دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری
پژوهشهای تولیدات دامی

تاثیر تلقیح باکتریایی و اندازه ذرات سیلاژ ذرت با رطوبت بالا بر مصرف، گوارش‌پذیری، فراسنجه‌های شکمبه‌ای و رفتار مصرف خوراک در گوسفند

محسن دهقانی[۱]، محمد مهدی شریفی حسینی[۲]، امید دیانی[۳] و علی مداحیان[٤]

۱ و ۳- دانش‌آموخته و استاد، دانشگاه شهید باهنر کرمان، دانشکده کشاورزی و بخش علوم دامی
۲- استادیار دانشگاه شهید باهنر کرمان، دانشکده کشاورزی و بخش علوم دامی (نویسنده مسوول: mmsharifi@uk.ac.ir)
۴- استادیار دانشگاه پیام نور کرمان، استان کرمان، دانشگاه پیام نور کرمان
تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۰۳/۰۱ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۱۰/۲۵
صفحه: ۳۵ تا ۴۵

چکیده

این تحقیق به‌منظور بررسی تاثیر تلقیح باکتریایی در سیلاژهای با اندازه ذرات درشت و ریز با ماده خشک کم، بر ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی سیلاژها و مصرف، گوارش‌پذیری و فراسنجه‌های شکمبه‌ای در گوسفند کرمانی انجام شد. نزدیک به ۱۲۰۰ کیلوگرم ذرت علوفه‌ای با اندازه ریز و درشت (به‌ترتیب ۸ و ۱٦ میلی‌متر) برداشت شد. در هنگام تهیه سیلاژ، ۵۰ درصد علوفه ذرت ریز و درشت با تلقیح باکتریایی فرآوری شدند. سیلوها بعد از ٤۵ روز باز و استفاده شدند. چهار گوسفند نر دو ساله کرمانی با میانگین وزنی ۳٦/۱±۱/٦ کیلوگرم در در قالب طرح مربع لاتین با آرایه فاکتوریل ۲×۲ با چهار دوره ۲۱ روزه مورد استفاده قرار گرفتند. در جیره‌های آزمایشی نسبت علوفه به کنسانتره ۵۰:۵۰ بود وعبارت بودند از: ۱) جیره دارای سیلاژ ذرت درشت تلقیح شده، ۲) جیره دارای سیلاژ ذرت درشت تلقیح نشده، ۳) جیره دارای سیلاژ ذرت ریز تلقیح شده و ٤) جیره دارای سیلاژ ذرت ریز تلقیح نشده. پایداری هوازی در سیلاژهای تلقیح شده و سیلاژهایی با اندازه درشت بیشتر بود (P<۰/۰۵). مصرف ماده خشک، ماده آلی، الیاف نامحلول در شوینده‌ی خنثی و اسیدی و الیاف موثر فیزیکی و گوارش‌پذیری الیاف نامحلول در شوینده‌ی اسیدی در جیره‌های دارای سیلاژ ریز بیشتر بود (P<۰/۰۵). تولید پروتین میکروبی در سیلاژهای با اندازه ریز بیشتر از سیلاژهای با اندازه درشت بود (P<۰/۰۵). زمان جویدن در جیره‌های دارای سیلاژ ریز بیشتر بود (P<۰/۰۵). نتایج نشان داد تلقیح باکتریایی سبب افزایش پایداری هوازی سیلاژهای با ماده خشک کم شد، امّا مصرف مواد مغذّی و تولید پروتئین میکروبی در جیره‌های سیلاژ ریز بیشتر بود (P<۰/۰۵).

واژه‌های کلیدی: پایداری هوازی، سیلاژ ذرت، الیاف موثر فیزیکی، فراسنجه‌ای شکمبه‌ای، پروتئین میکروبی

مقدمه

در ایران علوفه اصلی در تغذیه نشخوارکنندگان سیلاژ ذرت است. بر اساس آمار تولیدات علوفه‌ای در سال زراعی ۱۳۹۵-۱۳۹۴، تولید ذرت علوفه‌ای یازده میلیون و ۱۵۰ هزارتن بود (۳). پتانسیل تجزیه‌پذیری ماده خشک سیلاژ ذرت از دیگر سیلاژها از جمله سورگوم بیشتر است (۱۱).

ذرات علوفه اثرات مهمی بر مصرف خوراک، فعالیت جویدن، فرایند هضم شکمبه‌ای و عملکرد در گاوهای شیری پر تولید دارد (۳۳،۱۶). تاثیر اندازه ذرات علوفه بر عملکرد نشخوار کنندگان در این مطالعات با نتایج متفاوتی همراه بوده‌است، در تعدادی از پژوهش‌ها اندازه ذرات علوفه جیره همبستگی مثبت و بالایی با فعالیت جویدن و pH شکمبه داشت (۳۴)، اما در تعدادی از مطالعات، این همبستگی‌ها وجود نداشت (۱۵).

نظرات متفاوتی در مورد تلقیح باکتریایی علوفه در هنگام تهیه سیلاژ وجودارند. برخی از محققین تاثیر تلقیح باکتریایی را مثبت و برخی دیگر بی‌اثر و گروهی منفی ارزیابی کرده‌اند. افزودن باکتری‌های تخمیرکننده همگن[۱]، سبب افزایش تولید لاکتات (سوبسترای مخمرها) در سیلاژ ذرت شده و در زمان باز شدن سیلو، سبب افزایش فساد هوازی و کپک زدن آنها می‌شوند. زیرا در تخمیر همگن اسید استیک کافی برای ممانعت از فعالیت قارچها تولید نمی‌شود (۲۳). امّا تلقیح باکتریایی *لاکتوباسیلوس بوشنری*[۲]، یک باکتری تخمیر کننده ناهمگن[۳]، می‌تواند در مراحل نهایی تخمیر، اسید استیک را از اسید لاکتیک تولید کرده و در زمان باز شدن سیلوها و ورود هوا، پایداری هوازی را افزایش دهد (۲۶). گزارش شده مصرف ماده خشک در گاوهای تغذیه شده با سیلاژ ذرت تلقیح شده با افزودنیمیکروبی از گروه شاهد بیشتر بود (۱۵).

در ایران دامداران با مشکل رطوبت بالای علوفه ذرت در زمان تهیه سیلاژ روبه‌رو هستند و اغلب علوفه ذرت در رطوبت بالا و در حدود ۸۰ درصد برداشت و خرد می‌شود (۱۳). از این علوفه‌ها، سیلاژهای با کیفیت و پایداری هوازی کم تهیه و استفاده می‌شوند. احتمالاً با استفاده از تلقیح مخلوط باکتری‌های همگن و ناهمگن ضمن بهبود کیفیت این سیلاژها، پایداری هوازی آن‌ها نیز افزایش می‌یابد. لذا این تحقیق به‌منظور بررسی تاثیر دو سطح اندازه ذرات سیلاژ ذرت با رطوبت زیاد و دو سطح تلقیح باکتریایی (مخلوط باکتری‌های همگن و ناهمگن) بر کیفیت و پایداری هوازی سیلاژ، مصرف و گوارش‌پذیری مواد مغذّی، فراسنجه‌های شکمبه‌ای و رفتار مصرف خوراک در گوسفند کرمانی انجام شده‌است.

مواد و روش‌ها

در مهرماه ۱۳۹۵ نزدیک به ۱۲۰۰ کیلوگرم ذرت علوفه‌ای (رقم ایرانی ۷۰۴) از مزرعه دانشکده کشاورزی دانشگاه شهید باهنر کرمان با دستگاه چاپر در دو اندازه ریز (۸ میلی‌متر) و درشت (۱۶ میلی‌متر)، برداشت شد. زمان برداشت به‌صورتی انتخاب شد که ماده خشک علوفه‌ی ذرت کمتر از ۲۳ درصد بود. در زمان تهیه سیلاژ، محلول تلقیح باکتریایی بایواستامبیل مایز (Biomin biostabil mays, Austria) طبق دستور کارخانه تولید کننده، به ۵۰ درصد علوفه ذرت ریز و درشت

1- Homofermentative Bacteria 2- lactobacillus buchneri 3- Herofermentative Bacteria

اضافه شد. بایواستابیل مایز محصولی حاوی باکتری‌های انتروکوکوس فاسیوم[1] (باکتری آغازکننده)، *لاکتوباسیلوس برویس*[2] (باکتری تخمیر کننده همگن) و لاکتوباسیلوس پلانتاریوم[3] (باکتری تخمیر کننده ناهمگن) بوده هر گرم از آن حاوی $۲/۵ \times ۱۰^{۱۰}$ واحد تشکیل کلنی از مجموع باکتری‌های تشکیل دهنده بود. مقدار مصرف پودر تلقیح به‌ازای هر تن علوفه‌ی خرد شده، چهار گرم بود. برای تلقیح هر ۳۰۰ کیلوگرم علوفه‌ی ۱/۲ گرم پودر استابیل مایز در ۰/۳ لیتر آب بدون کلر محلول گردید. محلول حاصل در آب‌فشان‌های دستی ریخته شد و در زمان تهیه سیلاژ در کیسه‌های نایلونی ضخیم ۴۵×۹۰ سانتی‌متری، بر روی علوفه خرد شده ذرت درشت و ریز پاشیده‌شد. برای انجام آزمایش‌های شیمیایی، ۴۵ روز پس از فرایند تهیه سیلاژ، از آن‌ها نمونه‌گیری شد. بلافاصله پس از نمونه‌برداری، به‌ازای ۲۰ گرم سیلاژ۲۰۰ میلی‌لیتر آب مقطر اضافه و به‌مدت یک دقیقه کاملاً مخلوط شد و pH سیلاژ با دستگاه pH متر دیجیتال (مارک Elmetron مدل CP۱۰۳) اندازه‌گیری شد. در آزمون تولید گاز، حجم گاز تولید شده به‌وسیله رگرسیون بین فشار گاز و حجم گاز تولید شده محاسبه شد (۳۲). فشار گاز در ساعات ۲، ۴، ۸، ۱۲، ۱۶، ۲۴، ۴۸، ۷۲ و ۹۶ بعد از انکوباسیون به‌وسیله فشارسنج (Lutron model Pm-9100) اندازه‌گیری شد. برای تخمین مولفه‌های کنیتیک تولید گاز (a وb) از نرم‌افزار Fitcurve استفاده‌شد.

برای اندازه‌گیری پایداری هوازی سیلاژها، سه نمونه ۴۰۰ گرمی از هر کدام از چهار نوع سیلاژ ذرت تهیه و در سطل‌های پلاستیکی قرار داده شد، بر روی سیلاژها، دو لایه پارچه ململ پوشانیده شد تا از تبخیر آب سیلاژ و در نتیجه کاهش دمای آن جلوگیری شود. آزمایش در اتاقی با دمایی در حدود ۲۵ درجه سانتیگراد صورت‌گرفت. حسگرهای دماسنج‌های الکترونی در عمق ظروف حاوی سیلاژ قرار داده شد و به‌مدت یک هفته هر ۱۵ دقیقه، دمای نمونه علوفه ذرت سیلویی‌ها کنترل شد و مدت‌زمان (ساعت یا روز) تا افزایش دو درجه حرارت سیلاژها به‌عنوان پایداری هوازی در نظر گرفته شد (۲).

برای اجرای آزمایش از چهار راس گوسفند نر دو ساله نژاد کرمانی به عنوان یک نژاد گوشتی (۱۵) با متوسط وزن ۱/۶± ۳۶/۱ کیلوگرم استفاده شد. آزمایش در مدت ۹۰ روز، شامل ۶ روز عادت‌دهی به قفس، به‌علاوه ۸۴ روز، شامل چهار دوره ۲۱ روزه انجام شد. در هر دوره، ۱۴ روز اوّل هر دوره عادت‌دهی، شش روز رکوردبرداری و نمونه‌برداری از مصرف خوراک، مدفوع و ادرار و مایع شکمبه و یک روز برای اندازه‌گیری رفتار مصرف خوراک در نظر گرفته‌شد. گوسفندها در قفس‌های متابولیک مجهز به سیستم جمع‌آوری جداگانه ادرار و مدفوع قرار گرفتند. جیره‌های آزمایشی به‌صورت کاملاً مخلوط در حد اشتها و آب به‌صورت آزاد در اختیار حیوانات قرار گرفت. خوراک‌دهی روزانه در ساعت‌های ۸/۰۰ و ۱۸/۰۰ انجام شد. مصرف ماده خشک و مواد مغذّی با کم کردن مقدار جیره توزین شده از باقیمانده محاسبه شد. گوارش‌پذیری ماده خشک با استفاده از رابطه ۱ (۲۷) به‌صورت ذیل محاسبه شد.

رابطه ۱)

DMD=DM Intake-Faecal DM excreted/DM Intake

در این رابطه DMD: گوارش‌پذیری ماده خشک، DM intake: مصرف ماده خشک، Faecal DM excreated: ماده خشک دفع شده مدفوع است. محاسبه قابلیت هضم دیگر مواد مغذّی مانند ماده آلی، پروتئین خام و الیاف نامحلول در شوینده‌ی خنثی با جایگزینی آن‌ها به‌جای ماده خشک انجام شد.

1- Enterococcus faecium
2- Lactobacillus brevis
3- Lactobacillus plantarium

جدول 1- اجزاء (درصد) و ترکیب شیمیایی جیره‌های آزمایشی (درصد ماده خشک)

Table 1. ingrident (%) and chemical composition of experimental diets (DM basis)

اندازه ذرات سیلاژ ذرت	درشت		ریز	
اجزاء جیره‌ها سطح تلقیح	+	-	+	-
سیلاژ ذرت	50/0	50/0	50/0	50/0
دانه جو	23/0	23/0	23/0	23/0
دانه ذرت	10/0	8/0	6/5	7/50
کنجاله سویا	10/0	11/0	10/0	10/0
سبوس گندم	5/0	6/0	8/5	7/5
مکمل مواد معدنی و ویتامینی[1]	1/0	1/0	1/0	1/0
سنگ آهک	0/5	0/5	0/5	0/5
نمک	0/5	0/5	0/5	0/5
ترکیب شیمیایی و انرژی قابل سوخت و ساز				
ماده خشک (درصد)	58/5	58/9	58/4	59/6
ماده آلی (درصد)	90/8	90/6	90/5	90/0
پروتئین خام (درصد)	13/2	13/3	13/3	13/2
عصاره اتری (درصد)	4/0	3/9	4/0	3/9
الیاف نامحلول در شوینده‌ی خنثی (درصد)	38/7	38/6	39/5	39/6
الیاف نامحلول در شوینده‌ی اسیدی (درصد)	21/5	20/5	19/2	19/4
کلسیم (گرم)	6/3	6/4	6/4	6/5
فسفر(گرم)	3/9	4/0	4/2	4/2
انرژی قابل سوخت وساز (مگاکالری)	2/3	2/3	2/4	2/4

+ : سیلاژ ذرت تلقیح شده، - : سیلاژ ذرت تلقیح نشده

هر کیلوگرم از پیش مخلوط دارای 52000 واحد بین‌المللی ویتامین A، 50000 واحد بین‌المللی ویتامین D_3، 1500 واحد بین‌المللی ویتامین E، 2/25 گرم منگنز، 120 گرم کلسیم، 7/7 گرم روی، 10 گرم فسفر، 20/5 گرم منزیم، 186 گرم سدیم، 1/25 گرم آهن، 3 گرم گوگرد، 1/25 گرم 7 مس، 14 میلی‌گرم کبالت، 56 میلی‌گرم ید و 10 گرم سلنیوم بود.

نسبت علوفه به کنسانتره در جیره‌های آزمایشی 50 :50 بود و بخش علوفه‌ای جیره‌ها عبارت بود از چهار نوع سیلاژ ذرت شامل: سیلاژذرت درشت تلقیح شده، سیلاژ ذرت درشت تلقیح نشده، سیلاژ ذرت ریز تلقیح شده و سیلاژ ذرت ریز تلقیح نشده (جدول 1).

ماده خشک، نمونه‌های سیلاژ، خوراک و مدفوع حیوان با دو تکرار به‌مدت 48 ساعت در دمای 65 درجه سانتی‌گراد مشخص شد. برای اندازه‌گیری ترکیب شیمیایی در نمونه‌های سیلاژ، خوراک و مدفوع شامل خاکستر، پروتئین خام و الیاف نامحلول در شوینده‌ی خنثی و اسیدی از روش‌های استاندارد استفاده شد (AOAC, 2005).

نمونه‌گیری از مایع شکمبه در روز آخر هر دوره و پیش از مصرف خوراک (زمان صفر) و در زمان‌های پس از مصرف خوراک (2 ،4، 6 و 8 ساعت) از طریق دستگاه مکش صورت گرفت. پس از نمونه‌گیری، pH مایع شکمبه بلافاصله به‌وسیله pH متر قابل حمل (مارک Elmetron مدل CP103) اندازه‌گیری شد. سپس نمونه‌ها با پارچه کتانی صاف شدند و یک نمونه‌ی جداگانه برداشت شد. به آن نمونه به‌میزان 0/2 میلی‌لیتر اسید سولفوریک 50 درصد اضافه شد و در دمای 20- درجه‌ی سانتی‌گراد منجمد شد. ازاین نمونه جهت تعیین نیتروژن آمونیاکی شکمبه استفاده شد. برای اندازه‌گیری نیتروژن آمونیاکی از روش فنول‌هیپوکلریت استفاده شد (8). تولید نیتروژن میکروبی بر اساس گرم نیتروژن در روز از رابطه 2 استفاده شد (17).

$$\text{پروتئین میکروبی} = \frac{X\left(\frac{\text{mmol}}{\text{day}}\right)\times 70}{0.116\times 0.83\times 1000}$$

X: میزان جذب پورین‌ها (میلی‌مول در روز)

برای تعیین توزیع اندازه ذرات جیره‌ها و محاسبه عامل و الیاف موثر فیزیکی، از روش الک کردن خشک به روش Kononoff و همکاران (16) استفاده شد. میانگین هندسی و انحراف معیار میانگین هندسی ذرات مواد خوراکی با معادلات جامعه مهندسین کشاورزی آمریکا (4) محاسبه شد. میزان فعالیت مصرف، نشخوار و جویدن دام‌ها در روز 20 هر دوره به‌صورت چشمی و در فواصل پنج دقیقه‌ای ثبت شد (31).

برای بررسی تاثیر دو سطح اندازه ذرات سیلاژ ذرت و دو سطح تلقیح باکتریایی در حیوان از طرح مربع لاتین با چینش فاکتوریل 2×2 استفاده شد و مدل آماری به‌صورت رابطه 2 بود. در مورد صفاتی که در طی زمان اندازه‌گیری دارای تکرار بودند (pH و نیتروژن آمونیاکی مایع شکمبه) از رابطه 3 استفاده شد.

رابطه 2)

$$y_{ijkl} = \mu + \alpha_i + ß_j + (\alpha\times ß)_{ij} + \gamma_k + \delta_L + e_{ijkL}$$

رابطه 3)

$$Y_{ijklm} = \mu + \alpha_i + ß_j + (\alpha ß)_{ij} + \gamma_k + \delta_L + \sigma_m + e_{ijkLm}$$

در این مدل‌ها، Y_{ijklm} و Y_{ijkL} = هر کدام از مشاهدات، μ: میانگین کل، α_i: اندازه ذرات سیلاژ ذرت، $ß_j$: اثر سطح تلقیح میکروبی، $(\alpha\times ß)_{ij}$: اثر متقابل اندازه ذرات سیلاژ ذرت با سطح تلقیح میکروبی، γ_k: اثر تصادفی حیوان، δ_l: اثر دوره، σ_m: اثر زمان، e_{ijklm} و e_{ijkl}: واریانس‌های باقیمانده بود. از نرم‌افزار آماری SAS (28) برای تجزیه آماری داده‌ها با رویه Mixed استفاده شد. برای مقایسه میانگین‌ها از آزمون توکی در سطح 5 درصد استفاده شد.

نتایج و بحث

ویژگی سیلاژها

ماده خشک سیلاژهای آزمایشی 45 روز بعد از تهیه سیلاژ تحت تاثیر اندازه ذرات سیلاژها و سطح تلقیح باکتریایی قرار نگرفت. دلیل احتمالی عدم تاثیر اندازه ذرات بر ماده خشک سیلاژها، تهیه علوفه ذرت در یک روز و سرعت عمل در فرآیند تهیه سیلاژ از علوفه‌ی خرد شده‌بود که طی مدت کمتر از 24 ساعت انجام گرفت (جدول 2). اندازه ذرات و تلقیح باکتریایی تاثیر معنی‌داری بر پروتئین چهار تیمار سیلاژ نداشت. گرچه pH سیلاژ ذرت ریز کم‌تر از درشت بود، امّا pH کم‌تر از 4 در این دو نوع سیلاژ سبب شده بود که فعالیت پروتئولتیک در تمام سیلاژها به حداقل خود رسید (21).

تاثیر دو سطح اندازه ذرات سیلاژ ذرت و تلقیح باکتریایی، بر غلظت الیاف نامحلول در شوینده‌ی خنثی سیلاژها معنی‌داری نبود. در یک تحقیق، تاثیر زمان نمونه‌برداری در روزهای 30 و 90 بعد از تهیه سیلاژ بر غظت الیاف نامحلول در شوینده‌ی خنثی در سیلاژ ذرت با رطوبت معمولی و سیلاژ ذرت با رطوبت زیاد تاثیر معنی‌داری داشت و از غلظت آن کاسته شد (24). امّا در یک تحقیق دیگر گزارش‌شد که سیلاژ ذرت با اندازه ذرات درشت و ریز، بر الیاف نامحلول در شوینده‌ی خنثی و اسیدی تاثیری نداشت (19). مقدارpH در سیلاژهای آزمایشی از 4 کم‌تر بود (جدول 2). مقدار pH مناسب بین 3/5 تا 4/5 است (21). در 45 روز بعد از تهیه سیلاژ، اندازه ذرات علوفه ذرت بر pH تاثیر گذاشت و در سیلاژ با اندازه ریز کم‌تر از درشت بود (P<03/). با کاهش اندازه سیلاژ بافت گیاه بیشتر آسیب می‌بینند و باکتری‌های تولید کننده‌ی اسید لاکتیک بهتر می‌توانند فعالیت کنند. در نتیجه فعالیت بیشتر این باکتری‌ها در محیط سیلو، pH به مقدار بیشتر کاهش می‌یابد (20). همچنین باکتری‌های تولید کننده‌ی اسید لاکتیک بجای سوپر اکسیداسیون دیسموتاز، یون منگنز را به‌عنوان عامل حذف اکسیژن مورد استفاده قرار می‌دهند (ویژگی منحصر به فرد باکتری‌های تولید کننده اسید لاکتیک). لذا نیاز این باکتری‌ها به منگنز زیاد است و فقط در صورت آزاد شدن شیره گیاهی، منگنز به مقدار زیاد در اختیار باکتری‌های تولیدکننده اسید لاکتیک قرار می‌گیرد (25). امّا سطح تلقیح بر pH تاثیرگذار نبود.

در روز 45 بعد از تهیه سیلاژ، پایداری هوازی سیلاژ ذرت تحت تاثیر اندازه ذرات سیلاژ ذرت و تلقیح باکتریای قرار گرفت (P<0/01) و درسیلاژهای درشت و تلقیح شده بیشترین بود (P<0/05). سیلاژهای درشت دیرتر در معرض فساد هوازی قرار گرفتند، زیرا احتمالاً تولید اسید لاکتیک در سیلاژ ریز بیشتر بود. زیرا که با کاهش اندازه ذرات علوفه خرد شده به سطح تماس میکروبی افزوده شده و فعالیت میکروارگانیسم‌ها افزایش یافت و در نتیجه فعالیت بیشتر باکتری‌ها در سیلاژ ریز، اسید لاکتیک بیشتری تولید می‌شود (2). به‌علت تولید اسید لاکتیک بیشتر، pH سیلاژ ریز نسبت به درشت کاهش داشت (جدول 2). در زمان باز شدن سیلاژ و نفوذ هوا، مصرف لاکتات توسط میکروارگانیسم‌های هوازی سبب افزایش فساد هوازی شد. زیرا اسید لاکتیک حساسیت زیاد به فساد هوازی دارد (10). اسید لاکتیک سوبسترای کپک‌ها بوده و تولید اسید لاکتیک زیاد سبب افزایش فساد هوازی می‌شود (23). پایداری هوازی سیلاژهای تلقیح شده نسبت به سیلاژهای تلقیح نشده بیشتر بود (P<0/05). زیرا باکتری‌های تخمیر کننده ناهمگن در مواد تلقیح شده، سبب تولید اسید استیک بیشتری شدند که فعالیت ضد قارچ و کپک دارد (1). لاکتوباسیلوس بوشنری می‌تواند در مراحل نهایی از اسید لاکتیک، اسید استیک تولید کرده و در زمان باز شدن سیلو پایداری هوازی افزایش می‌یابد (25).

سیلاژهای درشت دارای بیشترین تولید گاز از بخش نامحلول (b) و پتانسیل تولید گاز (a+b) بودند (P<0/05). زیرا در سیلاژ ریز به‌علت کاهش اندازه ذرات علوفه، سطح تماس افزایش یافته و تخمیر میکروبی بیشتر سبب افزایش تولیدات تخمیری شد. ترکیبات تخمیری که در سیلاژ تولید شده‌اند در شکمبه دوباره تخمیر نشده و گاز تولید نمی‌کنند (20). لذا در سیلاژهای درشت که دارای تولیدات تخمیری کم‌تری بودند (pH بیشتر)، تولید گاز از بخش نامحلول و پتانسیل تولید گاز در مقایسه با سیلاژ ریز افزایش یافت.

جدول 2- تاثیر دو سطح اندازه ذرات سیلاژ ذرت و تلقیح باکتریایی بر ترکیب شیمیایی، پایداری هوازی و تولید گاز در 45 روز بعد از تهیه سیلاژهای آزمایشی

Table 2. Effect of two levels of corn silage particles size and bacterial inoculation on chemical composition, aerobic stability and gas production in 45 days after preparation of experimental silages

اندازه ذرات	درشت		ریز		اندازه ذرات[2]		سطح تلقیح[2]		خطای	سطح معنی‌داری		
سطح تلقیح	+	-	+	-	درشت	ریز	+	-	معیار میانگین	اندازه ذرات	سطح تلقیح	اثر متقابل
ماده خشک (درصد)	21/8	22/5	21/4	21/8	22/1	21/8	21/6	22/1	2/93	0/65	0/67	0/92
پروتئین خام (درصد)	8/88	8/80	8/46	8/41	8/84	8/43	8/67	8/60	0/34	0/63	0/93	0/99
الیاف نامحلول خنثی (درصد)	53/8	48/6	48/6	40/7	51/2	39/1	45/7	44/6	0/01	0/11	0/87	0/55
pH	4/00	3/84	3/76	3/77	3/92[a]	3/77[b]	3/88	3/81	0/10	0/03	0/23	0/45
پایداری هوازی (ساعت)	59/1	50/8	54/7	41/1	54/9[a]	47/9[b]	56/9[a]	45/9[b]	6/60	0/01	<0/01	0/10
تولیدگازازبخش‌نامحلول[1](میلی‌لیتر)	48/8	50/4	44/2	41/8	41/8[b]	43/6[a]	46/5	46/1	3/21	<0/05	0/85	0/43
پتانسیل تولید گاز[2] (میلی‌لیتر)	53/8	52/4	47/7	47/2	53/1[a]	47/5[b]	50/8	49/8	3/32	0/05	0/68	0/84

ab: حروف غیر مشابه در هر ردیف بیانگر اختلاف معنی‌دار بین جیره‌ها است (P<0/05). 1: مولفه b 2: مولفه a + b

+: سیلاژ ذرت تلقیح شده، -: سیلاژ ذرت تلقیح نشده

ویژگی‌های فیزیکی جیره‌ها

در جدول 3 تاثیر دوسطح اندازه ذرات سیلاژ ذرت و دو سطح تلقیح باکتریایی بر ویژگی‌های فیزیکی جیره‌های آزمایشی مشخص شده‌است. ماده خشک باقیمانده جیره‌های دارای سیلاژ درشت بر روی الک 19 میلی‌متری به‌طور معنی‌داری بیشتر از جیره‌های دارای سیلاژ ریز بود. تاثیر اندازه ذرات سیلاژ درشت بر باقیمانده روی الک 19 میلی‌متر قابل پیش‌بینی بود. همچنین تلقیح باکتریایی تاثیر معنی‌داری بر ماده خشک باقی‌مانده روی الک 19 میلی‌متری داشت و جیره‌های دارای سیلاژ تلقیح نشده دارای بیشترین ماده خشک بر روی الک 19 میلی‌متری بودند. در سیلاژ ذرت تلقیح شده به‌دلیل بالا بودن تعداد باکتری‌ها، بخشی از دیواره سلول‌های گیاهی بیشتر تجزیه‌شده و موجب شکنندگی (Fragilate) در این دیواره شد. در نتیجه در زمان مخلوط کردن اجزای جیره کاملاً مخلوط، ذرات بزرگتر از 19 میلی‌متر که شکنندگی بیشتری داشتند از این الک عبور کرده در الک 8 میلی‌متری قرار گرفتند. در این الک ماده خشک باقی‌مانده در جیره‌های دارای سیلاژ با اندازه درشت بیشتر از سیلاژ با اندازه ریز بود (P<0/01)، امّا جیره‌های دارای سیلاژ تلقیح شده بیشترین ماده خشک را بر روی الک 8 میلی‌متری داشتند. در الک 1/18 میلی‌متر، جیره‌های دارای سیلاژ ریز دارای بیشترین ماده خشک باقی‌مانده بر روی این الک بودند، در ضمن جیره‌های دارای سیلاژ تلقیح نشده دارای بیشترین مقدار ماده خشک بر روی این الک بودند. الیاف موثر فیزیکی جیره‌های آزمایشی تحت‌تاثیر اندازه ذرات سیلاژها و سطح تلقیح باکتریایی قرار نگرفت. رطوبت بالای سیلاژ ذرت سبب شد ذرات ریز کنسانتره به ذرات سیلاژ چسبیده و از الک‌های بالایی عبور نکرده و سبب شوند تفاوت عامل موثر فیزیکی و الیاف موثر فیزیکی جیره‌ها معنی‌دار نشود (29). به‌نظر می‌رسد الک کردن به‌روش دو الک 19 و 8 میلی‌متری برای تعیین الیاف موثر فیزیکی در جیره‌های دارای رطوبت بالا مناسب‌تر است (19).

جدول 3- تاثیر اندازه ذرات سیلاژ ذرت و سطح تلقیح باکتریایی بر ویژگی‌های سیلاژها

Table 3. Effect of corn silage particles size and bacterial inoculotion on silages properties

اندازه ذرات	درشت		ریز		اثرات اصلی				خطای	سطح معنی‌داری		
					اندازه ذرات		تلقیح باکتریایی		معیار	اندازه	سطح	اثر
سطح تلقیح باکتریایی	+	-	+	-	درشت	ریز	+	-	میانگین	ذرات	تلقیح	متقابل
ماده خشک باقیمانده بر روی الک												
19 میلی‌متری	17/7^{b}	24/6^{a}	12/2^{c}	10/9^{a}	21/2^{a}	11/6^{b}	14/9^{b}	17/7^{a}	1/59	<0/01	<0/01	<0/01
8 میلی‌متری	36/5	27/3	26/6	23/7	31/9^{a}	25/1^{b}	31/5^{a}	25/5^{b}	5/53	<0/01	<0/01	0/06
1/18 میلی‌متری	35/9	39/7	49/9	56/0	37/8^{b}	52/9^{a}	42/9^{b}	47/8^{a}	2/39	<0/01	<0/01	0/23
سینی	9/86	8/36	11/3	9/41	9/12	10/4	10/6	8/90	2/68	0/11	0/22	0/82
عامل موثر فیزیکی[1]	90/1	91/6	88/7	90/6	89/8	89/6	89/4	91/0	2/67	0/11	0/22	0/81
االیاف موثر فیزیکی[2]	34/8	35/4	35/0	35/9	35/1	35/4	34/9	35/6	0/40	0/09	0/39	0/81
میانگین هندسی[3]	7/17	7/55	5/52	5/35	7/36^{a}	5/64^{b}	6/35	6/45	0/14	0/65	<0/01	0/24
انحراف معیار میانگین هندسی	2/83	2/92	2/73	2/58	2/88	2/66	2/78	2/75	-	-	-	-

ab: حروف غیر مشابه در هر ردیف بیانگر اختلاف معنی‌دار بین جیره‌ها است (P<0/05). +: سیلاژ ذرت تلقیح شده، -: سیلاژ ذرت تلقیح نشده

1: نسبت ماده خشک باقی مانده بر روی الک‌های 19، 8 و 1/18 میلی‌متری (16). 2: حاصلضرب غلظت الیاف نامحلول در شوینده‌ی خنثی جیره در نسبت ماده خشک باقی‌مانده روی الک‌های 19، 8 و 1/18 میلی‌متری (16). 3: بر اساس روابط انجمن مهندسان کشاورزی (4).

مصرف مواد مغذّی وگوارش‌پذیری

مصرف ماده خشک و آلی در جیره‌های دارای سیلاژ ذرت ریز به‌طور معنی‌داری بیش‌تر از جیره‌هایی با علوفه‌ی درشت بود (جدول 4). دلیل آن محدودیت فیزیکی محیط شکمبه بود. کاهش اندازه ذرات سیلاژ ذرت سبب افزایش جرم توده‌ای و افزایش مصرف ماده خشک شد. علوفه‌هایی که در هر واحد ماده خشک، حجم بیشتری را اشغال می‌کنند جرم توده‌ای کمتری داشته و تأثیر پرکنندگی شکمبه‌ای[1] بیشتری دارند (31). نتایج یک تحقیق نشان‌داد که با کاهش اندازه ذرات علوفه، مصرف ماده خشک به‌دلیل افزایش نرخ ترن آور شکمبه‌ای و کاهش زمان ماندگاری در شکمبه، افزایش می‌یابد. کاهش اندازه ذرات، اثرات پرکنندگی علوفه را کاهش و نرخ عبور آن را افزایش می‌دهد. کاهش اندازه ذرات علوفه جیره می‌تواند مصرف ماده آلی را به‌دلیل افزایش تراکم ذرات افزایش دهد. امّا گزارش شده در جیره‌های دارای بیشتر از 40 درصد مواد متراکم، مصرف خوراک تحت‌تأثیر اندازه ذرات علوفه قرار نمی‌گیرد (33). که این گزارش بر خلاف نتایج تحقیق حاضر می‌باشد، زیرا در تحقیق حاضر جیره دارای 50 درصد کنسانتره (بر اساس ماده خشک) بود. نتایج تحقیقات نشان می‌دهد که علاوه بر اندازه ذرات علوفه عواملی مانند گوارش‌پذیری الیاف نامحلول در شوینده‌ی خنثی و شکنندگی الیاف در سیلاژ ذرت بر مصرف خوراک در گاوهای شیری تاثیرگذار می‌باشد (12).

مصرف پروتئین خام، الیاف نامحلول در شوینده‌ی خنثی در جیره‌های دارای سیلاژ ذرت ریز نسبت به جیره‌هایی با سیلاژ درشت بیشتر بود. مصرف ماده خشک بیشتر در جیره-های دارای سیلاژ ریز سبب افزایش مصرف این مواد مغذّی شد. مصرف الیاف نامحلول در شوینده‌ی اسیدی تحت تاثیر اندازه ذرات درشت و ریز سیلاژها قرار نگرفت. زیرا به‌سبب برداشت زود هنگام علوفه‌ی ذرت خرد شده، مقدار الیاف نامحلول در شوینده‌ی اسیدی در سیلاژ و در کل جیره‌های آزمایشی کم بود، به‌صورتی که حتی مصرف ماده خشک بیشتر در جیره‌های دارای سیلاژ ریز بر مصرف آن موثر نبود.

گوارش پذیری ماده خشک، ماده آلی، پروتئین خام و الیاف نامحلول در شوینده‌ی خنثی در جیره‌های آزمایشی، تحت تاثیر اندازه ذرات و سطح تلقیح باکتریایی سیلاژ ذرت

1- Rumen fill

قرار نگرفتند. با کاهش اندازه ذرات سیلاژ دسترسی میکروارگانیسم‌های شکمبه به مواد مغذی بیشتر شد و لذا احتمالاً نرخ هضم شکمبه‌ای بیشتر بود، زیرا با کاهش اندازه ذرات به سطح تماس میکروبی و هضم در شکمبه افزده می‌شود (30). امّا احتمالاً کاهش هضم سیلاژ درشت در شکمبه با افزایش هضم در قسمت‌های پایین‌تر دستگاه گوارش جبران شد (14). لذا اندازه ذرات سیلاژ ذرت بر گوارش‌پذیری ماده خشک و آلی، پروتئین خام و الیاف نامحلول در شوینده خنثی تاثیر معنی‌داری نداشت. در آزمایش تیموری یانسری و همکاران (31) با کاهش اندازه ذرات علوفه یونجه، هر چند گوارش‌پذیری ماده خشک و ماده‌آلی روندی افزایشی داشت اما اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد. نتایج یک آزمایش حاکی از این بود که اندازه ذرات سیلاژ جو بر گوارش‌پذیری پروتئین خام و الیاف نامحلول در شوینده‌ی خنثی تاثیری نداشت (29).

سیلاژهای ذرت که تلقیح باکتریایی شدند تخمیر گسترده‌تری در آن‌ها صورت گرفت، امّا تفاوت سیلاژهای تلقیح شده و نشده در گوارش‌پذیری ماده خشک، ماده آلی، پروتئین خام و الیاف نامحلول در شوینده‌ی خنثی معنی‌دار نبود. نتایج مطالعات دیگر با استفاده از افزودنی‌های میکروبی نیز نشان داده‌اند که این افزودنی‌ها اثر معنی‌داری بر گوارش‌پذیری مواد مغذی در دستگاه گوارش نداشتند (23).

گوارش‌پذیری الیاف نامحلول در شوینده‌ی اسیدی در جیره‌های دارای علوفه‌ی سیلویی درشت بیشتر بود. احتمالاً به‌دلیل ماندگاری طولانی‌تر علوفه‌های سیلویی درشت در شکمبه، میکروارگانیسم‌های شکمبه فرصت بیشتری برای گوارش‌پذیری الیاف نامحلول در شوینده‌ی اسیدی در اختیار داشتند. مواد مایع، مواد محلول و ذرّات کوچک در طی 10 تا 24 ساعت از شکمبه عبور می‌کنند، در حالی‌که ذرّات درشت 2 تا 3 روز در شکمبه ماندگاری دارند (11).

جدول 4- تاثیر اندازه ذرات سیلاژ ذرت و سطح تلقیح باکتریایی بر مصرف و گوارش‌پذیری مواد مغذی در جیره‌های آزمایشی

Table 4. The effect of corn silage particles size and bacterial inoculation on nutrients intake and digestibility in experimental diets.

اندازه ذرات	درشت		ریز		اندازه ذرات[2]		سطح تلقیح[2]		خطای معیار میانگین	سطح معنی‌داری		
سطح تلقیح باکتریایی	+	-	+	-	درشت	ریز	+	-		اندازه ذرات	سطح تلقیح	اثر متقابل
					مصرف (کیلوگرم)							
ماده خشک	1/42	1/53	1/64	1/62	1/48^{b}	1/63^{a}	1/53	1/57	0/15	0/02	0/35	0/21
ماده آلی	1/29	1/39	1/48	1/46	1/34^{b}	1/47^{a}	1/39	1/42	0/14	0/02	0/38	0/18
پروتئین خام	0/19	0/21	0/22	0/22	0/20^{b}	0/22^{a}	0/21	0/21	0/01	0/02	0/29	0/17
الیاف نامحلول خنثی[1]	0/53	0/57	0/63	0/63	0/55^{b}	0/62^{a}	0/58	0/60	0/06	<0/01	0/27	0/13
الیاف نامحلول اسیدی[2]	0/29	0/29	0/30	0/30	0/29	0/30	0/29	0/29	0/03	0/35	0/68	0/89
گوارش‌پذیری (درصد)												
ماده خشک	68/6	70/2	67/4	68/2	69/4	67/8	70/0	69/2	0/01	0/22	0/22	0/56
ماده آلی	71/3	72/7	69/6	70/0	72/0	69/8	70/4	71/4	0/01	0/13	0/50	0/63
پروتئین خام	64/6	65/8	65/6	64/1	65/2	64/9	65/9	64/9	0/02	0/83	0/94	0/54
الیاف نامحلول خنثی[1]	59/2	60/2	55/7	58/1	59/7	56/9	57/5	59/1	0/03	0/26	0/45	0/72
الیاف نامحلول اسیدی[2]	57/9	57/8	50/5	50/6	57/9^{a}	50/5^{b}	54/2	54/2	0/02	<0/01	0/95	0/85

ab: حروف غیر مشابه در هر ردیف بیانگر اختلاف معنی‌دار بین میانگین‌ها است ($p<0/05$). +: سیلاژ ذرت تلقیح شده، -: سیلاژ ذرت تلقیح نشده

1: الیاف نامحلول در شوینده‌ی خنثی 2: الیاف نامحلول در شوینده‌ی اسیدی

مقدار pH شکمبه‌ای

میانگین pH شکمبه‌ی گوسفندان تحت تاثیر اندازه ذرات و دو سطح تلقیح باکتریایی قرار نگرفت (جدول 5). دو عامل موثر بر pH شکمبه، اندازه ذرات علوفه و نرخ تجزیه‌پذیری کربوهیدرات‌های جیره و میزان کنسانتره است. مقدار pH شکمبه نمی‌توان را تنها با الیاف موثر فیزیکی پیش‌بینی کرد، زیرا کربوهیدرات‌های قابل تخمیر تأثیر بیشتری بر pH شکمبه دارند (19). یکی دیگر از عوامل موثر بر pH شکمبه زمان فعالیت جویدن است.

بعضی از محققین با کاهش اندازه ذرات علوفه تأثیر معنی‌داری در pH شکمبه را گزارش نکردند (15)، اما گزارش شد با کاهش اندازه ذرات یونجه خشک در جیره گاوهای شیرده، pH شکمبه کاهش یافت (31). در این پژوهش زمان جویدن در جیره‌های دارای علوفه سیلویی ریز بیشتر از درشت بود (جدول 8) زیرا مصرف ماده خشک در جیره‌های دارای سیلاژ ریز بیشتر از درشت بود (جدول 4) با کاهش میانگین اندازه ذرات علوفه از فعالیت جویدن کاسته شده، pH شکمبه کاهش می‌یابد. زیرا با کاهش اندازه ذرات علوفه تولید بزاق و تأثیر بافری آن کاهش می‌یابد (29). امّا با کاهش اندازه ذرات در جیره‌های دارای سیلاژ ریز، مصرف ماده خشک افزایش یافت (جدول 4) و در نتیجه با این افزایش، تاثیر کاهنده کاهش اندازه ذرات سیلاژ بر تولید و ترشح بزاق جبران شد (31).

جدول 5- تاثیر اندازه ذرات سیلاژ ذرت و سطح تلقیح باکتریایی بر pH مایع شکمبه در ساعات مختلف پس از تغذیه با جیره‌های آزمایشی
Table 5. Effect of corn silage particles size and bacterial inoculation on pH of rumen fluid at different hours after feeding with experimental diets

اندازه ذرات	درشت		ریز		اثرات اصلی				خطای	سطح معنی‌داری		
سطح تلقیح باکتریایی	+	-	+	-	اندازه ذرات		تلقیح باکتریایی		معیار	اندازه	سطح	اثر
					درشت	ریز	+	-	میانگین	ذرات	تلقیح	متقابل
	ساعات نمونه‌برداری بعد از وعده صبحگاهی											
صفر	7/10	6/95	7/33	7/30	7/02	7/31	7/21	7/13	0/22	0/11	0/61	0/72
دو	6/55	6/64	6/67	6/52	6/60	6/59	6/61	6/58	0/09	0/97	0/65	0/11
چهار	6/79	6/69	6/79	6/73	6/74	6/76	6/79	6/71	0/12	0/85	0/37	0/82
شش	6/58	6/62	6/64	6/57	6/60	6/61	6/61	6/60	0/10	0/96	0/84	0/47
هشت	6/53	6/74	6/76	6/82	6/63	6/79	6/64	6/78	0/17	0/24	0/31	0/58

ab: حروف غیر مشابه در هر ردیف بیانگر اختلاف معنی‌دار بین میانگین‌ها است ($P<0/05$). +: سیلاژ ذرت تلقیح شده، -: سیلاژ ذرت تلقیح نشده

غلظت نیتروژن آمونیاکی

غلظت نیتروژن آمونیاکی در محیط شکمبه، در ساعات مختلف نمونه‌برداری از مایع شکمبه تحت‌تاثیر اندازه ذرات سیلاژ ذرت و سطح تلقیح باکتریایی قرار نگرفت (جدول6). اما میانگین غلظت نیتروژن آمونیاکی شکمبه‌ای در جیره‌های دارای علوفه‌ی ریز بیش‌تر بود زیرا با کاهش اندازه ذرات علوفه‌ها تجزیه‌پذیری پروتئین آن‌ها افزایش می‌یابد (33). البته نتایج یک مطالعه مروری حاکی از این بود که اندازه ذرّات سیلاژ ذرت و علوفه یونجه خشک تاثیر معنی‌داری بر غلظت آمونیاک شکمبه‌ای نداشتند (34).

جدول 6- تاثیر اندازه ذرات سیلاژ ذرت و سطح تلقیح باکتریایی بر نیتروژن آمونیاکی شکمبه‌ای در ساعات مختلف پس از مصرف جیره‌های آزمایشی
Table 6. Effect of corn silage particles size and bacterial inoculation on ruminal N-NH3 at different hours after consumption of dietary rations.

اندازه ذرات	درشت		ریز		اثرات اصلی				خطای	سطح معنی‌داری		
سطح تلقیح باکتریایی	+	-	+	-	اندازه ذرات		تلقیح باکتریایی		معیار	اندازه	سطح	اثر
					درشت	ریز	+	-	میانگین	ذرات	تلقیح	متقابل
	زمان‌های نمونه‌برداری بعد از وعده صبحگاهی											
صفر	7/39	11/1	13/3	14/2	9/27	13/7	10/4	12/7	4/14	0/17	0/46	0/64
دو	17/2	23/2	28/5	24/6	20/2	26/5	22/8	23/9	4/42	0/09	0/73	0/16
چهار	10/8	17/2	21/2	18/8	14/0	20/1	16/1	18/0	4/08	0/08	0/52	0/17
شش	11/1	12/5	15/9	13/5	11/8	14/7	13/5	13/0	2/22	0/12	0/75	0/27
هشت	7/24	13/2	14/0	10/2	10/2	11/9	10/6	11/4	4/07	0/58	0/78	0/12
میانگین کل	$10/8^{b}$	$15/5^{ab}$	$18/6^{a}$	$16/2^{a}$	$13/1^{b}$	$17/4^{a}$	14/7	15/8	2/34	0/01	0/49	0/03

ab: حروف غیر مشابه در هر ردیف بیانگر اختلاف معنی‌دار بین میانگین‌ها است ($P<0/05$). +: سیلاژ ذرت تلقیح شده، -: سیلاژ ذرت تلقیح نشده

سنتز پروتئین میکروبی

دفع آلانتونین، اسید اوریک و کل مشتقات پورینی (میلی‌مول) از ادرار و همچنین سنتز نیتروژن و پروتئین میکروبی، در گوسفندان تغذیه شده با جیره دارای سیلاژ ذرت ریز بیش‌تر از جیره‌های دارای سیلاژ درشت بود (جدول 7). به‌نظر می‌رسد کاهش اندازه ذرات علوفه جیره سبب افزایش گوارش‌پذیری (33)، افزایش مصرف پروتئین و کاهش میزان الیاف موثر فیزیکی جیره می‌شود (7). همچنین با افزایش مصرف ماده خشک دسترسی میکروارگانیسم‌های شکمبه، به مواد مغذی بیشتر شده و در نتیجه پروتئین میکروبی بیش‌تری در شکمبه تولید می‌شود و پیرو آن کل مشتقات پورینی (آلانتونین، اسید اوریک و سایرمشتقات) بیشتری از ادرار دفع می‌گردد (9). درجیره‌های دارای علوفه‌ی ریز تجزیه‌پذیری پروتئین خام بیشتر است، لذا در جیره‌های ریز، آمونیاک بیشتری در شکمبه تولید شده در نتیجه تولید پروتئین میکروبی بیشتر می‌شود (33). همچنین افزایش آلانتوئین را می‌توان به افزایش مصرف خوراک و تولید بیشتر پروتئین میکروبی نسبت داد (32). در تحقیق حاضر، گوسفندانی که جیره‌ی آن‌ها دارای سیلاژ ریز بود، مصرف ماده خشک و پروتئین بیش‌تری داشتند و در نتیجه تولید پروتئین میکروبی و دفع مشتقات پورینی بیش‌تر بود. زیرا با کاهش اندازه ذرات علوفه، تولید مشتقات پورینی ادرار افزایش می‌یابد (32). در یک پژوهش نیز جیره‌هایی دارای سیلاژ جو ریز نسبت به جیره‌های سیلاژ جو درشت آلانتوئین دفعی بیشتری داشتند (29).

جدول 7- دفع مشتقات پورینی و تولید پروتئین میکروبی در گوسفندان تغذیه شده با جیره‌های آزمایشی (میلی‌مول در روز)
Table 7. excrete purine derivatives (mmol/ per day) and microbial protein sythesis (g) is in sheep fed with experimental diets

اندازه ذرات	درشت		ریز		اثرات اصلی				خطای معیار میانگین	سطح معنی‌داری		
سطح تلقیح باکتریایی	+	-	+	-	اندازه ذرات		تلقیح باکتریایی			اندازه ذرات	سطح تلقیح	اثر متقابل
					درشت	ریز	+	-				
آلانتوئین	3/30	4/69	7/83	7/86	4/00[b]	7/84[a]	5/56	6/28	0/93	<0/01	0/32	0/34
اسیداوریک	0/25[b]	0/30[b]	0/41[a]	0/35[a]	0/27[b]	0/38[a]	0/33	0/32	/03	<0/01	0/90	0/04
کل مشتقات پورینی	4/32	5/88	9/40	9/44	5/10	9/42	6/86	7/66	1/05	<0/01	0/32	0/34
پروتئین میکروبی	17/5	28/5	49/8	50/0	23/0[b]	49/9[a]	33/7	39/3	6/66	<0/01	0/28	0/29

ab: حروف غیر مشابه در هر ردیف بیانگر اختلاف معنی‌دار بین میانگین‌ها است (p<0/05). +: سیلاژ ذرت تلقیح شده، -: سیلاژ ذرت تلقیح نشده

رفتار مصرف خوراک

زمان مصرف خوراک و زمان نشخوار (دقیقه در روز) تحت اثر اندازه ذرات و تلقیح باکتریایی علوفه‌ی سیلاژ ذرت قرار نگرفت (جدول 8). در پژوهش‌های زیادی، زمان‌های مصرف خوراک و نشخوار در جیره‌های دارای علوفه ریز کم‌تر از جیره‌های دارای علوفه درشت بودند (15،31). امّا در آزمایش حاضر مصرف ماده خشک، ماده آلی، الیاف نامحلول در شوینده‌ی خنثی و الیاف موثر فیزیکی در جیره‌های دارای سیلاژ ریز بیشتر از جیره‌های دارای سیلاژ درشت بود (جدول 4) و لذا افزایش مصرف ماده خشک سبب جبران کاهش زمان مصرف و نشخوار در جیره‌های دارای سیلاژ ریز شد و زمان‌های مصرف خوراک و نشخوار تغییری نکرد. امّا مدت زمان جویدن (دقیقه در روز) در جیره‌های دارای سیلاژ ذرت ریز بیشتر بود. نتایج به‌دست آمده در آزمایش حاضر با نتایج برخی از محققین هم‌خوانی داشت. در تحقیقات مربوط به تاثیر اندازه ذرات، مصرف علوفه‌ی ریز، زمانی در مصرف خوراک تاثیرگذار بود که موجب بیش‌تر شدن زمان فعالیت جویدن (خوردن + نشخوار) در گوسفندان تغذیه شده با علوفه‌ی ریز شد. (34). در یک تحقیق سیلاژ ذرت با اندازه ذرات ریز، نسبت به دو جیره دارای سیلاژ ذرت با اندازه متوسط و بلند، مدت زمان جویدن را افزایش داد. زیرا با کاهش اندازه ذرات علوفه‌ی سیلویی به‌میزان مصرف افزوده شد (15).

زمان مصرف خوراک، نشخوار و جویدن به‌ازای مصرف هر کیلوگرم ماده خشک و الیاف نامحلول در شوینده‌ی خنثی (دقیقه) معنی‌دار نبود. در آزمایش تیموری یانسری و همکاران (31) با خرد شدن علوفه یونجه، مصرف ماده خشک و الیاف نامحلول در شوینده‌ی خنثی در گاوهای شیرده افزایش یافت و با کاهش اندازه ذرات علوفه، مدت زمان خوردن، نشخوار و جویدن افزایش یافت. امّا در آزمایش جاری زمان مصرف خوراک و زمان نشخوار تحت‌تاثیر اندازه ذرات قرار نگرفتند. در یک تحقیق زمان مصرف خوراک با افزایش اندازه ذرات علوفه به‌صورت خطی افزایش یافته (33) همچنین زمان مصرف با افزایش میانگین هندسی جیره نیز افزایش می‌یابد (29). با کاهش اندازه ذرات علوفه، زمان مصرف خوراک به‌ازای هر کیلوگرم ماده خشک تحت‌تأثیر کاهش اندازه ذرات قرار گرفته و کاهش می‌یابد (15).

جدول 8- تاثیر دو سطح اندازه ذرات سیلاژ ذرت و دو سطح تلقیح باکتریایی در سیلاژهای ذرت بر رفتار مصرف خوراک در گوسفند
Table 8. The effect of two levels of corn silage particles size and two levels of bacterial inoculation in corn silage on feed consumption behavior in sheep

اندازه ذرات سیلاژ	درشت		ریز		اثرات اصلی				خطای معیار میانگین‌ها	سطح معنی‌داری		
سطح تلقیح	+	-	+	-	سیلاژ درشت	سیلاژ ریز	تلقیح شده	تلقیح نشده		اندازه‌ی ذرات	سطح تلقیح اثر	متقابل
رفتارهای تغذیه‌ای گوسفندان (دقیقه در روز)												
زمان مصرف	242	251	251	282	246	266	246	266	19/7	0/20	0/20	0/45
زمان نشخوار	430	396	455	447	413	451	442	421	24/4	0/07	0/27	0/47
زمان جویدن	627	647	706	730	660[b]	718[a]	689	688	23/8	0/01	0/97	0/19
زمان مصرف خوراک به‌ازای مصرف هر کیلوگرم (دقیقه)												
ماده‌ی خشک	182	173	161	177	177	169	172	175	16/3	0/49	0/80	0/31
الیاف نامحلول[1]	496	462	422	458	479	440	459	460	43/3	0/24	0/96	0/30
زمان نشخوار به‌ازای مصرف هر کیلوگرم (دقیقه)												
ماده‌ی خشک	307	263	291	286	285	289	299	274	19/7	0/80	0/12	0/20
الیاف نامحلول[1]	834	703	760	741	768	750	797	722	54/0	0/65	0/09	0/19
کل فعالیت جویدن به‌ازای مصرف هر کیلوگرم (دقیقه)												
ماده‌ی خشک	490	436	453	464	463	458	471	450	25/1	0/79	0/27	0/11
الیاف نامحلول[1]	1330	1165	1182	1199	1248	1191	1256	1182	67/1	0/27	0/17	0/10

[ab]: حروف غیر مشابه در هر ردیف بیانگر اختلاف معنی‌دار بین میانگین‌ها است (p<0/05). +: سیلاژ ذرت تلقیح شده، -: سیلاژ ذرت تلقیح نشده

تلقیح مخلوط باکتری‌هایی تخمیر کننده همگن و غیر همگن سبب افزایش پایداری هوازی سیلاژ شد، امّا بر مصرف، گوارش پذیری و فراسنجه‌های شکمبه‌ای گوسفندان تاثیر نداشت. با کاهش اندازه ذرات سیلاژ ذرت مصرف ماده خشک، ماده آلی، پروتئین خام و الیاف نامحلول در شوینده‌ی خنثی افزایش یافت. همچنین در جیره‌های دارای سیلاژ ریز تولید پروتئین میکروبی نسبت به جیره‌های دارای سیلاژ درشت بیشتر بود.

منابع

1. Acosta Aragon, Y., J. Jatkauskas and V. Vrotniakien. 2012. The effect of a silage inoculant on silage quality, aerobic stability and meat production on farm scale. ISRN Veterinary Science, 1-6.
2. Addah, W., J. Baah, P. Groenewegen, E.K. Okine and T.A. McAllister. 2011. Comparison of the fermentation characteristics, aerobic stability and nutritive value of barley and corn silages ensiled with or without a mixed bacterial inoculant. Canadian Journal of Animal Science, 91: 133-146.
3. Ahmadi, K., H. Gholizadeh, H.A. Ebadzadeh, R. Hossein Poor, H. Abdisheh, A. Kazemian and M. Rafiei. 2017. Agricultural statistics of the crop year 2015-2016. Ministry of Jihad-e-Agriculture, Deputy Director of Planning and Economics, ICT.
4. American Society of Agricultural Engineers (ASAE). 2002. Method of determining and expressing particle size of chopped forage (S424.1). 70th ed St Joseph MI.
5. AOAC. 2005. Official Methods of Analysis of AOAC International, Maryland, USA.
6. Biomin Biostabil Mayas, 2018. Get more out of your corn silage with Biomin Biostabil Mayas: https://www.biomin.net/en/articles/get more out of your corn silage with biostabilr mays.
7. Broderick, G.A. 2003. Effects of varying dietary protein and energy levels on the production of lactating dairy cows. journal Dairy Science, 86: 1370-1376.
8. Broderick, G.A. and J.H. Kang. 1980. Automated simultaneous determination of ammonia and total amino acids in ruminal fluid and in vitro media. Journal of Dairy Science, 63: 64-75.
9. Chen, X.B. and G.B. Gomes. 1995. Estimation of microbial protein supply to sheep and cattle based on urinary excretion of purine derivatives- an overview of the technical details, Occasional Publication, Rowette Research Institute, Aberdeen, UK.
10. Contreras-Govea, f. and M. Muck. 2006. Microbial Inoculants for Silage. Focus on Forage, 8: 1-4.
11. Eyni, B. and M. Bashtani. 2016. Survey of nutritive value and degradability of sorghum silage from first and second cutting of f.orage. Research on Animal Production, 7: 136-142.
12. Faichney, G.J. 2005. Digesta flow. In, Dijkstra, J., J.M. Forbes, and J. France (Eds). Quantitative Aspect of Ruminant Digestion and Metabolism 2nd Ed. CABI Publishing, 49-86.
13. Grant, R. 2010. Forage fragility, fiber digestibility, and chewing response in dairy cattle. Tri state dairy conference, 27-40.
14. Khorvash, M., D. Colombatto, K.A. Beauchemin, G.R. Ghorbani and A. Samei. 2006. Use of absorbants and inoculants to enhance the quality of corn silage. Canadian Journal of Animal Science, 86: 97-107.
15. Khosravi S., M. Asadi Fozi and A. Esmaili Koshkooyeh. 2018. Evaluation of genetic progress of growth traits in Kermani sheep breeding station. Research on Animal Production, 8:177-186.
16. Knapp, J.R., G.L. Laur, P.A. Vadas, W.P. Weiss and J.M. Tricarico. 2014. Invited review: Enteric methane in dairy cattle production: Quantifying the opportunities and impact of reducing emissions. Journal of Dairy Science, 97: 3231-3261.
17. Kononoff, P.J. and A.J. Heinrichs. 2003. The effect of CS particle size and cottonseed hulls on cows in early lactation. Journal of Dairy Science, 86: 2438-2451.
18. Kononoff, P.J., A.J. Heinrichs and D.R. Buckmaster. 2003. Modification of the Penn State Particle Separator and the effects of moisture content on its measurements. Journal. Dairy Science, 85: 1801-1803.
19. Kristensen, N.B., K.H. Sloth, O. Hojberg, N.H. Spliid, C. Jensen and R. Thogersen. 2010. Effects of microbial inoculants on corn silage fermentation, microbial contents, aerobic stability, and milk production under field conditions. Journal Dairy Science, 93: 3764-3774.
20. Lewis, W.D., J.A. Bertrand and T.C. Jenkins. 1999. Interaction of tallow and hay particle size on ruminal parameters. Journal Dairy Science, 82: 1532-1537.
21. Maulfair, D.D. and A.J. Heinrichs. 2013. Effects of varying forage particle size and fermentable carbohydrates on feed sorting, ruminal fermentation, and milk and component yields of dairy cows. Journal of Dairy Science, 96: 3085-3097.
22. McDonald, P., R.A. Edwards, J.F.D. Greenhalgh, C.A. Morgan, L.A. Sinclair and R.G. Wilkinson. 2011. Animal nutrition. 7th edition. Prentice Hall, Harlow.
23. McDonald, P.A., R. Henderson and S.J.E. Heren. 1991. The biochemistry of silage. 2nded. Chalcombe Pub. Abersyth. U.K.
24. Mirzaei, M., M. Khorvash, G.R. Ghorbani, M. Kazemi-Bonchenari, A. Riasi and A. Nabipour. 2015. Effects of supplementation level and particle size of alfalfa hay on growth characteristics and rumen development in dairy calves. Animal Physiology and Animal Nutrition, 99: 553-564.
25. Oliveira, A.S., Z.G. Weinberg, I.M. Ogunade, A.A.P. Cervantes, K.G. Arriola, Y.Jang, M.C.M. Gonalves, D. Vyas, A.T. Adesogan. 2016. Meta-analysis of effects of inoculation with homofermentative and facultative heterofermentative lactic acid bacteria on silage fermentation, aerobic stability, and the performance of dairy cows. Journal of Dairy Science, 100: 4587-4603.
26. Oney, C.R., J.L. Gramkow, A.K. Watson, G.E. Erickson and J.C. MacDonald. 2018. The Effect of Inoculants on Nutrient Losses of Corn Silage and High-moisture Corn Stored in Mini Silos. University of Nebraska – Lincoln, Animal Science Department.

26. Oney, C.R., J.L. Gramkow, A.K. Watson, G.E. Erickson and J.C. MacDonald. 2018. The Effect of Inoculants on Nutrient Losses of Corn Silage and High-moisture Corn Stored in Mini Silos. University of Nebraska – Lincoln, Animal Science Department.
27. Pahlow G. and E. Zimmer. 1985. Effect of a lactobacillus inoculant on fermentation and aerobic stability of grass silage. Proceedings of the XV Int. Grassld. Congress, Kyoto, Japan, 8: 24-31.
28. Ranjit, N.K. and L. Kung. 2001. The effect of lactobacillus buchneri, lactobacillus plantarum as a chemical preservative on the fermentation and aerobic stability of corn silage. Journal Dairy Science, 83: 526-533.
29. Rymer, C. 2000. The measurement of forage in vivo digestibility. In: Forage Evaluation in Ruminant Nutrition, Edited by Givens, D.I., Owen, E., Omed H.M. and Axford. R.F.E, 113-134.
30. SAS. 2005. SAS User's Guide. SAS Institute Inc. Version 9. 1. Cary, NC, USA.
31. Shamsi Kushki, A. 2014. Effect of two levels of barley silage and two concentrate levels on physical properties of diet, feed intake, digestibility of nutrients, microbial protein synthesis and feed consumption behavior in m.ale Kerman sheep. Thesis of Animal Science, Shahid Bahonar University of Kerman, Iran (In Persian).
32. Sharifi, M., N.M. Torbati Nejad, A. Teimouri Yansari, S. Hasani and T. Ghoorchi. 2012. Effect of corn silage particle size and level of soybean oil on ruminal mat composition, distribution and consistency in Zel sheep. African Journal of Biotechnology, 11: 15580-15589.
33. Teimouri Yansari, A., R. Valizadeh, A. Naserian, D.A. Christensen, P. Yu and F. Eftekhari Shahroodi. 2004. Effects of alfalfa particle size and specific gravity on chewing activity, digestibility, and performance of Holstein dairy cows. Journal Dairy Science, 87: 3912-3924.
34. Theodorou, M.K., B.A. Williams, M.S. Dhanoa, A.B. McAllan and J. France. 1994. A simple gas production method using a pressure transducer to determine the fermentation kinetics of ruminant feeds. Animal Feed Science Technology, 48: 185-197.
35. Yang W.Z., K.A. Beauchemin. 2007. Altering Physically Effective Fiber Intake through Forage Proportion and Particle Activity and Ruminal pH of Dairy Cows Fed Diets Based on Barley Silage. Journal Dairy Science, 89: 217-228.
36. Zebeli Q., J.R. Aschenbach, M. Tafaj, J. Boguhn, B.N. Ametaj and W. Drochner. 2012. Invited review: Role of physically effective fiber and estimation of dietary fiber adequacy in high-producing dairy cattle. Journal of Dairy Science, 95: 1041-1056.

Effect of Bacterial Inoculation and Levels of High-Moisture Maize Silage Particle Size on Consumption, Digestibility, Rumen Parameters and Feed Intake Behavior in Sheep

Mohsen Dehghani[1], Mohammad Mehdi Sharifi Hosseini[2], Omid Dayani[3] and Ali Madahyan[4]

1 and 3- graduated and Professor of Shahid Bahonar University of Kerman, Faculty of Agriculture Department of Animal science
2- Assistant Professor Shahid Bahonar University of Kerman, Faculty of Agriculture Department of Animal science
4- Assistant Professor Payam Noor University of Kerman
Received: May 22, 2019 Accepted: January 15, 2019

Abstract

This study was carried out to investigate the effect of bacterial inoculation on fine and coarse silage size with low dry matter, on the properties of silage and feed intake, digestibility and rumen parameters in Kermani sheep. Approximately 1200 kilograms of corn fodder were harvested in coarse and fine sizes (16 and 8 mm, respectively). During the preparation of the silage, bacterial inoculation was added to 50% coarse and fine corn fodder. Four sheeps with two years old with an average weight of 36.1 ± 1.6 kg BW were used in the form of a Latin square design with a 2 × 2 factorial array with four 21-days period. The ratio of forage to concentrate in diets was 50:50 and includes: 1) The diet contains coarse inoculated corn silage, 2) The deit contains coarse unoculated corn silage, 3) The diet contains fine inoculated corn silage, and 4) The diet contains fine unoculated corn silage. Aerobic stability was the highest in inoculated rations and coarse silage diets ($P<0.05$). Consumption of DM, OM, NDF, ADF and peNDF, and digestibility of ADF were higher in fine silage diets ($P<0.05$). The synthesis of microbial protein was higher in a fine silage diets than coarse silage diets ($P<0.05$). The chewing activity was higher in fine silage diets than coarse silage diets ($P<0.05$). The results showed that inoculation of bacteria increased aerobic stability of low DM silage, but consumption of nutrients and production of microbial protein was higher in fine silage diets ($P<0.05$).

Keywords: Aerobic Stability, Corn Silage, Microbial Protein, Physical Effective NDF, Ruminal Parameters