglyceride, high-density lipoprotein, low-density lipoprotein, and very low-density lipoprotein were not significantly different among the treatments ($P>0.05$). The reduction in blood glucose can be attributed to the antioxidant compounds present in honey, which can reduce intestinal glucose absorption by inhibiting the digestive enzymes of alpha-amylase or delaying the emptying of stomach contents into the small intestine. The stool consistency score increased with increasing levels of natural honey in the milk, and the group that received five g of natural honey per day had the best stool score, while the control group had the lowest stool consistency score ($P<0.05$). However, there was no effect of treatment on the number of animals with diarrhea or the number of days involved with diarrhea ($P>0.05$). Natural honey is rich in antioxidants and has prebiotic properties, which promote the growth of beneficial microorganisms and decrease harmful microflora in the gut. There was no significant difference observed in skeletal growth indices between the different experimental treatments ($P>0.05$).

Conclusions: The experiment's findings indicated that incorporating natural honey (up to five g/day) into the milk given to Holstein calves can improve their performance and health, making it a recommended practice.

Keywords: Natural honey, Digestibility, Feces consistency, Suckling calves, Blood metabolites

Ethics statement: This study was conducted with the full consideration of animal welfare and the approval of this study was granted by the Ethics Committee of Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Iran.

Data availability statement: The data that support the findings of this study are available on request from the corresponding author.

Conflicts of interest: The authors declare no conflicts of interest.

Funding: The authors received no specific funding for this work.

How to cite this article:

Rajabpour, Z., Ghoorchi, T., Toghdory, A., & Asadi, M. (2023). Effect of milk fortified with natural honey on performance, digestibility, blood metabolites, and skeletal growth indices of suckling Holstein calves. *Animal Production Research*, 12(4), 79-88. doi: 10.22124/AR.2024.7391



مقاله پژوهشی

اثر غنی سازی شیر با عسل طبیعی بر عملکرد، قابلیت هضم، متابولیت های خون و شاخص های رشد اسکلتی گوساله های شیرخوار هلشتاین

زهرا رجب پور^{۱*}، تقی قورچی^۲، عبدالحکیم توغدری^۳، محمد اسدی^۴

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه تغذیه دام و طیور، دانشکده علوم دامی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

۲- استاد، گروه تغذیه دام و طیور، دانشکده علوم دامی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

۳- استادیار، گروه تغذیه دام و طیور، دانشکده علوم دامی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

۴- دانشجوی دکتری، گروه تغذیه دام و طیور، دانشکده علوم دامی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

(تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۱۲/۰۹ - تاریخ بازنگری: ۱۴۰۲/۰۳/۱۴ - تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۰۳/۲۱)

چکیده

پژوهش حاضر به منظور بررسی اثر غنی سازی شیر با عسل طبیعی بر عملکرد، قابلیت هضم، متابولیت های خون و شاخص های رشد اسکلتی گوساله های شیرخوار هلشتاین انجام شد. بدین منظور از ۱۸ رأس گوساله نر با میانگین وزنی $58 \pm 4/2$ کیلوگرم و سن 20 ± 5 روزگی در قالب سه تیمار و شش تکرار در یک طرح کاملاً تصادفی استفاده شد. تیمارهای آزمایشی شامل سطوح صفر، $2/5$ و پنج گرم عسل طبیعی اضافه شده به شیر مصرفی بودند. کل دوره آزمایشی نیز ۳۰ روز بود. صفات مربوط به مصرف شیر و استارتر به صورت روزانه، وزن گوساله ها به صورت هفتگی، نمونه های مدفوع هر پنج روز یکبار، خون گیری در روز ۳۰، قوام مدفوع و وضعیت اسهال گوساله به صورت روزانه و شاخص های رشد اسکلتی در پایان آزمایش اندازه گیری شدند. نتایج حاصل نشان داد افزودن عسل طبیعی به شیر، ضریب تبدیل غذایی، افزایش وزن روزانه و قابلیت هضم ماده خشک را به صورت معنی داری بهبود بخشید ($P < 0/05$)، اما مصرف شیر و استارتر تحت تاثیر تیمارهای آزمایشی قرار نگرفت. غلظت گلوکز خون در گوساله های دریافت کننده عسل کاهش یافت ($P < 0/05$)، اما غلظت کلسترول، تری گلیسرید، لیپوپروتئین با چگالی زیاد، لیپوپروتئین با چگالی کم و لیپوپروتئین با چگالی خیلی کم تحت تاثیر تیمارهای آزمایشی قرار نگرفت. نمره قوام مدفوع گوساله ها با افزایش سطح عسل در شیر بهبود یافت ($P < 0/05$). به طور کلی نتایج نشان داد افزودن عسل طبیعی به شیر مصرفی گوساله ها به میزان پنج گرم در روز سبب بهبود عملکرد و سلامت گوساله های شیرخوار شد.

واژه های کلیدی: عسل طبیعی، قابلیت هضم، قوام مدفوع، گوساله های شیرخوار، متابولیت های خون

* نویسنده مسئول: z.rajabpur@yahoo.com

مقدمه

مدیریت گوساله‌های شیرخوار در سه ماه اول زندگی تضمین‌کننده سلامت و تولید آینده آن‌ها است. وضعیت فیزیولوژیکی ویژه حیوان در این دوره شامل توانایی جذب مولکول درشت به ویژه ایمونوگلوبولین‌ها از روده و مستعد بودن به عفونت روده و اسهال است (Rodriguez *et al.*, 2009). استفاده از آنتی‌بیوتیک در جیره غذایی حیوانات، باکتری‌های مفید را از بین می‌برد و پشتیبانی خوبی از سیستم ایمنی سلولی انجام نمی‌دهد (Heinrichs *et al.*, 2009). از سوی دیگر، استفاده بیش از حد از آنتی‌بیوتیک‌ها، مقاومت باکتریایی را در برابر آنها افزایش می‌دهد (Langford *et al.*, 2003). با ممنوعیت تقویت‌کننده‌های رشد آنتی‌بیوتیکی از جیره‌های غذایی حیوانات در مناطق مختلف جهان، لازم است گزینه‌های بالقوه‌ای به منظور حفظ عملکرد رشد مطلوب و فلور میکروبی مناسب روده و همچنین کنترل رشد باکتری‌های مضر بررسی شود (Yakhkeshi *et al.*, 2011). بنابراین، جایگزینی آنتی‌بیوتیک‌ها با سایر ترکیباتی که خاصیت پری‌بیوتیک دارند به عنوان یک راه حل مناسب در نظر گرفته می‌شود. این ترکیبات از راه ایجاد تعادل میکروبی روده موجب آثار مثبتی مانند کاهش عفونت‌های روده‌ای و اسهال و افزایش میزان جذب مواد مغذی می‌شوند (Moarrab 2016, Schiffrin and Blum, 2002). و مؤثری برای آنتی‌بیوتیک‌ها باشند (Schiffrin and Blum, 2002).

تاکنون اثر پری‌بیوتیک‌هایی مانند گالاتولیگوساکارید، فروکتولیگوساکارید، مانانولیگوساکارید و مشتقات لاکتوز در حیوانات برای مبارزه با کلونیزاسیون عوامل بیماری‌زا به عنوان جایگزین مناسب برای افزودنی‌های خوراکی ضدبیوتیکی (که در برخی کشورها به دلیل خطر سلامت عمومی ممنوع شده‌اند) آزمایش شده‌اند (Mandal *et al.*, 2004). یکی دیگر از مواد افزودنی که خاصیت پری‌بیوتیکی دارند، عسل است (Obun *et al.*, 2010). عسل یک محصول طبیعی غلیظ شده از قندهای محلول اشباع یا فوق اشباع است که معمولاً از ۱۷ درصد آب، ۳۸ درصد فروکتوز، ۳۱ درصد گلوکز، ۱۰ درصد سایر قندها و طیف وسیعی از ریز مغذی‌ها، ویتامین‌ها، مواد معدنی و اسیدهای آمینه، با pH

زیر چهار تشکیل شده است (Zhu *et al.*, 2016; Sarfraz *et al.*, 2018). آثار مفید عسل در رژیم غذایی انسان (Abuharfeil *et al.*, 1999)، جوجه گوشتی (Busserolles *et al.*, 2002) و موش‌های شیرخوار (Obun *et al.*, 2002) بیان شده است. عسل خوش‌طعمی خوراک را بهبود بخشیده و به عنوان پیونددهنده بین اجزای خوراک عمل می‌کند که سبب بهبود ارزش غذایی، سرعت رشد، قابلیت هضم و کارایی خوراک دام می‌شود (Ekanem *et al.*, 2006). همچنین عسل از عفونت روده جلوگیری کرده و بر جمعیت میکرو فلور در روده موش تأثیر گذاشته که منجر به بهبود سلامت عمومی و سوخت و ساز لیپید می‌شود (Busserolles *et al.*, 2002; Adebolu *et al.*, 2005). گزارش شده است که عسل خالص حاوی مواد شیمیایی مانند آلکالوئیدها، گلیکوزیدها، فلاونوئیدها، ساپونین‌ها، تانن‌ها و ترکیبات فنلی است که می‌توانند به عنوان آنتی اکسیدان عمل کنند (Adebolu *et al.*, 2005; Moarrab *et al.*, 2016). عسل حاوی بیش از ۳۰۰ ماده فعال زیستی است که با آثار فیزیولوژیکی بدن سازگار است (Hanoun *et al.*, 2020). برخی از این مواد می‌توانند بدون تغییر از دستگاه گوارش به جریان خون راه یابند و در آنجا، آثار زیستی مانند محافظت از سیستم ایمنی را بر عهده می‌گیرند (Kim *et al.*, 2019). همچنین گزارش شده است که عسل، ترشح اسید معده را در موش‌های شیرخوار کاهش می‌دهد و دستگاه گوارش را در مقابل آسیب اسید هیدروکلریک، محافظت می‌کند (Ajibola *et al.*, 2016). در مطالعه دیگری، گوساله‌های شیرخواری که از مکمل‌های طبیعی (بره‌موم و عسل) استفاده کرده بودند، افزایش وزن و بازده خوراک بیشتری نسبت به گروه شاهد داشتند (Sarker and Yang, 2010). با توجه به خاصیت پری‌بیوتیکی عسل طبیعی و اینکه اطلاعات اندکی در رابطه با تاثیر افزودن عسل طبیعی به شیر مصرفی گوساله‌های شیرخوار وجود دارد، مطالعه حاضر با هدف بررسی اثر غنی‌سازی شیر با عسل طبیعی بر عملکرد، قابلیت هضم، متابولیت‌های خون و شاخص‌های رشد اسکلتی گوساله‌های شیرخوار هلشتاین صورت پذیرفت.

مواد و روش‌ها

پژوهش حاضر در دامداری آقای عابدینی واقع در شهرستان گرگان انجام شد و تجزیه نمونه‌ها در آزمایشگاه‌های دانشکده علوم دامی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان صورت گرفت. به منظور اجرای این آزمایش از ۱۸ رأس گوساله نر شیرخوار هلشتاین با میانگین وزنی 458 ± 5 کیلوگرم و سن 20 ± 5 روزگی در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تیمار و شش تکرار به مدت ۳۰ روز استفاده شد. تیمارهای آزمایشی عبارت بودند از: گوساله‌هایی که به ترتیب صفر، $2/5$ و پنج گرم عسل در شیر روزانه دریافت کردند. در ابتدا، تمامی گوساله‌ها تحت معاینه و بررسی کامل و دقیق قرار گرفتند تا از نظر سلامت و صحت عملکرد آنها اطمینان حاصل شود. گوساله‌ها در جایگاه‌های انفرادی نگهداری شدند. جیره بر پایه (NRC 2001) تنظیم شد و در قالب TMR به شکل پلت در دو نوبت ۸ صبح و ۱۶ عصر در اختیار گوساله‌ها قرار گرفت. حیوانات دسترسی آزاد به آب داشتند. تغذیه شیر نیز در دو نوبت صبح و عصر (به میزان ۱۰ درصد وزن بدن در طول دوره) صورت گرفت (Hosseinabadi et al., 2020). جیره غذایی شروع‌کننده مورد استفاده و مواد مغذی در جدول ۱ ارائه شده است.

به منظور ارزیابی تغییرات وزن و افزایش وزن روزانه به صورت منظم و هفتگی قبل از تغذیه صبح، تمامی گوساله‌ها توزین شدند. جهت محاسبه افزایش وزن روزانه، از تقسیم کردن اختلاف وزن در یک دوره زمانی بر تعداد و روزهای همان بازه زمانی، اندازه‌گیری شد. همچنین، به منظور محاسبه ماده خشک مصرفی، قبل از توزیع وعده صبحگاهی، باقیمانده خوراک قبلی جمع‌آوری و توزین شد. مقدار شیر مصرفی گوساله‌ها نیز اندازه‌گیری و برای محاسبه ماده خشک شیر در ضریب $12/5$ درصد ضرب شد. ضریب تبدیل به روش زیر محاسبه شد:

افزایش وزن روزانه / مقدار ماده خشک مصرفی شیر + مقدار مصرف استارت = ضریب تبدیل
نمونه‌های مدفوع و خوراک در روزهای ۲۶ تا ۳۰ به مدت پنج روز جمع‌آوری شد و قابلیت هضم با استفاده از نشانگر داخلی (خاکستر نامحلول در اسید) تعیین شد. (Van Keulen and Young, 1977). با استفاده از لوله‌های ونوجکت هپارین‌دار از سیاهرگ گردنی (وداج) گوساله‌ها در روز ۳۰، چهار ساعت پس از تغذیه صبح، خون‌گیری شد و بلافاصله نمونه‌ها به منظور جداسازی پلاسما در ۳۰۰۰ دور به مدت ۱۰ دقیقه سانتریفیوژ شدند و تا روز آزمایش در فریزر در دمای -20 درجه سلسیوس نگهداری شدند.

جدول ۱- مواد خوراکی تشکیل‌دهنده و ترکیب شیمیایی جیره آزمایشی

Table 1. Ingredients and chemical composition of the experimental diet

Starter ingredient	% DM
Corn grain	45.00
Barley grain	10.00
Soybean Meal	29.00
Wheat bran	10.18
Soybean oil	2.50
Supplement (vitamins and minerals)*	1.20
Calcium carbonate	1.10
Di calcium phosphate	0.22
Salt	0.20
Pellet binder	0.60
Chemical composition (% DM)	
Dry matter	90.00
Crude protein	18.32
Ether extract	3.54
Neutral-detergent fiber	20.74
Acid-detergent fiber	9.80
Ash	7.30
Metabolizable energy (Mcal/kg DM)	2.10

* Vitamin-trace mineral pre-mix provides per kg of mixed ration: 1000000 IU Vitamin A; 75000 IU Vitamin D3; 3000 mg Antioxidants; 150000 mg Ca; 60000 mg P; 300000 mg Mg; 2000 mg Mn; 3000 mg Fe; 500 mg Cu; 2500 mg Zn; 10 mg Co; 20 mg I.

غلظت گلوکز، کلوسترول، تری گلیسیرید، پروتئین کل، لیپوپروتئین با چگالی زیاد، لیپوپروتئین با چگالی کم و لیپوپروتئین با چگالی خیلی کم با استفاده از دستگاه تجزیه خودکار (SFT-526/King hawk-China) و کیت‌های شرکت پارس آزمون تعیین شد. مدفوع گوساله‌ها، سه روز در هفته به صورت تصادفی مورد ارزیابی قرار گرفت. نمره-های مدفوع بر اساس ۱- سفت و با قوام، ۲- نرم و شل، ۳- شل و آبکی، ۴- آبکی همراه با مقداری خون و ۵- آبکی همراه با خون و موکوس تعیین و ارزیابی شد (Khan et al., 2011). اندازه‌گیری رشد اسکلتی برای صفات طول بدن، ارتفاع، محیط شکم، محیط قفسه سینه، فاصله بین دو شاخ، فاصله بین دو چشم و عرض پوزه در روز پایانی به وسیله متر استاندارد و گونیا انجام شد (Khan et al., 2007).

اطلاعات حاصل از آزمایش در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تیمار و شش تکرار و به صورت تکرار در زمان با استفاده از رویه Mixed نرم افزار SAS(2004)، تجزیه آماری شد. مقایسات میانگین‌ها با آزمون توکی در سطح معنی‌داری پنج درصد انجام شد.

نتایج و بحث

عملکرد و قابلیت هضم ماده خشک: اثر سطوح مختلف عسل طبیعی بر عملکرد و مصرف ماده خشک گوساله‌ها در جدول ۲ نشان داده شده است. افزودن عسل به شیر سبب بهبود ضریب تبدیل غذایی و افزایش وزن پایان دوره، افزایش وزن روزانه، افزایش وزن کل دوره و قابلیت هضم ماده خشک شد ($P < 0.05$)، به طوری که بیشترین افزایش وزن پایانی و روزانه و کمترین ضریب تبدیل غذایی برای گروه دریافت-کننده پنج گرم عسل در روز بود، اما مصرف شیر و خوراک آغازین تحت تاثیر تیمارهای آزمایشی قرار نگرفت ($P > 0.05$). این بدان معنا است که انرژی بیشتری باید برای افزایش وزن در دسترس گوساله‌ها قرار گرفته باشد و از آن‌ها استفاده شده باشد. همچنین، وجود آنزیم پروتئاز در عسل ممکن است فعالیت هضم پروتئولیتیک یا پروتئین را تحریک کرده و در نتیجه به بهبود هضم و جذب مواد مغذی

به ویژه پروتئین کمک کند (Ekanem et al., 2006). به علاوه، مشتقات لاکتوزی موجود در عسل سبب بهبود راندمان انرژی می‌شوند (Moarrab et al., 2016). مشخص شده است که عسل به دلیل دارا بودن خواص پری‌بیوتیکی، از رشد باکتری‌های مفید گوارشی حمایت می‌کند و بهبود هضم و جذب موثر مواد غذایی را در دستگاه گوارش به همراه دارد (Shamala et al., 2000; Obun et al., 2010; Camacho-Bernal et al., 2021). مطالعات بسیار محدودی در خصوص آثار استفاده از عسل بر عملکرد نشخوارکنندگان انجام شده است. بیشتر پژوهش‌های انجام شده در این راستا، در موش، طیور و خوک بوده است. در پژوهشی با تزریق ۰/۲ میلی‌لیتر عسل به حفره آمینوتیک تخم‌مرغ مشاهده شد که وزن بدن جوجه‌ها در زمان هچ به‌طور معنی‌داری افزایش یافته است (Dal'Alba et al., 2020). در پژوهشی، افزایش مصرف خوراک، بهبود ضریب تبدیل خوراک و افزایش وزن جوجه‌هایی که محلول غذایی حاوی ۲/۵٪ گلوکز+۳٪ ساکارز دریافت کرده بودند در مقایسه با گروه شاهد مشاهده شد (Campos et al., 2011). در مطالعه‌ای دیگر، تفاوت معنی‌داری بین تیمارها برای شاخص تبدیل خوراک وجود داشت، به طوری که پرندگان دریافت‌کننده عسل، ضریب تبدیل کمتری نسبت به گروه شاهد داشتند (Dal'Alba et al., 2020). در راستای پژوهش حاضر، نتایج مطالعات قبلی نشان داد پرندگانی که عسل و ژله رویال دریافت کردند در مقایسه با پرندگان شاهد، افزایش وزن روزانه و ضریب تبدیل بهتری داشتند (Babaei et al., 2016). این نتایج، یافته‌های قبلی را تأیید می‌کند که مکمل‌سازی خوراک با عسل، ارزش تغذیه‌ای، سرعت رشد و راندمان خوراک گوساله‌ها را بهبود می‌بخشد (Busserolles et al., 2002). افزایش عملکرد گوساله‌ها با مصرف مکمل عسل را می‌توان به این واقعیت نسبت داد که عسل حاوی تعدادی آنزیم و سوپسترای مورد نیاز برای تجزیه پلی‌ساکاریدهای غیرنشاسته‌ای است. در نتیجه، دام با مصرف عسل می‌تواند از تجزیه پلی‌ساکاریدها به منبع انرژی اضافی دست یابد (Mandal et al., 2004).

جدول ۲- اثر استفاده از سطوح مختلف عسل طبیعی بر عملکرد و قابلیت هضم ماده خشک در گوساله‌های هلشتاین شیرخوار

Table 2. Effect of different levels of natural honey on performance and dry matter digestibility of suckling Holstein calves

Parameters	Natural honey levels in milk			SEM	P-value
	Control (0 g)	2.5 g	5 g		
Initial weight (kg)	56.86	58.15	58.97	4.99	0.95
Weight on the 15 th day of period (kg)	63.11 ^b	65.71 ^b	70.99 ^a	5.46	0.046
Final weight (kg)	73.69 ^b	77.11 ^{ab}	85.63 ^a	7.33	0.017
Total weight gain (kg)	16.82 ^b	18.95 ^{ab}	26.65 ^a	2.94	0.009
Average Daily gain (g/d)	560.81 ^b	631.72 ^{ab}	888.63 ^a	98.15	0.009
Starter intake (g/d)	2587	2710	2582	248.97	0.304
Milk intake (L/d)	6.67	6.84	6.80	0.081	0.376
Feed conversion ratio	6.10 ^a	5.64 ^a	3.86 ^b	0.561	0.012
Dry matter digestibility (%)	76.50 ^b	79.24 ^a	80.61 ^a	8.18	0.015

^{a-b} Different superscripts in the same row represent a significant difference ($P < 0.05$). SEM: Standard error of the means.

Feed conversion ratio = (Starter intake + Milk intake) / Average daily gain

دارای خواص مفیدی هستند که سطح گلوکز خون را بیشتر از حد طبیعی افزایش نمی‌دهند (Mohammadimanesh *et al.*, 2016). در تحقیقی، غلظت گلوکز، تری گلیسرید، کلسترول و لیپوپروتئین با چگالی زیاد خون بلدرچین‌هایی که عسل، ژله رویال یا گرده دریافت کردند، در مقایسه با گروه شاهد، کمتر بود (Babaei *et al.*, 2016). نتایج برخی پژوهش‌های دیگر نشان داد که مصرف عسل به میزان پنج میلی‌لیتر به ازای هر کیلوگرم وزن بدن به مدت سه هفته هیچ تأثیری بر سطح گلوکز خون موش‌های صحرایی سالم نداشت (Laila *et al.*, 2012). همچنین، مطالعه‌ای که به وسیله (Isa *et al.*, 2013) انجام شده است نتایج مشابهی را نشان داد. در آن تحقیق، مقادیر مختلف عسل، تأثیر معنی‌داری بر سطح گلوکز خون موش‌ها نداشت. دلیل این اختلاف نتیجه را می‌توان به نوع حیوان، مدت زمان آزمایش و نوع عسل مرتبط دانست.

قوام مدفوع: مطابق با نتایج جدول ۴، نمره قوام مدفوع با افزایش سطح عسل طبیعی در شیر افزایش یافت و بالاترین امتیاز مدفوع را گروه دریافت‌کننده پنج گرم عسل طبیعی در روز داشت و تیمار شاهد، پایین‌ترین امتیاز قوام مدفوع را نشان داد ($P < 0.05$), در حالی که تفاوت معنی‌داری در تعداد دام‌های مبتلا به اسهال و روزهای درگیری با اسهال مشاهده نشد ($P > 0.05$). در سنین ابتدایی که مصرف خوراک آغازین بسیار کم است، نمره مدفوع و اسهال گوساله‌ها تحت تأثیر عوامل مختلفی مانند عوامل فیزیولوژیکی، محیطی، بهداشتی و مدیریتی قرار دارد (Ghosh *et al.*, 2011) و کمتر تحت تأثیر نوع و ترکیب خوراک آغازین قرار می‌گیرد (Lesmeister *et al.*, 2004)، اما عسل طبیعی سرشار از آنتی‌اکسیدان است و خواص

متابولیت‌های خونی: اثر سطوح مختلف عسل طبیعی بر متابولیت‌های خونی گوساله‌ها در جدول ۳ نشان داده شده است. غلظت گلوکز خون در گوساله‌های دریافت‌کننده عسل کاهش یافت ($P < 0.05$), اما دریافت عسل بر غلظت کلسترول، تری‌گلیسرید، لیپوپروتئین با چگالی زیاد، لیپوپروتئین با چگالی کم و لیپوپروتئین با چگالی خیلی کم تأثیری نداشت ($P > 0.05$). دلیل کاهش سطح گلوکز خون گوساله‌ها با مصرف عسل می‌تواند به دلیل وجود ترکیبات فنلی، آنتی‌اکسیدان‌ها و عناصر معدنی در عسل باشد (Gheldof *et al.*, 2002; Munstedt *et al.*, 2011; Erejuwa *et al.*, 2012). ترکیبات آنتی‌اکسیدان موجود در فرآورده‌های طبیعی زنبور عسل سبب کاهش جذب گلوکز از روده می‌شود. این عمل احتمالاً با مهار آنزیم‌های گوارشی آلفا آمیلاز و آلفا گلوکوزید همراه است که در هیدرولیز کربوهیدرات‌ها نقش دارند و یا مهار انتقال گلوکز از غشای روده باریک و به تأخیر انداختن تخلیه محتویات معده به روده باریک صورت می‌گیرد (Babaei *et al.*, 2016). از سوی دیگر، گزارش شده است که آنتی‌اکسیدان‌های طبیعی دارای خاصیت شبه انسولینی هستند و جذب گلوکز را در بافت‌های محیطی افزایش می‌دهند. همچنین، آنتی-اکسیدان‌ها با تأثیر بر سلول‌های بتای جزایر لانگرهانس موجب افزایش انسولین و کاهش غلظت گلوکز در خون می‌شوند (Lukacinova *et al.*, 2008). مطالعات در خصوص اثر استفاده از عسل بر فراسنجه‌های خونی نشخوارکنندگان بسیار محدود است. برخی از تحقیقات قبلی با نتایج این مطالعه، موافق هستند (Erejuwa *et al.*, 2012) و برخی از آنها، نتایج متفاوتی را نشان می‌دهند (Erejuwa *et al.*, 2012). گزارش شده است که مصرف انواع مختلف عسل

آزمایشی، اختلاف معنی‌داری نداشت ($P>0.05$). مطالعه خاصی در خصوص اثر غنی‌سازی عسل با شیر بر شاخص‌های رشد اسکلتی وجود ندارد.

نتیجه‌گیری کلی

نتایج حاصل از این آزمایش نشان داد که افزودن عسل طبیعی به شیر مصرفی گوساله‌ها (تا پنج گرم در روز) موجب بهبود عملکرد و سلامت دام می‌شود و قابل توصیه است، البته باید جنبه اقتصادی و سود حاصل از این رویکرد در تصمیم نهایی لحاظ شود.

پری‌بیوتیکی دارد. این موضوع به فلور میکروبی دستگاه گوارش کمک می‌کند و منجر به افزایش میکروارگانیسم‌های مفید و حذف فلور میکروبی مضر می‌شود (Camacho-Bernal *et al.*, 2021). همچنین، گزارش شده است که استفاده از پری‌بیوتیک و مواد دارای خواص پری‌بیوتیکی با بهبود اکوسیستم دستگاه گوارش گوساله از بروز ناهنجاری‌های گوارشی مانند اسهال جلوگیری می‌نماید (Jatkauskas and Vrotniakienė, 2010).

شاخص‌های رشد/اسکلتی: اثر سطوح مختلف عسل طبیعی بر شاخص‌های رشد اسکلتی در جدول ۵ ارائه شده است. شاخص‌های رشد اسکلتی در بین تیمارهای مختلف

جدول ۳- اثر استفاده از سطوح مختلف عسل طبیعی بر متابولیت‌های خون (میلی گرم در دسی لیتر) گوساله‌های هلشتاین شیرخوار

Blood metabolites	Natural honey levels in milk			SEM	P-value
	Control (0 g)	2.5 (g)	5 (g)		
Glucose	107.35 ^a	99.17 ^b	94.65 ^b	0.98	0.0001
Cholesterol	107.07	105.47	110.48	1.42	0.108
Triglyceride	42.03	41.64	43.81	1.14	0.384
HDL	68.38	67.56	70.49	0.95	0.150
LDL	30.38	30.08	31.94	0.98	0.407
VLDL	8.32	7.88	8.35	0.44	0.720

^{a-b} Different superscripts in the same row represent a significant difference ($P<0.05$). SEM: Standard error of the means.

جدول ۴- اثر استفاده از سطوح مختلف عسل طبیعی بر قوام مدفوع در گوساله‌های هلشتاین شیرخوار

Faeces consistency	Natural honey levels in milk			SEM	P-value
	Control (0 g)	2.5 (g)	5 (g)		
Fecal consistency score	2.23 ^c	3.49 ^b	3.92 ^a	0.13	0.0001
Number of calves with diarrhea	2.16	1.51	1.66	0.25	0.182
Average days of diarrhea	2.33	2.16	1.83	0.35	0.599

^{a-c} Different superscripts in the same row represent a significant difference ($P<0.05$). SEM: Standard error of the means.

جدول ۵- اثر استفاده از سطوح مختلف عسل طبیعی بر رشد اسکلتی (سانتی‌متر) در گوساله‌های شیرخوار

Skeletal growth	Natural honey levels in milk			SEM	P-value
	Control (0 g)	2.5 (g)	5 (g)		
Body length	104.84	102.53	104.52	0.8785	0.3125
Withers height	94.19	94.47	94.57	0.5832	0.8913
Heart girth	107.58	107.14	108.44	0.5194	0.2484
Chest circumference	106.19	106.83	106.82	0.6572	0.7433
Horns interval	12.59	12.91	13.03	0.2170	0.3688
Eyes interval	14.53	14.91	13.99	0.1999	0.1251
Muzzle width	6.78	6.95	7.01	0.0853	0.1881

SEM: Standard error of the means.

فهرست منابع

- Abuharfeil, N., Al-Oran, R., & AboShehawa, M. (1999). The effect of bee honey on the proliferation activities of human B-and Tlymphocytes and activity of phagocytes. *Food and Agricultural Immunology*, 11, 169-77.
- Adebolu, T. T. 2005. Effect of natural honey on local isolates of diarrhea causing bacteria in South Western Nigeria. *African Journal of Biotechnology*, 4, 1172-1174.
- Ajibola, A., Olusakin, J., & Oyewale, A. (2016). Growth and metabolic response of suckling rats fed with natural honey supplements. *International Journal of Food Sciences and Nutrition*, 3(1), 199-203. doi.org/10.15436/2377-0619.16.041
- AOAC. (2005). Official Method of Analysis. 18th Edition, Association of Officiating Analytical Chemists, Washington DC, Method 935.14 and 992.24.
- Babaei, C., Rahimi, S., Karimi, Torshizi, M. A., Tahmasabi, G., & Khaleghimiran, N. (2016). Effect of honey, royal jelly and bee pollen on performance, safety system and blood parameters Japanese quail. *Animal Production*, 17(2), 311-320. doi: 10.22059/jap.2015.53826 [In Persian]
- Busserolles, J., Gueux, E., Rock, E., Mazur, A., & Rayssiguier, A. (2002). Substituting honey for refined carbohydrates protects rats from hyper triglyceridemic and pro oxidative effect on fructose. *Journal of Nutrition*, 132, 3379-3382. doi: 10.1093/jn/132.11.3379
- Camacho-Bernal, G., del Socorro, I., Cruz-Cansino, N., Ramírez-Moreno, E., Delgado-Olivares, L., Zafra-Rojas, Q. Y., Castañeda-Ovando, A., & Suárez-Jacob, Á. (2021). Addition of bee products in diverse food sources: functional and physicochemical properties. *Applied Sciences*, 11, 8156-8171. doi: 10.3390/app11178156
- Campos, A. M. A., Rostagno, H. S., & Gomes, P. C. (2011). Effect of in ovo inoculation of nutritious solutions on the hatchability and performance of broiler chickens. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 40, 1712-1717. doi: 10.33448/rsd-v9i8.5178
- Dal'Alba, G. M., Melek, C., Schneider, M., Deolindo, G. L., Boiago, M. M., Faria, G. A., Stefani, L. M., da Silva, A. S., & Araujo, D. N. (2020). In vivo nutrition using honey: effects on hatchability, performance and carcass yields in broilers. *Research, Society and Development*, 9(8), 1-17. doi: 10.33448/rsd-v9i8.5178
- Ekanem, J. T., Majolagbe, O. R., Suileman, F. A., & Muhammad, N. O. (2006). Effect of honeys up plemented diet on the parasitemia and some enzymes of trypanosome brucei-infected rats. *African Journal of Biotechnology*, 5(17), 1557-1561.
- El-Hanoun, A., Elkomy, A. E., El-Sabrou, K., & Abdella, M. (2020). Effect of bee venom on reproductive performance and immune response of male rabbits. *Physiology and Behavior*, 223, 112987. doi: 10.1016/j.physbeh.
- Erejuwa, O., Sulaiman, S., Wahab, M., Sirajudeen, K., Salleh, M., & Gurtu, S. 2012. Hepatoprotective effect of tualang honey supplementation in streptozotocin-induced diabetic rats, *International Journal of Applied Research in Natural Products*, 4(4), 37-41.
- Gheldof, N., Wang, X. H., & Engeseth, N. J. (2002). Identification and quantification of antioxidant components of honeys from various floral sources. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 50, 5870-5877. doi: 10.1021/jf0256135
- Ghosh, S., Mehla, R. K., Sirohi, S. K., & Tomar, S. K. (2011). Performance of crossbred calves with dietary supplementation of garlic extract. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*, 95, 449-455. doi: 10.1111/j.1439-0396.2010.01071.x
- Heinrichs, A. J., Jones, C. M., Elizondo-Salazar, J. A., & Terrill, S. J. (2009). Effects of a prebiotic supplement on health of neonatal dairy calves. *Livestock Science*, 125, 149-154. doi: 10.1016/j.livsci.2009.04.003
- Hosseiniabadi, M., Torbatinejad, N. M., Ghoorch, T. & Toghdory, A. (2022). Effect of flaxseed level and processing method of performance, skelet growth indices, health, and rumination behavior of suckling calves. *Animal Production Research*, 11(2), 31-42. doi: 10.22124/ar.2022.19593.1617 [In Persian]
- Isa, A., Aliyu A., Daniel, E., Lawal, A., Dewu, M., & Muhammad, M. (2013). Evaluation of the hypoglycaemic effect of honey in alloxan-induced diabetic wistar rats. *Scientific Journal of Pure and Applied Sciences*, 2(5), 224-230. doi: 10.14196/sjpas.v2i5.625
- Jatkauskas, J., & Vrotniakienė, V. (2010). Effects of probiotic dietary supplementation on diarrhoea patterns, faecal microbiota and performance of early weaned calves. *Veterinari Medicina*, 55(10), 494-503. doi: 10.17221/2939-VETMED
- Khan, M. A., Lee, H. J., Lee, W. S., Kim, H. S., Kim, S. B., Ki, K. S., Ha, J. K., Lee, H. G., & Choi, Y. J. (2007). Pre- and post-weaning performance of Holstein female calves fed milk through step-down and conventional methods. *Journal of Dairy Science*, 90, 876-885. doi: 10.3168/jds.S0022-0302(07)71571-0
- Khan, M. A., Weary, D. M., & Keyserlingk, M. A. (2011). Invited review: Effects of milk ration on solid feed intake, weaning, and performance in dairy heifers. *Journal of Dairy Science*, 94, 1071-1081. doi: 10.3168/jds.2010-3733

- Kim, D. H., Han, S. M., Yun-Sang, C., Kang, H. K., Hong-Gu, L., & Kyung woo, L. (2019). Effects of dietary bee venom on serum characteristic, antioxidant activity and liver fatty acid composition in broiler chickens. *Korean Journal of Poultry Science*, 46, 39-46. doi: 10.5536/KJPS.2019.46.1.39
- Laila, R., Parveen, F., Khan, M., Rahman, H., Ara, F., & Saha, R. (2012). Effect of natural honey on bloodglucose level of alloxan induced diabetic rats, *Journal of Dhaka Medical College*, 20(2),119-123. doi: 10.3329/jdmc.v20i2.10537
- Langford, R. M., Weary, D. M., & Fisher, L. (2003). Antibiotic resistance in gut bacteria from dairy calves: a dose response to the level of antibiotics fed in milk. *Journal of Dairy Science*, 86, 3963-3966. doi: 10.3168/jds.S0022-0302(03)74006-5
- Lesmeister, K., Heinrichs, A., & Gabler, M. (2004). Effects of supplemental yeast *Saccharomyces cerevisiae* culture on rumen development, growth characteristics and blood parameters in neonatal dairy calves. *Journal of Dairy Science*, 87, 1832-1839. doi: 10.3168/jds.S0022-0302(04)73340-8
- Lukacinova, A., Mojzis, J., Benacka, R., Keller, J., Maguth, T., Kurila, P., Vasko, L., Racz, O. & Nistiar, F. 2008. Preventive effects of flavonoids on alloxan-induced diabetes mellitus in rats. *Acta Veterinaria Brno*, 77, 175-182. doi: 10.2754/avb200877020175
- Mandal, A. B., Yadav, A. S., Johri, T. S., & Pathak, N. N. (2004). Nutrition and disease management of poultry. International Book distribution CO. Lucknow, India, Pp. 12-370.
- Mohammadimanesh, A., Khosravi, H. M., Vahidiniya, A. A., Doaei, S., Salehi, I., & Fayyaz, N. (2016). The comparative effect of different types of honey on levels of glucose, fructosamine and insulin in Streptozocin-induced diabetes in wistar rats. *South Asian Journal of Experimental Biology*, 6(1), 39-44.
- Moarrab, A., Ghoorchi, T., Ramezanpour, S., Ganji, F., & Koochakzadeh, A. R. (2016). Effect of synbiotic on performance, intestinal morphology, fecal microbial population and blood medtabolites of suckling lambs. *Iranian Journal of Applied Animal Science*, 6(3), 621-628.
- Munstedt, K., Bohme, M., & Hauenschild, A. (2011). Consumption of rapeseed honey leads to higher serum fructose levels compared with analogue glucose / fructose solutions. *European Journal of Clinical Nutrition*, 65, 77-80. doi: 10.1038/ejcn.2010.186
- Nguyen, H. T. L., Panyoyai, N., Kasapis, S., Pang, E., & Mantri, N. (2019). Honey and its role in relieving multiple facets of atherosclerosis. *Nutrients*, 11(1), 167. doi: 10.3390/nu11010167
- NRC. (2001). Nutrient requirements of dairy cows. 7th edition. National Academy of Sciences, Washington D. C.
- Obun, C. O., Yahayab, M. S., Olafadehanc, O. A., Kehindea, A. S., Adeyemid, O. A., Farouka, I. U., & Allison, D. S. (2010). Effect of honey-flavoured diets on the performance and relative organ weights of finisher broiler chickens. *Nigerian Society for Animal Production*, 38(1), 64-72. doi: 10.51791/njap.v38i1.698
- Rodriguez, C., Castro, N., Capote, J., Morales-delanuez, A., Moreno-Indias, H., Sanchez-Macias, D., & Arguello, A. 2009. Effect of colostrum immunoglobulin concentration on immunity in Majorera goat kid. *Journal of Dairy Science*, 92, 1696-1701. doi: 10.3168/jds.2008-1586
- Sarfraz, A., Amrah Sulaiman, S., Amin Baig, A., Ibrahim, M., Liaqat, S., Fatima, S., Jabeen, S., Shamim, N., & Othman, N. (2018). Honey as a potential natural antioxidant medicine: an insight into its molecular mechanisms of action. *Oxidative Medicine and Cellular Longevity*, 2018, 8367846. doi: 10.1155/2018/8367846
- Sarker, M. S. K., & Yang, C. J. (2010). Propolis and illite as feed additives on performance and blood profiles of post-weaning Hanwoo calves. *Journal of Animal and Veterinary Advances*, 9, 2704-2709. doi: 10.3923/javaa.2010.2526.2531
- SAS Institute. (2004). User's Guide. Version 9.1: Statistics. SAS Institute, Cary, NC.
- Schiffirin, E. J., & Blum, S. (2002). Interactions between the microbial and the intestinal mucosa. *European Journal of Clinical Nutrition*, 56(3), 60-64. doi: 10.1038/sj.ejcn.1601489
- Shamala, T. R., Shrijoyth, Y., & Saibaba, P. (2000). Stimulatory effect of honey on multiplication of lactic acid bacteria under *in vitro* and *in vivo* conditions. *Letters in Applied Microbiology*, 30, 453-455. doi: 10.1046/j.1472-765x.2000.00746.x
- Yakhkeshi, S., Rahimi, S., & Gharib Naseri, K. (2011). The effects of comparison of herbal extracts, antibiotic, probioticand organic acid on serum lipids, immune response, GIT microbial population, intestinal morphology and performance of broilers. *Journal of Medicinal Plants*, 37, 80-95. doi: 20.1001.1.2717204.2011.10.37.10.1
- Van Keulen, J. B., & Young, A. (1977). Evaluation of acid-insoluble ash as a natural marker in ruminant digestibility studies. *Journal of Animal Science*, 44(2), 282-287. doi: 10.2527/jas1977.442282x
- Zhu, R., Hesong, L. V., Tianye L., Yunqiang, Y., Jianing, W., & Shaoze, Y. (2016). Feeding kinematics and nectar intake of the honey bee tongue. *Journal of Insect Behavior*, 29, 325-339. doi: 10.1007/s10905-016-9561-5