

اثر خوراندن پساب کارخانه نشاسته بر عملکرد، قابلیت هضم و فراسنجه‌های خونی گوساله‌های نر پرواری هلشتاین

احسان کمالیان^{۱*}، تقی قورچی^۲، محمد خوروش^۳، شهریار کارگر^۴، غلامرضا قربانی^۵، سعید زره‌داران^۶ و مسعود برومند^۷

۱، ۲، ۶، دانش آموخته کارشناسی ارشد، دانشیار و استادیار دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، ۳، ۴، ۵، استادیار، دانشجوی دوره دکترا و استاد دانشگاه صنعتی اصفهان، ۷، مربی و عضو هیأت علمی مرکز علمی و کاربردی جهاد کشاورزی اصفهان

(تاریخ دریافت: ۹۰/۸/۱۷ - تاریخ تصویب: ۹۱/۸/۱۴)

چکیده

به منظور بررسی اثر جایگزینی پساب کارخانه نشاسته با دانه جو، پژوهش حاضر با استفاده از ۱۵ رأس گوساله نر پرواری هلشتاین (وزن اولیه 35 ± 416 کیلوگرم؛ انحراف معیار \pm میانگین) در قالب طرح مربع لاتین تکرار شده 3×3 با دوره‌های ۲۲ روزه (۱۶ روز عادت‌دهی و ۶ روز نمونه‌گیری) انجام شد. تیمارهای آزمایشی به ترتیب عبارت بودند از: (۱) جیره شاهد (بدون پساب و حاوی ۴۲/۵ درصد جو)؛ (۲) جیره حاوی ۱۰ درصد (بر اساس ماده خشک) پساب کارخانه نشاسته (۲۳/۵ درصد جایگزین جو جیره)؛ و (۳) جیره حاوی ۲۰ درصد (بر اساس ماده خشک) پساب کارخانه نشاسته (۴۷ درصد جایگزین جو جیره). گوساله‌ها در طول انجام پژوهش دسترسی آزاد به آب داشته و در حد اشتها تغذیه می‌شدند. افزودن پساب به جیره ماده خشک مصرفی را به طور معنی‌دار کاهش داد اما تفاوتی بین سطوح مختلف آن مشاهده نشد (۱۰/۰، ۹/۲ و ۹/۲ کیلوگرم در روز به ترتیب در تیمارهای ۱ تا ۳). افزایش وزن روزانه گوساله‌ها و نیز تغییرات وزن بدن آن‌ها طی هر دوره تحت تأثیر تیمارهای آزمایشی قرار نگرفت اما بازده خوراک در گوساله‌های تغذیه شده با ۲۰ درصد پساب به طور معنی‌داری نسبت به گوساله‌های تغذیه شده با ۱۰ درصد پساب و بدون آن افزایش یافت. افزودن پساب به جیره قابلیت هضم مواد مغذی را به طور معنی‌دار افزایش داد اما تفاوتی بین سطوح مختلف آن وجود نداشت. غلظت فراسنجه‌های خونی به جز انسولین که در گوساله‌های تغذیه شده با پساب به طور معنی‌داری کاهش یافت، تحت تأثیر تیمارهای آزمایشی قرار نگرفت. نتایج پژوهش حاضر نشان داد که هر چند با خوراندن پساب کارخانه نشاسته به گوساله‌های نر پرواری مصرف ماده خشک کاهش یافت اما قابلیت هضم مواد مغذی و به واسطه آن بازده خوراک افزایش پیدا کرد. این پاسخ به خوراندن پساب باعث عملکرد یکسان گوساله‌ها در تیمارهای مختلف آزمایشی شد. در کل، پساب کارخانه نشاسته می‌تواند به عنوان یک محصول فرعی جایگزین غله در جیره گوساله‌های پرواری هم از نظر عملکردی و هم از لحاظ اقتصادی قابل توصیه باشد.

واژه‌های کلیدی: محصول فرعی، قند محلول، دانه جو

مقدمه

این محصولات در سال‌های اخیر شده که این امر توجه روز افزون پرورش دهندگان دام‌های شیری و پرواری و متخصصان تغذیه را به محصولات فرعی غنی از انرژی و

رشد تقاضای جهانی برای دانه‌های غلاتی مانند گندم، جو، ذرت و غیره منجر به نوسانات شدید قیمت

عنوان بخشی از NFC جیره بر تخمیر پذیری شکمبه‌ای کاملاً متغییر بوده است به طوری که با جایگزینی بخشی از غله جیره با ساکاروز نسبت مولاری بوتیرات در مایع شکمبه افزایش یافته (Kellogg & Broderick et al., 1969) یا تغییری نکرده است (Owen, 1969; Penner & Oba, 2009). هم‌چنین، نشان داده شده که نسبت مولاری پروپیونات با جایگزینی بخشی از نشاسته جیره با قندهای محلول کم شده (Heldt et al., 1999) و تغییری نکرده است (Kellogg & Owen, 1969).

خوراندن جیره‌هایی با قندهای محلول زیاد اغلب ماده خشک مصرفی و مقدار بوتیرات را در شکمبه افزایش داده و از بروز و پیشرفت اسیدوزیس که در جیره‌هایی با نشاسته زیاد معمول است، می‌کاهد (Oba, 2011). به همین دلیل در سال‌های اخیر استفاده از منابع مختلف قندهای محلول در جیره گاوهای شیری بیش‌تر مورد توجه قرار گرفته است. به زعم دانسته ما، پژوهشی راجع به خوراندن پساب کارخانه نشاسته به عنوان منبع غنی از قندهای محلول در جیره گوساله‌های پرواری وجود ندارد. بنابراین، هدف از انجام پژوهش حاضر بررسی امکان جایگزینی بخشی از دانه جو جیره گوساله‌های پرواری با اندازه‌گیری فراسنجه‌های عملکردی، قابلیت هضم و متابولیت‌های خونی بود.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در تابستان ۱۳۸۹ در مزرعه آموزشی - پژوهشی لورک وابسته به دانشگاه صنعتی اصفهان (واقع در ۴۰ کیلومتری جنوب غربی اصفهان در فاصله ۵ کیلومتری فولادشهر) انجام شد. پساب کارخانه نشاسته گندم روزانه از شرکت شهیدینه آران واقع در شهرک صنعتی جی اصفهان به محل انجام آزمایش منتقل می‌شد. بخش اصلی ترکیب خاکستر پساب نمک است (۱۴ درصد از ۲۳ درصد). مابقی مواد معدنی تشکیل دهنده پساب عمدتاً کلسیم، پتاسیم، منیزیم و ترکیبات سولفات هستند.

پروتئین در پی داشته است. در این شرایط استفاده از محصولات فرعی هم می‌تواند هزینه‌های تولید را توجیه پذیر نماید و هم این که آلاینده‌های زیست محیطی ناشی از دفع آن‌ها به محیط را کم کند. پساب کارخانه نشاسته گندم محصول فرعی کارخانجات تولید کننده نشاسته و گلوتن گندم است که بر اساس ماده خشک حدود ۶۲ درصد کربوهیدرات غیر الیافی و بیش از ۵۰ درصد قند محلول (عمدتاً حاوی فروکتوز و گلوکز است) دارد. هم‌چنین محتوای پروتئین خام پساب حدود ۱۵ درصد بوده ولی میزان نشاسته و الیاف نامحلول در شوینده خنثی آن بسیار کم است. از این رو به نظر می‌رسد پساب کارخانه نشاسته منبع خوبی از انرژی و پروتئین قابل سوخت و ساز برای میکروبه‌های شکمبه باشد.

هر چند نشاسته و الیاف منابع اصلی کربوهیدراتی موجود در جیره دام‌های نشخوار کننده هستند اما قندهای محلول نیز می‌توانند به عنوان منابع انرژی جایگزین مطرح باشند. قندها سریع‌تر از نشاسته و الیاف در شکمبه تخمیر شده و انرژی قابل دسترس بیشتری برای میکروبه‌های شکمبه فراهم می‌کنند. قابل دسترس بودن انرژی در شکمبه اگر هم زمان با فراهمی نیتروژن آمونیاکی باشد، می‌تواند بازده تولید پروتئین میکروبی را افزایش دهد.

پس چون تخمیر پذیری کربوهیدرات‌های غیرالیافی (NFC) با الگوی کربوهیدرات‌های موجود در آن فرق می‌کند لذا الگوی کربوهیدرات‌های NFC جیره دارای این توانایی است که بتواند فراهمی مواد مغذی قابل سوخت و ساز برای دام را تغییر بدهد. متوازن کردن الگوی کربوهیدرات‌ها در جیره می‌تواند عملکرد را به خاطر اثر آن بر مقدار و الگوی اسیدهای چرب فرار تولید شده و نهایتاً با تغییر در سوخت و ساز و بخش بندی مواد مغذی تحت تأثیر قرار دهد (Mertens, 1992). کربوهیدرات‌ها عملکرد را به طور غیر مستقیم با تغییر دادن تولید پروتئین میکروبی و فراهمی اسیدهای آمینه تحت تأثیر قرار می‌دهند (Mertens, 1992; Hall & Herejk, 2001). به هر حال، در شرایط مزرعه‌ای اثرات خوراندن قندهای محلول به

ترکیبات شیمیائی پساب کارخانه نشاسته در جدول ۱ آورده شده است.

جدول ۱- ترکیب شیمیائی پساب کارخانه نشاسته (بر اساس ماده خشک)

| | |
|-------|---|
| ۲۰/۰۰ | ماده خشک، درصد |
| ۱۵/۰۰ | پروتئین خام، درصد |
| ۶۲/۲۰ | کربوهیدرات غیر الیافی ^۱ ، درصد |
| ۵۱/۲۰ | کربوهیدرات محلول ^۲ ، درصد |
| ۱۸/۴۰ | گلوکز، درصد از کربوهیدرات محلول |
| ۷۷/۹۰ | فروکتوز، درصد از کربوهیدرات محلول |
| ۱۱/۰۰ | نشاسته، درصد |
| ۰/۵۰ | الیاف نامحلول در شوینده خنثی ^۳ ، درصد |
| ۰/۱۰ | الیاف نامحلول در شوینده اسیدی ^۴ ، درصد |
| ۰/۸۰ | عصاره اتری، درصد |
| ۲۳/۰ | خاکستر، درصد |
| ۱۴/۰ | نمک، درصد |

Acid detergent fiber (۴) Neutral detergent fiber (۳) Soluble carbohydrate (۲) Non-fibrous carbohydrate (۱)

تیمارها و شرایط آزمایش

اساس ماده خشک) پساب کارخانه نشاسته (۴۷ درصد جایگزین جو جیره). جیره‌ها با نسخه پنجم نرم افزار جیره‌نویسی CNCPS و نیز با انرژی قابل سوخت و ساز یکسان (۲/۴ مگا کالری بر کیلوگرم ماده خشک) متوازن شدند. گاوها در طول انجام پژوهش دسترسی آزاد به آب داشته و در حد اشتها تغذیه می‌شدند. پساب کارخانه نشاسته روزانه به خوراک گوساله‌ها اضافه شده و پس از مخلوط کردن در اختیار آن‌ها قرار می‌گرفت. ترکیب اقلام خوراکی جیره‌ها و نیز ترکیبات شیمیائی آن‌ها به ترتیب در جداول ۲ و ۳ آورده شده است.

در این پژوهش از ۱۵ رأس گوساله نر هلشتاین با میانگین وزن اولیه 35 ± 416 استفاده شد. این پژوهش به صورت طرح مربع لاتین 3×3 با پنج تکرار و ۳ تیمار طراحی و در دوره‌های ۲۲ روزه با ۱۶ روز عادت‌دهی و ۶ روز نمونه‌برداری به اجرا درآمد. پیش از شروع دوره‌های آزمایشی گوساله‌ها به مدت ۵ روز به جایگاه انفرادی عادت داده شدند. تیمارهای آزمایشی عبارت بودند از: (۱) جیره شاهد (بدون پساب)؛ (۲) جیره حاوی ۱۰ درصد (بر اساس ماده خشک) پساب کارخانه نشاسته (۲۳/۵ درصد جایگزین جو جیره)؛ و (۳) جیره حاوی ۲۰ درصد (بر

جدول ۲- ترکیب اقلام خوراکی جیره‌های آزمایشی (بر اساس ماده خشک)

| تیمارهای آزمایشی | | | اقلام خوراکی، درصد |
|------------------|--------------|-------|---------------------------------|
| ۲۰ درصد پساب | ۱۰ درصد پساب | شاهد | |
| ۲۶/۷۱ | ۲۶/۶۸ | ۲۶/۷۱ | سیلاژ ذرت |
| ۱۲/۸۲ | ۱۲/۸۱ | ۱۲/۸۲ | علف خشک یونجه |
| ۲۲/۵۴ | ۳۲/۵۵ | ۴۲/۵۲ | دانه جو |
| ۱۹/۹۸ | ۱۰/۰۳ | ۰/۰۰ | پساب کارخانه نشاسته |
| ۱/۸۲ | ۱/۸۱ | ۱/۸۲ | کنجاله سویا |
| ۱/۲۸ | ۱/۲۸ | ۱/۲۸ | یودر چربی (مگالاک) |
| ۱۲/۸۲ | ۱۲/۸۱ | ۱۲/۸۲ | سبوس گندم |
| ۰/۵۳ | ۰/۵۳ | ۰/۵۳ | پیش مخلوط ویتامینی ^۱ |
| ۱/۰۷ | ۱/۰۷ | ۱/۰۷ | بی‌کربنات سدیم |
| ۰/۴۳ | ۰/۴۳ | ۰/۴۳ | کربنات کلسیم |

(۱) هر کیلوگرم پیش مخلوط ویتامینی حاوی ۲۵۰۰۰۰ واحد بین المللی ویتامین A، ۵۰۰۰۰ واحد بین المللی ویتامین D_۳ و ۱۵۰۰ واحد بین المللی ویتامین E بود.

جدول ۳- ترکیبات شیمیائی جیره‌های آزمایشی (بر اساس ماده خشک)

| تیمارهای آزمایشی | | شاهد | ترکیب شیمیائی، درصد |
|------------------|--------------|-------|--|
| ۲۰ درصد پساب | ۱۰ درصد پساب | | |
| ۳۸/۵۶ | ۴۱/۶۹ | ۵۰/۵۶ | ماده خشک |
| ۱۴/۱۲ | ۱۳/۷۰ | ۱۲/۹۳ | پروتئین خام |
| ۳۶/۴۰ | ۳۵/۳۹ | ۳۴/۳۶ | کربوهیدرات غیر الیافی ^۱ |
| ۲۷/۲۶ | ۳۳/۵۸ | ۳۷/۱۴ | الیاف نامحلول در شوینده خنثی |
| ۱۳/۰۴ | ۱۴/۸۷ | ۱۸/۴۷ | الیاف نامحلول در شوینده اسیدی |
| ۴/۵۷ | ۴/۲۵ | ۴/۰۴ | عصاره اتری |
| ۱۷/۶۵ | ۱۵/۰۵ | ۱۱/۵۳ | خاکستر |
| ۲/۴۱ | ۲/۴۴ | ۲/۴۸ | انرژی قابل سوخت و ساز، مگا کالری بر کیلوگرم ماده خشک |

(۱) کربوهیدرات غیر الیافی حاصل تفاضل مجموع پروتئین خام، الیاف نامحلول در شوینده خنثی، عصاره اتری و خاکستر از ۱۰۰ است.

نمونه‌گیری و جمع‌آوری داده‌های آزمایش

به منظور اندازه‌گیری افزایش وزن و تغییرات وزن بدن، گوساله‌ها در ابتدا و انتهای هر دوره پیش از وعده خوراک‌دهی صبح وزن‌کشی می‌شدند. خوراک مصرفی روزانه هر گوساله با توزین خوراک و پس‌آخور در روزهای هفدهم تا بیست و یکم هر دوره محاسبه می‌شد. از خوراک، پس‌آخور و مدفوع (۳ ساعت بعد از وعده خوراک‌دهی صبح) نیز به مدت ۵ روز در هر دوره نمونه‌گیری به عمل می‌آمد و تا زمان تعیین ترکیبات شیمیائی، نمونه‌ها در ۲۰- درجه سانتی‌گراد نگهداری می‌شدند. جهت تعیین ماده خشک، نمونه‌های خوراک (هم‌چنین پس‌آخور) و مدفوع به ترتیب به مدت ۴۸ و ۷۲ ساعت در دمای ۶۰ درجه سانتی‌گراد در آن قرار می‌گرفتند. پس از خشکاندن، تمامی نمونه‌ها توسط آسیاب (Wiley, H. Thomas, Philadelphia) با غربال ۱ میلی‌متری آسیاب می‌شدند. کلیه نمونه‌ها برای پروتئین خام با استفاده از روش کلدال (Kjeltec, 1030 Auto Analyzer, Tecator, Höganäs, Sweden)، عصاره اتری و خاکستر (AOAC, 2002) و الیاف نامحلول در شوینده خنثی با استفاده از آنزیم آلفا آمیلاز مقاوم به حرارت و سولفیت سدیم و نیز الیاف نامحلول در شوینده اسیدی (Van Soest et al., 1991) مورد تجزیه قرار گرفتند. برای محاسبه کربوهیدرات غیر الیافی، مجموع پروتئین خام، الیاف نامحلول در شوینده خنثی، عصاره اتری و خاکستر از ۱۰۰ کسر گردید. برای اندازه‌گیری نشاسته و کربوهیدرات‌های محلول پساب

کارخانه نشاسته از روش (Hall et al., 1999) استفاده شد. غلظت قندهای مونومری گلوکز و فروکتوز کربوهیدرات‌های محلول پساب کارخانه نشاسته بر اساس استانداردهای کالیبراسیون این قندها و با استفاده از دستگاه HPLC (Model 2695, Waters Corporation, Milford, MA) و ستون Bio-Aminex HPX-87P (Milford, MA) تعیین شد. هم‌چنین، از روش خاکستر نامحلول در اسید به عنوان نشانگر داخلی جهت تعیین قابلیت هضم ظاهری مواد مغذی در کل دستگاه گوارش استفاده شد (Van Keulen & Young, 1977).

اندازه‌گیری فراسنجه‌های خونی

در روز ۲۰ هر دوره و سه ساعت بعد از وعده خوراک‌دهی صبح، تقریباً ۱۰ میلی‌لیتر خون از ورید دمی هر گوساله داخل تیوب‌هایی که فاقد ماده ضد انعقاد بودند، گرفته می‌شد (Vacutainer, Becton-Dickinson, Franklin Lakes, NJ). نمونه خون‌های گرفته شده بلافاصله داخل یخ به آزمایشگاه منتقل می‌شد. سپس نمونه‌های منعقد شده در $g \times 14000$ برای ۱۵ دقیقه سانتریفوژ می‌شدند. پس از سانتریفوژ کردن سرم جمع‌آوری و هر نمونه به ۳ زیر نمونه تقسیم می‌شد و تا زمان انجام تجزیه‌های آزمایشگاهی بعدی در ۲۰- درجه سانتی‌گراد نگهداری می‌شد (Hall et al., 2010). نمونه‌های سرم جدا شده برای گلوکز، انسولین، نیتروژن اوره‌ای، آلکالین فسفاتاز، گلوتامات اگزالو استات ترانس آمیناز، گلوتامات پیرووات ترانس آمیناز و

نتایج و بحث

خوراک مصرفی و عملکرد

افزودن پساب به جیره مقدار ماده خشک مصرفی را به طور معنی‌دار در مقایسه با تیمار شاهد کاهش داد (۹/۲ در مقابل ۱۰ کیلوگرم) اما تفاوتی بین دو سطح آن وجود نداشت (جدول ۴).

میزان رطوبت و محتوای قند جیره‌ها دو عامل مهم و مؤثری هستند که می‌توانند ماده خشک مصرفی را تحت تأثیر قرار بدهند. برای نمونه، با افزودن آب به جیره گاوهای شیری و رساندن رطوبت جیره‌ها از ۶۰ درصد به ۴۸ درصد، ماده خشک مصرفی ۱۵ درصد (۴/۳ کیلوگرم در روز) کاهش پیدا کرده است (Felton & Devries, 2010). از طرفی، نشان داده شده که با افزایش میزان قندهای محلول جیره و به دنبال آن کاهش محتوای نشاسته، ماده خشک مصرفی افزایش یافته است (Broderick & Radloff, 2004; Broderick et al., 2008; Sutton et al., 2001).

الکترولیت‌هایی مانند سدیم، پتاسیم و کلر مورد تجزیه آزمایشگاهی قرار گرفتند. برای اندازه‌گیری الکترولیت‌ها از دستگاه الکترولیت آنالایزر (Caretium Electrolyte Analyzer, Model No. X1-921A Technician Auto-) و برای مابقی فراسنجه‌ها از دستگاه اتو آنالایزر (Analyzer, Model No. RA-1000) استفاده شد.

تجزیه آماری

پیش از تجزیه آماری از تمامی داده‌های آزمایشی مربوط به هر گوساله در دوره میانگین‌گیری شد. سپس داده‌ها طبق مدلی که در ادامه می‌آید با نسخه هشتم نرم افزار آماری SAS و رویه مختلط آن مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند. میانگین تیمارها با استفاده از آزمون چند دامنه توکی و با در نظر گرفتن سطح معنی داری ۵ درصد مقایسه شدند.

$$Y_{ijkl} = \mu + P_i + S_j + T_k + C(S)_{k(l)} + e_{ijkl}$$
 که در این مدل Y_{ijkl} متغییر وابسته (صفت مورد بررسی)، μ میانگین جامعه، P_i اثر ثابت دوره، S_j اثر ثابت مربع، T_k اثر ثابت تیمار آزمایشی، $C(S)_{k(l)}$ اثر تصادفی گاو داخل مربع و e_{ijkl} خطای آزمایشی بود.

جدول ۴- اثر خوراندن پساب کارخانه نشاسته بر فراسنجه‌های عملکردی گوساله‌های نر پرواری هلشتاین

| سطح احتمال ^۱ | خطای معیار میانگین | تیمارهای آزمایشی | | شاهد | فراسنجه‌ها |
|-------------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|----------------------------------|
| | | ۲۰ درصد پساب | ۱۰ درصد پساب | | |
| <۰/۰۰۱ | ۰/۳۱ | ۹/۱۷ ^b | ۹/۲۳ ^b | ۱۰/۰۱ ^a | خوراک مصرفی، کیلوگرم در روز |
| ۰/۲۴۰ | ۰/۰۳ | ۱/۳۸ | ۱/۳۶ | ۱/۳۹ | افزایش وزن، کیلوگرم در روز |
| ۰/۱۹۰ | ۰/۶۶ | ۳۰/۹۰ | ۳۰/۲۰ | ۳۰/۶۰ | تغییرات وزن بدن، کیلوگرم در دوره |
| ۰/۰۲۰ | ۰/۰۴ | ۰/۱۵۰ ^b | ۰/۱۴۷ ^a | ۰/۱۳۸ ^a | بازده خوراک |

(۱) حروف غیر مشابه در هر سطر نشانگر اختلاف معنی‌دار در سطح ۵ درصد می باشد.

می‌تواند باشد که در پژوهشی با خوراندن محصولات فرعی حاصل از کارخانجات تولید کننده چپس ذرت و سیب زمینی به گاوهای شیری ماده خشک مصرفی با افزایش رطوبت و نیز قندهای محلول جیره‌ها کاهش یافته است (Brown et al., 1983).

البته، پژوهش بیش‌تری مورد نیاز است تا وجود یا عدم وجود اثر متقابل بین میزان رطوبت جیره با محتوای قندهای محلول آن را بر ماده خشک مصرفی تأیید نماید. افزایش وزن روزانه و تغییرات وزن بدن گوساله‌ها تحت تأثیر تیمارهای آزمایشی قرار نگرفت و به

این پژوهشگران علت بهبود در ماده خشک مصرفی را افزایش خوش‌خوراکی جیره‌ها عنوان کرده‌اند. در پژوهش حاضر هر چند میزان قندهای محلول جیره‌ها با افزودن پساب افزایش پیدا کرده است اما متناسب با آن رطوبت جیره‌ها هم زیاد شده است که این عامل به نوبه خود توانسته اثر مثبت قندهای محلول جیره بر ماده خشک مصرفی را از بین برده و حتی منفی کند. با توجه به این نتایج به نظر می‌رسد که از حیث تأثیرگذاری بر مصرف ماده خشک، میزان رطوبت جیره مهم‌تر از محتوای قندهای محلول جیره باشد. دلیل این ادعا این

۱۰ درصد ملاس (جایگزین دانه جو در جیره) گزارش شده است (Heinemann & Hanks, 1977). در کل، افزایش بازده خوراک ناشی از تغذیه سطح ۲۰ درصد پساب را می‌توان به افزایش قابلیت هضم در نتیجه افزایش تخمیر پذیری این جیره با زیاد شدن میزان رطوبت و محتوای قندهای محلول آن نسبت داد.

قابلیت هضم

قابلیت هضم کلیه مواد مغذی از جمله ماده خشک، ماده آلی، پروتئین خام و الیاف نامحلول در شوینده خنثی با افزودن پساب به جیره به طور معنی‌دار افزایش یافت ولی تفاوتی بین دو سطح پساب وجود نداشت (جدول ۵).

طور متوسط و به ترتیب ۱/۴ (کیلوگرم در روز) و ۳۰/۶ (کیلوگرم در دوره) بود. بازده خوراک در گوساله‌های تغذیه شده با سطح ۲۰ درصد پساب نسبت به گوساله‌های تغذیه شده با سطح ۱۰ درصد آن و نیز تیمار شاهد به طور معنی‌دار افزایش پیدا کرد. در پژوهشی Eun et al (2009) گزارش کردند که سطح بالای جایگزینی دانه جو با پساب دانه‌های تقطیری (بر اساس ذرت) خشک شده با محلول در مقایسه با سطح پائین آن و تیمار شاهد باعث کاهش ماده خشک مصرفی و افزایش بازده خوراک و افزایش وزن روزانه گوساله‌های نر اخته شد. همچنین، بهبود در بازده خوراک و افزایش وزن روزانه در گوساله‌های نر اخته تغذیه شده با سطح

جدول ۵- اثر خوراندن پساب کارخانه نشاسته بر قابلیت هضم مواد مغذی در کل دستگاه گوارش گوساله‌های نر پرواری هلشتاین

| فراسنجه‌ها، درصد | شاهد | تیمارهای آزمایشی | | خطای معیار | |
|-------------------------------|--------------------|---------------------|--------------------|------------|-------------------------|
| | | ۱۰ درصد پساب | ۲۰ درصد پساب | میانگین | سطح احتمال ^۱ |
| ماده خشک | ۵۸/۸۵ ^b | ۶۹/۱۳ ^a | ۷۳/۰۰ ^a | ۱/۴۰ | <۰/۰۰۱ |
| ماده آلی | ۵۹/۴۳ ^b | ۶۹/۶۹ ^a | ۷۲/۵۶ ^a | ۱/۵۳ | <۰/۰۰۱ |
| پروتئین خام | ۵۴/۳۳ ^b | ۶۹/۰۴ ^a | ۷۲/۳۸ ^a | ۱/۸۷ | <۰/۰۰۱ |
| الیاف نامحلول در شوینده خنثی | ۵۱/۶۳ ^b | ۶۰/۴۶ ^a | ۶۰/۵۳ ^a | ۲/۳۵ | ۰/۰۱ |
| الیاف نامحلول در شوینده اسیدی | ۴۹/۵۹ ^b | ۵۵/۳۶ ^{ab} | ۶۱/۲۴ ^a | ۱/۸۹ | <۰/۰۰۱ |

(۱) حروف غیر مشابه در هر سطر نشانگر اختلاف معنی‌دار در سطح ۵ درصد می باشد.

تأثیر قرار نگرفته است (Broderick et al., 2008). در پژوهش حاضر، بخشی از این افزایش در قابلیت هضم مواد مغذی با افزودن پساب به جیره می‌تواند ناشی از افزایش میزان پروتئین خام و کربوهیدرات‌های غیر الیافی و کاهش محتوای الیاف نامحلول در شوینده خنثی و اسیدی باشد. دلیل این ادعا این است که در پژوهش‌های پیشین نشان داده شده که سطوح بالاتر از ۱۰ درصد ملاس می‌تواند باعث تحریک فعالیت میکروبی و به دنبال آن افزایش قابلیت هضم انرژی و الیاف و نیز افزایش کارایی استفاده از نیتروژن را در گوساله‌های پرواری در پی داشته باشد. از طرف دیگر کمینه سطوح ملاس می‌تواند از پروتئین جیره در مقابل حمله باکتریومها محافظت کرده و باعث افزایش پروتئین عبوری و استفاده بیشتر از پروتئین جیره در روده گردد (Potter Crawford et al., 1978; Hatch & Beeson, 1972; et al., 1971). همچنین، کاهش در

همچنین، سطح بالای پساب در جیره قابلیت هضم الیاف نامحلول در شوینده اسیدی را نسبت به تیمار شاهد افزایش داد ($P \leq 0.001$). بر اساس پژوهش‌های پیشین، قابلیت هضم مواد مغذی به طور متناقض تحت تأثیر سطح کربوهیدرات‌های جیره قرار گرفته است. برای نمونه، قابلیت هضم ماده خشک در گوساله‌های نر پرواری تغذیه شده با ملاس کاهش پیدا کرده است (Brannon et al., 1954). همچنین، با جایگزینی بخشی از ذرت پر رطوبت جیره گاوهای شیری با ملاس خشک شده قابلیت هضم همه مواد مغذی جیره به طور خطی افزایش یافته است (Greenwood 2004; Broderick & Radloff, 2000; et al., 2004). دلیل این افزایش در قابلیت هضم مواد مغذی جیره (با افزودن ملاس)، به افزایش پروتئین قابل تجزیه در شکمبه نسبت داده شده است. با این حال، قابلیت هضم مواد مغذی جیره گاوهای شیری زمانی که بخشی از ذرت با ساکاروز جایگزین شده، تحت

ماده خشک مصرفی و نیز همزمانی بهتر تجزیه منابع کربوهیدرات و پروتئین جیره و در نتیجه بهبود در سوخت و ساز انرژی در گوساله‌های تغذیه شده با پساب می‌تواند دلیل دیگر افزایش هضم مواد مغذی باشد.

جدول ۶- اثر خوراندن پساب کارخانه نشاسته بر غلظت‌های پلاسمائی فراسنجه‌های خونی گوساله‌های نر پرواری هلشتاین

| سطح احتمال ^۱ | خطای معیار میانگین | تیمارهای آزمایشی | | شاهد | فراسنجه‌ها |
|-------------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|---|
| | | ۲۰ درصد پساب | ۱۰ درصد پساب | | |
| ۰/۰۵ | ۶/۶۱ | ۳۱/۴۰ ^b | ۳۳/۲۳ ^b | ۴۱/۵۹ ^a | انسولین ^۲ |
| ۰/۱۳ | ۲/۴۵ | ۱۰۵/۱۷ | ۱۰۶/۲۵ | ۱۰۸/۴۲ | گلوکز ^۳ |
| ۰/۷۵ | ۰/۶۲ | ۱۴/۲۵ | ۱۴/۹۱ | ۱۴/۰۰ | نیتروژن اوره‌ای ^۳ |
| ۰/۴۵ | ۱۹/۷۶ | ۲۴۹/۸۳ | ۲۶۳/۶۷ | ۲۵۸/۶۷ | آلکالین فسفاتاز ^۴ |
| ۰/۷۸ | ۱/۷۶ | ۲۲/۷۵ | ۲۰/۴۱ | ۲۳/۱۶ | گلوتامات اگزالو استات ترانس آمیناز ^۴ |
| ۰/۴۵ | ۱/۸۴ | ۴۵/۰۸ | ۴۳/۷۵ | ۴۶/۳۳ | گلوتامات پیرووات ترانس آمیناز ^۴ |
| ۰/۷۱ | ۰/۸۰ | ۱۳۴/۲ | ۱۳۶/۳ | ۱۳۴/۶ | سدیم ^۵ |
| ۰/۱۰ | ۰/۰۷ | ۴/۴۹ | ۴/۴۰ | ۴/۳۱ | پتاسیم ^۵ |
| ۰/۷۴ | ۳/۷۴ | ۹۶/۳۳ | ۱۰۱/۰۰ | ۹۸/۳۳ | کلر ^۵ |

(۱) حروف غیر مشابه در هر سطر نشانگر اختلاف معنی‌دار در سطح ۵ درصد می باشد.

(۲) میکرو واحد بین المللی در میلی لیتر

(۳) میلی گرم در دسی لیتر

(۴) واحد در لیتر

(۵) میلی اکی والان در لیتر

شده می‌رفت؛ لذا فعالیت سه آنزیم شاخص آلکالین فسفاتاز، گلوتامات اگزالو استات ترانس آمیناز و گلوتامات پیرووات ترانس آمیناز سرم خون اندازه‌گیری و مشخص شد که در این سطح مصرف، پساب تأثیر سوئی بر فعالیت کبد ندارد. همچنین، سطح بالای خاکستر در جیره‌های حاوی پساب تأثیری بر غلظت الکترولیت‌های خون مانند سدیم، پتاسیم و کلر نداشت.

نتیجه‌گیری کلی

نتایج پژوهش حاضر نشان داد که پساب نشاسته گندم با کم کردن مقدار ماده خشک مصرفی در گوساله‌های تغذیه شده با آن توانست قابلیت هضم کلیه مواد مغذی و به واسطه آن بازده خوراک را افزایش دهد. همچنین، نتایج نشان داد که نمک و خاکستر بالای جیره‌های حاوی پساب اثر سوئی بر عملکرد و غلظت الکترولیت‌های حیاتی خون نداشت. در کل، استفاده از پساب کارخانه نشاسته به عنوان یک محصول فرعی جایگزین دانه جو در جیره گوساله‌های پرواری توجیه اقتصادی داشته و قابل توصیه است.

فراسنجه‌های خونی

هم‌سو با یافته‌های Voelker & Allen (2003) افزودن پساب به جیره غلظت پلاسمائی انسولین را در مقایسه با تیمار شاهد به طور معنی‌دار کاهش داد (۳۲/۳) در مقابل ۴۱/۶ میکرو واحد بین‌المللی در میلی لیتر)، اما تفاوتی بین دو سطح پساب وجود نداشت. در آن پژوهش، سطح انسولین پلاسمای خون گاوهای شیری با جایگزینی بخشی از ذرت پر رطوبت جیره با تفاله چغندر قند کاهش یافت. همچنین، کاهش خوراک مصرفی در گوساله‌های تغذیه شده با پساب می‌تواند یکی از دلایل پائین بودن سطح انسولین خون آن‌ها باشد. با این وجود، غلظت‌های پلاسمائی گلوکز و نیتروژن اوره‌ای خون تحت تأثیر افزودن پساب به جیره قرار نگرفت. این یافته هم‌سو با نتایج Penner et al (2009) بود. این پژوهشگران با تغذیه جیره‌های با قند زیاد و کم به گاوهای شیری تغییری در غلظت پلاسمائی گلوکز و نیتروژن اوره‌ای خون مشاهده نکردند. با توجه به نمک بالای پساب، احتمال اثر سوء آن بر عملکرد کبد گوساله‌های تغذیه

سیاسگزاری

از حمایت‌های مالی شرکت شهیدینه آران، دانشگاه صنعتی اصفهان، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، کارکنان خدمت و ساعی مزرعه آموزشی -

پژوهشی لورک وابسته به دانشگاه صنعتی اصفهان و سایر دوستان که در طول اجرای این پژوهش همکاری نزدیکی با ما داشتند، صمیمانه تشکر و قدردانی می‌شود.

REFERENCES

1. AOAC. 2002. Association of official analytical chemists. Official methods of analysis. 17th ed. AOAC, Arlington, VA.
2. Brannon W. F. Reid J. T. & Miller J. I. 1954. The influence of certain factors upon the digestibility and intake of pasture herbage by beef steers. *Journal of Animal Science*. 13, 535-542.
3. Broderick G. A. & Radloff W. J. 2004. Effect of molasses supplementation on the production of lactating dairy cows fed diets based on alfalfa and corn silage. *Journal of Dairy Science*. 87, 2997-3009.
4. Broderick G. A. Luchini N. D. Reynal, S. M. Varga G. A. & Ishler V. A. 2008. Effect on production of replacing dietary starch with sucrose in lactating dairy cows *Journal of Dairy Science*. 91, 4801-4810.
5. Brown L. R. Riesen J. W. Gaunya W. S. & Cowan W. A. 1983. Use of corn and potato chipping by-products in rations for lactating dairy cattle. *Journal of Dairy Science*. 66, 638-641.
6. Crawford D. F. Anthony W. B. & Harris R. R. 1978. Evaluation of concentrated hemicelluloses extract as cattle feed. *Journal of Animal Science*. 46, 32-40.
7. Eun J. S. ZoBell D.R. & Wiedmeier R. D. 2009. Influence of replacing barley grain with corn-based dried distillers grains with solubles on production and carcass characteristics of growing and finishing beef steers. *Animal Feed Science and Technology*. 152, 72-80.
8. Felton C. A. & DeVries T. J. 2010. Effect of water addition to a total mixed ration on feed temperature, feed intake, sorting behavior, and milk production of dairy cows. *Journal of Dairy Science*. 93, 2651-2660.
9. Greenwood R. H. Titgemeyer E. C. Loest C. A. & Drouillard J. S. 1998. Effects of supplement strategy on intake and digestion of prairie hay by beef steers and plasma amino acid concentrations. *Animal Production Science*. 14, 56-61.
10. Greenwood R. H. Titgemeyer E. C. & Drouillard J. S. 2000. Effects of base ingredient in cooked molasses blocks on intake and digestion of prairie hay by beef steers. *Journal of Animal Science*. 78, 167-172.
11. Hall M. B. & Herejk C. 2001. Differences in yields of microbial crude protein from in vitro fermentation of carbohydrates. *Journal of Dairy Science*. 84, 2486-2493.
12. Hall M. B. Larson C. C. & Wilcox C. J. 2010. Carbohydrate source and protein degradability alter lactation, ruminal and blood measures. *Journal of Dairy Science*. 93, 311-322.
13. Hall M. B. Hoover W. H. Jennings J. P. & Webster T. K. M. 1999. A method for partitioning neutral detergent soluble carbohydrates. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 79, 2079-2086.
14. Hatch C.F. & Beeson W.M. 1972. Effect of different levels of cane molasses on nitrogen and energy utilization in urea rations for steers. *Journal of Animal Science*. 35, 854-858.
15. Heinemann W.W. & Hanks E.M. 1977. Cane molasses in cattle finishing rations. *Journal of Animal Science*. 45, 13-17.
16. Heldt J. S. Cochran R. C. Stokka G. K. Farmer C. G. Mathis C. P. Tigemeyer E. C. & Nagaraja T. G. 1999. Effects of different supplemental sugars and starch fed in combination with degradable intake protein on low-quality forage use by beef steers. *Journal of Animal Science*. 77, 2793-2802.
17. Kellogg D. W. & Owen F. G. 1969. Relation of ration sucrose level and grain content to lactation performance and rumen fermentation. *Journal of Dairy Science*. 52, 657-662.
18. Mertens D. R. 1992. Nonstructural and structural carbohydrates. Pages 219 to 235 in Large Dairy Herd Management. H. H. Van Horn and C. J. Wilcox, ed. American Dairy Science Association, Champaign, IL.
19. Oba M. 2011. Review: Effects of feeding sugars on productivity of lactating dairy cows. *Canadian Journal of Animal Science*. 91, 37-46.
20. Penner G. B. Guan L. L. & Oba M. 2009. Effect of feeding Fermenten on ruminal fermentation in lactating Holstein cows fed two dietary sugar concentrations. *Journal of Dairy Science*. 92, 1725-1733.
21. Penner G. B. & Oba M. 2009. Increasing dietary sugar concentration may improve dry matter intake, ruminal fermentation, and productivity of dairy cows in the postpartum phase of the transition period. *Journal of Dairy Science*. 92, 3341-3353.

23. Potter G. D. Little C. O Bradley N. W. & Mitchell G. E. 1971. Abomasal nitrogen in steers fed soybean meal, urea or urea plus two levels of molasses. *Journal of Animal Science*. 32, 531–533.
24. SAS. 1999. SAS User's Guide. Statistics. Version 8.2 Edition. 1999. SAS Inst., Inc., Cary NC.
25. Sutton J. D. Phipps R. H. Cammell S. B. & Humphries D. J. 2001. Attempts to improve the utilization of urea-treated whole crop wheat by lactating dairy cows. *Journal of Animal Science*. 73, 137–147.
26. Van Keulen J. & Young B. A. 1977. Evaluation of acid insoluble ash as a natural marker in ruminant digestibility studies. *Journal of Animal Science*. 44, 282–287.
27. Van Soest P. J. Robertson J. B. & 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.
28. Voelker J. A. & Allen M. S. 2003. Pelleted beet pulp substituted for high-moisture corn: 2. Effects on digestion and rumen digestion kinetics in lactating dairy cows. *Journal of Dairy Science*. 86, 3553–3561.