The Effect of Feeding Different Levels of Mineral Biochar on Performance, Blood Parameters, Production and Milk Composition of Holstein Dairy Cows

Ali Khatibi Bardsiri[1], Reza Valizadeh[2], Seyed Hadi Ebrahimi[3], Pirouz Shakeri[4], Abbas Ali Naserian[2]

1- PhD student, Department of Animal Sciences, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran.
2- Professor, Department of Animal Sciences, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran.
3- Assistant Professor, Department of Animal Sciences, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran.
4-Associate Professor, Animal Nutrition and Physiology Research Department, Animal Science Research Institute of Iran, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Karaj, Iran.

valizadeh@um.ac.ir
Doi: 10.22067/ijasr.2023.84121.1169

Introduction: Biochar is a solid product obtained from the thermal conversion of biomass under oxygen-free conditions, which can be used as an additive in animal feed in addition to agricultural applications.
The purpose of this study was to use a natural mineral biochar in the diet of Holstein dairy cows and investigate its effect on functional characteristics, blood parameters, milk production and composition.

Materials and Methods: This research was conducted using 24 lactating Holstein cows, whose average weight at the beginning of the experiment was 618. 25 ± 79. 27 kg, average daily milk production was 41. 08 ± 3. 06 kg, and the number of lactation days was 89. 1 ± 19. 1 days. On average, they were in their second-lactation. The experiment was conducted in the form of a completely random design with three treatments, so that there were eight cows in each group. The length of the experiment was 40 days, the first 21 days were adaptation and the next 19 days was sample collection.
Experimental treatments included 1) control group (base diet) 2) base diet with 0. 5% mineral biochar 3) base diet with 1% mineral biochar (all based on dry matter).
Food consumption and milk production were measured daily. Sampling was done on the 17th and 18th day to determine the composition of milk. On the last day of the experiment, two blood samples 1) containing anticoagulant and 2) without anticoagulant were drawn from the tail vein of the cows to analyze biochemical parameters and count blood cells.

Results and Discussion: Adding 0. 5% and 1% mineral biochar to the diet had no significant effect on dry matter consumption, body weight change and metabolic weight change, which showed that biochar did not have an adverse effect on the palatability of the diet.
The effect of experimental diets on the biochemical parameters of the blood of cows showed that there is no significant difference between the treatments.
The result showed that the use of 0. 5% mineral biochar in the cow's ration, decreased the ratio of non-fibrinogen proteins to fibrinogen and platelets. Also, when 1% of mineral biochar was used in the ration, the average volume of platelets increased ($P<0.05$), but other parameters of blood cell count in cows were not affected by adding biochar.
Therefore, the antibacterial, anti-inflammatory and anti-stress properties of biochar may have caused the reduction of platelets and the ratio of non-fibrinogen proteins to fibrinogen or increase the average volume of platelets.
The evaluation of the effect of experimental diets on milk production and milk composition of lactating Holstein cows showed that there is no significant difference between the treatments in the amount of milk production, but the use of 0. 5% mineral biochar increased the milk protein percentage, although other milk composition was not affected by adding biochar.
Considering that the origin of the metabolic biosynthesis process of the protein in milk is due to the amino acids

available in the blood reaching the mammary tissue, and on the other hand, the source of energy needed for this metabolic pathway is provided from glucose (glucose which absorbed from the small intestine or derived from propionic acid produced in the rumen). Also, since the amount of milk protein obtained from the total amount of casein protein, albumins and blood immunoglobulins secreted in milk, so as the evaluation of the amounts and ratios of glucose, protein and blood albumin showed, almost the highest amounts Glucose, protein and albumin in blood plasma in the treatment fed with basic diet with 0. 5% biochar. As a result, it has caused the process of protein production in mammary tissue to be more than other treatments. As a result, due to the mentioned reasons, it is possible to justify the increase of milk protein in the treatment fed with ration containing 0. 5% biochar.

Conclusion: The results of this research showed that the addition of 0. 5% and 1% of biochar from Kohbanan mine to the lactating Holstein cows diet, did not have a significant effect on the performance, blood biochemical parameters. However, when 1% of mineral biochar was used in the diet, it caused an increase in the average volume of platelets, and the use of 0. 5% mineral biochar increased milk protein and decreased platelets and the ratio of non-fibrinogenic proteins to fibrinogen.. It seems that the use of 0. 5% mineral biochar as a feed additive in the diet of lactating Holstein cows can improve the milk protein.

Keywords: Blood, Holstein Dairy Cows, Milk Composition, Mineral Biochar, Lactation Performance.

تأثیر تغذیه سطوح مختلف بیوچار معدنی بر عملکرد، فراسنجه‌های خونی، تولید و ترکیبات شیر گاوهای شیرده هلشتاین

علی خطیبی بردسیری[۱]، رضا ولی زاده[۲]*، سید هادی ابراهیمی[۳]، پیروز شاکری[٤]، عباسعلی ناصریان[۲]

۱- دانشجو دکتری گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد،ایران.

۲- استاد تغذیه دام گروه علوم دامی ،دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران.

۳- استادیار تغذیه دام گروه علوم دامی ،دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران.

۴- دانشیار پژوهشی بخش تحقیقات تغذیه و فیزیولوژی دام، موسسه تحقیقات علوم دامی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران.

valizadeh@um.ac.ir

Doi: 10.22067/ijasr.2023.84121.1169

چکیده

مطالعه حاضر با هدف بررسی تأثیر افزودن یک نوع بیوچار معدنی به جیره غذایی بر عملکرد، برخی از فراسنجه‌های خونی، تولید و ترکیب شیر گاوهای شیرده هلشتاین انجام شد. تعداد ۲۴ رأس گاو شیرده هلشتاین با میانگین وزن ابتدای دوره آزمایش۷۹/۲۷ ± ۶۱۸/۲۵ کیلوگرم، تولید شیر روزانه ۳/۰۶ ± ۴۱/۰۸ کیلوگرم و روزهای شیردهی ۱۹/۱ ± ۸۹/۱ روز که به‌طور میانگین در شکم دوم زایش قرار داشتند، در قالب یک طرح کاملاً تصادفی با سه تیمار و هشت تکرار استفاده شد. تیمارهای آزمایشی شامل ۱) گروه شاهد (جیره پایه) ۲) جیره پایه به‌همراه ۰/۵ درصد بیوچار معدنی ۳) جیره پایه به‌همراه ۱ درصد بیوچار معدنی بود. طول دوره آزمایشی ۴۰ روز بود که ۲۱ روز ابتدایی جهت عادت پذیری و در طول ۱۹ روز بعدی رکوردبرداری میزان مصرف خوراک و میزان تولید شیر گاوها به‌صورت روزانه اندازه‌گیری شد. به‌منظور تعیین ترکیبات شیر در روزهای ۱۷ و ۱۸ آزمایش، نمونه‌گیری انجام شد. در آخرین روز آزمایش دو نمونه خون کامل گاوهای آزمایشی حاوی و

فاقد ماده‌ی ضد انعقاد از ورید دمی برای تعیین فراسنجه‌های بیوشیمیایی و شمارش سلول‌های خون گرفته شد. به‌طورکلی نتایج پژوهش حاضر نشان داد استفاده از بیوچار معدنی در جیره گاوهای شیرده هلشتاین بر اکثر صفات عملکردی، فراسنجه‌های خونی و تولید شیر تأثیر معنی‌داری نداشت، هرچند سبب افزایش غلظت پروتئین شیر، حجم متوسط پلاکت‌ها، کاهش نسبت پروتئین‌های غیرفیبرینوژن به فیبرینوژن و مقدار پلاکت ها نسبت به گروه شاهد شد. در مجموع به‌نظر می‌رسد استفاده از بیوچار معدنی در جیره گاوهای اوایل شیردهی اثر معنی داری بر عملکرد شیردهی ندارد، ولی غلظت پروتئین شیر افزایش می‌یابد.

واژه‌های کلیدی: بیوچار معدنی، ترکیب شیر، خون، عملکرد شیردهی، گاوهای شیری هلشتاین.

مقدمه

مواد افزودنی گوناگونی به‌منظور بهبود شرایط تخمیر در شکمبه و افزایش تولید نشخوارکنندگان مورد استفاده قرار گرفته است که از جمله می‌توان به بازدارنده‌های تولید متان، ترکیبات کربنی، آنتی‌بیوتیک‌ها، پروبیوتیک‌ها، عوامل رشد و آنزیم‌ها اشاره کرد. استفاده از آنتی‌بیوتیک‌ها در دام ها خطرات جدی مانند ایجاد مقاومت منفی باکتریایی و اختلالات روده‌ای ایجاد کرده است. به همین دلیل امروزه استفاده از آنتی‌بیوتیک‌ها در بسیاری از کشورها محدود شده است و تلاش‌های فراوانی به‌منظور یافتن جایگزین مناسب برای آنتی‌بیوتیک‌ها صورت می‌گیرد (Cheng et al., 2014).

بیوچار یک محصول جامد است که از تبدیل حرارتی زیست‌توده گیاهی تحت شرایط بدون اکسیژن به‌دست می‌آید. در نتیجه بیوچار یک نوع ترکیب کربنی می‌باشد و به‌عنوان جایگزینی مناسب برای برخی از افزودنی‌های خوراکی از جمله آنتی‌بیوتیک‌ها معرفی شده است (Chu et al., 2013a). علاوه بر این، بیوچار معدنی می تواند به عنوان مکمل غذایی در جیره دام بکار رود که از جمله اثرات آن می‌توان به حذف توکسین‌ها از خوراک، بهبود سلامت دستگاه گوارشی، بهبود ضریب تبدیل خوراک و کنترل عوامل بیماری‌زا اشاره نمود (Man et al., 2021 ; Cheng et al., 2014). محققان در ۲۱ گله اثرات افزودن تغذیه بیوچار بر سلامت و عملکرد گاوهای شیری پیش و پس از افزودن بیوچار را ارزیابی کردند. نتایج آن‌ها نشان داد که ۴ هفته پس از مصرف این مکمل معدنی بهبود در سلامت پستان، کاهش تعداد سلول‌های سوماتیک در شیر، مشکلات کمتر سم و نیز افزایش غلظت چربی و پروتئین شیر ثبت شد (Gerlach and Schmidt, 2012).

بیوچار در دو نوع بیوچار آلی (حاصل از سوزاندن ناقص بقایای گیاهی در شرایط بدون اکسیژن) و بیوچار معدنی (که با گذر زمان در طبیعت در زیر خاک مدفون و تولید شده است) وجود دارد. بیوچار استفاده شده در این پژوهش از معدن بیوچار واقع در منطقه کوهبنان استان کرمان (طی فرایند تشکیل طبیعی و تدریجی با قدمت ۶۵۰ میلیون سال) تهیه گردید. این معدن یکی از معدود معادن بیوچار در سطح جهان است و به دلیل دسترسی آسان و کیفیت مناسب مورد توجه بهره‌برداران قرار گرفته است (Saeidi Garaghani et al., 2022).

تحقیق انجام شده بر روی افزودن بیوچار معدنی به‌عنوان مکمل خوراکی در تغذیه مرغ تخم‌گذار نشان داده است که علاوه بر بهبود هضم، سبب بهبود راندمان تبدیل خوراک می‌شود. همچنین بیوچار به سبب دارا بودن بسیاری از مواد معدنی پرمصرف و کم مصرف می‌تواند به عنوان مکمل معدنی در جیره هم استفاده شود (Ahmadi et al., 2021). در عین‌حال گزارش شده است استفاده از بیوچار معدنی در جیره جوجه‌های گوشتی بر مصرف خوراک و پارامترهای عملکردی تأثیر معنی‌داری نداشته است (Kashef et al., 2021).

محققان گزارش کرده‌اند استفاده از ۱ درصد بیوچار معدنی در گوساله‌های از شیرگرفته هلشتاین سبب بهبود قابلیت هضم

ظاهری ماده خشک، ماده آلی، پروتئین و فیبر نامحلول در شوینده خنثی شده است. علاوه بر این، در گوساله‌های تغذیه شده با بیوچار معدنی افزایش غلظت گلوکز، اوره و HDL خون گزارش شد (Saeidi Garaghani et al., 2022). در پژوهش دیگری استفاده از سطوح ۰/۳۵ و ۰/۷۰ درصد بیوچار معدنی در استارتر گوساله‌های ماده هلشتاین سبب بهبود بازده تبدیل خوراک و افزایش قابلیت هضم مواد مغذی جیره شد در حالی که اثر منفی بر خوش‌خوراکی جیره نداشت (Hedayati et al., 2020).

منابع متعددی برای تولید بیوچار آلی و همچنین منابع معدنی بیوچار در کشورمان وجود دارند. اما پژوهش‌های کمی در زمینه استفاده از بیوچار آلی در تغذیه دام در کشور انجام شده است. شاخصه و تفاوت مهم این تحقیق با آزمایشات گذشته در نوع منبع بیوچار و دام استفاده شده می‌باشد و در نتیجه با هدف بررسی تأثیر افزودن بیوچار معدنی به جیره غذایی بر عملکرد، برخی از فراسنجه‌های خونی، تولید و ترکیب شیر گاوهای شیرده هلشتاین انجام شد.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در مرکز تحقیقات گاوهای شیری دانشگاه فردوسی مشهد با استفاده از تعداد ۲۴ رأس گاو شیرده هلشتاین با میانگین وزن ابتدای دوره آزمایش ۷۹/۲۷ ± ۶۱۸/۲۵ کیلوگرم، تولید شیر روزانه ۳/۰۶ ± ۴۱/۰۸ کیلوگرم و تعداد روزهای شیردهی ۱۹/۱ ± ۸۹/۱ روز و تعداد شکم ۱/۵۷ ± ۲/۰۴ قرار داشتند، انجام شد. آزمایش در قالب یک طرح کاملاً تصادفی با ۳ تیمار و ۸ تکرار (رأس گاو) انجام شد. طول دوره آزمایش ۴۰ روز بود که ۲۱ روز ابتدایی آن دوره عادت‌پذیری و در ۱۹ روز بعدی رکورد برداری و ثبت اطلاعات انجام گرفت. جیره غذایی پایه گاوها بر اساس جداول استاندارد و با استفاده از نرم افزار جیره‌نویسی (NRC, 2001) تنظیم شد. کلیه جیره‌ها از نظر سطوح انرژی و پروتئین دارای مقادیر یکسان بودند. اجزا و ترکیب شیمیایی جیره تغذیه شده به گاوهای شیری هلشتاین در جدول ۱ آورده شده است. مراحل آزمایشی لازم برای تعیین ترکیب مواد مغذی خوراک همچون میزان ماده خشک، پروتئین، چربی، خاکستر، کلسیم، فسفر و... براساس روش AOAC (۲۰۲۲) و اندازه‌گیری بخش‌های فیبری با روش ون‌سوست و همکاران (۱۹۹۱) انجام گرفت. تیمارهای آزمایشی شامل ۱) گروه شاهد (جیره پایه) ۲) جیره پایه به‌همراه ۰/۵ درصد بیوچار معدنی ۳) جیره پایه به‌همراه ۱ درصد بیوچار معدنی (براساس وزن ماده خشک) بودند. بیوچار معدنی مورد استفاده در آزمایش از معدن بیوچار شهرستان کوهبنان استان کرمان تهیه گردید (جدول۲) (Hedayati et al., 2020). بیوچار معدنی روزانه به صورت سرک به جیره های آزمایشی اضافه شد. بدین صورت که برای اطمینان از مصرف تمامی بیوچار معدنی در روز، قبل از تغذیه صبحگاه به صورت مخلوط شده با سبوس گندم به گاوها تغذیه شد.

جدول ۲- مواد خوراکی و ترکیب شیمیایی جیره پایه آزمایشی تغذیه شده به گاوهای شیرده هلشتاین

Table 2- Components and chemical composition of the basic diet fed to lactating Holstein cows

مواد تشکیل‌دهنده Feed ingredients	درصد (ماده خشک) (% DM)
سیلاژ ذرت Corn silage	25. 0
یونجه خشک Alfalfa	12. 5
جو آسیاب شده Ground barley	16. 9

ذرت آسیاب شده Ground corn	14. 6
کنجاله سویا Soybean meal	10. 5
کنجاله کانولا Canola meal	3. 8
تخم پنبه دانه Whole cotton seed	3. 2
تفاله گندم Brewers grains	2. 3
گلوتن ذرت Corn gluten meal	2. 6
فول فت سویا Full-fat soybean	2. 3
سبوس گندم Wheat bran	1. 4
پودر چربی Calcium salt of fatty acid	1. 3
اکسید منیزیم Magnesium oxide	0. 4
مکمل مواد معدنی- ویتامینی* Mineral -Vitamin supplement	1
مکمل ویتامین E و سلنیوم Vit E & Se	0. 14
بیکربنات سدیم Sodium bicarbonate	1
کربنات کلسیم Calcium carbonate	0. 8
دی کلسیم فسفات Dicalcium phosphate	0. 1
نمک Salt	0. 1
توکسین بایندر Toxin binder	0. 06
ترکیب شیمیایی Chemical composition	
ماده خشک (درصد) Dry Matter (%)	54. 17
انرژی قابل متابولیسم (مگاکالری در کیلوگرم ماده خشک) Metabolizable Energy (Mcal/kg DM)	2. 51
انرژی خالص شیردهی (مگاکالری در کیلوگرم ماده خشک) NE_l (Mcal/kg DM)	1. 60
پروتئین خام (درصد ماده خشک) Crude protein (% DM)	16. 20
پروتئین قابل تجزیه در شکمبه(درصد ماده خشک) RDP(% DM)	10. 00
پروتئین غیرقابل تجزیه در شکمبه(درصد ماده خشک) RUP(% DM)	6. 20
چربی خام (درصد ماده خشک) Ether extract (EE) (% DM)	5. 40

فیبر نامحلول در شوینده اسیدی (درصد ماده خشک) Acid detergent fiber (ADF) (% DM)	18. 90
فیبر نامحلول در شوینده خنثی (درصد ماده خشک) Neutral detergent fiber (NDF) (% DM)	30. 00
کلسیم (درصد ماده خشک) Calcium (% DM)	0. 60
فسفر (درصد ماده خشک) Phosphorus (% DM)	0. 40

* ترکیب مکمل مواد معدنی و ویتامینی: ویتامین A پوشش دار : 1000000 IU، ویتامین D3: 200000 IU، ویتامین E : 6500 IU، ویتامینH2 (بیوتین) : 100 mg، مونسین : 2000 mg، منیزیم : 45000 mg، منگنز : 7000 mg، روی : 10000 mg، مس : 2400 mg، آهن : 500 mg، فسفر : 20000 mg، سلنیوم : 100 mg، ید : 100 mg، کبالت : 100 mg، کلسیم : 180000 mg، آنتی اکسیدان: 1000 mg.

* برگرفته از انجمن تحقیقات ملی (2001)

جدول ۲- ترکیبات شیمیایی بیوچار معدنی مورد استفاده

Table 2- Chemical compositions of the used mineral biochar

ترکیبات Compositions	مقدار Amount
مواد آلی Organic matter (%)	19. 4
کربن آلی Organic carbon (%)	11. 2
نیتروژن کل Total nitrogen (%)	0. 34
اسید آمینه Amino acid (%)	2. 37
اسید فولیک Folic acid (%)	0. 62
اسید هومیک Humic acid (%)	1. 6
آرژنین Arginine (ppm)	13. 98
اسید آسپارتیک Aspartic acid (ppm)	9490
اسید گلوتامیک Glutamic acid (ppm)	1455
هیستیدین Histidine (ppm)	126
لوسین Leucine (ppm)	12567
سرین Serine (ppm)	70. 9
فسفر کل Total phosphorus (%)	0. 06

گاوهای آزمایشی قبل و بعد از اعمال تیمارهای آزمایشی، بعد از انجام شیردوشی وعده صبحگاهی با باسکول دیجیتال وزن‌کشی شدند. گاوها در جایگاه‌های انفرادی (Tie-stall) نگهداری شدند و در طول مدت آزمایش از طریق آبخوری اتوماتیک دسترسی آزاد به آب داشتند. جیره‌ها به‌صورت کاملاً مخلوط و در حد اشتها به دام‌ها تغذیه شد به‌طوری‌که در انتهای ۲۴ ساعت حدود ۱۰ درصد از خوراک در آخور باقی بماند. خوراک‌دهی سه مرتبه در طول شبانه‌روز در ساعت‌های ۷/۳۰ (صبح)، ۱۵/۳۰ (ظهر) و ۲۳/۳۰ (شب) (پس از هر نوبت شیردوشی) در اختیار دام‌ها قرار می‌گرفت. هر روز قبل از تغذیه وعده صبحگاهی ابتدا میزان باقیمانده خوراک ۲۴ ساعت گذشته از داخل آخور جمع آوری، وزن‌کشی و میزان مصرف خوراک گاوها به‌صورت روزانه ثبت شد. شیردوشی گاوها در طول شبانه روز طی سه نوبت و در ساعت‌های ۷ (صبح)، ۱۵ (عصر) و ۲۳ (شب) انجام شد. تولید شیر در تمامی وعده‌های شیردوشی دوره ۱۹ روزه رکورد برداری توسط سیستم خودکار دستگاه شیردوشی ثبت شد. برای تعیین ترکیبات شیر، در روزهای ۱۷ و ۱۸ رکورد برداری در هر وعده شیردوشی (جمعاً ۶ وعده شیردوشی) از شیر هر گاو به میزان ۳۰ میلی‌لیتر در ظروفی جداگانه دارای ماده نگهدارنده (دی‌کرومات پتاسیم) نمونه‌گیری شد. غلظت ترکیبات و اسیدهای چرب شیر در شرکت ایده سازان روژان الوند واقع در کرج با استفاده از دستگاه آنالیز شیر (مدل CombiScope™ FTIR 600HP شرکت دلتا اینسترومنتس، هلند) اندازه‌گیری شد.

در روز ۱۹ رکورد برداری (آخرین روز آزمایش) ۳ ساعت پس از تغذیه صبحگاهی، ۲ نمونه خون کامل شامل ۱- نمونه حاوی ماده‌ی ضد انعقاد و ۲- نمونه فاقد ماده‌ی ضد انعقاد از ورید دمی گاوها گرفته شد. نمونه خون حاوی ماده‌ی ضد انعقاد EDTA برای اندازه‌گیری پارامترهای هموگلوبین، هماتوکریت، تعداد گلبول‌های قرمز، تعداد گلبول‌های سفید، حجم متوسط سلولی، هموگلوبین متوسط سلولی، غلظت متوسط هموگلوبین سلولی، دامنه‌ی پراکندگی حجم گلبول‌های قرمز، پلاکت و متوسط حجم پلاکت با استفاده از دستگاه شمارشگر سلولی (Cell Counter, Nihon Kohden MEK-6450, Japan) و شمارش تفریقی نوتروفیل، لنفوسیت‌ها، ائوزینوفیل‌ها و مونوسیت‌ها به آزمایشگاه کلینیکال پاتولوژی دانشکده دامپزشکی دانشگاه فردوسی مشهد ارسال شد. سرم نمونه‌های خون فاقد ماده ضد انعقاد توسط دستگاه سانتریفیوژ مدل LMC-3000 جداسازی شده و تا زمان اندازه‌گیری فراسنجه‌های خونی در دمای ۲۰- درجه سانتی‌گراد نگهداری شدند. فراسنجه‌های خونی شامل گلوکز، کلسترول، تری‌گلیسرید، اوره، پروتئین کل، آنزیم‌های کبدی ALP، AST و ALT، HDL، اسیدهای چرب غیراستریفه، کلسیم، فسفر، منیزیم و آلبومین با کیت‌های شرکت پارس آزمون ایران و فراسنجه‌های BHB و TAC با کیت Randax انگلستان و فراسنجه MDA با روش شیمیایی TBRS با استفاده از دستگاه اتوآنالایزر مدل Alcyon در آزمایشگاه مرکز تحقیقات کاربردی دارویی دانشگاه علوم پزشکی تبریز اندازه‌گیری شد. روش انجام آزمایش بر پایه طرح کاملاً تصادفی بوده و تجزیه آماری داده‌ها با استفاده از نرم افزار آماری (۲۰۰۹) SAS (ویرایش ۹/۲) و رویه MIXED انجام شد (SAS, 2009). مدل آماری مورد استفاده به‌صورت $Y_{ij}=\mu+T_i+e_{ij}$ بوده که در این مدل Y_{ij} به‌عنوان متغیر وابسته، μ میانگین کل، T_i اثر جیره و e_{ij} اثر باقیمانده می‌باشد. مقایسه میانگین‌ها با آزمون توکی و در سطح آماری خطای ۵ درصد انجام شد.

نتایج و بحث

نتایج حاصل از بررسی صفات عملکردی گاوهای آزمایشی در جدول ۳ ارائه گردیده است. استفاده از مقادیر ۰/۵ و ۱ درصد بیوچار معدنی در جیره گاوهای شیرده هلشتاین در اوایل دوره شیردهی بر مصرف ماده خشک و نسبت آن به وزن بدن و وزن متابولیکی اثر معنی‌داری نداشت و بیانگر این موضوع است که بیوچار مورد استفاده تأثیر نامطلوب بر مصرف خوراک نداشته است. همسو با این پژوهش، استفاده از سطوح ۰/۳۳، ۰/۶۶ و ۱ درصد بیوچار معدنی در تغذیه گوساله‌های از شیرگرفته هلشتاین اثری بر مصرف ماده خشک، افزایش وزن روزانه و میانگین بازده خوراک نداشت (Saeidi Garaghani et al., 2022). همچنین استفاده از نسبت‌های ۰/۳۵ و ۰/۷۰ درصد از بیوچار در گوساله‌های ماده هلشتاین از شیر گرفته شده بر روی وزن بدن و مصرف خوراک روزانه تأثیری نداشت (Hedayati et al., 2020). در پژوهش دیگری استفاده از بیوچارهای پوست گردو، محصول فرعی پسته و بستر مرغ در جیره میش‌های شیرده تأثیر معنی‌داری بر میانگین خوراک مصرفی و میانگین تغییرات وزن بدن میش‌های شیرده نداشت (Mir Heydari et al., 2019). در مطالعه‌ی انجام شده بر روی گاوهای نر هانوو (Hanwoo)، هنگامی که یک بیوچار نامشخص با دز نسبتاً بالای ۲ درصد تجویز شد، هیچ اثر قابل‌توجهی بر تغییر پارامترهای عملکردی همچون مصرف خوراک و افزایش وزن مشاهده نشده است (Kim and Kim, 2005).

جدول ۳- اثر افزودن سطوح مختلف بیوچار معدنی به جیره بر صفات عملکردی گاوهای شیرده هلشتاین

Table 3 - The effect of adding different levels of mineral Biochar to the diet on the performance parameters of lactating Holstein cows

صفات Parameters	جیره های دارای سطوح مختلف بیوچار معدنی Diets containing different levels of biochar	*P-value*

	0%	0. 5%	1%	SEM	*treat*
وزن بدن گاوها در ابتدای آزمایش Body weight of the cows at the beginning of experiment (kg)	586. 50	635. 50	632. 75	28. 07	0. 40
وزن بدن گاوها در انتهای آزمایش Body weight of the cows at the end of experiment (kg)	559. 38	604. 88	606. 88	25. 39	0. 35
وزن متابولیکی گاوها Metabolic weight of the cows (kg)	114. 89	121. 86	122. 09	3. 83	0. 34
تغییر وزن بدن Body weight change (kg)	27. 13	30. 63	25. 88	4. 89	0. 78
کل ماده خشک مصرفی Total dry matter intake (kg)	525. 00	510. 75	526. 17	9. 35	0. 44
ماده خشک مصرفی روزانه Daily dry matter intake (kg)	27. 63	26. 88	27. 69	0. 49	0. 44
نسبت ماده خشک مصرفی/ وزن بدن Daily dry matter intake /Body weight	0. 05	0. 05	0. 05	0. 002	0. 10
نسبت ماده خشک مصرفی/ وزن متابولیکی Daily dry matter intake /Metabolic weight	0. 24	0. 22	0. 23	0. 01	0. 07

تأثیر جیره‌های آزمایشی بر فراسنجه‌های بیوشیمیایی سرم خون گاوهای شیرده هلشتاین در جدول ۴ نشان داده شده است. افزودن بیوچار معدنی اثری بر متابولیت‌های سرم خون نداشت هرچند غلظت گلوکز و بتاهیدروکسی‌بوتریک‌اسید خون تمایل به معنی‌داری ($P = 0. 07$) داشتند و این مسئله می‌تواند زمینه‌ساز برخی تغییرات در فرآیندهای سوخت‌وساز و ترکیبات شیر (همچون پروتئین شیر) باشد. همسو با نتایج تحقیق حاضر، نتیجه یک مطالعه نشان داد که با استفاده از ۲ درصد بیوچار تجاری در جیره گاوهای نر نژاد هانوو تأثیر معنی‌داری بر فراسنجه‌های خونی در مقایسه با گروه شاهد مشاهده نشد (Kim and Kim, 2005). در تحقیقی دیگر هنگامی که در تغذیه خوک‌های جوان به مدت ۴۲ روز علاوه بر جیره پایه (ذرت، گندم، کنجاله سویا) از مقادیر ۰، ۰/۳ و ۰/۶ درصد بیوچار بامبو استفاده شد، در گروه ۰/۶ درصد بیوچار بامبو اثرات افزایش معنی‌داری در پروتئین کل، آلبومین، کلسترول، لیپوپروتئین با چگالی بالا و لیپوپروتئین با چگالی پایین در پلاسمای خون مشاهده گردید. علاوه بر این، مقدار کورتیزول خون به طور قابل توجهی کمتر بود که نشان‌دهنده کاهش حساسیت به استرس بود (Chu et al., 2013b).

محققان گزارش کردند با تغذیه ۰/۵ درصد از زغال فعال تغییر معنی‌داری در مقادیر سرمی گلوتامین‌اگزالواستیک ترانس‌آمیناز، گلوتامین فسفات ترانس‌آمیناز، آلبومین، کلسترول و تری‌گلیسیرید ایجاد شده است در حالی‌که آنزیم‌کبدی آلکالین‌فسفاتاز تغییر معنی‌داری نداشته است (Jiya et al., 2014).

در گوساله های مصرف کننده یک درصد بیوچار معدنی غلظت گلوکز، اوره و HDL سرم خون نسبت به گروه شاهد بیشتر بود، اما غلظت کلسترول، تری‌گلیسرید، آلانین آمینوترانسفراز، آسپارتات ترانس آمیناز، VLDL، LDL، آلبومین، پروتئین کل و گاماگلوبولین بین گروه‌ها تفاوت معنی‌داری نداشت (Saeidi Garaghani et al., 2022). محققان گزارش کردند افزودن بیوچار بستر مرغ و بیوچار پوست گردو به جیره میش‌های شیرده تأثیری بر غلظت تری‌گلیسرید و آنزیم کبدی، آسپارتات ترانس آمیناز و آلانین آمینوترانسفراز خون نداشت، ولی باعث افزایش غلظت گلوکز خون نسبت به گروه شاهد شد، که این افزایش گلوکز سرم خون به دلیل افزایش نشاسته عبوری به روده کوچک نسبت داده شده است (Mir Heydari et al.,

2019). گزارش شده است غلظت نیتروژن اوره‌ای خون بره‌های دریافت کننده بیوچار پوست گردو و محصول فرعی پسته بیشتر از گروه شاهد بود، هر چند که نیتروژن اوره‌ای خون در بره‌های مصرف‌کننده بیوچار بستر مرغ در مقایسه با بره‌های مصرف‌کننده بیوچار محصول فرعی پسته و گروه شاهد تفاوت معنی‌داری نداشت و غلظت تری‌گلیسرید و آنزیم‌های کبدی شامل آسپارتات ترانس آمیناز و آلانین آمینو ترانسفراز تحت تأثیر افزودن بیوچار به جیره‌های آزمایشی قرار نگرفت (Mir Heydari et al., 2018).

جدول ٤– اثر افزودن سطوح مختلف بیوچار معدنی به جیره بر فراسنجه‌های بیوشیمیایی خون گاوهای شیرده هلشتاین

Table 4 - The effect of adding different levels of mineral Biochar to the diet on blood biochemical parameters of lactating Holstein cows

فراسنجه Parameter	جیره های دارای سطوح مختلف بیوچار معدنی Diets containing different levels of biochar				*P-value*
	0%	0/5%	1%	SEM	*treat*
گلوکز Glucose (mg/dl)	67. 17	71. 13	73. 00	1. 63	0. 07
کلسترول Colestrol (mg/dl)	302. 62	343. 50	327. 25	19. 18	0. 34
تری گلیسرید Triglidrid (mg/dl)	14. 63	15. 57	15. 88	1. 03	0. 67
اوره Urea (mg/dl)	58. 25	64. 38	58. 50	3. 38	0. 37
آسپارتات ترانس آمیناز Aspartatae transaminase (UIL)	80. 75	87. 43	95. 75	6. 54	0. 27
آلانین ترانس آمیناز Alanine transaminase (UIL)	37. 25	38. 63	37. 88	2. 63	0. 93
آنزیم کبدی – آلکالن فسفاتاز قلیایی Alkaline phosphatase (UIL)	187. 50	171. 43	213. 75	24. 83	0. 49
لیپوپرتئین با دانسیته بالا High-density lipoprotein (mg/dl)	186. 75	213. 71	194. 75	11. 35	0. 26
اسیدهای چرب غیر استریفیه سرمی Non-esterified fatty acids (mmol/L)	0. 41	0. 39	0. 31	0. 05	0. 35
ظرفیت آنتی اکسیدانی کل Total anti-oxidant capacity (mmol/L)	0. 45	0. 51	0. 44	0. 04	0. 36
بتا هیدروکسی بوتیریک اسید β-Hydroxybutyric acid (mmol/L)	0. 35	0. 47	0. 39	0. 04	0. 07
کلسیم Calcium (mg/dl)	10. 04	10. 74	10. 59	0. 29	0. 22
فسفر Phosphor (mg/dl)	8. 49	8. 78	8. 16	0. 36	0. 48
منیزیوم Magnesium (mg/dl)	2. 77	3. 08	3. 13	0. 14	0. 16
آلبومین Albumin (g/dl)	4. 65	4. 82	4. 64	0. 15	0. 66
پروتئین کل Total protein (g/dl)	8. 44	8. 56	8. 51	0. 26	0. 94
مالون‌دی‌آلدهید Malondialdehyde (g/dl)	1. 71	2. 11	2. 04	0. 28	0. 59

اثر جیره‌های آزمایشی بر برخی از فراسنجه‌های سلول‌های خونی در جدول ۵ آورده شده است. نتایج نشان داد استفاده از ۰/۵ درصد بیوچار معدنی در جیره گاوهای شیرده هلشتاین سبب کاهش نسبت پروتئین‌های غیرفیبرینوژن به فیبرینوژن و پلاکت‌ها شد، اما هنگامی که از سطح ۱ درصد بیوچار معدنی در جیره استفاده شد سبب افزایش حجم متوسط پلاکت‌ها گردید ($P<0/05$)، اما سایر فراسنجه‌های سلول‌های خونی گاوها تحت تأثیر جیره‌های آزمایشی قرار نگرفت.

عموما افزایش شمار پلاکت‌ها در بدن در پاسخ به عفونت، التهاب یا کمبود آهن رخ می‌دهد. افزایش حجم متوسط پلاکت‌ها تنها مربوط به اندازه (سایز) پلاکت‌ها است و تعداد در آن بی تأثیر می‌باشد. پس زیاد یا کم بودن آن‌ها به تنهایی نمی‌تواند نشان‌دهنده وجود بیماری باشد، بلکه بسته به نتایج سایر بخش‌های آزمایش CBC، کم بودن حجم متوسط پلاکت‌ها می‌تواند نشان دهنده التهاب در بدن باشد (Hasannia et al., 2020).

جدول ۵- اثر افزودن سطوح مختلف بیوچار معدنی به جیره بر تعداد سلول‌های کامل خون گاوهای شیرده هلشتاین

Table 5 - The effect of adding different levels of mineral Biochar to the diet on complete blood count (CBC) of lactating Holstein cows

فراسنجه‌ها Parameters	جیره های دارای سطوح مختلف بیوچار معدنی Diets containing different levels of biochar				*P-value*
	0%	0/5%	1%	SEM	*treat*
کل پروتئین Total protein (g/dl)	8. 66	8. 63	8. 50	0. 20	0. 84
فیبرینوژن Fibrinogen (mg/dl)	342. 86	437. 50	400. 00	39. 28	0. 26
نسبت پروتئین های غیر فیبرینوژن به فیبرینوژن ((TP-Fib)/Fib)	23. 10 ^{a}	16. 76 ^{b}	20. 97 ^{ab}	1. 52	0. 03
هماتوکریت Hematocrit (%)	26. 77	24. 99	26. 25	1. 11	0. 52
گلبول‌های قرمز خون Red blood cells ($\times 10^{6}/\mu l$)	6. 57	5. 93	6. 21	0. 28	0. 29
پهنای گلبول قرمز در منحنی Red cell distribution width (%)	14. 91	14. 95	14. 54	0. 30	0. 57
هموگلوبین Hemoglobin (g/dl)	9. 97	10. 23	9. 74	0. 21	0. 28
حجم متوسط هموگلوبین Mean corpuscular volume (fL)	40. 94	42. 10	42. 33	0. 92	0. 55
وزن متوسط هموگلوبین Mean corpuscular hemoglobin (pg)	15. 27	15. 71	15. 70	0. 34	0. 60
میانگین غلظت هموگلوبین Mean corpuscular hemoglobin concentration (g/dl)	37. 24	37. 36	37. 11	0. 18	0. 60
گلبول‌های سفید Total white blood cells ((*1000)/µl)	8. 35	8. 26	8. 90	0. 66	0. 76
نسبت گرانولوسیت‌ها Granulocytes (%)	53. 52	48. 86	51. 49	2. 92	0. 54
نسبت ائوزینوفیل Eosinophil (%)	1. 83	2. 33	1. 00	0. 58	0. 34
نسبت نوتروفیل‌های بالغ Neutrophil adult (%)	61. 57	53. 75	57. 75	2. 65	0. 14

نسبت لنفوسیت Lymphocyte (%)	36. 50	41. 38	39. 38	2. 65	0. 44
نسبت نوتروفیل‌ها به لنفوسیت‌ها Neut/Lym	1. 73	1. 40	1. 51	0. 18	0. 44
نسبت مونوسیت Monocyte (%)	2. 83	4. 00	3. 17	0. 78	0. 54
پلاکت‌ها Platelets (10^3/uL)	379. 60 [a]	303. 14 [b]	311. 00 [ab]	20. 25	0. 05
حجم متوسط پلاکت‌ها Mean platelet volume (fL)	3. 32 [b]	3. 80 [ab]	3. 96 [a]	0. 14	0. 01
پروکلسیتونین Procalcitonin (%)	0. 12	0. 12	0. 12	0. 01	0. 68

[ab] میانگین های هر ردیف با حروف غیرمشترک دارای اختلاف معنی دار می باشند (P<0. 05) .

اثر جیره‌های آزمایشی بر میزان تولید و ترکیبات شیر گاوهای شیرده هلشتاین در جدول ۶ نشان داد که تفاوت معنی‌داری بین تیمارها در میزان تولید شیر وجود ندارد اما استفاده از ۰/۵ درصد بیوچار معدنی سبب افزایش غلظت پروتئین شیر شد و سایر ترکیبات و اسیدهای چرب شیر تحت تأثیر تیمارهای آزمایشی قرار نگرفتند. همسو با این پژوهش استفاده از یک نوع بیوکربن تجاری در گاوهای شیری سبب بهبود سلامت کلی گاوها شده و تعداد سلول‌های سوماتیک شیر، که نشان‌دهنده میزان باکتری‌های مضر در پستان است، به‌طور قابل‌توجهی کاهش یافت، در حالی‌که مقادیر پروتئین و چربی شیر افزایش داشتند. در ادامه هنگامی که افزودن بیوچار به جیره متوقف شد، سلول‌های سوماتیک شیر به‌سرعت افزایش یافته و در عملکرد کلی حیوانات در مقایسه با دوره تغذیه بیوچار کاهش مشاهده شد (Gerlach and Schmidt, 2012).

در یک سیستم شکمبه مصنوعی، بیوچار تولید شده در دمای بالا (۶۰۰ درجه سانتی‌گراد) به‌مقادیر ۰، ۰/۵، ۱ و ۲ درصد به یک جیره غذایی با علوفه بالا به مدت ۱۷ روز اضافه شد. با افزایش نسبی مقادیر بیوچار به‌صورت خطی قابلیت هضم ماده خشک، ماده آلی، پروتئین خام، فیبر و سنتز پروتئین میکروبی افزایش یافت. همچنین مقادیر استات، پروپیونات و کل اسیدهای چرب فرار در شکمبه مصنوعی افزایش نشان داد (Saleem et al., 2018). در یک آزمایش اثر مواد افزودنی جاذب طبیعی و مصنوعی مختلف در خوراک را بر کیفیت شیر گاوهای شیرده بررسی شد. بیوکربن فعال بیشترین ظرفیت کاهش سم و بیشترین اثرات مثبت جزئی بر ترکیبات شیر از جمله پروتئین، اسیدهای آلی، لاکتوز، کلریدها و pH را نشان داد. نویسندگان دلیل آن را با اثرات همزمان سطح ویژه بالا، اندازه مطلوب منافذ میکرو و میل ترکیبی بالای آفلاتوکسین با ساختار آروماتیک کربن‌ها مرتبط دانستند (Di Natale et al., 2009). در آزمایش دیگر افزودن یک نوع بیوچار به جیره بزها اثر معنی‌داری بر ترکیب شیر و همچنین میانگین تولید شیر نداشت (Rao and Chopra, 2001).

مطالعات نشان داده است ویژگی‌های خاص ساختاری بیوچارها در داشتن سطوح متخلخل، سبب انتقال مستقیم ترکیبات آلی (نشاسته و پروتئین) خوراک جای‌گیری شده در خلل و فرج بیوچار و انتقال آن‌ها از شکمبه به روده می‌شوند و با هضم آنزیمی این ترکیبات در روده کوچک بازده مصرف ترکیبات مغذی خوراک در بدن دام بهبود می‌یابد (Leng et al., 2012). بیوچار به‌عنوان ماده افزودنی خوراک با داشتن ویژگی‌های خاص ساختمانی، محیطی مطلوب برای تراکم مواد آلی و تجمع میکروارگانیسم‌های شکمبه را فراهم می‌کند و سبب افزایش سرعت تبدیل ترکیبات گیاهی به محصولات نهایی می‌شود (Das et al., 2012).

نظر به این‌که منشا فرآیند بیوسنتز متابولیکی پروتئین موجود در شیر ناشی از اسیدهای آمینه قابل دسترس در جریان گردش خون رسیده به بافت پستان می باشد و از سوی دیگر منبع تأمین انرژی مورد نیاز برای این مسیر متابولیکی از گلوکز (گلوکز

جذب شده از روده کوچک یا تولید شده از اسید پروپیونیک تولیدی در شکمبه) فراهم می شود، همچنین از آنجایی‌که مقدار فراسنجه پروتئین شیر حاصل از تجمیع مقادیر پروتئین کازئین، آلبومین‌ها و ایمنوگلوبولین‌های خون مترشحه در شیر حاصل می شود، داده‌های مربوط به مقادیر گلوکز، پروتئین و آلبومین خون نشان داد تقریبا بیشترین مقادیر عددی گلوکز، پروتئین و آلبومین پلاسمای خون در تیمار تغذیه شده با جیره پایه به همراه ۰/۵ درصد بیوچار بوده است که در نتیجه مجموعا باعث شده است که فرآیند تولید پروتئین در بافت پستانی بیشتر از سایر تیمارها باشد. علاوه بر این، با توجه به اثرات مطلوب بیوچار معدنی بر شرایط تخمیر و جمعیت میکروبی، افزایش تولید اسیدهای چرب فرار و احتمالا خروجی بیشتر پروتئین میکروبی به روده به نظر می رسد اثر مثبت بیوچار معدنی بر غلظت پروتئین شیر دور از ذهن نباشد. به هر حال دلیل عدم افزایش میزان پروتئین شیر در تیمار تغذیه شده با جیره پایه به همراه ۱ درصد بیوچار متاثر از عوامل ذکر شده می باشد که نیازمند تحقیقات بسیار دقیق‌تر و کامل‌تر از فرآیندهای تخمیر، هضم و جذب شکمبه ای و روده ای و انتقال در سیستم گردش خون می باشد.

جدول ٦ – اثر افزودن سطوح مختلف بیوچار معدنی به جیره بر تولید و ترکیب شیر گاوهای شیرده هلشتاین

Table 6 - The effect of adding different levels of mineral Biochar to the diet on milk production and composition in lactating Holstein cows

فراسنجه‌ها Parameters	جیره های دارای سطوح مختلف بیوچار معدنی Diets containing different levels of biochar				*P-value*
	0%	0/5%	1%	SEM	*treat*
تولید شیر Milk production (kg)	40. 98	41. 39	41. 01	1. 32	0. 97
چربی Fat (%)	3. 61	3. 80	3. 35	0. 17	0. 22
پروتئین Protein (%)	2. 98^{b}	3. 15^{a}	3. 10^{ab}	0. 05	0. 05
نسبت چربی به پروتئین Fat/Protein	1. 13	1. 20	1. 09	0. 05	0. 32
لاکتوز Lactose (%)	4. 75	4. 70	4. 66	0. 05	0. 54
مواد جامد Solids (%)	11. 55	11. 86	11. 60	0. 20	0. 53
مواد جامد بدون چربی Solids non fat (%)	8. 73	8. 70	8. 65	0. 08	0. 76
تعداد سلولهای سوماتیک در شیر Somatic cell count (k cell/ml)	40. 81	108. 25	219. 68	57. 34	0. 11
نیتروژن اوره ای شیر Milk urea nitrogen (mg/100g)	15. 98	16. 51	15. 61	0. 40	0. 31
نسبت اسیدهای چرب دنوو Denovo fatty acids[1] Relative (%)	22. 91	22. 74	22. 84	0. 66	0. 98
نسبت اسیدهای چرب مخلوط Mixed fatty acids[2] Relative (%)	40. 28	41. 13	40. 31	0. 98	0. 79
نسبت اسیدهای چرب پیش ساخته Preformed fatty acids[3] Relative (%)	37. 61	36. 13	36. 85	1. 07	0. 63
اسیدهای چرب آزاد Free fatty acids (meq/100g fat)	7. 47	7. 75	7. 11	0. 28	0. 31
اسیدهای چرب غیر استریفیه Non esterified fatty acids (µeq/l)	643. 81	645. 45	584. 76	34. 59	0. 38

نسبت اسیدهای چرب اشباع Saturated fatty acids (%)	60. 91	60. 44	60. 56	0. 58	0. 84
نسبت اسیدهای چرب غیر اشباع Unsaturated fatty acids (%)	24. 25	24. 53	24. 17	0. 46	0. 85
اسیدهای چرب غیر اشباع تک پیوندی Mono unsaturated fatty acids (%)	22. 14	22. 47	22. 17	0. 40	0. 82
اسیدهای چرب غیر اشباع چند پیوندی Poly unsaturated fatty acids (%)	1. 99	2. 00	2. 00	0. 11	0. 99
اسید پالمیتیک Palmitic acid (%)	31. 96	32. 25	31. 77	0. 51	0. 80
اسید استئاریک Stearic acid (%)	11. 26	10. 12	11. 3	0. 73	0. 46
اسید اولئیک Oleic acid (%)	20. 32	20. 91	20. 78	0. 32	0. 41
بتا هیدروکسی بوتیرات Beta-Hydroxybutyrate (mmol/l)	0. 16	0. 15	0. 14	0. 00	0. 06
استون Acetone (mmol/l)	0. 27	0. 27	0. 29	0. 01	0. 10

[ab] میانگین های هر ردیف با حروف غیرمشترک دارای اختلاف معنی دار می باشند ($P<0.05$) .

[1] Denovo fatty acids : <C16
[2] Mixed fatty acids : = C16
[3] Preformed fatty acids : >C16

نتیجه‌گیری کلی

با توجه به نتایج حاصل از این پژوهش، استفاده از سطوح ۰/۵ و ۱ درصد بیوچار معدنی کوهبنان استان کرمان در تغذیه گاوهای شیرده هلشتاین بر اکثر فراسنجه‌های عملکردی و فراسنجه‌های بیوشیمیایی خون تأثیر معنی‌داری نداشت. اما هنگامی که از ۱ درصد بیوچار معدنی در جیره استفاده گردید سبب افزایش حجم متوسط پلاکت‌ها گردید، همچنین استفاده از ۰/۵ درصد بیوچار معدنی سبب افزایش پروتئین شیر و کاهش نسبت پروتئین‌های غیرفیبرینوژن به فیبرینوژن و پلاکت‌ها شد. به‌نظر می‌رسد افزودن ۰/۵ درصد بیوچار معدنی در جیره گاوهای شیرده هلشتاین سبب بهبود پروتئین شیر شود.

منابع

1. Ahmadi, F., Afsharmanesh, M., & Salarmoini, M. (2021). Effects of biochar with vitamin C as replacement of dietary mineral supplements on performance and egg shell quality of laying hens. *Iranian Journal of Animal Science Research*, 14(3), 399-412. (In Persian).
2. Cheng, G., Hao, H., Xie, S., Wang, X., Dai, M., Huang, L., & Yuan, Z. (2014). Antibiotic Alternatives: The Substitution of Antibiotics in Animal Husbandry?. *Frontiers in Microbiology*. 5, 217.
3. Chu, G. M., Jung, C. K., Kim, H. Y., Ha, J. H., Kim, J. H., Jung, M. S., & Cho, J. H. (2013a). Effects of bamboo charcoal and bamboo vinegar as antibiotic alternatives on growth performance, immune responses and fecal microflora population in fattening pigs. *Journal of Animal Science*, 84(2), 113-120.
4. Chu, G. M., Kim, J. H., Kim, H. Y., Ha, J. H., Jung, M. S., Song, Y., & Lee, S. S. (2013b). Effects of bamboo charcoal on the growth performance, blood characteristics and noxious gas emission in fattening pigs. *Journal of Applied Animal Research*, 41(1), 48-55.

5. Das, K. C., Balagurusamy, N., & Chinnasamy, S. (2012). Biochars, methods of using biochars, methods of making biochars and reactors: Google Patents. *Journal of US Patent App*, 13, 388-907.
6. Di Natale, F., Gallo, M., & Nigro, R. (2009). Adsorbents selection for aflatoxins removal in bovine milks. *Journal of Food Engineering*, 95(1), 186-191.
7. Gerlach, A., & Schmidt, H. P. (2012). The use of biochar in cattle farming. Ithaka Journal, 2012, 281-285.
8. Hasannia, S., Bahri, M., Gashtasbi, F., & Dabirmanesh, B. (2020). A review of fibrin applications and it's derivatives in wound healing and tissue engineering. *Modares Journal of Biotechnology*, 11(3),15-22.
9. Hedayati, M., Forouzandeh, A., & Shakeri, P. (2020). The use of biochar on the digestibility of Holstein calves. 7th National Conference on New Ideas in Agriculture with a production approach of the year. (In Persian).
10. Jiya, E. Z., Ayanwale, A. B., Adeoye, B., Kolo, P., Tsado, D. N., & Alabi, O. J. (2014). Carcass yield, organoleptic and serum biochemistry of broiler chickens fed activated charcoal. *Journal of Agricultural and Crop Research*, 2(5),83-87.
11. Kashef, M., Afsharmanesh, M., & Salarmoini, M. (2021). Effect of the substitution of different levels of biochar with mineral premix in diet on growth performance variables, meat quality and bone ash of broiler. *Iranian Journal of Animal Science Research*, 13(4),537-549. (In Persian).
12. Kim, B., & Kim, Y. (2005). Effects of feeding charcoal powder and vitamin A on growth performance, serum profile and carcass characteristics of fattening Hanwoo steers. *Journal of Animal Science and Technology*, 47(2), 233-242.
13. Leng, R., Inthapanya, S., & Preston, T. (2012). Biochar lowers net methane production from rumen fluid in vitro. *Livestock Research for Rural Development*, 24(6), 103.
14. Man, K.Y., Chow, K.L., Man, Y. B., Mo, W.Y., & Wong, M.H. (2021). Use of biochar as feed supplements for animal farming. *Critical Reviews in Environmental Science and Technology*. 51, 187.
15. Mir Heydari, A., Torbatinejad, N., Hassani, S., & Shakeri, P. (2018). The effect of using Biochar from pistachio by-product on yield, microbial protein and some parameters of rumen and blood of fattening lambs. *Journal of Science and Animal Research and Construction*, 117, 151 - 162. (In Persian)
16. Mir Heydari, A., Torbatinejad, N., Hassani, S., & Shakeri, P. (2019). The effect of pistachio by-product Biochar on fermentation parameters and performance of lactating ewes. *Journal of Livestock Production*, 20, 564-553. (In Persian)
17. NRC. (2001). Nutrient Requirements of Dairy Cattle. 7th rev. ed. National Research Council, National Academies Press, Washington, DC.
18. Rao, S. N., & Chopra, R. (2001). Influence of sodium bentonite and activated charcoal on aflatoxin M1 excretion in milk of goats. *Small Ruminant Research*, 41(3), 203-213.
19. Saeidi Garaghani, S., Bashtani, M., Shakeri, P., & Naeimipour Younesi, H. (2022). Effect of mineral Biochar feeding on growth performance, nutrient digestibility, blood and fermentation parameters of weaned Holstein calves. *Journal of Ruminant Research*, 10 (4), 121-136. (In Persian).
20. Saleem, A. M., Ribeiro Jr, G. O., Yang, W. Z., Ran, T., Beauchemin, K. A., McGeough, E. J., & McAllister, T. A. (2018). Effect of engineered biocarbon on rumen fermentation, microbial protein synthesis, and methane production in an artificial rumen (RUSITEC) fed a high forage diet. *Journal of Animal Science*, 96(8), 3121-3130.

21. Statistical Analysis System. (2009). Users Guide: Statistics, Version 9. 2. SAS Institute, Cary, NC, USA.

نسخه پیش انتشار

نسخه پیش انتشار