Archive of SID

تولیدات دامی
دوره ۱۸ ■ شماره ۲ ■ تابستان ۱۳۹۵
صفحه‌های ۲۶۰-۲۴۹

بررسی فرآوری دانه جو با اسیدلاکتیک و اسیدسیتریک بر عملکرد و رفتار تغذیه‌ای گاوهای هلشتاین

ایوب لکی[۱]، مهدی دهقان بنادکی[۲]*، ابوالفضل زالی[۳]، مهدی گنج خانلو[۴]، کامران رضایزدی[۵]

۱. دانشجوی دکتری گروه مهندسی علوم دام، دانشکده علوم و مهندسی کشاورزی، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه تهران
۲. دانشیار گروه مهندسی علوم دام، دانشکده علوم و مهندسی کشاورزی، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه تهران
۳. دانشیار گروه مهندسی علوم دام، دانشکده علوم و مهندسی کشاورزی، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه تهران
۴. دانشیار گروه مهندسی علوم دام، دانشکده علوم و مهندسی کشاورزی، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه تهران
۵. دانشیار گروه مهندسی علوم دام، دانشکده علوم و مهندسی کشاورزی، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه تهران

تاریخ وصول مقاله: ۱۳۹۴/۰۲/۱۶ تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۴/۰۹/۰۷

چکیده

هدف از انجام پژوهش حاضر، بررسی اثر تغذیه دانه جو خیسانده شده با اسیدلاکتیک و اسیدسیتریک بر ماده خشک مصرفی، رفتار تغذیه‌ای، قابلیت هضم ظاهری مواد مغذی، pH شکمبه و تولید شیر بود. بدین منظور، از هشت راس گاو هلشتاین زایش دوم در اوایل شیردهی در قالب طرح مربع لاتین تکرار شده ۴ × ۴ استفاده شد. جیره‌های آزمایشی شامل ۱: جیره پایه محتوی جو غلطک‌زده خشک، ۲: جیره پایه محتوی جو غلطک‌زده و خیسانده شده در آب، ۳: جیره پایه محتوی جو غلطک‌زده و خیسانده شده در آب حاوی ۰/۷۵ درصد اسیدلاکتیک و ۴: جیره پایه محتوی جو غلطک‌زده و خیسانده شده با یک درصد اسیدسیتریک به مدت ۲۴ ساعت بود. نتایج نشان داد که ماده خشک مصرفی، رفتار تغذیه‌ای و قابلیت هضم ظاهری مواد مغذی تفاوت معنی‌دار بین تیمارها نداشت. pH شکمبه در تیمار اسیدلاکتیک و اسیدسیتریک در شش ساعت پس از مصرف خوراک بیشتر بود ($P<0/05$). pH و اسکور مدفوع تحت تأثیر نوع فرآوری جو قرار نگرفت. تولید شیر و شیر تصحیح شده براساس چربی تحت تأثیر تیمارها قرار نگرفت، درحالی که درصد پروتئین و درصد مواد جامد بدون چربی در تیمار اسیدسیتریک به‌طور معنی‌داری بیشتر از سایر تیمارها بود ($P<0/05$). سایر ترکیبات شیر تحت تأثیر نوع فرآوری قرار نگرفت. درنهایت فرآوری دانه جو با اسیدلاکتیک و اسیدسیتریک باعث افزایش pH شکمبه شش ساعت پس از مصرف خوراک شد، اما سایر صفات همانند تولید شیر و ترکیبات آن، قابلیت هضم ظاهری مواد مغذی و رفتار تغذیه‌ای گاوها تحت تأثیر نوع فرآوری جو قرار نگرفت.

کلیدواژه‌ها: اسیدسیتریک، اسیدلاکتیک، تولید شیر، قابلیت هضم

* نویسنده مسئول
Email: dehghanb@ut.ac.ir

www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه

نشاسته دانه جو در مقایسه با ذرت سرعت تجزیه‌پذیری بیشتری در شکمبه دارد [۱۲]. هر نوع فرآوری که باعث کاهش اندازه ذرات دانه جو گردد، باعث افزایش تجزیه پذیری آن در شکمبه می‌شود [۳]. تغذیه گاوهای شیری با مقادیر زیاد جو موجب افزایش تولید اسیدهای چرب فرار در شکمبه شده و متعاقباً pH شکمبه کاهش یافته و موجب بروز اسیدوز شکمبه‌ای می‌گردد [۱۸]. اسیدوز تحت بالینی موجب کاهش مصرف خوراک، کاهش هضم الیاف، افزایش بروز لنگش، کاهش تولید شیر و غیره می‌گردد [۱۱]. دو راهکار جهت پیش‌گیری از اثرات منفی تغذیه زیاد جو در جیره گاوهای شیری و گوشتی وجود دارد که شامل کاهش سرعت تجزیه‌پذیری نشاسته جو در شکمبه و افزایش عبور آن به روده باریک می‌باشد [۳]. تجزیه شدن نشاسته در روده در مقایسه با تخمیر در شکمبه بازده بهتری در گاو دارد [۱۳ و ۱۴]. روش‌های مکانیکی دانه جو شامل پلت کردن، برشته کردن، ورقه ورقه کردن با بخار و روش‌های شیمیایی همانند فرآوری با هیدروکسید سدیم، فرمالدئید، آمونیاک و اوره می‌باشد [۳]. مواد شیمیایی نامبرده در بالا برای انسان و حیوان سمی هستند و در بسیاری از کشورها استفاده از آن‌ها ممنوع شده است [۳]. روش‌های مکانیکی توأم با حرارت و رطوبت نیز در همه دامداری‌ها قابل استفاده نبوده و هزینه زیادی دارند. اسیدهای آلی نظیر اسیدلاکتیک و اسیدسیتریک جزء اسیدهای ضعیف بوده و به طور متداول در مواد غذایی یافت می‌شوند. برخلاف مواد شیمیایی نامبرده در بالا این اسیدها برای انسان و حیوان سمی نبوده و در صنایع غذایی به وفور استفاده می‌شوند.

pH شکمبه گاوهای اواخر شیردهی تغذیه شده با جو خیسانده شده با ۰/۵ درصد اسیدلاکتیک به مدت ۴۸ ساعت افزایش یافته و مدت زمان کاهش pHشکمبه به زیر ۵/۸ کاهش یافت [۷]. همچنین غلظت اسیدهای چرب فرار دو و چهار ساعت پس از مصرف خوراک در تیمار اسیدلاکتیک کمتر بود [۷]. همچنین چربی شیر گاوهای تغذیه شده با تیمار اسیدلاکتیک بیشتر بود [۷ و ۸]. خیساندن دانه جو با یک درصد اسیدلاکتیک و حرارت دادن آن در ۵۵ درجه سانتی گراد به مدت ۴۸ ساعت تمایل به افزایش تولید شیر داشت [۸]. فرآوری دانه جو با اسید-لاکتیک باعث کاهش قابلیت هضم مؤثر شکمبه‌ای ماده خشک دانه جو گردید [۷]. خیساندن دانه جو با اسید-لاکتیک باعث افزایش ۱۸ درصدی نشاسته مقاوم به هضم و کاهش هشت درصدی سهم نشاسته سریع تجزیه شونده شد [۷]. اسیدهای آلی از جمله اسیدسیتریک و لاکتیک باعث افزایش نشاسته مقاوم به هضم دانه جو می‌شوند [۲، ۶ و ۷]. در انسان بخشی از نشاسته مقاوم به هضم در روده هضم نشده و وارد روده بزرگ می‌شود [۲ و ۷]. در نشخوارکنندگان نشاسته مقاوم به هضم به آرامی در شکمبه هضم شده و بخش عمده آن وارد روده باریک شده و در آن‌جا هضم و جذب می‌شود [۲ و ۷].

از راه‌های پیشنهادی افزایش سهم نشاسته مقاوم به هضم توسط فرآوری دانه جو با اسیدلاکتیک یا اسیدسیتریک می‌توان کمک به تشکیل پیوند هیدروژنی در ساختار گرانول‌های نشاسته، کمک به باز شدن باندهای شاخه‌ای آمیلوپکتین، کمک به تشکیل پیوند بین کربوهیدارت و پروتئین (واکنش میلارد) اشاره کرد [۲]. همچنین فرآوری دانه جو با اسیدلاکتیک و اسیدسیتریک موجب کاهش دسترسی آنزیم آمیلاز باکتری‌های شکمبه به گرانول‌های نشاسته شده است [۷]. بنابراین روشی از فرآوری دانه جو که بتواند نشاسته مقاوم به هضم در شکمبه را افزایش دهد، می‌تواند به عنوان یک راه‌حل پیش گیری از بروز اختلالات دستگاه گوارش در هنگام مصرف جیره بر پایه دانه جو در گاوهای شیری مطرح شود [۷]. هدف از انجام پژوهش حاضر، بررسی خیساندن دانه جو در محلول اسیدلاکتیک و اسیدسیتریک بر عملکرد،

www.SID.ir

Archive of SID

مقدار مصرف خوراک و رفتار تغذیه‌ای، pH شکمبه و قابلیت هضم ظاهری مواد مغذی در گاوهای هلشتاین در اوایل شیردهی می‌باشد.

مواد و روش‌ها

در این پژوهش، از هشت راس گاو هلشتاین زایش دوم با میانگین روزهای شیردهی ۱۰ ± ۴۹، میانگین وزن بدن ۴۳ ± ۵۸۹ کیلوگرم و میانگین تولید شیر ۵ ± ۴۲ کیلوگرم در روز، در قالب طرح مربع لاتین تکرار شده ۴ × ۴ با چهار دوره آزمایشی ۲۱ روزه (۱۴ روز عادت‌دهی و هفت روز نمونه‌گیری) استفاده گردید. تنها تفاوت بین جیره‌های آزمایشی نوع فرآوری دانه جو بود. تیمارهای مورد استفاده شامل ۱) جیره پایه محتوی جو غلطک‌زده خشک، ۲) جیره پایه محتوی جو غلطک‌زده و خیسانده شده در آب (یک کیلو جو با یک لیتر آب) به مدت ۲۴ ساعت، ۳) جیره پایه محتوی جو غلطک‌زده و خیسانده شده در آب حاوی ۰/۷۵ درصد اسیدلاکتیک به مدت ۲۴ ساعت و ۴) جیره پایه محتوی جو غلطک‌زده و خیسانده شده با یک درصد اسید-سیتریک به مدت ۲۴ ساعت بود. به منظور یکسان سازی ماده خشک جیره‌ها به جیره کاملاً مخلوط حاوی جو غلطک‌زده خشک آب اضافه گردید. مقدار آب برابر با مقدار جو مصرفی در جیره بود. جیره‌های آزمایشی با نرم افزار انجمن تحقیقات ملی (۲۰۰۱) با ویژگی‌های گاوهای مورد استفاده در آزمایش تنظیم گردید (جدول ۱).

جدول ۱. نسبت مواد خوراکی تشکیل‌دهنده جیره‌های آزمایشی (براساس ۱۰۰ درصد ماده خشک)

مواد خوراکی	درصد
یونجه	۱۹/۷۳
سیلاژ ذرت	۱۹/۸۵
تفاله چغندرقند	۲/۸۰
دانه جو غلطک زده[1]	۲۴/۶۲
ذرت آسیاب شده	۶/۱۵
سبوس گندم	۳/۳۱
پودر چربی	۱/۵۲
کنجاله کلزا	۳/۶۲
کنجاله گلوتن ذرت	۱/۳۸
کنجاله سویا	۷/۸۷
دانه تخم پنبه	۵/۶۶
پودر ماهی	۱/۱۷
دی‌کلسیم فسفات	۰/۱۸
کربنات کلسیم	۰/۳۸
اکسید منیزیم	۰/۲۳
نمک	۰/۱۳
جوش شیرین	۰/۷۷
مکمل معدنی و ویتامینی	۰/۶۴

۱ تیمارها به ترتیب شامل جو غلطک زده خشک، جو غلطک زده و خیسانده شده در آب، جو خیسانده شده در آب حاوی ۰/۷۵ درصد اسیدلاکتیک و یک درصد اسیدسیتریک می‌باشد.

www.SID.ir

Archive of SID

گاوها در جایگاه جداگانه به صورت انفرادی نگهداری شدند. گاوها روزانه دو نوبت در ساعت هفت صبح و ۱۷ بعدازظهر به‌طوری‌که حداقل پنج تا ۱۰ درصد از خوراک در آخور باقی بماند، تغذیه شدند. ماده خشک مصرفی تک تک گاوها در روزهای ۱۵ تا ۲۰ هر دوره ثبت گردید. گاوها روزانه سه بار در ساعت‌های ۲۴، هشت و ۱۶ دوشیده می‌شدند و رکورد هر سه نوبت به عنوان رکورد روزانه ثبت گردید. ترکیبات شیر تک تک گاوها از قبیل چربی، پروتئین، لاکتوز، مواد جامد بدون چربی، کل مواد جامد، نیتروژن اوره‌ای و شمارش سلولی‌های بدنی شیر توسط دستگاه میلکواسکن مدل بی ۱۳۳ در روزهای ۱۵ تا ۲۱ هر دوره اندازه‌گیری شد. نمونه مایع شکمبه با استفاده از لوله مری روز آخر هر دوره در سه و شش ساعت بعد از خوراک‌دهی صبح گرفته شد. pH مایع شکمبه بلافاصله با pH متر قابل حمل (مدل متروم ۸۲۷ ساخت کشور سوئد) تعیین گردید. نمونه مدفوع در روزهای ۱۵، ۱۷، ۱۹ و ۲۱ هر دوره دو بار در روز (ساعت ۱۰ و ۱۶) از رکتوم گرفته شد. pH مدفوع بلافاصله پس از نمونه‌گیری تعیین گردید [۴].

همزمان با نمونه‌گیری از مدفوع، نمونه‌گیری از خوراک و پس مانده آخور انجام گرفت، سپس نمونه‌ها در آون ۶۰ درجه سانتی گراد به مدت ۴۸ ساعت خشک گردید. نمونه‌ها برای تک تک گاوها در هر دوره مخلوط شده و سپس ماده خشک، ماده آلی و پروتئین خام نمونه جو، خوراک، مدفوع و پس مانده آخور با دو تکرار تعیین شد [۱]. NDF با استفاده از آنزیم آلفاآمیلاز مقاوم به حرارت و بدون سدیم سولفیت و ADF نمونه‌ها اندازه گیری شد [۱۷]. از خاکستر نامحلول در اسید[1] جهت تعیین قابلیت هضم ظاهری مواد مغذی استفاده گردید [۱۶]. یک نمونه از خوراک کاملاً مخلوط در روز ۱۵ و ۱۸ هر دوره جهت تعیین توزیع ذرات خوراک گرفته و تا پایان آزمایش منجمد شد. توزیع ذرات خوراک با استفاده از روش الک‌های پنسیلوانیا تعیین گردید [۹]. رفتار تغذیه‌ای گاوها شامل خوردن، نشخوار کردن و کل زمان جویدن به طور مشاهده انفرادی چشمی در روز ۱۵ هر دوره به مدت ۲۴ ساعت ثبت گردید [۱۹].

آنالیز آماری

داده‌های تکرارشده در قالب طرح مربع‌لاتین تکرار شده با نرم‌افزار آماری SAS (نسخه ۹)، با رویه MIXED و رابطه ۳ تجزیه شد [۱۵]:

رابطه (۳)

$$Y_{ijklmn} = \mu + S_i + C(S)_{ij} + P_k + T_l + b_l(Pmilk) + D_m + (TD)_{lm} + e_{ijklmn}$$

در این رابطه، Y_{ijklmn} صفت اندازه‌گیری شده، μ میانگین صفت اندازه‌گیری شده، S_i اثر ثابت مربع، $C(S)_{ji}$ اثر تصادفی گاو داخل مربع، P_k اثر ثابت دوره، $b_l(Pmilk)$عامل کواریت تولید شیر قبل از آزمایش، T_l اثر ثابت زمان نمونه‌گیری (روز یا ساعت)، D_m اثر ثابت تیمار، $(TD)_{lm}$ اثر ثابت ارتباط متقابل بین تیمار در زمان نمونه‌گیری و e_{ijklmn} خطای آزمایشی می‌باشد.

در ارتباط با داده‌های تکرار نشده، از رابطه ۳ استفاده شد، درحالی‌که اثر زمان و اثر متقابل زمان در تیمار از مدل برداشته شد. تفاوت بین میانگین‌ها با آزمون توکی در سطح احتمال ۵ درصد مورد آزمون قرار گرفت. اختلاف بین تیمارها در سطح احتمال بین ۰/۰۵ تا ۰/۱۰ به عنوان تمایل به معنی‌داری درنظر گرفته شد.

نتایج و بحث

آنالیز آماری ترکیب مواد مغذی جیره‌های آزمایشی نشان داد که تفاوت معنی‌داری بین جیره‌ها وجود ندارد، زیرا کلیه اقلام خوراکی مورد استفاده برای تمامی جیره‌ها از یک

1. Acid Insoluble Ash

www.SID.ir

Archive of SID

منبع بود و تنها تفاوت بین جیره‌ها نوع متفاوت فرآوری دانه جو بود (جدول ۲). همچنین ترکیب شیمیایی جوهای فرآوری شده با هم اختلاف معنی‌دار نداشتند (جدول ۳). دامنه پروتئین خام نمونه‌های جو فرآوری شده بین ۱۲/۸۷ تا ۱۳/۸۱ درصد بود. ترکیب مواد مغذی چهار نوع جوفرآوری شده به دلیل استفاده از یک منبع جو باهم مشابه بودند. نتایج آنالیز مواد مغذی جو در این مطالعه با نتایج مطالعات انجام شده روی واریته‌های جو ایرانی مطابقت دارد [۵].

جدول ۲. نسبت مواد خوراکی تشکیل‌دهنده جیره‌های آزمایشی (براساس ۱۰۰ درصد ماده خشک)

مواد مغذی	تیمار[۱]				SEM	P-value
	غلطک‌زده	آب	اسیدلاکتیک	اسیدسیتریک		
ماده خشک	۴۶/۷۲	۴۴/۸۵	۴۴/۴۵	۴۵/۴۶	۰/۹۰	۰/۷۵
پروتئین خام	۱۶/۴۵	۱۶/۷۵	۱۶/۵۰	۱۶/۶۰	۰/۲۰	۰/۸۹
چربی خام	۵/۱۷	۵/۲۰	۵/۲۲	۵/۱۹	۰/۰۳	۰/۷۶
دیواره سلولی	۳۱/۷۷	۳۲/۰۱	۳۳/۰۱	۳۱/۶۳	۰/۵۵	۰/۶۳
دیواره سلولی منهای همی‌سلولز	۲۰/۱۶	۱۹/۸۹	۱۹/۲۶	۲۰/۱۹	۰/۴۲	۰/۴۶
کربوهیدرات‌های غیرالیافی[۲]	۴۰/۶۱	۳۹/۴۱	۴۱/۵۶	۳۹/۸۹	۰/۸۶	۰/۶۲
انرژی خالص شیردهی (مگاکالری در کیلوگرم)[۳]	۱/۶۰	۱/۶۰	۱/۶۰	۱/۶۰	–	–

[۱] تیمارها به ترتیب شامل جو غلطک زده خشک، جو غلطک زده و خیسانده شده در آب، جو خیسانده شده در آب حاوی ۰/۷۵ درصد اسیدلاکتیک و یک درصد اسیدسیتریک می‌باشد.

[۲] کربوهیدارت‌های غیرالیافی = (درصد خاکستر + درصد دیواره سلولی + درصد چربی خام + درصد پروتئین خام) – ۱۰۰

[۳] براساس مدل انجمن تحقیقات ملی، ۲۰۰۱ [۱۰]

SEM: اشتباه استاندارد میانگین‌ها

جدول ۳. آنالیز ترکیب مواد مغذی جو فرآوری شده (برحسب ۱۰۰ درصد ماده خشک)

تیمار[۱]	ماده خشک	پروتئین خام	چربی خام	خاکستر	دیواره سلولی	دیواره سلولی منهای همی‌سلولز	کربوهیدرات‌های غیرالیافی
غلطک‌زده	۹۳/۰۵	۱۲/۸۷	۲/۱۰	۲/۶۹	۲۵/۲۰	۷/۶۵	۵۸/۲۱
آب	۴۶/۷۴	۱۳/۴۰	۲/۳۰	۲/۵۶	۲۴/۱۳	۶/۶۳	۵۸/۶۱
اسیدلاکتیک	۴۷/۰۶	۱۳/۸۱	۱/۹۰	۲/۶۲	۲۴/۱۲	۷/۲۵	۵۸/۸۵
اسیدسیتریک	۴۷/۳۸	۱۳/۱۶	۲/۰۵	۲/۴۰	۲۵/۶۵	۸/۱۲	۵۸/۳۹

۱ تیمارها به ترتیب شامل جو غلطک زده خشک، جو غلطک زده و خیسانده شده در آب، جو خیسانده شده در آب حاوی ۰/۷۵ درصد اسیدلاکتیک و یک درصد اسیدسیتریک می‌باشد.

www.SID.ir

Archive of SID

در این مطالعه، pH شکمبه سه و شش ساعت پس از خوراک‌دهی تحت تأثیر تیمارها قرار نگرفت (جدول ۴). اما تغییرات pH شکمبه تحت تأثیر ساعت نمونه گیری قرار گرفت (P<۰/۰۱)، به‌طوری‌که pH شکمبه شش ساعت پس از مصرف خوراک نسبت به سه ساعت پس از خوراک دهی کاهش یافت و مقدار کاهش در تیمار جو غلطک زده خشک و جو خیسانده شده در آب بیشتر بود. pH شکمبه تحت تأثیر اثر متقابل تیمار در ساعت نمونه‌گیری قرار گرفت (P<۰/۰۵). گاوهای تغذیه شده با دانه جو غلطک‌زده خشک و جو خیسانده شده در آب در مقایسه با جو خیسانده شده در اسیدلاکتیک و اسیدسیتریک pH شکمبه کم‌تری در سه ساعت پس از مصرف خوراک داشتند و این اختلاف در شش ساعت پس از مصرف خوراک معنی‌دار بود (P<۰/۰۵). به عبارت دیگر، pH شکمبه تیمارهای جو غلطک‌زده خشک و جو خیسانده شده در آب تقریباً ۰/۴ واحد کمتر از تیمارهای جو خیسانده شده در اسیدلاکتیک و اسیدسیتریک در شش ساعت پس از مصرف خوراک بود.

این نتیجه هماهنگ با نتایج مطالعات پیشین بود [۷ و ۸]. تغذیه دانه جو خیسانده شده با اسیدلاکتیک به‌طور معنی‌داری pH شکمبه را تا ۱۲ ساعت پس از مصرف خوراک افزایش داد. افزایش pH شکمبه در تیمار اسید-لاکتیک همراه با کاهش غلظت کل اسیدهای چرب فرار تولیدی در شکمبه بود [۷]. از دلایل افزایش pH شکمبه در تیمار اسیدلاکتیک و اسیدسیتریک می‌توان به افزایش مقدار نشاسته مقاوم به هضم شکمبه‌ای دانه جو فرآوری شده با اسیدلاکتیک و اسیدسیتریک اشاره کرد [۲، ۶ و ۷]. نشاسته مقاوم به هضم شکمبه‌ای بخشی از نشاسته می‌باشد که به آرامی در شکمبه تجزیه شده و بخش عمده آن وارد روده باریک می‌شود که در آن‌جا هضم و جذب می‌گردد [۱ و ۵]. اسیدلاکتیک و اسیدسیتریک می‌توانند از طریق تشکیل پیوندهای هیدروژنی در گرانول‌های نشاسته، کمک به باز شدن پیوندهای شاخه‌دار در ساختار آمیلوپکتین و کمک به تشکیل پیوند بین کربوهیدرات و پروتئین (واکنش میلارد) باعث افزایش نشاسته مقاوم به هضم شکمبه‌ای شود [۲ و ۷]. خیساندن دانه جو با اسیدلاکتیک باعث افزایش ۱۸ درصدی نشاسته مقاوم به هضم و کاهش هشت درصدی سهم نشاسته سریع تجزیه شونده گردید [۷]. نشاسته سریع تجزیه شونده بلافاصله پس از وارد شدن به شکمبه تخمیر شده و تولید اسیدهای چرب فرار می‌کند. بنابراین با کاهش تولید اسیدهای چرب فرار بلافاصله پس از مصرف خوراک pH شکمبه نیز بیشتر خواهد بود و خیساندن دانه جو با اسیدلاکتیک در مقایسه با آب باعث کاهش معنی‌دار قابلیت هضم مؤثر شکمبه‌ای ماده خشک دانه جو شد [۷].

یکی دیگر از عوامل مؤثر بر pH شکمبه، فعالیت جویدن و ترشح بافرهای موجود در بزاق در هنگام خوردن و نشخوار کردن می‌باشد که این خود متأثر از میزان الیاف مؤثر فیزیکی (PeNDF) در جیره است [۱۰]. در تحقیق حاضر، صفات رفتار تغذیه‌ای گاوهای آزمایشی از جمله مدت زمان نشخوار کردن و مدت زمان نشخوار کردن به ازای هر کیلوگرم ماده خشک مصرفی و دیواره سلولی تحت تأثیر نوع فرآوری جو قرار نگرفت (جدول ۵). بنابراین عوامل مربوط به تغییر خصوصیات دانه جو توسط اسیدلاکتیک و اسیدسیتریک می‌تواند عامل افزایش pH شکمبه در شش ساعت پس از مصرف خوراک باشد [۷ و ۸].

توزیع اندازه ذرات بین تیمارها تفاوت معنی‌داری نداشت (جدول ۵). دیواره سلولی مؤثر فیزیکی برای تیمارهای جو غلطک‌زده خشک، خیسانده شده در آب، اسیدلاکتیک و اسیدسیتریک به ترتیب ۱۴/۸۲، ۱۵/۲۰، ۱۶/۴۰ و ۱۶/۲۱ درصد بود. دیواره سلولی مؤثر فیزیکی بیشتر تحت تأثیر منبع علوفه و طول قطعات آن می‌باشد. زمان مصرف خوراک به صورت دقیقه در روز و دقیقه به ازای هر کیلوگرم مصرف ماده خشک و NDF تحت تأثیر تیمارها قرار نگرفت (جدول ۶).

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۴. pH شکمبه گاوهای تغذیه شده با جیره‌های آزمایشی

ساعت نمونه گیری	تیمار[1]				SEM	اثر تیمار	اثر زمان نمونه گیری	اثر تیمار در زمان نمونه‌گیری
	غلطک‌زده	آب	اسید-لاکتیک	اسید-سیتریک				
۳ ساعت پس از خوراک‌دهی	۶/۴۸	۶/۵۰	۶/۵۵	۶/۶۰	۰/۰۵	۰/۴۲	<۰/۰۱P	>۰/۰۵P
۶ ساعت پس از خوراک‌دهی	[b]۶/۰۸	[b]۶/۱۰	[a]۶/۳۰	[a]۶/۴۰	۰/۰۸	۰/۳۰	<۰/۰۱P	<۰/۰۵P

۱ – تیمارها به ترتیب شامل جو غلطک زده خشک، جو غلطک زده و خیسانده شده در آب، جو خیسانده شده در آب حاوی ۰/۷۵ درصد اسیدلاکتیک و
یک درصد اسیدسیتریک می‌باشد.

* – اعداد هر ردیف که دارای حداقل یک حرف مشترک هستند، از نظر آماری در سطح احتمال ۵ درصد اختلاف معنی‌دار ندارند.

SEM: اشتباه استاندارد میانگین‌ها

جدول ۵. توزیع ذرات جیره‌های آزمایشی (درصد)

متغیرها	تیمار[1]				SEM	P-value
	غلطک زده	آب	اسیدلاکتیک	اسیدسیتریک		
الک						
۱۹ میلی‌متری	۹/۰۲	۱۰/۸۵	۱۰/۳۸	۷/۹۸	۱/۵۰	۰/۵۴
۸ میلی‌متری	۳۶/۴۷	۳۵/۳۴	۳۸/۰۰	۳۶/۱۴	۱/۱۵	۰/۴۷
۱/۱۸ میلی‌متری	۴۵/۹۴	۴۵/۶۶	۴۴/۸۱	۴۸/۷۳	۱/۶۵	۰/۶۷
سینی	۸/۵۷	۸/۵۱	۶/۸۱	۷/۱۵	۰/۸۰	۰/۷۵
[2]>۸PeNDF	۱۴/۸۲	۱۵/۲۰	۱۶/۴۰	۱۶/۲۱	۱/۵۵	۰/۶۲
میانگین هندسی توزیع ذرات	۲/۶۰	۲/۴۵	۲/۵۰	۲/۴۸	–	–

۱ – تیمارها به ترتیب شامل جو غلطک زده خشک، جو غلطک زده و خیسانده شده در آب، جو خیسانده شده در آب حاوی ۰/۷۵ درصد اسیدلاکتیک و یک درصد اسیدسیتریک می‌باشد.

۲ – توزیع ذرات خوراک با استفاده از الک پنسیلوانیا محاسبه شد [۹]. PeNDF به عنوان NDF باقیمانده روی دو الک بالایی محاسبه شد [۹].

SEM: اشتباه استاندارد میانگین‌ها

www.SID.ir

Archive of SID

زمان نشخوارکردن و زمان نشخوارکردن به ازای هر کیلوگرم ماده خشک و NDF مصرفی بین تیمارها تفاوت معنی‌داری وجود نداشت. مدت زمان نشخوارکردن به ازای هر کیلوگرم ماده خشک مصرفی با نتایج دیگر مطالعات همخوانی دارد [۲]. به دلیل عدم وجود تفاوت معنی‌دار در زمان خوردن و نشخوارکردن، کل زمان جویدن به صورت دقیقه در روز و دقیقه به ازای هر کیلوگرم مصرف مواد مغذی تحت تأثیر نوع فرآوری جو قرار نگرفت.

طبق نتایج تحقیق حاضر، ماده خشک مصرفی گاوهای اوایل شیردهی تغذیه شده با جو خیسانده شده با اسید-لاکتیک، اسیدسیتریک، آب و جو غلطک‌زده خشک تحت تأثیر قرار نگرفت (جدول ۷). در توافق با نتایج تحقیق حاضر، در تحقیق دیگری خیساندن دانه جو غلطک زده خشک در آب حاوی ۰/۵ درصد اسیدلاکتیک به مدت ۴۸ ساعت اثر معنی‌داری بر ماده خشک مصرفی گاوهای اواخر دوره شیردهی نداشت [۷]. همچنین، خیساندن دانه جو با یک درصد اسیدلاکتیک همزمان به حرارت دادن آن در ۵۵ درجه سانتی گراد اثر معنی‌داری روی ماده خشک مصرفی در گاوهای اواسط شیردهی نداشت [۸].

جدول ۶. اثر جیره‌های آزمایشی بر رفتار تغذیه‌ای گاوهای آزمایشی

متغیرها	تیمار[۱]				SEM	P-value
	غلطک‌زده	آب	اسیدلاکتیک	اسیدسیتریک		
زمان خوردن						
ماده خشک مصرفی، کیلوگرم در روز	۲۴/۳۶	۲۴/۵۲	۲۴/۷۵	۲۴/۸۳	۰/۳۱	۰/۵۶
دقیقه در روز	۳۱۸/۹۶	۳۰۸/۳۳	۳۴۵/۲۱	۳۲۰/۸۳	۱۴/۹۲	۰/۹۰
دقیقه به ازای هر کیلوگرم ماده خشک	۱۳/۰۳	۱۲/۵۴	۱۳/۹۱	۱۲/۸۲	۰/۶۹	۰/۸۵
دقیقه به ازای هر کیلوگرم دیواره‌سلولی	۳۳/۱۴	۳۴/۷۶	۳۸/۲۸	۳۸/۹۴	۱/۹۱	۰/۵۶
زمان نشخوار						
دقیقه در روز	۴۵۸/۲۳	۴۸۰/۴۲	۴۵۶/۳۵	۴۹۴/۱۷	۱۲/۲۵	۰/۲۴
دقیقه به ازای هر کیلوگرم ماده خشک	۱۸/۸۶	۱۹/۶۴	۱۸/۴۸	۱۹/۸۵	۰/۹۰	۰/۴۵
دقیقه به ازای هر کیلوگرم دیواره‌سلولی	۴۱/۹۴	۵۰/۹۳	۴۴/۷۱	۵۶/۳۲	۳/۱۸	۰/۱۵
کل زمان جویدن						
دقیقه در روز	۷۷۷/۱۹	۷۸۸/۷۵	۸۰۱/۵۶	۸۱۵/۰۰	۱۸/۶۶	۰/۲۵
دقیقه به ازای هر کیلوگرم ماده خشک	۳۱/۹۳	۳۲/۱۹	۳۲/۴۱	۳۲/۶۹	۲/۰۰	۰/۴۶
دقیقه به ازای هر کیلوگرم دیواره سلولی	۶۹/۰۸	۷۹/۷۰	۷۶/۰۰	۸۸/۲۷	۵/۳۸	۰/۲۰

۱ – تیمارها به ترتیب شامل جو غلطک زده خشک، جو غلطک زده و خیسانده شده در آب، جو خیسانده شده در آب حاوی ۰/۷۵ درصد اسید لاکتیک و یک درصد اسید سیتریک می‌باشد.

SEM: اشتباه استاندارد میانگین‌ها

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۷. ماده خشک مصرفی، تولید و ترکیب شیر گاوهای تغذیه شده با جیره‌های آزمایشی

متغیرها	تیمار[1]				SEM	P-value
	غلطک‌زده	آب	اسیدلاکتیک	اسیدسیتریک		
ماده خشک مصرفی (کیلوگرم در روز)	۲۴/۳۶	۲۴/۵۲	۲۴/۷۵	۲۴/۸۳	۰/۳۱	۰/۲۳
تولید شیر (کیلوگرم در روز)						
شیرخام	۴۱/۸۶	۴۲/۲۹	۴۳/۸۸	۴۳/۷۰	۰/۶۰	۰/۱۰
شیر تصحیح شده براساس چربی	۳۵/۶۲	۳۶/۱۰	۳۷/۰۵	۳۷/۴۰	۰/۵۰	۰/۰۸
شیر تصحیح شده براساس انرژی	۳۵/۵۵	۳۵/۹۲	۳۶/۹۰	۳۷/۶۰	۰/۷۰	۰/۰۹
چربی (کیلوگرم در روز)	۱/۱۰	۱/۰۸	۱/۱۲	۱/۱۴	۰/۰۲	۰/۱۵
پروتئین (کیلوگرم در روز)	۱/۰۷	۱/۰۹	۱/۱۱	۱/۱۶	۰/۰۳	۰/۰۷
لاکتوز (کیلوگرم در روز)	۱/۸۴	۱/۸۸	۱/۹۳	۱/۹۵	۰/۰۷	۰/۲۰
کل مواد جامد (کیلوگرم در روز)	۴/۵۲	۴/۵۷	۴/۷۰	۴/۸۰	۰/۲۰	۰/۴۵
کل مواد جامد بدون چربی (کیلوگرم در روز)	۳/۳۸	۳/۴۵	۳/۵۴	۳/۶۱	۰/۲۵	۰/۵۰
ترکیب شیر (درصد)						
چربی	۲/۶۲	۲/۵۷	۲/۵۵	۲/۶۲	۰/۱۱	۰/۹۴
پروتئین	^{b}۲/۵۷	^{ab}۲/۵۹	^{b}۲/۵۴	^{a}۲/۶۶	۰/۰۲	<۰/۰۱
نسبت چربی به پروتئین	۱/۰۱	۱/۰۰	۱/۰۲	۱/۰۰	۰/۰۳	۰/۶۳
لاکتوز	۴/۳۹	۴/۴۵	۴/۴۰	۴/۴۷	۰/۰۲	۰/۱۰
کل مواد جامد	۱۰/۷۹	۱۰/۸۱	۱۰/۷۱	۱۰/۹۷	۰/۱۱	۰/۴۲
کل مواد جامد بدون چربی	^{b}۸/۰۹	^{ab}۸/۱۶	^{b}۸/۰۷	^{a}۸/۲۶	۰/۰۳	<۰/۰۱
نیتروژن اوره‌ای شیر (میلی‌گرم در دسی لیتر)	۱۵/۰۵	۱۳/۹۴	۱۴/۷۷	۱۳/۰۴	۰/۸۰	۰/۱۵
شمارش سلول‌های بدنی	۲۳۷/۸۷	۲۳۲/۰۵	۲۱۳/۵۵	۲۶۹/۱۰	۵۸/۵۰	۰/۱۵
راندمان تولید شیر[5]	۱/۴۶	۱/۴۶	۱/۴۵	۱/۵۱	۰/۰۲	۰/۱۹

۱ – تیمارها به ترتیب شامل جو غلطک زده خشک، جو غلطک زده و خیسانده شده در آب، جو خیسانده شده در آب حاوی ۰/۷۵ درصد اسیدلاکتیک و یک درصد اسیدسیتریک می‌باشد.

* – اعداد هر ردیف که دارای حداقل یک حرف مشترک هستند، از نظر آماری در سطح احتمال ۵ درصد اختلاف معنی‌دار ندارند.

SEM: اشتباه استاندارد میانگین‌ها

براساس نتایج این مطالعه تولید شیرخام، شیر تصحیح شده براساس چربی چهار درصد و شیر تصحیح شده براساس انرژی در تیمار اسیدلاکتیک و اسیدسیتریک در مقایسه با تیمار جو غلطک‌زده از نظر عددی بیشتر بود، اما از نظر آماری به سطح معنی‌داری نرسید (P = ۰/۰۹). تولید شیر بین تیمار جو غلطک‌زده خشک و جو خیسانده شده در آب تفاوت معنی‌داری وجود نداشت.

تولید شیر خام و شیر تصحیح شده براساس چربی

www.SID.ir

Archive of SID

گاوها در اواخر دوره شیردهی تحت تأثیر خیساندن دانه جو در اسیدلاکتیک و آب قرار نگرفت [۷]، درحالی که خیساندن دانه جو در اسیدلاکتیک توأم با حرارت دادن جو در ۵۵ درجه سانتی‌گراد تولید شیر گاوهای اواسط شیردهی تمایل به افزایش داشت [۸]. درصد و تولید روزانه چربی، کل مواد جامد، لاکتوز، پروتئین، نسبت چربی به پروتئین، شمار سلول‌های بدنی و غلظت نیتروژن اوره‌ای شیر تحت تأثیر نوع فرآوری قرار نگرفت، درحالی‌که درصد پروتئین و مواد جامد بدون چربی در تیمار اسیدسیتریک در مقایسه با تیمار جو غلطک‌زده خشک و تیمار اسیدلاکتیک به طور معنی‌داری بیشتر بود ($P< ۰/۰۵$). همچنین میزان تولید پروتئین شیر در تیمار اسیدلاکتیک و اسیدسیتریک تمایل به افزایش داشت ($P = ۰/۰۷$).

فرآوری دانه جو با اسیدلاکتیک و اسیدسیتریک باعث افزایش مقدار نشاسته مقاوم به هضم شکمبه‌ای می‌شود [۲، ۶ و ۱۲]. بخش عمده نشاسته مقاوم به هضم شکمبه‌ای در روده باریک تجزیه شده و گلوکز از طریق دیواره روده وارد جریان خون و از آنجا به کبد منتقل می‌شود. انرژی دستگاه گوارش از طریق مصرف گلوکز و اسیدهای آمینه در مسیر گلوکونئوژنز تأمین می‌شود [۱۴]. بنابراین افزایش جذب گلوکز از روده در تیمار اسیدلاکتیک و اسیدسیتریک، استفاده از اسیدهای آمینه توسط بافت احشایی و کبد در فرآیند گلوکونئوژنز را کمتر می‌کند [۱۴]. درنتیجه اسیدهای آمینه بیشتری وارد پستان شده و برای سنتز پروتئین شیر مورد استفاده قرار می‌گیرند. تولید و درصد ترکیبات شیر در تیمار اسیدلاکتیک و اسیدیسیتریک از نظر عددی نسبت به دو تیمار دیگر بیشتر بود، ولی از نظر عددی به حد معنی‌داری نرسید (جدول ۷). درصد چربی شیر در تیمار اسیدلاکتیک به طور معنی‌داری بیشتر بود (۷). در این مطالعه، درصد چربی و تولید چربی و نسبت چربی به پروتئین تحت تأثیر فرآوری دانه جو با اسیدلاکتیک و سیتریک قرار نگرفت. یکی از دلایل احتمالی عدم افزایش چربی شیر در این مطالعه، مرحله شیردهی گاوها در این مطالعه می‌باشد (اوایل شیردهی در مقابل اواخر شیردهی). تزریق نشاسته به روده باریک گاوهای اوایل شیردهی از طریق کانولای روده‌ای باعث کاهش چربی شیر شد که این نتیجه با مقدار تزریق کمتر نشاسته بسیار مشهودتر بود. درحالی‌که تزریق نشاسته به روده گاوهای اواخر شیردهی باعث افزایش چربی شیر گردید [۱۴].

قابلیت هضم ظاهری مواد مغذی از جمله ماده خشک، ماده آلی، دیواره سلولی، دیواره سلولی منهای همی‌سلولز و پروتئین خام تحت تاثیر نوع فرآوری دانه جو قرار نگرفت. اما از نظر عددی قابلیت هضم مواد مغذی در تیمار آب و به ویژه اسیدلاکتیک و سیتریک نسبت به جو غلطک‌زده خشک بیشتر بود (جدول ۸). pH و اسکور مدفوع گاوهای تغذیه شده با جو فرآوری شده با اسیدهای آلی مشابه با جو غلطک‌زده خشک و جو خیسانده شده با آب بود. همبستگی زیادی بین مقدار نشاسته ورودی به روده بزرگ و pH و اسکور شکمبه گزارش نشده است [۱۴].

براساس نتایج پژوهش حاضر، ماده خشک مصرفی، رفتار تغذیه‌ای و قابلیت هضم ظاهری مواد مغذی تحت تأثیر فرآوری دانه جو با اسیدلاکتیک، سیتریک، آب و جو غلطک‌زده خشک قرار نگرفت. pH شکمبه گاوهای تغذیه شده با جو خیسانده شده با اسیدلاکتیک و سیتریک در شش ساعت پس از مصرف خوراک بیشتر از دو تیمار دیگر بود. تولید شیر و شیر تصحیح شده براساس چربی در تیمار اسیدلاکتیک و سیتریک نسبت به جو غلطک‌زده خشک تمایل به افزایش داشت. درصد پروتئین و مواد جامد شیر در تیمار اسیدسیتریک به طور معنی‌داری نسبت به سایر تیمارها بیشتر بود. باتوجه به بهبود اسیدیته شکمبه گاوهای اوایل شیردهی، فرآوری دانه جو با اسیدلاکتیک و سیتریک می‌تواند به عنوان یک روش فرآوری مفید در تغذیه گاو مورد استفاده قرار گیرد.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۸. قابلیت هضم ظاهری مواد مغذی گاوهای تغذیه شده با جیره‌های آزمایشی (درصد)

متغیرها	تیمار[1]				SEM	P-value
	غلطک زده	آب	اسیدلاکتیک	اسیدسیتریک		
ماده خشک	۷۲/۲۰	۷۳/۸۰	۷۴/۶۰	۷۵/۰۶	۱/۸۶	۰/۲۸
ماده آلی	۷۵/۷۹	۷۶/۵۲	۷۶/۶۶	۷۸/۲۸	۱/۹۳	۰/۴۵
دیواره سلولی	۵۹/۱۸	۶۰/۰۸	۶۱/۷۳	۶۳/۴۵	۱/۵۵	۰/۱۲
دیواره سلولی منهای همی‌سلولز	۳۷/۸۶	۴۲/۶۵	۴۳/۷۹	۴۶/۷۹	۲/۱۶	۰/۲۰
پروتئین خام	۶۹/۶۶	۷۲/۰۸	۷۱/۵۹	۷۳/۲۴	۱/۸۳	۰/۸۶
pH مدفوع	۶/۵۵	۶/۶۵	۶/۶۹	۶/۶۷	۰/۰۷	۰/۲۳
اسکور مدفوع	۲/۹۶	۳/۳۱	۳/۲۷	۳/۵۰	۰/۲۰	۰/۴۵

۱ تیمارها به ترتیب شامل جو غلطک زده خشک، جو غلطک زده و خیسانده شده در آب، جو خیسانده شده در آب حاوی ۰/۷۵ درصد اسیدلاکتیک و یک درصد اسیدسیتریک می‌باشد.

SEM: اشتباه استاندارد میانگین‌ها

منابع

1. Association of Official Analytical Chemisis. AOAC (1990) Official Method of Analysis, Vol. I. 15th ed. AOAC, Arlington, VA.
2. Deckardt K, Khol-Parisiniand A and Zebli Q (2013) Peculiarities of Enhancing Resistant Starch in Ruminants Using Chemical Methods: Opportunities and Challenges. Nutrients. 5: 1970-1988.
3. Dehghan-Banadaky M, Corbett R and Oba M (2007) Effects of barley grain processing on productivity of cattle. Animal Feed Science and Technology. 137: 1-24.
4. Fox JT, Depenbusch BE, Drouillard JS and Nagaraja TG (2007) Dry-rolled or steam-flaked grain-based diets and fecal shedding of *Escherichia coli* O_{157} in feedlot cattle. Journal of Animal Science. 85: 1207-1212.
5. Ghorbani GR and Hadj-Hussaini A (2002) *In situ* degradability of Iranian barley grain cultivars. Small Ruminant Research. 44: 207-212.
6. Harder H, Khol-Parisini A and Zebeli Q (2015b) Treatments with organic acids and pullulanase differently affect resistant starch and fiber composition in flour of various barley genotypes (*Hordeum vulgare* L.). Starke. 67: 512-520.
7. Iqbal S, Zebeli Q, Mazzolari A, Bertoni G, Dunn SM, Yang WZ and Ametaj BN (2009) Feeding barley grain steeped in lactic acid modulates rumen fermentation patterns and increases milk fat content in dairy cows. Journal of Dairy Science. 92: 6023-6032.
8. Iqbal S, Terrill SJ, Zebeli Q, Mazzolari A, Dunn SM, Yang WZ and Ametaj BN (2012) Treating barley grain with lactic acid and heat prevented sub-acute ruminal acidosis and increased milk fat content in dairy cows. Journal of Animal Feed Science and Technology. 172: 141-149.
9. Kononoff PJ, Heinrichs AJ and Buckmaster DR

www.SID.ir

Archive of SID

(2003) Modification of the Penn State forage and total moxed ration particle separator and the effects of moisture content on its measurements. Journal of Dairy Science. 86: 1858-1863.

10. National Research Council. NRC (2001) Nutrient Requirements of Dairy Cattle. 7th rev. ed. Natl. Acad. Sci., Washington, DC.

11. Nocek JE (1997) Bovine acidosis: Implications on laminitis. Journal of Dairy Science. 80:1005–1028.

12. Offner A, Bach A and Sauvant D (2003) Quantitative review of *in situ* starch degradation in the rumen. Animal Feed Science and Technology. 106: 81-93.

13. Owens FN, Zinn RA and Kim YK (1986) Limits to starch digestion in the ruminant small intestine. Journal of Animal Science. 63: 1634-1648.

14. Reynolds CK, Cammel SB, Humphries DJ, Beever DE, Sutton JD and Newbold JR (2001) Effects of postrumen starch infusion on milk production and energy metabolism in dairy cows. Journal of Dairy Science. 84: 2250-2259.

15. SAS Institute (2004) User's Guide. Version 9.1: Statistics. SAS Institute, Cary, NC.

16. Van Keulen JV and Young BA (1977) Evaluation of acid insoluble ash as a natural marker in ruminant digestibility studies. Journal of Animal Science. 44: 282-287.

17. Van Soest PJ, Robertson JB and Lewis BA (1991) Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber and non-starch polysaccharides in relation to animal nutrition. Journal of Dairy Science. 74: 3583-3597.

18. Yang WZ, Beauchemin KA, Koenig K and Rode LM (1997) Effects of barley, hulless barley, and corn in concentrates on site and extent of digestion by lactating cows. Journal of Dairy Science. 80: 2885-2895.

19. Yang WZ, Beauchemin KA and Rode LM (2000) Effects of barley grain processing on extent of digestion and milk production of lactating cows. Journal of Dairy Science. 83: 554-568.

www.SID.ir