تولیدات دامی
دوره ۲۲ ■ شماره ۱ ■ بهار ۱۳۹۹
صفحه‌های ۳۵-۲۳

تأثیر افزودن خوراک گلوتن ذرت خشک بر روی ترکیب شیمیایی و گوارش‌پذیری ذرت علوفه‌ای سیلوشده به روش‌های آزمایشگاهی و دام زنده (برون‌تنی و درون‌تنی)

حسن فضائلی[1*]، فرشید میرزایی[2]، احمد افضل‌زاده[3]، محمد علی نوروزیان[4]، مهدی نادعلیان[5]، هادی حسینی[6]
۱. استاد، مؤسسه تحقیقات علوم دامی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران.
۲. دانش آموخته کارشناسی ارشد، گروه علوم دامی، پردیس ابوریحان، دانشگاه تهران، پاکدشت، ایران.
۳. استاد، گروه علوم دامی، پردیس ابوریحان، دانشگاه تهران، پاکدشت، ایران.
۴. دانشیار، گروه علوم دامی، پردیس ابوریحان، دانشگاه تهران، پاکدشت، ایران.
۵. پژوهش‌گر، بخش تحقیق و توسعه شرکت فراوری فروکتوز ناب، نظرآباد، ایران.
۶. دانش‌آموخته دکتری، گروه علوم دامی، دانشگاه زنجان، زنجان، ایران.
تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۹۸/۰۴/۰۴ تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۸/۰۹/۱۳

چکیده

این پژوهش به‌منظور بررسی تأثیر افزایش خوراک گلوتن ذرت (خشک) بر ارزش غذایی ذرت علوفه‌ای سیلوشده به روش‌های آزمایشگاهی و دام زنده انجام شد. بخش اول آزمایش در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تیمار و پنج تکرار انجام شد که در آن علوفه خردشده ذرت با نسبت‌های صفر، پنج و ۱۰ درصد خوراک گلوتن ذرت مخلوط و در بشکه‌های ۲۰۰ لیتری پلی‌اتیلنی سیلو شد. پس از سه ماه، سیلاژها مورد ارزشیابی قرار گرفت. مصرف اختیاری و گوارش‌پذیری سیلاژها به‌همراه خوراک پایه (یونجه+ کاه+ کنسانتره) با گوسفند نر بالغ نژاد شال (دو ساله) تعیین شد. استفاده از خوراک گلوتن ذرت سبب افزایش ماده‌خشک و پروتئین در علوفه سیلوشده گردید (P <۰/۰۵)، اما بر pH و درصد ماده آلی اثر نداشت و غلظت ماده خشک سیلاژ به حد مطلوب (۳۵ درصد) نرسید. با افزودن خوراک گلوتن ذرت غلظت فیبر نامحلول در شوینده خنثی در سیلاژ ذرت افزایش اما فیبر نامحلول در شوینده اسیدی کاهش یافت (P<۰/۰۵). افزودن خوراک گلوتن ذرت موجب افزایش مقدار مصرف ماده خشک شد (P<۰/۰۵). قابلیت هضم ماده خشک، ماده آلی و فیبر نامحلول در شوینده خنثی در سیلاژهای حاوی خوراک گلوتن ذرت بیش‌تر بود (P <۰/۰۵). هم‌چنین مقدار مصرف ماده خشک قابل‌هضم، ماده آلی قابل‌هضم و فیبر نامحلول در شوینده خنثی قابل‌هضم، در سیلاژ حاوی خوراک گلوتن ذرت بالاتر بود (P<۰/۰۵). به‌طور کلی، افزودن خوراک گلوتن ذرت به سیلاژ ذرت علوفه‌ای موجب بهبود کیفیت آن می‌شود و استفاده از این سیلاژ در جیره گوسفند، مصرف خوراک و گوارش پذیری را بهبود می‌بخشد.

کلیدواژه‌ها: سیلاژ، فیبر ذرت، گوارش‌پذیری، گوسفند، مصرف خوراک.

Effect of dry corn gluten feed on chemical composition and digestibility of corn silage by in vitro and in vivo methods

Hassan Fazaeli[1*], Farshed Mirzaei[2], Ahmad Afzalzadeh[3], Mohammad Ali Norouzian[4], Mehdi Nadalyan[5], Hadi Hosseini[6]
1. Professor, Animal Science Research Institute of Iran, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Karaj, Iran.
2. Former M.Sc. Student, Deartment of Animal and Poultry Science, College of Abouraihan, University of Tehran, Pakdasht, Iran.
3. Professor, Deartment of Animal and Poultry Science, College of Abouraihan, University of Tehran, Pakdasht, Iran.
4. Associate Professor, Deartment of Animal and Poultry Science, College of Abouraihan, University of Tehran, Pakdasht, Iran.
5. Researcher, Deartment of Researc and Development, Faravari Fructose Nab Company, Nazarabad, Iran.
6. Former Ph.D. Student, Deartment of Animal Science, University of Zanjan, Zanjan, Iran.
Received: June 25, 2019 Accepted: December 4, 2019

Abstract

This study was conducted to investigate the effect of dry corn gluten feed (DCGF) on nutritive value of corn silage by in vitro and in vivo methods. The firs stage of the experiment was conducted in a completely randomized design, included three treatments and 5 replicates, in which chopped corn forage was mixed with 0.0, 5 and 10 percent of DCGF and ensiled in 200L polyethylen barrels. After three months of ensiling, the silages were opened and evaluated. Voluntary intake and digestibility of the silages along with basal diet (Alfalfa hay+wheat straw+barley ground) were determined, using mature (two years old) male Shal sheep. Including of DCGF to corn silage increased (p<0.05) dry matter (DM) and crude protein (CP) in the silages respectively, but pH and organic matter values were not affected by the treatments. However, the DM content did not reach to optimum (35%) point. Concentration of neutral detergent fibre (NDF) was increased but acid detergent fibre (ADF) was decreased (p<0.05) as DCGF was increased in the corn silages. Addition of CGF increased dry matter intake of the silages (p<0.05). The digestibility of DM, OM and NDF were higher in silages containing DCGF (p<0.05). The intake of the digestible DM, OM and NDF were higher in DCGF content silages than those of basal diet and control silage (p<0.05). In general, adding DCGF to corn silage could improve silage quality as well as increasing voluntary intake (g/d) and digestibility when fed to sheep.

Keywords: Corn-fiber, digestibility, feed intake, sheep, silage.

* نویسنده مسئول Email: hfazaeli@gmail.com

مقدمه

با توسعه صنعت دامپروری در کشور، فناوری تولید سیلاژ علوفه نیز رایج شد، به‌طوری‌که علوفه سیلوشده از اجزای ضروری جیره غذایی در گاوداری‌ها محسوب می‌شود. علوفه سیلویی در ایران براساس زراعت ذرت گسترش یافته است، که عمدتاً پس از برداشت گندم و جو کشت می‌گردد. در چنین شرایطی، به‌دلیل پایین‌بودن ماده خشک و هم‌چنین پایین‌بودن بلال و درصد کم نشاسته، کیفیت و ارزش غذایی سیلاژ تولیدی پایین است [۱۲]. بالابودن رطوبت در علوفه سیلویی سبب خروج عصاره و هدررفتن بخشی از مواد مغذی می‌شود [۱٦]. علاوه براین، رطوبت زیاد در علوفه سیلویی سبب می‌شود باکتری‌های تجزیه‌کننده پروتئین فعال گردند و در نتیجه کمیت و کیفیت پروتئین سیلاژ کاهش می‌یابد. در چنین شرایطی نه تنها ضایعات علوفه سیلوشده افزایش می‌یابد بلکه خوش‌خوراکی آن نیز کاهش خواهد یافت [٦]. با استفاده از مواد افزودنی (مانند بعضی از پس‌ماندهای کشاورزی و صنایع غذایی) می‌توان تا حد زیادی کیفیت سیلاژ را بهبود بخشید.

پس‌ماند حاصل از پالایش دانه ذرت، جهت استخراج فروکتوز، خوراک گلوتن ذرت نامیده می‌شود که از آن می‌توان به‌عنوان ماده افزودنی، برای بالابردن ماده خشک، پروتیئن و انرژی سیلاژ علوفه ذرت، استفاده نمود. این پس‌ماند که تحت عنوان خوراک گلوتن ذرت نامیده می‌شود، حاوی سبوس ذرت، مواد باقی‌مانده در خیساب (حاصل از خیسانیدن ذرت) همراه با مقداری مواد نشاسته‌ای است که حاوی ۱۹ تا ۲۲ درصد پروتئین خام و میزان نشاسته آن نیز حدود ۱۸ درصد می‌باشد. میزان انرژی خالص نگهداری و انرژی خالص جهت افزایش وزن در این محصول فرعی، به‌ترتیب ۱/۸ و ۱/۱٤ مگاکالری در کیلوگرم ماده خشک گزارش شده است و از نظر فسفر، منیزیم و گوگرد نیز غنی است [۱۸]. ظرفیت جذب و نگهداری آب در خوراک گلوتن ذرت حدود ۲/۵ (یعنی هر کیلوگرم آن ۲/۵ کیلوگرم آب جذب می‌کند) گزارش شده است که مشابه با سبوس گندم است [۱۱].

در مطالعه‌ای که از خوراک گلوتن ذرت به‌میزان ۳۷ درصد کل ماده خشک جیره غذایی گاوهای شیرده استفاده شد، مصرف خوراک و مقدار تولید شیر روند افزایشی داشت، اما میزان چربی شیر با مصرف جیره حاوی خوراک گلوتن ذرت کاهش نشان داد [۱٤]. در پژوهش دیگری که از خوراک گلوتن ذرت (به‌صورت مرطوب) به نسبت‌های صفر، ۱۲/٤، ۲٤/۵ و ۳۵/۱ درصد ماده خشک جیره غذایی گاو شیرده استفاده شد، مشخص گردید که با افزایش سطح خوراک گلوتن ذرت در جیره مقدار ماده خشک مصرفی و تولید شیر به‌صورت غیرخطی افزایش یافت اما جیره حاوی ۲٤/۵ درصد خوراک گلوتن ذرت بالاترین عملکرد را داشت [۲۳]. گزارش شده است که افزودن خوراک گلوتن ذرت مرطوب به سیلاژ ذرت و مصرف آن در تغذیه گوسفند سبب بالارفتن مقدار مصرف خوراک و نیز افزایش گوارش‌پذیری ماده خشک، پروتئین و فیبر نامحلول در شوینده خنثی شد [۱۱].

با توجه به این‌که ذرت علوفه‌ای در مناطق زیادی از ایران معمولاً در تیرماه، به‌عنوان محصول دوم، کشت می‌شود. بنابراین زمان کافی برای بلوغ گیاه و تولید علوفه با کیفیت وجود ندارد، به‌طوری‌که اجباراً با ماده خشک پایین (حدود ۲۰ درصد یا کمی بیش‌تر) و درصد کم بلال و نشاسته برداشت و سیلو می‌شود که ارزش غذایی آن مطلوب نیست. درحالی‌که مقدار بهینه ماده خشک ذرت علوفه‌ای سیلوشده باید بین ۳۰ تا ۳۵ درصد باشد [۱٦]. بنابراین هنگامی‌که علوفه ذرت با ماده خشک پایین سیلو می‌شود، استفاده از مواد افزودنی مناسب برای جذب

رطوبت مازاد و جلوگیری از اتلاف پساب علوفه سیلوشده ضروری به‌نظر می‌رسد [۱۲].

به‌هر حال صنایع پالایش دانه ذرت، طی سال‌های اخیر در کشور ایجاد شده است که روزانه حجم قابل‌توجهی خوراک گلوتن ذرت تولید می‌کند. هم‌چنین میزان رطوبت ذرت علوفه‌ای رایج برای تولید سیلاژ بیش از حد مطلوب است که موجب کاهش کیفیت آن می‌شود. بنابراین انتظار می‌رود افزودن خوراک گلوتن به سیلاژ ذرت علوفه‌ای می‌تواند ماده خشک، پروتئین و انرژی‌زایی آن را بهبود بخشد، به‌طوری‌که خوش‌خوراکی و گوارش‌پذیری سیلاژ نیز افزایش یابد. در پژوهش حاضر اثر افزودن خوراک گلوتن ذرت بر ترکیب شیمیایی سیلاژ ذرت و نیز گوارش‌پذیری و مصرف اختیاری سیلاژ در تغذیه گوسفند موردمطالعه قرار گرفت.

مواد و روش‌ها

طی هفته اول آبان‌ماه سال ۱۳۹۶، علوفه ذرت از مزرعه مؤسسه تحقیقات علوم دامی (کرج) برداشت و به سه قسمت مساوی تقسیم گردید. قسمت اول بدون افزودنی و قسمت دوم و سوم به‌ترتیب پس از افزودن پنج و ۱۰ درصد وزنی، خوراک گلوتن ذرت (تهیه‌شده از کارخانه فروکتوز ناب البرز) در بشکه‌های ۲۰۰ لیتری پلی‌اتیلنی سیلو گردید. پس از گذشت سه ماه، سیلوها باز شدند و از آن‌ها نمونه‌برداری به‌عمل آمد. بخشی از هر نمونه جهت تعیین pH و نیتروژن آمونیاکی مورداستفاده قرار گرفت و بخش دیگر نیز با استفاده از دستگاه خشک‌کن (دمای ۵۵ درجه سانتی‌گراد) خشک گردید و سپس آسیاب شد و مورد تجزیه آزمایشگاهی قرار گرفت [۶ و ۲۴]. جهت اندازه‌گیری pH ، مقدار ۹۰ گرم از نمونه تازه در مخلوط‌کن ریخته شد و ۱۰۰ میلی‌لیتر آب مقطر به آن اضافه شد و به‌مدت ۱۰ دقیقه، با استفاده از هم‌زن، به‌هم زده شد. محلول حاصل از آن در بشر ۱۰۰ میلی‌لیتری صاف شد و pH محلول اندازه‌گیری شد. نیتروژن آمونیاکی در نمونه‌های سیلاژها، براساس روش فنل هیپوکلرایت اندازه‌گیری شد [۱۷].

خاکستر خام و پروتئین خام در نمونه‌ها با روش رایج آزمایشگاهی اندازه‌گیری شد [۶]. برای تعیین نسبت پروتئین حقیقی، نیتروژن غیر پروتئینی از روش تنگستیک اسید استفاده شد. نیتروژن غیر پروتئینی از نیتروژن کل کسر و باقی‌مانده آن در ضریب (۶/۲۵) ضرب شد که حاصل آن پروتئین حقیقی بود [۱۵]. فیبر نامحلول در شوینده خنثی نیز بدون استفاده از آنزیم آمیلاز اندازه‌گیری شد [۲۴]. برای اندازه‌گیری ظرفیت بافری، ۱۰ گرم نمونه تازه داخل بشر ریخته شد و ۹۰ میلی‌لیتر آب مقطر به آن اضافه گردید و پس از ۱۰ دقیقه هم‌زدن با استفاده از کاغذ صافی واتمن صاف شد. مقدار ۲۰ میلی‌لیتر از عصاره تهیه‌شده داخل بشر ریخته شد و با همزن الکتریکی کاملاً مخلوط شد. سپس با استفاده از اسید کلریدریک ۰/۱ نرمال pH محلول به سه و با استفاده از سود ۰/۱ نرمال به چهار رسانده شد (میزان سود مصرفی مرحله اول: A=1). در مرحله بعد نیز سود ۰/۱ نرمال اضافه گردید تا این که pH محلول به شش رسید (میزان سود مصرفی مرحله دوم: B=2). با استفاده از اعداد مربوط به مقادیر سود مصرفی در مرحله اول و دوم میزان ظرفیت بافری (میلی‌اکی‌والان در گرم ماده خشک نمونه) از طریق رابطه (۱) محاسبه گردید [۸].

(رابطه ۱) ظرفیت بافری (میلی‌اکی‌والان در گرم ماده خشک) = $\frac{B-A}{\text{درصد ماده خشک سیلاژ}} \times ۱۰۰$

در بخش بعدی پژوهش، قابلیت هضم و مصرف اختیاری جیره‌های آزمایشی بر روی شش راس گوسفند نژاد شال، دو ساله و با میانگین وزن ۸۵ کیلوگرم و در چهار دوره آزمایشی متوالی اندازه‌گیری شد. جیره‌های مورداستفاده عبارت بودند از:

۱- جیره پایه [۲۰] شامل مخلوط کاه و یونجه به نسبت مساوی به میزان ۸۰ درصد + کنسانتره به میزان ۲۰ درصد)

۲- جیره پایه + علوفه ذرت سیلوشده

۳- جیره پایه + علوفه ذرت سیلوشده با پنج درصد خوراک گلوتن ذرت

٤- جیره پایه + علوفه ذرت سیلوشده با ۱۰ درصد خوراک گلوتن ذرت.

دام‌ها در قفس‌های متابولیکی انفرادی نگهداری شدند و خوراک‌دهی در دو نوبت، هشت صبح و چهار بعدازظهر، انجام شد. برای همه سیلاژها، مقدار خوراک پایه تا حد تأمین ۵۰ درصد نیاز حیوان مصرف شد، اما علوفه سیلوشده تا حد اشتها (جهت تعیین مصرف اختیاری) در آخور هر حیوان ریخته شد. خوراک پایه با سیلاژ، در هر وعده، با هم مخلوط گردید و در اختیار دام‌ها قرار داده شد. طول هر دوره آزمایش ۲۰ روز بود که ١٤ روز آن دوره عادت‌پذیری و شش روز، دوره جمع‌آوری مدفوع و نمونه‌گیری بود. در این مرحله میزان مصرف خوراک هر گوسفند اندازه‌گیری شد. هم‌چنین از خوراک روزانه و باقی‌مانده خوراک هر حیوان نمونه‌گیری شد. نمونه‌ها، جهت تعیین ماده خشک در دمای ٦۰ درجه سانتی‌گراد آون به‌مدت ٤٨ ساعت خشک شدند. سپس ماده خشک مصرفی هر گوسفند محاسبه گردید. نمونه‌های مدفوع نیز به‌مدت ۷۲ ساعت در دمای ٦۰ درجه سانتی‌گراد آون خشک گردید. نمونه‌های خشک‌شده آسیاب شدند و میزان خاکستر و الیاف نامحلول در شوینده خنثی در نمونه‌ها اندازه‌گیری شد. با استفاده از اطلاعات به‌دست‌آمده قابلیت هضم ماده خشک، ماده آلی و الیاف نامحلول در شوینده خنثی در جیره‌های آزمایشی تعیین شد. قابلیت هضم سیلاژ براساس رابطه (۲) تعیین شد.

$$\text{قابلیت هضم سیلاژ (درصد)} = \frac{A-(B\times b)}{d} \quad \text{(رابطه ۲)}$$

که در این رابطه، A، قابلیت هضم کل جیره؛ B، قابلیت هضم خوراک پایه؛ b، نسبت خوراک پایه در جیره و d، نسبت سیلاژ در جیره است.

انرژی قابل متابولیسم با استفاده از رابطه (۳) محاسبه شد.

$$ME(cal/g) = (OMd \times 0.16)/4.189 \quad \text{(رابطه ۳)}$$

که در آن، ME، انرژی قابل متابولیسم بر حسب مگاکالری در کیلوگرم و OMd، قابلیت هضم ماده آلی برحسب درصد می‌باشد.

داده‌های مربوط به سیلاژهای آزمایشی در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تیمار و پنج تکرار برای مدل (٤) با نرم‌افزار SAS (نسخه ۹/۱) و رویه GLM تجزیه و میانگین‌ها به‌کمک آزمون دانکن مقایسه شدند.

$$Y_{ijk} = \mu + T_i + E_{ijk} \quad \text{(رابطه ٤)}$$

که در آن، Y_{ijk}، مقدار هر مشاهده؛ μ، میانگین کل؛ Ti ، اثر تیمار و E_{ijk}، خطای آزمایش است.

داده‌های حاصل از آزمایش روی حیوان طی دو مرحله براساس مدل ۵ تجزیه شد:

الف) طرح کاملاً تصادفی با چهار تیمار (جیره پایه و نیز سه جیره حاوی سیلاژ ذرت) و شش تکرار (گوسفند).

ب) طرح کاملاً تصادفی با سه تیمار (سه جیره حاوی سیلاژ ذرت) و شش تکرار (گوسفند).

$$Y_{ijk} = \mu + T_i + A_k + E_{ijk} \quad \text{(رابطه ۵)}$$

که در آن، Y_{ijk}، مقدار هر مشاهده؛ μ، میانگین کل؛ Ti، اثر تیمار؛ A_k، اثر حیوان و E_{ijk}، خطای آزمایش است.

نتایج و بحث

میزان ماده خشک در سیلاژهای آزمایشی با افزودن خوراک گلوتن ذرت افزایش یافت (P≤۰/۰۵؛ جدول ۱). گزارش شده است که افزودن خوراک گلوتن ذرت به سیلاژ سبب افزایش ماده خشک، پروتئین خام و کاهش بخش‌های فیبری در سیلاژ ذرت می‌شود [۱۲]. در پژوهشی که نسبت‌های پنج و ۱۰ درصد آرد جو به سیلاژ

ذرت (با ۲۰ درصد ماده خشک) اضافه شد غلظت ماده خشک افزایش نشان داد [۲۱]. نسبت ماده خشک در سیلاژ ذرت اغلب تحت تأثیر مدیریت زراعی و رقم ذرت از ۲۰ تا ۳۵ درصد متغیر است [۱۳]. ذرت علوفه‌ای، در اغلب مناطق ایران، به‌صورت کشت دوم، در نیمه دوم تیرماه کشت می‌شود و در آبان برداشت می‌شود که در این شرایط رطوبت علوفه استحصالی بیش از حد (۷۷ تا ۸۱ درصد) می‌باشد [۲].

در مطالعه حاضر، استفاده از خوراک گلوتن ذرت سبب افزایش غلظت پروتئین خام در سیلاژ شد ($P\leq ۰/۰۵$)، به‌طوری‌که با افزایش نسبت ماده افزودنی فوق از پنج به ۱۰ درصد غلظت پروتئین خام نیز افزایش نشان داد (جدول ۱). هم‌چنین این افزایش به‌دلیل بیش‌تربودن پروتئین خام در خوراک گلوتن ذرت (۲۱/۹ درصد بر حسب ماده خشک) می‌باشد. در آزمایش حاضر، میزان پروتئین خام در علوفه ذرت سیلوشده بدون ماده افزودنی ۸/۲۲ درصد در ماده خشک بود، که در دامنه گزارش‌شده توسط دیگر پژوهش‌گران (۶/۷ تا ۹ درصد) می‌باشد [٤ و ۱۲]. با افزایش خوراک گلوتن ذرت، میزان فیبر نامحلول در شوینده خنثی افزایش یافت ($P\leq ۰/۰۵$)، به‌طوری‌که بیش‌ترین مقدار مربوط به سیلاژ حاوی ۱۰ درصد خوراک گلوتن ذرت بود و کم‌ترین آن مربوط به سیلاژ شاهد بود که دلیل آن بالابودن فیبر نامحلول در شوینده خنثی در خوراک گلوتن ذرت می‌باشد، اما در مورد فیبر نامحلول در شوینده اسیدی، روند برعکس بود (جدول ۱). به‌نحوی‌که با افزودن خوراک گلوتن ذرت غلظت فیبر نامحلول در شوینده اسیدی کاهش نشان داد ($P\leq ۰/۰۵$). این پدیده حاکی از آن است که در مقایسه با علوفه ذرت، نسبت لیگنوسلولز در دیواره سلولی خوراک گلوتن ذرت پایین‌تر و نسبت همی‌سلولز آن بالاتر است.

جدول ۱. ترکیب شیمیایی سیلاژهای آزمایشی

متغیرها	تیمارها (سیلاژها)			SEM	سطح احتمال
	(شاهد) بدون خوراک گلوتن ذرت	۵ درصد خوراک گلوتن ذرت	۱۰ درصد خوراک گلوتن ذرت		
ماده خشک (درصد)	۱۹/۱۶^{c}	۲۳/۵۹^{b}	۲٤/٦۱^{a}	۰/٦۷	۰/۰٤
ماده آلی (درصد)	۹٤/۰٤	۹٤/۰٦	۹٤/۱٦	۰/٦۹	۰/۱۳
خاکستر (درصد)	۵/۹٦	۵/۹٤	۵/۸٤	۰/٤۳	۰/۱۳
پروتئین خام (درصد)	۸/۲۲^{b}	۱۱/٤۷^{a}	۱۳/۰۱^{a}	۰/۲۲	۰/۰۲۵
پروتئین حقیقی (درصد در ماده خشک)	٤/۳۵^{b}	۵/۰۲^{a}	۵/٤۷^{a}	۰/۱۳	۰/۰۱۰
پروتئین حقیقی (درصد از کل پروتئین)	۵۲/۸۵^{a}	٤۳/۸٦^{b}	٤۲/۱٤^{b}	۰/۹۱	۰/۰۳۲
نیتروژن آمونیاکی (درصد از نیتروژن کل)	٦/۷۵	۷/۸٤	۷/۷۵	۰/٤۸	۰/۰٦٤
فیبر نامحلول در شوینده خنثی (درصد)	۵۵/۰۰^{b}	۵۸/۷۵^{a}	۵۹/۵٦^{a}	۰/۷۵	۰/۰٤۱
فیبر نامحلول در شوینده اسیدی (درصد)	۲٦/۸۰^{a}	۲۳/۹۰^{b}	۲۳/۷۵^{b}	۰/۹۱	۰/۰۳۰
pH	۳/۸۸	۳/۷۵	۳/۹۹	۰/۱۹	۰/۰۸
ظرفیت بافری (میلی‌اکی‌والان در گرم)	۱/۹۱^{b}	۲/۲۱^{ab}	۳/۷٦^{a}	۰/۱۷	۰/۰۳۵

a-b: تفاوت ارقام در هر ردیف با حروف نامشابه معنی‌دار است ($P\leq ۰/۰۵$).

SEM: خطای استاندارد از میانگین.

میزان فیبر نامحلول در شوینده خنثی در خوراک گلوتن ذرت ۳۱ تا ۴۳ درصد گزارش شد درحالی‌که فیبر نامحلول در شوینده اسیدی آن بین نه تا ۱۵ درصد در ماده خشک گزارش شد [۱۹]. بااین‌حال، در آزمایش حاضر، مقدار فیبر نامحلول در شوینده خنثی در سیلاژ شاهد و سیلاژهای حاوی پنج و ۱۰ درصد خوراک گلوتن ذرت به مراتب بالاتر (به‌ترتیب ۵۵، ۵۸/۷۵ و ۵۹/۵۶ درصد) بود که ممکن است به‌دلیل عدم استفاده از آمیلاز در اندازه‌گیری فیبر نامحلول در شوینده خنثی باشد.

غلظت نیتروژن آمونیاکی در سیلاژها تفاوت معنی‌داری را نشان نداد هرچند از نظر عددی، در سیلاژهای حاوی ماده افزودنی بیش‌تر بود (جدول ۱). غلظت بالای آمونیاک به‌دلیل تجزیه بیش از حد پروتئین در علوفه سیلوشده می‌باشد و در مواردی اتفاق می‌افتد که روند کاهش pH (به‌دلیل ظرفیت بافری بالا، کم‌بودن کربوهیدرات قابل تخمیر، رطوبت زیاد و فشردگی نامناسب هنگام سیلوکردن) بسیار کند باشد. بالابودن رطوبت و عدم کاهش مطلوب pH سبب فعال‌شدن باکتری‌های تجزیه‌کننده پروتئین (مانند باکتری‌های کلستریدیایی) می‌شود که به بالارفتن آمونیاک منجر می گردد [۱۶].

در مطالعه حاضر، تفاوتی در مقدار pH در سیلاژها مشاهده نشد که با روند تغییرات غلظت نیتروژن آمونیاکی (جدول ۱) هم‌خوانی داشت. در سیلاژهای با کیفیت مطلوب، نسبت نیتروژن آمونیاکی از کل نیتروژن در سیلاژ کم‌تر از ۱۰ درصد اعلام شده است [۱۶]. بااین‌حال، افزایش عددی مقدار نیتروژن آمونیاکی در سیلاژهای حاوی خوراک گلوتن ذرت، می‌تواند به‌دلیل بالابودن میزان قابلیت حل پروتئین این ماده خوراکی باشد. نسبت نیتروژن قابل حل (در آب) خوراک گلوتن ذرت ۴۳ تا ۵۰ درصد از کل نیتروژن گزارش شده است [۱۰].

مقدار pH در سیلاژ علوفه بیش‌تر تحت تأثیر غلظت مواد قندی و کربوهیدرات‌های محلول و نیز ظرفیت بافری قرار می‌گیرد. در مطالعه حاضر، بالابودن غلظت کربوهیدرات محلول (۱۸/۹۴ درصد در ماده خشک) در علوفه ذرت نشان می‌دهد که مقدار pH عمدتاً تحت تأثیر ترکیبات مزبور قرار گرفت. برای این‌که افزودن خوراک گلوتن ذرت اثر معنی‌داری بر pH نداشت (جدول ۱). بااین‌حال، ممکن است در سرعت کاهش pH اثر داشته باشد و سبب طولانی‌ترشدن مدت زمان کاهش pH در سیلاژ شده باشد (در این پژوهش سرعت کاهش pH اندازه‌گیری نشد). هرچند، ظرفیت بافری به‌طور معنی‌داری افزایش یافت ($P\leq ۰/۰۵$). بالابودن ظرفیت بافری خوراک گلوتن ذرت ناشی از پروتئین نسبتاً بالا در این ماده خوراکی است، به‌ویژه که بخش عمده‌ای از آن نیتروژن غیر پروتئینی می‌باشد. علاوه بر این، میزان پتاسیم در خوراک گلوتن ذرت نسبتاً بالا است یعنی حدود ۱/۴۵درصد در ماده خشک (در مقابل حدود ۰/۷ درصد در ماده خشک سیلاژ ذرت) است [۳]، که می‌تواند سبب افزایش ظرفیت بافری شود. محدوده pH در علوفه سیلوشده (در پایان فرایند تخمیر) بستگی به نوع علوفه، مقدار و نوع کربوهیدرات‌های محلول و نیز غلظت ماده خشک ممکن است از ۳/۶ تا ۶/۳ متغیر باشد [۹ و ۱۶]. به‌هر صورت، میزان pH مطلوب در علوفه سیلوشده با رطوبت مناسب (۶۵ درصد) بین ۳/۸ تا ۴/۲ است [۱۶]، که مقادیر به‌دست‌آمده در آزمایش حاضر نیز (۳/۷۵ تا ۳/۹۹)، با توجه به رطوبت بالاتر، در وضعیت مطلوبی قرار داشت، هرچند که در این پژوهش سرعت کاهش pH تا رسیدن به ارقام مزبور اندازه‌گیری نشد.

ظرفیت بافری سیلاژها با افزایش سطح خوراک گلوتن ذرت افزایش یافت (جدول ۱)، به‌نحوی‌که تفاوت بین سیلاژ شاهد و سیلاژ حاوی ۱۰ درصد خوراک گلوتن

ذرت معنی‌دار بود (P≤۰/۰۵). ظرفیت بافری علوفه، یعنی عوامل ایجادکننده مقاومت در مقابل کاهش pH، از ویژگی‌های مهم سیلویی علوفه محسوب می‌شود که هرچه بیش‌تر باشد فرایند تخمیر سیلاژ را با محدودیت مواجه می‌سازد. حدود ۱۰ تا ۲۰ درصد اثر بافری گیاه مرتبط با میزان پروتئین آن است [۵]. بنابراین بالاتربودن مقدار عددی pH در سیلاژ حاوی ۱۰ درصد خوراک گلوتن ذرت، دور از انتظار نبوده است چرا که خوراک گلوتن ذرت دارای پروتئین بیش‌تری نسبت به علوفه ذرت (۱۸/۱۰ در مقابل ۸/۱۷ درصد) بود. هم‌چنین مقدار پتاسیم در خوراک گلوتن ذرت (با میانگین ۱/٤٥ درصد در ماده خشک) قابل‌توجه می‌باشد. بنابراین ظرفیت بافری گلوتن ذرت در مقایسه با ذرت علوفه‌ای سیلوشده بالاتر است، که متعاقب آن می‌تواند به pH بالاتری در علوفه سیلوشده منجر شود و یا این‌که زمان رسیدن به pH مطلوب را افزایش دهد. بااین‌حال، میزان کربوهیدرات قابل‌تخمیر در سیلاژهای مورد آزمایش، به حدی بوده است که بتواند مقدار pH را در حد مناسبی کاهش داده و تثبیت نماید، هرچند که این فرایند در سیلاژهای حاوی خوراک گلوتن ذرت، در مقایسه با سیلاژ شاهد، طی مدت زمان بیش‌تری اتفاق افتاده باشد.

اطلاعات مربوط به قابلیت هضم و انرژی قابل متابولیسم در جدول (۲) ارائه شده است. قابلیت هضم ماده خشک در جیره پایه+ سیلاژ حاوی ۱۰ درصد خوراک گلوتن ذرت در مقایسه با جیره پایه+ سیلاژ بدون خوراک گلوتن افزایش معنی‌داری را نشان داد (P≤۰/۰۵)، اما بین جیره‌های حاوی سیلاژ پنج و ۱۰ درصد گلوتن ذرت تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد. قابلیت هضم ماده آلی نیز تحت تأثیر جیره‌های آزمایشی قرار گرفت (P≤۰/۰۵)، به‌طوری‌که با افزودن خوراک گلوتن ذرت در سیلاژ، قابلیت هضم ماده آلی جیره، افزایش یافت. با افزودن سیلاژ ذرت به جیره پایه، قابلیت هضم ماده آلی تمایل به افزایش نشان داد اما افزودن سیلاژ ذرت حاوی خوراک گلوتن ذرت سبب افزایش معنی‌دار قابلیت هضم ماده آلی شد. بین دو جیره حاوی سیلاژ با خوراک گلوتن ذرت پنج و ۱۰ درصد تفاوت آماری وجود نداشت. قابلیت هضم فیبر نامحلول در شوینده خنثی نیز در جیره‌های حاوی خوراک گلوتن ذرت افزایش نشان داد (P≤۰/۰۵). طی مطالعه‌ای که از خوراک گلوتن ذرت به نسبت ۱۵ و ۳۰ درصد در سیلاژ ذرت استفاده شد، گوارش‌پذیری ماده خشک و مجموع مواد مغذی به‌طور خطی افزایش نشان داد [۷].

قابلیت هضم تحت تأثیر ترکیب مواد مغذی، به‌ویژه نسبت بخش فیبری، وضعیت فیزیکی خوراک و مقدار مصرف خوراک قرار می‌گیرد [۱]. در این پژوهش میزان ماده آلی، پروتئین خام و فیبر نامحلول در شوینده خنثی در خوراک پایه و در جیره پایه همراه با سیلاژ ذرت (بدون خوراک گلوتن ذرت) به هم نزدیک بود. چنین روندی برای قابلیت هضم ماده آلی، فیبر نامحلول در شوینده خنثی و انرژی قابل متابولیسم در خوراک پایه و در جیره پایه همراه با سیلاژ ذرت (بدون خوراک گلوتن ذرت) نیز مشاهده شد. گوارش‌پذیری مواد مغذی جیره پایه به‌همراه سیلاژ ذرت و جیره پایه اختلاف معنی‌داری نداشتند.

بااین‌حال، با افزایش خوراک گلوتن ذرت به سیلاژ ذرت علوفه‌ای، قابلیت هضم ماده آلی و فیبر نامحلول در شوینده خنثی بهبود یافت برای این‌که غلظت فیبر نامحلول در شوینده اسیدی در خوراک گلوتن ذرت در مقایسه با ذرت علوفه‌ای تا حد زیادی کم‌تر است (۱۲/٦۷ در مقابل ۲٤ درصد) و این موجب می‌شود گوارش‌پذیری فیبر نامحلول در شوینده خنثی نسبتاً بالا باشد.

جدول ۲. مقایسه قابلیت هضم و انرژی قابل متابولیسم جیره‌های آزمایشی و سیلاژهای مورد آزمایش

متغیر	جیره‌های مورد آزمایش				SEM	سطح احتمال
	پایه بدون سیلاژ	(شاهد) بدون خوراک گلوتن ذرت	۵ درصد خوراک گلوتن ذرت	۱۰ درصد خوراک گلوتن ذرت		
قابلیت هضم ماده خشک (درصد)	۵۸/۲۲^{ab}	۵۷/۱۷^{b}	۶۰/۵۷^{ab}	۶۱/۹۵^{a}	۱/۲۶	۰/۰۶۴
قابلیت هضم ماده آلی (درصد)	۶۱/۸۷^{c}	۶۳/۴۸^{bc}	۶۶/۲۳^{ab}	۶۷/۴۷^{a}	۱/۱۰	۰/۰۰۷
قابلیت هضم NDF (درصد)	۴۷/۸۵^{b}	۴۹/۵۹^{b}	۵۶/۳۹^{a}	۵۸/۱۰^{a}	۱/۷۴	۰/۰۰۲
انرژی قابل متابولیسم (مگاکالری در کیلوگرم)	۲/۳۶۶^{c}	۲/۴۲۷^{bc}	۲/۵۳۳^{ab}	۲/۵۸۰^{a}	۰/۰۳۲	۰/۰۰۷
مقایسه قابلیت هضم (درصد) جیره‌های حاوی سیلاژ						
قابلیت هضم ماده خشک (درصد)	–	۵۷/۱۷^{b}	۶۰/۵۷^{ab}	۶۱/۹۵^{a}	۱/۴۰	۰/۰۴۳
قابلیت هضم ماده آلی (درصد)	–	۶۳/۴۸^{bc}	۶۶/۲۳^{ab}	۶۷/۴۷^{a}	۱/۱۸	۰/۰۴۹
قابلیت هضم NDF (درصد)	–	۴۹/۵۹^{b}	۵۶/۳۹^{a}	۵۸/۱۰^{a}	۱/۹۵	۰/۰۲۷
انرژی قابل متابولیسم (مگاکالری در کیلوگرم)		۲/۴۲۷^{b}	۲/۵۳۳^{ab}	۲/۵۸۰^{a}	۰/۰۴۲	۰/۰۹۴
قابلیت هضم سیلاژ (درصد) محاسبه‌شده با روش تفاوت (رابطه ۲)						
قابلیت هضم ماده خشک (درصد)	–	۵۶/۱۵^{b}	۶۲/۵۰^{ab}	۶۴/۷۷^{a}	۲/۸۹	۰/۰۹۸
قابلیت هضم ماده آلی (درصد)	–	۶۵/۱۶^{b}	۶۹/۹۴^{ab}	۷۲/۱۰^{a}	۲/۳۸	۰/۱۲۰
قابلیت هضم NDF (درصد)	–	۶۰/۲۲	۶۱/۷۲	۶۲/۹۸	۱/۴۲	۰/۳۴۸
انرژی قابل متابولیسم (مگاکالری در کیلوگرم)		۲/۴۹۰^{b}	۲/۶۷۲^{ab}	۲/۷۵۵^{a}	۰/۰۹۳	۰/۱۲۰

a-b: تفاوت ارقام در هر ردیف با حروف نامشابه معنی‌دار است (P≤۰/۰۵).

SEM: خطای استاندارد از میانگین؛ NDF: الیاف نامحلول در شوینده خنثی.

هم‌چنین نتایج مطالعات نشان می‌دهد قابلیت هضم فیبر نامحلول در شوینده خنثی علوفه ذرت از سایر مواد خشبی مانند یونجه بالاتر است [۱]. در آزمایش حاضر نیز قابلیت هضم فیبر نامحلول در شوینده خنثی در سیلاژ شاهد و سیلاژهای حاوی خوراک گلوتن ذرت (محاسبه‌شده به‌روش تفاوت) به هم نزدیک بود ولی در جیره‌ای که خوراک پایه، همراه با سیلاژ ذرت بدون خوراک گلوتن ذرت مصرف شد، قابلیت هضم فیبر نامحلول در شوینده خنثی پایین‌تر بود (P≤۰/۰۵). این بدان معنی است که افزودن خوراک گلوتن ذرت به سیلاژ سبب کاهش غلظت فیبر نامحلول در شوینده اسیدی شده است (جدول ۱) و این کاهش بر قابلیت هضم فیبر نامحلول در شوینده خنثی در جیره‌های حاوی سیلاژ ذرت (با پنج و ۱۰ درصد خوراک گلوتن ذرت) اثر مثبت داشته است.

قابلیت هضم ماده آلی تحت تأثیر بخش‌های فیبری خوراک قرار می‌گیرد و فیبر نامحلول در شوینده خنثی و فیبر نامحلول در شوینده اسیدی اثر محدودکننده بر قابلیت هضم دارند، اما این محدودیت به نوبه خود تحت تأثیر ماهیت بخش‌های فیبری و به‌ویژه نسبت فیبر نامحلول در شوینده اسیدی قرار می‌گیرد [۱]. چنین گزارش شده است که جایگزینی سیلاژ ذرت با خوراک گلوتن ذرت به میزان ۱۰ تا ۲۵ درصد ماده خشک در جیره غذایی گاو شیرده سبب بهبود تجزیه‌پذیری، بهبود قابلیت هضم ماده

آلی و فیبر نامحلول در شوینده خنثی در جیره شد [۷]. جایگزینی خوراک گلوتن ذرت خشک در جیره غذایی (بر پایه سیلاژ ذرت) گاوهای گوشتی نیز حاکی از بهبود گوارش‌پذیری فیبر نا محلول در شوینده خنثی و عملکرد پرواری مشابه با سیلاژ ذرت بود [۲٤].

میزان انرژی قابل‌متابولیسم در جیره‌های آزمایشی تفاوت معنی داری را نشان داد (P≤۰/۰۵)، به‌نحوی‌که با افزودن سیلاژ ذرت به خوراک پایه تمایل به افزایش داشت و در جیره‌های حاوی خوراک پایه و سیلاژ حاوی خوراک گلوتن ذرت افزایش معنی‌داری داشت، هرچند که بین جیره‌های دارای سیلاژ پنج و ۱۰ درصد خوراک گلوتن ذرت تفاوت معنی‌داری وجود نداشت (جدول ۲). با مصرف سیلاژهای حاوی خوراک گلوتن ذرت مقدار انرژی قابل‌متابولیسم نیز افزایش یافت. با توجه به این‌که انرژی قابل متابولیسم براساس رابطه (۳) محاسبه شد، که در آن قابلیت هضم ماده آلی تعیین‌کننده است، بالابودن قابلیت هضم ماده آلی در سیلاژهای حاوی ماده افزودنی منتج به انرژی قابل‌متابولیسم بالاتری شد.

بین مصرف ماده خشک، ماده آلی و فیبر نامحلول در شوینده خنثی در جیره‌های آزمایشی، برحسب گرم در روز و یا گرم در کیلوگرم وزن متابولیکی تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد (جدول ۳). هم‌چنین میزان کل مصرف ماده خشک روزانه بین ۱۰۲۰ تا ۱۱۹٦ گرم و میزان مصرف ماده خشک به‌ازای هر کیلوگرم وزن متابولیکی ۳٦/۵ تا ٤۱ گرم متغیر بود. مقدار مصرف اختیاری سیلاژ ذرت علوفه‌ای توسط گوسفند ٤۹ گرم به‌ازای کیلوگرم وزن متابولیکی در روز گزارش شد [۲۲]، که بالاتر از خوراک مصرفی گوسفندان آزمایش حاضر بود. مصرف بیش‌تر سیلاژ ذرت علوفه‌ای توسط این دام‌ها می‌تواند ناشی از پروتئین مورد نیاز بالاتر آن‌ها باشد [۱۳]. برای این‌که مقدار پروتئین خام سیلاژ ذرت علوفه‌ای مصرف‌شده در مقایسه با سیلاژ آزمایش حاضر کم‌تر بود (٦ در مقابل ۸/۱۸ درصد).

مصرف خوراک تحت تأثیر نیاز غذایی حیوان و نیز ارزش غذایی، ترکیب مواد مغذی خوراک و وضعیت فیزیکی جیره غذایی قرار می‌گیرد [۱۱]. جیره پایه مورداستفاده در این آزمایش شامل یونجه (٤۰ درصد)، کاه گندم (٤۰ درصد)، بلغور جو (۱۹/۷ درصد) و مکمل معدنی- ویتامینی (۰/۳ درصد از شرکت رشد دانه البرز) بود. هم‌چنین میزان پروتئین خام جیره پایه ۹/۲ درصد، انرژی قابل‌متابولیسم حدود دو مگاکالری در کیلوگرم، کلسیم و فسفر نیز به‌ترتیب ۰/٤ و ۰/۲ درصد در ماده خشک بود، که براساس جداول استاندارد احتیاجات نگهداری گوسفندان تنظیم شد [۲۰]. بنابراین مصرف خوراک از جیره پایه متناسب با نیاز دام‌ها بوده است، به‌نحوی‌که طی مصرف جیره پایه از ابتدا تا انتهای دوره وزن دام‌ها تغییر نکرد. هم‌چنین مقدار پروتئین خام جیره‌ای آزمایشی (به‌استثنای جیره‌های حاوی سیلاژ با پنج و ۱۰ درصد خوراک گلوتن ذرت) تفاوت معنی‌داری نداشتند.

در مطالعه حاضر، حداقل پروتئین مورد نیاز دام‌ها از طریق جیره غذایی تأمین شد. با توجه به این‌که مصرف خوراک تحت تأثیر جیره غذایی قرار نگرفت بنابراین، مشابه‌بودن میزان مصرف خوراک در جیره‌های آزمایشی دور از انتظار نبود. صرف‌نظر از جیره پایه، بین مقدار ماده خشک مصرفی جیره‌های حاوی سیلاژ تفاوت معنی‌داری وجود داشت (P۰/۰۵ ≤)، به‌طوری‌که مقدار مصرف ماده خشک سیلاژهای حاوی خوراک گلوتن ذرت، در مقایسه با سایر جیره‌ها، بیش‌تر بود (جدول ۳). این پدیده نشان می‌دهد که افزودن خوراک گلوتن ذرت، به‌ویژه به نسبت ۱۰ درصد، سبب بهبود مقدار مصرف سیلاژ ذرت می‌شود.

جدول ۳. مقایسه جیره‌های آزمایشی از نظر مصرف مواد مغذی

متغیر	جیره‌های مورد آزمایش				SEM	سطح احتمال
	پایه بدون سیلاژ	(شاهد) بدون خوراک گلوتن ذرت	۵ درصد خوراک گلوتن ذرت	۱۰ درصد خوراک گلوتن ذرت		
وزن بدن دام‌ها (کیلوگرم)	۸۵/٦	۸٤/۹	۸٤/۳	۸٤/۵	۱/۵۵	۰/۹۳۱
وزن متابولیکی (کیلوگرم)	۲۸/۱۲	۲۷/۹۷	۲۷/۷۹	۲۷/۸٦	۰/۳۸	۰/۹۳۳
ماده خشک مصرفی						
گرم در روز	۱۱۹٦	۱۰۲۰	۱۱٤۱	۱۱۱۰	٦۵	۰/۳۰۸
گرم در کیلوگرم وزن متابولیکی	٤۰/٦	۳٦/۵	٤۱	۳۹/۸	۱/۸۳	۰/۳۱٦
ماده آلی مصرفی						
گرم در روز	۱۱۱۰	۹۵۲	۱۰٦۷	۱۰۳۸	٦۰/۳۹	۰/۳۳۷
گرم در کیلوگرم وزن متابولیکی	۳۷/۱	۳٤/۰	۳۸/۳	۳۷/۲	۱/٦۲	۰/۳٤۷
NDF مصرفی						
گرم در روز	۵۷۷/۷	۵۵۱/۷	٦۳۵/۳	٦۲٤/۵	۵٤	۰/۳۳۳
گرم در کیلوگرم وزن متابولیکی	۲۰/۵۸	۱۹/۷۳	۲۲/۸٤	۲۲/۳۸	۱/۸	۰/۲۷۹
مقایسه مصرف مواد مغذی جیره‌های حاوی سیلاژ بدون درنظرگرفتن جیره پایه						
ماده خشک مصرفی						
گرم در روز	–	۱۰۲۰^{b}	۱۱٤۱^{a}	۱۱۱۰^{a}	٤۸	۰/۰۵۰
گرم در کیلوگرم وزن متابولیکی	–	۳٦/۵^{b}	٤۱/۰^{a}	۳۹/۸^{a}	۱/۱۲	۰/۰٤۷
ماده آلی مصرفی						
گرم در روز	–	۹۵۲	۱۰٦۷	۱۰۳۸	٦۰/۳۹	۰/۰۷۷
گرم در کیلوگرم وزن متابولیکی	–	۳٤/۰	۳۸/۳	۳۷/۲	۱/٦۲	۰/۱۲٤
NDF مصرفی						
گرم در روز	–	۵۵۱/۷	٦۳۵/۳	٦۲٤/۵	۵٤	۰/۰۸۷
گرم در کیلوگرم وزن متابولیکی	–	۱۹/۷۳^{b}	۲۲/۸٤^{a}	۲۲/۳۸^{ab}	۱/۳	۰/۰۵۷
نسبت ماده خشک مصرفی از هر بخش جیره						
سهم سیلاژ (درصد)	–	۵۱/۱۰^{b}	۵۳/۲٤^{ab}	۵۵/۳۸^{a}	۰/۸۹	۰/۰۲۱
سهم خوراک پایه (درصد)	–	٤۸/۹۰^{a}	٤٦/۷٦^{ab}	٤٤/٦۲^{b}	۰/۸۹	۰/۰۲۱

a-b: تفاوت ارقام در هر ردیف با حروف نامشابه معنی‌دار است ($P\leq$۰/۰۵).

SEM: خطای استاندارد از میانگین؛ **NDF:** الیاف نامحلول در شوینده خنثی.

برای تعیین خوش‌خوراکی، مقدار خوراک پایه در همان حد پیش‌بینی‌شده (تأمین ۵۰ درصد احتیاجات دام‌ها) به دام‌ها تغذیه شد، اما سیلاژها تا حد اشتها در اختیار دام‌ها قرار داده شد. بنابراین مصرف بیش‌تر سیلاژ سبب شد تا دام‌ها بیش‌تر از نیاز نگهداری مواد مغذی دریافت کنند. طی پژوهشی که مصرف اختیاری علوفه

خشک با سیلاژ در تغذیه گوسفند نر بالغ مورد مقایسه قرار گرفت، میزان مصرف اختیاری ماده خشک برای علوفه خشک بین ۸۷۳ تا ۱۱۱٦ گرم در روز اما مصرف ماده خشک سیلاژ بین ٦۹۹ تا ۹۲۲ گرم در روز بود [۲۲]. نتایج این مطالعه نشان داد گوسفندان در شرایط تغذیه اختیاری علوفه خشک را بیش‌تر از سیلاژ مصرف می‌کنند و تمایل دارند از علوفه خشک بیش‌تر تغذیه کنند.

در آزمایش حاضر، سیلاژ به‌همراه مقدار ثابت خوراک پایه به‌مصرف گوسفندان رسید. هم‌چنین یکی از اهداف آزمایش، اثر افزودن خوراک گلوتن ذرت بر مصرف اختیاری سیلاژ بود. بنابراین نتایج این مطالعه نشان داد افزودن خوراک گلوتن ذرت موجب بهبود خوراک مصرفی می‌شود (جدول ۳). در آزمایشی که خوراک گلوتن ذرت به نسبت صفر، ۱۱، ۲۳ و ۳٤ درصد در جیره غذایی گاو شیرده استفاده شد، مقدار مصرف اختیاری خوراک و تولید شیر با افزودن خوراک گلوتن ذرت در جیره روند افزایشی نشان داد [۱۸].

جدول ٤. مقایسه مقادیر مصرف مواد مغذی قابل‌هضم جیره‌های آزمایشی

متغیر	جیره‌های مورد آزمایش				SEM	سطح احتمال
	پایه بدون سیلاژ	(شاهد) بدون خوراک گلوتن ذرت	۵ درصد خوراک گلوتن ذرت	۱۰ درصد خوراک گلوتن ذرت		
مقایسه بین کل جیره‌ها						
ماده خشک قابل‌هضم مصرفی						
گرم در روز	٦۹۹	۵۸۲	٦۹٤	٦۸۷	٤۲/۷۳	۰/۲۰۷
گرم در کیلوگرم وزن متابولیکی	۲٤/۹	۲۰/۸	۲٤/۹	۲٤/۷	۱/۵۱	۰/۱۹۷
ماده آلی قابل‌هضم مصرفی						
گرم در روز	٦۸۸	٦۰۳	۷۰۹	۷۰۰	٤۹	۰/۲۸۲
گرم در کیلوگرم وزن متابولیکی	۲٤/۵	۲۱/۸	۲۵/۵	۲۵/۱۱	۲/۱۵	۰/۲۵۷
NDF قابل‌هضم مصرفی						
گرم در روز	۲۷۷[b]	۲۷۲[b]	۳٦۱[a]	۳٦۳[a]	۲۲/۸	۰/۰۱۵
گرم در کیلوگرم وزن متابولیکی	۹/۸٦[b]	۹/۷٤[b]	۱۲/۹٦[a]	۱۳/۰۱[a]	۰/۸۱	۰/۰۱۲
مقایسه بین جیره‌های حاوی سیلاژ						
ماده خشک قابل‌هضم مصرفی						
گرم در روز	–	۵۸۲[b]	٦۹٤[a]	٦۸۷[a]	۳۱/٦	۰/۰۵٤
گرم در کیلوگرم وزن متابولیکی	–	۲۰/۸[b]	۲٤/۹[a]	۲٤/۷[a]	۱/۱۲	۰/۰٤۷
ماده آلی قابل‌هضم مصرفی						
گرم در روز	–	٦۰۳[b]	۷۰۹[a]	۷۰۰[a]	۳۰/٤	۰/۰٦۲
گرم در کیلوگرم وزن متابولیکی	–	۲۱/۸[b]	۲۵/۵[a]	۲۵/۱۱[a]	۱/۰۷	۰/۰٤۷
NDF قابل‌هضم مصرفی						
گرم در روز	–	۲۷۲[b]	۳٦۱[a]	۳٦۳[a]	۲۰/۰	۰/۰۱٤
گرم در کیلوگرم وزن متابولیکی	–	۹/۷٤[b]	۱۲/۹٦[a]	۱۳/۰۱[a]	۰/۷۳	۰/۰۱۵

a-b: تفاوت ارقام در هر ردیف با حروف نامشابه معنی‌دار است (P≤۰/۰۵).

SEM: خطای استاندارد از میانگین. **NDF:** الیاف نامحلول در شوینده خنثی.

ویژگی‌های خوراک مانند رطوبت، غلظت مواد مغذی و وضعیت فیزیکی جیره از عوامل مؤثر بر میزان مصرف اختیاری خوراک است [۱۳]. افزودن خوراک گلوتن ذرت در سیلاژ ذرت علوفه‌ای موجب کاهش نسبت رطوبت و افزایش غلظت ماده خشک شد. بنابراین در زمان مصرف سیلاژ حاوی خوراک گلوتن ذرت، دام‌ها با مصرف هر کیلوگرم از این سیلاژها، مقدار ماده خشک بیش‌تری دریافت کردند.

هم‌چنین در این مطالعه، مقدار ماده خشک قابل‌هضم مصرفی و ماده آلی قابل‌هضم مصرفی تحت تأثیر جیره غذایی قرار نگرفت (جدول ٤)، اما مقدار فیبر نامحلول در شوینده خنثی قابل‌هضم مصرفی در جیره‌هایی که سیلاژ ذرت حاوی پنج و ۱۰ درصد خوراک گلوتن ذرت استفاده شد، بالاتر بود (P≤۰/۰۵). با توجه به افزایش قابلیت هضم فیبر نامحلول در شوینده خنثی در دو جیره فوق، چنین پدیده‌ای منطقی به‌نظر می‌رسد (جدول ۲). در مقایسه دیگری که فقط بین جیره‌های حاوی سیلاژ (جیره‌های اصلی آزمایش) انجام گرفت، مشخص شد که مصرف ماده خشک قابل‌هضم، ماده آلی قابل‌هضم و فیبر نامحلول در شوینده خنثی قابل‌هضم در سیلاژهای حاوی خوراک گلوتن ذرت بالاتر بود (جدول ٤). با توجه به این‌که قابلیت هضم ماده خشک، ماده آلی و فیبر نامحلول در شوینده خنثی در جیره‌های سیلاژ حاوی خوراک گلوتن ذرت بالاتر بود از یک‌طرف و تمایل به مصرف بالاتر خوراک از جیره‌های مزبور از طرف دیگر، چنین پدیده‌ای منطقی به‌نظر می‌رسد.

براساس نتایج حاصل از این پژوهش، با افزودن خوراک گلوتن ذرت تا ۱۰ درصد می‌توان ارزش غذایی علوفه سیلوشده ذرت را بهبود بخشید و قابلیت مصرف آن را در تغذیه دام افزایش داد. درخصوص اثر آن بر عملکرد دام نیاز به پژوهش‌های تکمیلی می‌باشد.

تعارض منافع

هیچ‌گونه تعارض منافع توسط نویسندگان وجود ندارد.

منابع

1. Abdi Ghezeljeh E, Shodjah J, Danesh Mesgarn M and Janmohammadi H (2006) Voluntary feed intake and digestibility of corn silage and alfalfa via *in vivo* and *in vitro* methods. Journal of Agricultutal Sciene and Natural Resources 13(1): 14-23. (in Persian)
2. Alaei Baher S, Mohammadzadeh H, Tghizadeh A and Hosseinkhani A (2017) The effects of bacterial inoculant and prebiotic additive on fermentation characteristics and rumen degradability of corn silage. Journal of Animal Science Research 27(2): 173-187. (in Persian)
3. Amirabadi M, saify M, Rajjali F and Ardakani MR (2012) Concentration of macro minerals in corn (Single cross 704) forage (*Zea mays* L.) inoculated with micorysa fungus and Azotobacter chroococcum with different nitrogen levels. Journal of Agroecology 4(1): 33-40. (in Persian)
4. Dayyani AM, Sharifi Hosani M, Mohammadabadi M and Ayatollahi Mehrgardi A (2010) Effect of Substituting Corn Silage with Waste Grapefruit Silage on Performance and Body Composition of Kermani Fattening Lambs. Iranian Journal of Animal Science 41(3): 275-283. (in Persian)
5. Addah W, Baah J, Groenewegen P, Okine EK and McAllister A (2010) Comparison of the fermentation characteristics, aerobic stability and nutritive value of barley and corn silages ensiled with or without a mixed bacterial inoculants. Canadian Journal of Animal Science 91: 133-146.
6. AOAC: Association of Official Analytical Chemists (1990) Official methods of analysis. 17th Ed. Washington. DC.
7. Biricik H, Gencoglu H, Bonzan B, Gulmez BH, Kara C and Turkmen II (2011) Effects of dry corn gluten feed on digestibility parameters and milk production in lactating dairy cows. *Revued Médecine Véterinaire* 162(4): 163-170.
8. Bujňák L, Iveta Maskaľová, I and Vajda, V (2011) Determination of buffering capacity of selected fermented feedstuffs and the effect of dietary acid-base status on ruminal fluid pH. Acta Veterinary Brno 80:269-273.
9. Ferraretto LF and Shaver RD (2014) Effects of whole-plant corn silage hybrid type on intake, digestion, ruminal fermentation, and lactation performance by dairy cows through a meta-analysis. Journal of Dairy Science 98: 2662-2675.

10. Fleck AT, McCollum FT, Lusby KS, Owens FN and Buchanan DS (1988) Characterization and comparison of corn gluten feed from six Midwest corn processing plants. The Professional Animal Scientist 4(2):17-23.
11. Hermisdorff SC, Ferreira IC, Morais TA and Morais GF (2016) Nutritional evaluation of corn silage with different levels of inclusion of corn gluten feed in sheep. *Bioscience Journal* 32(5): 1286-1295.
12. Khorvash M, Colombatto D, Beauchemin KA, Ghorbani GR and Samei A (2005) Use of absorbent and inoculants to enhance the quality of corn silage. Canadian Journal of Animal Science 86: 97-107.
13. Knežević M, Vranić M, Bošnjak K, Grbeša D, Perčulija G, Leto J and Kutnjak H (2007) Effects of inclusion of maize silage in a diet based on grass silage on the intake, apparent digestibility and nitrogen retention in wether sheep. Australian Journal of Experimental Agriculture 47(12): 1408-1414.
14. Kononoff PJ, Ivan SK, Matzke W, Grant RJ and Stock RA (2006) Milk production of dairy cows fed wet corn gluten feed during the dry period and lactation. *Journal of Dairy Science* 89(7): 2607-2617.
15. Licitra G, Hernandez, TM and Van Soest PJ (1996) Standardization of procedures for nitrogen fractionation of ruminant feeds. Animal Feed Science Technology 57 (1996) 347-358.
16. McDonald P, Henderson AR and Heron SJE (1991) The Biochemistry of Silage. 2nd ed. Marlow, UK: Chalcombe Publications.
17. MAFF: Ministry of Agriculture, Fisheries and Food, Food Safety Directorate (1992) MAFF Validated Methods for the Analysis of Food, Introduction, General Considerations and Analytical Quality Control. Analysts 28: 11-16.
18. Mullins, C.R., Gringsby, K.N., Anderson, D.E., Titgemeyer, E.C. and Bradford, B.J. (2010). Effects of feeding increasing levels of wet corn gluten feed on production and ruminal fermentation in lactating dairy cows. Journal of Dairy Science, 93(11): 5329-5337.
19. Myer B and Hersom M (2017) Corn gluten feed for beef cattle. Department of Animal Sciences, UF/IFAS Extension. Available at http://www.edis.ifas.ufl.edu.
20. NRC (2007) Nutrient requirements of small ruminants; Sheep, Goats, Cervids and new World Camelids. National Academy Press, Washington DC.
21. Park RS and Strongi MD (2005) Silage production and utilisation. Workshop of the XXth International grassland congress. Northern Ireland.
22. Sheehan W, Quirke JF and Hanrahan JP (1985) Sources of variation in the voluntary intake of hay and silage by 18 month old wether sheep. Irish Journal of Agricultural Research 24(2-3): 171-180.
23. Sullivan ML, Grigsby KN and Bradford BJ (2012) Effects of wet corn gluten feed on ruminal pH and productivity of lactating dairy cattle fed diets with sufficient physically effective fiber. Journal of Dairy Science 95(9): 5213-5220.
24. Van Soest PJ, Robertson JB and Lewis BA (1991) Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber and nonstarch polysaccharides, in relation to animal nutrition. Journal of Dairy Science 74(10): 3583-3597.