نشریه پژوهش در نشخوارکنندگان
جلد سوم، شماره سوم، ۱۳۹۴
http://ejrr.gau.ac.ir

پاسخ‌های عملکردی گاوهای شیرده هلشتاین تغذیه شده با جیره‌های با اندازه ذرات متفاوت علوفه یونجه خشک

*سیدمهدی کریم‌زاده[۱]، منصور رضایی[۲] و اسداله تیموری[۳]

[۱]دانشجوی دکتری تغذیه دام، دانشکده علوم دامی و شیلات، دانشگاه کشاورزی و منابع‌طبیعی ساری،
[۲]استاد دانشکده علوم دامی و شیلات، دانشگاه کشاورزی و منابع‌طبیعی ساری،
[۳]دانشیار دانشکده علوم دامی و شیلات، دانشگاه کشاورزی و منابع‌طبیعی ساری

تاریخ دریافت: ۹۴/۸/۲۷؛ تاریخ پذیرش: ۹۴/۱۰/۷

چکیده

سابقه و هدف: اندازه ذرات علوفه دارای دو جنبه متضاد بر عملکرد حیوان است. از یک طرف، تغذیه علوفه‌هایی با ذرات بلند سبب افزایش فعالیت جویدن و pH شکمبه‌ای و کاهش خطر اسیدوز تحت حاد، از طرف دیگر سبب کاهش نرخ عبور مواد هضمی و در پی آن خوراک مصرفی و سپس شیر تولیدی می‌شود. لذا این آزمایش به‌منظور تعیین پاسخ‌های عملکردی گاوهای شیرده تغذیه شده با جیره‌هایی حاوی علوفه یونجه خشک با اندازه ذرات دارای میانگین هندسی ۳/۰۹ و ۴/۶۵ میلی‌متر انجام شد.

مواد و روش‌ها: در این آزمایش از ۸ رأس گاو هلشتاین مشابه با توجه به مرحله تولید، وزن، سن، نژاد و سلامت، در قالب طرح چرخشی یا گردان ۲×۲ (دو تیمار در دو دوره آزمایش ۲۱ روزه (۲ هفته برای سازگاری با جیره و ۷ روز به‌منظور نمونه‌برداری)) با ۴ تکرار در هر تیمار استفاده شد. در طی ۷ روز نمونه‌گیری، مصرف خوراک، شاخص‌های خونی و شیر اندازه‌گیری شد.

یافته‌ها: مقدار ماده خشک مصرفی گاوها با کاهش اندازه ذرات علوفه یونجه افزایش پیدا کرد (۲۵ در مقابل ۲۲/۵ کیلوگرم در روز). کربوهیدات‌های غیر الیافی، ماده آلی، الیاف نامحلول در شوینده خنثی، خاکستر و الیاف نامحلول در شوینده اسیدی مصرفی نیز با افزایش اندازه ذرات یونجه خشک کاهش یافت. الیاف مؤثر فیزیکی

*نویسنده مسئول: karimzadeh.s.mehdi@gmail.com

بزرگ‌تر از ۸ میلی‌متر مصرفی در این آزمایش بین دو تیمار از لحاظ آماری معنی‌دار بود، که در جیره با اندازه ذرات ریزتر در مقایسه با جیره با اندازه ذرات بزرگ‌تر مقدار کمتری بود (۰/۴۱ در مقابل ۰/۵۲ کیلوگرم). با افزایش میانگین هندسی اندازه ذرات یونجه خشک جیره از ۳/۰۹ به ۴/۶۵ میلی‌متر، مقدار شیر تولیدی تغییری نکرد، در حالی‌که درصد چربی شیر تولیدی از ۳/۲۶ به ۳/۶۵ درصد افزایش داشت. در این آزمایش محتوای پروتئین، لاکتوز، اوره، مواد جامد غیر چربی شیر[1]، کل مواد جامد شیر[2] و تعداد سلول‌های بدنی شیر در بین دو تیمار تفاوت معنی‌داری نداشت. با افزایش اندازه ذرات علوفه خشک جیره محتوای گلوگز و تری‌گلسیرید خون گاوها با افزایش اندازه ذرات افزایش یافت. محتوای انسولین خون در گاوهای تغذیه شده با جیره‌های دارای میانگین هندسی بزرگ‌تر علوفه خشک، بیشتر بود (۱۶/۲۹ و ۱۲/۸۶ میلی‌گرم بر دسی لیتر). محتوای کلسترول، آنتی‌اکسیدان، اوره و اسید بتاهیدروکسی بوتیریک در بین دو تیمار اندازه ذرات علوفه یونجه خشک جیره تفاوت معنی‌داری نداشت. با توجه به نتایج به‌دست آمده از این آزمایش، با کاهش اندازه ذرات علوفه یونجه خشک و جیره اسیدیته مایع شکمبه‌ای کاهش پیدا کرد. اسیدیته مایع شکمبه برای جیره حاوی یونجه با میانگین هندسی ۳/۰۹ و ۴/۶۵ به‌ترتیب ۶/۰۹ و ۶/۳۹ بود.

نتیجه‌گیری: با افزایش اندازه ذرات علوفه یونجه، pH مایع شکمبه، ماده خشک مصرفی و چربی شیر بیشتر شد.

واژه‌های کلیدی: گاو شیری، هلشتاین، اندازه ذرات، علوفه یونجه

1.Solid non fat
2.Total solid

مقدمه

کربوهیدرات‌ها بزرگ‌ترین بخش در جیره گاوهای شیرده هستند و بیش از ۷۰ درصد جیره نشخوارکنندگان را تشکیل می‌دهد. کربوهیدرات‌ها از لحاظ نقش تغذیه‌ای به دو بخش: آن‌هایی که به‌طور خودکار توسط آنزیم‌های دستگاه گوارش قابل هضم هستند، کربوهیدرات‌های غیرالیافی (نشاسته، پکتین، بتاگلوکان‌ها، فروکتان‌ها، مونو و الیگوساکاریدها و اسیدهای آلی) و دسته‌ای که به‌وسیله آنزیم‌های دستگاه گوارش هضم نمی‌شوند، الیافی (سلولز، همی سلولز و لیگنین)، تقسیم می‌شود (۱۹). الیاف مواد خوراکی نیز به دو بخش قابل و غیرقابل تجزیه تقسیم می‌شوند (۱۹). یکی از رایج‌ترین راه برای سنجش الیاف در خوراک NDF است که شامل سلولز، همی‌سلولز و لیگنین است. یافتن حد مطلوبی برای اندازه ذرات جنبه با اهمیتی در تغذیه نشخوارکنندگان و گاوهای شیرده، به‌ویژه در سامانه‌های خوراک‌دهی کاملاً مخلوط محسوب می‌شود (۳۳). امروزه از الک‌های جداکننده ذرات دانشگاه ایالتی پنسیلوانیا به‌عنوان یک روش مؤثر و ارزان برای تعیین اندازه ذرات خوراک استفاده می‌شود (۱۲). توصیه می‌شود که حداقل ۱۰ درصد جیره در روی الک ۱۹ میلی‌متر، ۴۰ تا ۵۰ درصد در روی الک ۸ میلی‌متر، کمتر از ۳۵ درصد در روی الک ۱/۱۸ میلی‌متر و کمتر از ۲۰ درصد در سینی باقی بماند (۱۷). الیاف مؤثر فیزیکی (peNDF) با ضرب نسبت خوراکی باقی‌مانده بر روی الک ۱/۱۸ در محتوای NDF جیره محاسبه می‌شود (۱۹). مقدار کافی peNDF برای تحریک فعالیت جویدن، ترشح بزاق، حفظ سلامت حیوان، pH شکمبه و الگوی تخمیر شکمبه‌ای مناسب، هضم مناسب الیاف، چربی شیر ضروری است (۱۹).

طبق پژوهش‌های تیموری و پیرمحمدی (۲۰۰۹) کاهش اندازه ذرات علوفه سبب افزایش ماده خشک مصرفی و نرخ عبور شکمبه‌ای می‌شود. همچنین با کاهش اندازه ذرات علوفه، pH شکمبه‌ای، چربی شیر، کل فعالیت جویدن، نشخوار و زمان مصرف خوراک کاهش می‌یابد. نتایج آزمایش برخی از محققین نشان داد که با کوتاه‌تر شدن اندازه ذرات خوراک، مقدار ماده خشک مصرفی و از طرف دیگر انرژی و تأمین مواد مغذی در گاوهای شیری با تولید بالا، افزایش پیدا می‌کند (۱ و ۲۸). اگرچه آزمایش یانگ و بیوچمن (۲۰۰۶ و ۲۰۰۷)، روستومو و همکاران (۲۰۰۶) و بیوچمن و همکاران (۲۰۰۳) تأثیر معنی‌داری را با تغییر اندازه ذرات جیره غذایی بر روی ماده خشک مصرفی مشاهده نکردند و نتایج آن‌ها خلاف نتایج به‌دست آمده بود که احتمالاً به دلیل اندازه ذرات، ترکیبات جیره و همچنین شرایط نگه‌داری و محیطی گاوها بود. هدف این آزمایش، بررسی تغییرات در مصرف ماده خشک، تولید شیر و شاخص‌های خونی گاوهای شیری تغذیه شده با علوفه یونجه خشک با میانگین هندسی ۳/۰۹ و ۴/۶۵ میلی‌متر بود.

مواد و روش‌ها

این آزمایش از اسفند سال ۹۳ تا فروردین سال ۹۴ به مدت ۴۲ روز در مزرعه آموزشی و پژوهشی لورک، متعلق به دانشگاه صنعتی اصفهان انجام شد. ۸ رأس گاو هلشتاین اواخر شیردهی با میانگین روزهای شیردهی ۷±۲۱۵ روز و میانگین تولید روزانه ۳±۳۹ کیلوگرم و دارای وزن بدن ۱۰۰±۶۶۲ کیلوگرم که دارای تعداد دفعات زایش ۲ تا ۵ بودند انتخاب شدند و در قالب طرح گردان ۲×۲[1] در دو دوره آزمایش ۲۱ روزه (۲ هفته برای سازگاری با جیره و ۷ روز به‌منظور نمونه‌برداری) با ۴ تکرار در هر تیمار استفاده شد. یک هفته قبل از شروع طرح گاوها از لحاظ سلامت مورد ارزیابی قرار گرفتند. گاوها در آغاز آزمایش به‌طور تصادفی به هر یک از دو تیمار تغذیه‌ای اختصاص داده شد. تیمارهای آزمایشی شامل ۱) جیره دارای یونجه ریز (با میانگین هندسی ۳/۰۹ میلی‌متر) و کنسانتره و ۲)جیره دارای یونجه درشت (با میانگین هندسی ۴/۶۵ میلی‌متر) و کنسانتره بودند که در ۲ وعده در روز به نسبت ۵۰ و ۵۰ درصد در ساعات ۰۹:۰۰ و ۱۵:۰۰ در حد اشتها در اختیار گاوها قرار گرفتند به‌گونه‌ای که حدود ۵ تا ۱۰ درصد از خوراک روز قبل در آخور باقی ماند. احتیاجات خوراکی گاوها با استفاده از جداول احتیاجات تغذیه‌ای (۲۱) تعیین شد، و جیره خوراکی با استفاده از نرم‌افزار جیره نویسی CNCPS(5.0)، تنظیم شد. اجزای تشکیل دهنده شامل جیره یونجه خشک، ذرت سیلویی، دانه جوی آسیاب شده، دانه ذرت آسیاب شده، کنجاله سویا، یاسمینو، پودر ماهی، پودر صابونی اسید چرب، جوش شیرین، دی فسفات کلسیم، نمک، پیش مخلوط ویتامینی[2] به ترتیب به مقدار ۲۵/۰۱، ۱۵/۰۰، ۱۶/۰۱، ۲۲/۰۰، ۱۵/۰۰، ۱/۰۰، ۱/۰۰، ۳/۲۰، ۰/۱۸، ۰/۵۰، ۰/۲۰ و ۰/۹۰ درصد ماده خشک بودند.گاوها در طول شبانه روز دسترسی آزاد[3] به آب خنک و تمیز داشتند. پس از آن به مدت ۷ روز، از روز ۱۴ الی ۲۰ کل خوراک مصرفی و شیر تولیدی ثبت شد. میانگین هندسی و انحراف معیار ذرات مواد خوراکی براساس جامعه مهندسی کشاورزی آمریکا با استفاده از روابط زیر محاسبه شد(۸):

$$d_{gw} = \log^{-1} \left| \frac{\Sigma (W_i \log \bar{d}_i)}{\Sigma W_i} \right|$$

$$S_{gw} = \log^{-1} \left| \frac{\Sigma W_i (\log \bar{d}_i - \log d_{gw})}{\Sigma W_i} \right|^{1/2}$$

1. Cross-over design

۲. مکمل در هر کیلوگرم شامل ۱۹۶ گرم کلسیم، ۵۰۰۰۰۰IU ویتامین A، ۱۰۰۰۰۰IU ویتامینD3، ۱۰۰ میلی‌گرم ویتامین E، ۹۶ گرم فسفر، ۱۹ گرم منیزیم، ۴۶ گرم سدیم، ۳۰۰۰ میلی‌گرم آهن، ۳۰۰میلی‌گرم مس، ۲۰۰۰میلی‌گرم منگنز، ۱۰۰میلی‌گرم کبالت، ۳۰۰۰ میلی‌گرم روی، ۱۰۰ میلی‌گرم ید، ۱ میلی‌گرم سلنیوم، ۴۰۰ میلی‌گرم آنتی‌اکسیدان.

3. Ad Libitum

جدول ۲- ترکیب شیمیایی علوفه یونجه و جیره کاملاً مخلوط یونجه ریز (براساس ماده خشک)

Table 2. Chemical composition and physically effective NDF of alfalfa hay and TMR (DM based)

P-value	SEM	(جیره با اندازه ذرات درشت)[۲] Diet with coarse particle size	(جیره با اندازه ذرات ریز)[۱] Diet with small particle size	یونجه درشت Alfalfa hay long	یونجه ریز Alfalfa hay fine	سیلوی ذرت Corn silage	مواد غذایی Nutrient
0.8470	1.178	70.39	71.07	92.83	93.24	29.65	ماده خشک (درصد) Dry matter (%)
0.9451	0.381	16.86	16.93	13.80	13.80	8.30	پروتئین خام (درصد) Crude protein (%)
0.8133	0.234	29.44	29.51	58.36	58.12	48.87	الیاف نامحلول در شوینده خنثی (درصد) Neutral detergent fiber (%)
0.8960	0.013	16.25	16.26	36.31	36.34	24.31	الیاف نامحلول در شوینده اسیدی درصد) Acid detergent fiber (%)
0.8918	1.156	44.21	44.10	24.52	24.54	43.61	کربوهیدرات غیر الیافی (درصد) Non-fiber carbohydrates (%)
0.8617	0.825	28.73	28.71	1.39	1.43	35.00	نشاسته (درصد) Starch (%)
0.6932	0.031	2.91	2.93	7.54	7.54	2.91	لیگنین (ماده خشک) (درصد) Lignin (Dry matter) (%)
0.7346	0.235	11.54	11.73	16.11	16.38	7.13	لیگنین (الیاف نامحلول در شوینده خنثی) (درصد) Lignin (Neutral detergent fiber) (%)
0.0001	0.539	3.60^{b}	2.91^{a}	4.65	3.09	7.95	طول هندسی (میلی‌متر) Geometric length (mm)
0.0001	1.202	8.63^{b}	6.93^{a}	22.19	15.09	31.79	$peNDF_{>8}$[۳] (درصد)
0.0007	1.786	20.72^{b}	18.67^{a}	41.98	36.76	44.73	$peNDF_{>1.18}$[۴] (درصد)
0.9264	1.108	162.00	163.00	340.00	340.00		DCAD[۵] (mEq/kg)
0.8790	0.187	6.91	6.94	10.09	10.12	4.21	خاکستر (درصد) Ash (%)
0.9763	0.001	1.68	1.68	1.15	1.14	1.40	NEL[۶] (Mcal/kg)

[۱] جیره کاملاً مخلوط حاوی یونجه خشک شده با طول میانگین هندسی ۳/۰۹ میلی‌متر، [۲] جیره کاملاً مخلوط حاوی جیره یونجه خشک با طول هندسی ۴/۶۵ میلی‌متر، [۳] بخش ذرات باقی‌مانده در الک‌هایی با منافذ ۱۹ و ۸ میلی‌متر، از الک PSPS (۱۶)

$peNDF_{>1.18}$ (%) = (DM%>19mm × NDF%>19mm) + (DM%>8mm ×NDF%>8mm) + (DM%>1.18mm × NDF%>1.18mm)

[۴] بخش ذرات باقی‌مانده در الک با منفذ ۱/۱۸ میلی متر از الک PSPS (۱۹ و ۱۴)

$peNDF_{>8}$ (%) = (DM%>19mm + NDF%>19mm) × (DM%>8mm + NDF%>8mm) × NDF%>8mm)

[۵] تفاوت آنیون و کاتیونی، [۶] براساس تخمین NRC (۲۰۰۱).

[1]Total mixed ration containing alfalfa hay with geometric average length 3.09 mm, [2]Total mixed ration containing alfalfa hay with geometric average length 4.65 mm, [3]NDF content of TMR or forage multiplied by their physical effective factor (pef) or the proportion of particles retained on the 19-mm, 8-mm, and 1.18-mm sieves of the PSPS(16). [4]NDF content of TMR or forage multiplied by its pef or the proportion of particles retained on the 19-mm and 8-mm sieves of the PSPS (14). [5] The difference of anions and cations, [6]based on estimates of NRC (2001).

که در این رابطه d_{gw} میانگین هندسی، s_{gw} انحراف معیار ذرات مواد خوراکی، d_i قطر منفذ الک (میلی‌متر) و w_i درصد تجمعی ماده در روی هر الک هستند. عامل مؤثر فیزیکی علوفه‌ها و جیره‌های کاملاً مخلوط از ۳ طریق مختلف که شامل pef_m (عامل مؤثر فیزیکی براساس نسبت ماده خشک باقی‌مانده روی الک با قطر ۱/۱۸ میلی‌متری) (۱۹)، عامل مؤثر فیزیکی براساس مجموع نسبت ماده خشک روی دو الک ۱۹ و ۸ میلی‌متری، $pef_{>8}$ (۱۶) و عامل مؤثر فیزیکی بر اساس مجموع نسبت ماده خشک بر روی سه الک ۱۹، ۸ و ۱/۱۸ میلی‌متری؛ $pef_{>1/18}$ محاسبه شد (۱۶).

داده‌های حاصل از آزمایش توسط نرم افزار آماری SAS (۲۰۰۰) و با رویه (Mixed model) با استفاده از مدل آماری زیر آنالیز شد.

$$Y_{ijk}= \mu+T_i + P_j + Cow_k(T)_i+ e_{ijk(i)}$$

که در این رابطه، μ: میانگین جامعه، T_i:اثر ثابت تیمار، P_j: اثر ثابت دوره، $Cow_k(T)_i$:اثر تصادفی گاو در تیمار، $e_{ijk(i)}$: اثر تصادفی باقی‌مانده‌ها هستند. مقایسه‌ها با روش چند دامنه‌ای دانکن و در این آزمایش تفاوت بین میانگین‌ها در سطح معنی‌داری ۰/۰۵ و تمایل به معنی‌داری ۰/۱۰ تا ۰/۰۵ منظور گردید.

نتایج و بحث

ماده خشک و مواد مغذی مصرفی: گاوهایی که با جیره حاوی علوفه با اندازه ذرات ریزتری تغذیه شده بودند، تمایل به مصرف خوراک بیشتری داشتند (P=۰/۰۵۹۷). کربوهیدات‌های غیر الیافی مصرفی نیز با افزایش اندازه ذرات یونجه خشک کاهش یافت (P=۰/۰۵۶۹). ماده آلی، الیاف نامحلول در شوینده خنثی، خاکستر و الیاف نامحلول در شوینده اسیدی مصرفی با افزایش اندازه ذرات علوفه یونجه کاهش پیدا کرد. الیاف مؤثر فیزیکی بزرگ‌تر از ۸ میلی‌متر مصرفی در این آزمایش بین دو تیمار از لحاظ آماری معنی‌دار بود (*P*=۰/۰۱۷۷)، که در جیره با اندازه ذرات ریزتر در مقایسه با جیره با اندازه ذرات بزرگ‌تر مقدار کمتری بود (۰/۴۱ در مقابل ۰/۵۲ کیلوگرم)، در حالی‌که الیاف مؤثر فیزیکی بزرگ‌تر ۱/۱۸ میلی‌متر مصرفی با افزایش اندازه ذرات یونجه خشک از لحاظ آماری تفاوت معنی‌داری نداشت (*P*=۰/۸۰۳۲).

جدول ۲- مصرف ماده خشک و مواد مغذی در گاوهای شیرده تغذیه شده با جیره‌های با اندازه ذرات علوفه متفاوت و ترکیبات شیمیایی یکسان

Table 2. Dry matter and nutrients intake in dairy cows fed diets with different forage particle size and same chemical composition

P-value	SEM	(جیره با اندازه ذرات درشت)[۲] Diet with coarse particle size	(جیره با اندازه ذرات ریز)[۱] Diet with small particle size	موارد Items
0.0597	1.894	22.69	24.89	ماده خشک مصرفی (کیلوگرم) Dry matter intake (kg)
0.0420	1.766	21.12[b]	23.16[a]	ماده آلی مصرفی (کیلوگرم) Organic matter intake (kg)
0.0398	0.130	1.57[b]	1.73[a]	خاکستر مصرفی (کیلوگرم) Ash intake (kg)
0.0427	0.566	6.69[b]	7.34[a]	الیاف نامحلول در شوینده خنثی مصرفی (کیلوگرم) Neutral detergent fiber intake (kg)
0.0569	0.837	9.98	10.95	کربوهیدات‌های غیر الیافی مصرفی (کیلوگرم) Non-fiber carbohydrates intake (kg)
0.8032	0.104	4.70	4.65	الیاف مؤثر فیزیکی بزرگ‌تر ۱/۱۸ میلی‌متر مصرفی(کیلوگرم) Physically effective fiber>1.18 mm intake (kg)
0.0177	0.126	1.96[b]	1.73[a]	الیاف مؤثر فیزیکی بزرگ‌تر از ۸ میلی‌متر مصرفی (کیلوگرم) Physically effective fiber>8 mm intake (kg)
0.0481	0.311	3.69[b]	4.05[a]	الیاف نامحلول در شوینده اسیدی مصرفی (کیلوگرم) Acid detergent fiber intake (kg)

نتایج آزمایش برخی از محققین نشان داد که با کوتاه‌تر شدن اندازه ذرات خوراک، ماده خشک مصرفی و از طرف دیگر، انرژی و تأمین مواد مغذی در گاوهای شیری با تولید بالا، افزایش پیدا می‌کند (۱ و ۲۶ و ۲۸ و ۳۴). اگرچه آزمایش یانگ و بیوچمن (۲۰۰۶ و ۲۰۰۷)، روستومو و همکاران (۲۰۰۶) و بیوچمن و همکاران (۲۰۰۳) تأثیر معنی‌داری را با تغییر اندازه ذرات جیره غذایی بر روی ماده خشک مصرفی مشاهده نکردند و نتایج آن‌ها خلاف نتایج به‌دست آمده بود. زبلی و همکاران (۲۰۰۶) با آنالیز رگرسیون داده‌های حاصل از ۳۳ آزمایش انجام شده روی گاوهای اواسط شیردهی نشان دادند که مصرف خوراک ارتباط معکوسی با الیاف نامحلول در شوینده خنثی (R^2= ۰/۱۷) و الیاف مؤثر فیزیکی (R^2=۰/۲۹) جیره دارد. آن‌ها این ارتباط را به تأثیر الیاف مؤثر فیزیکی و الیاف نامحلول در شوینده خنثی بر پرشدگی شکمبه ارتباط دادند. علی‌رغم اثبات رابطه معکوس و معنی‌دار بین مصرف خوراک با محتوای الیاف نامحلول در شوینده خنثی و الیاف مؤثر فیزیکی جیره، در مدلی که توسط زبلی و همکاران (۲۰۰۸) برای تعیین سطح کافی الیاف مؤثر جیره توسعه داده شده است ارتباط

ضعیفی بین مصرف خوراک و مصرف الیاف مؤثر فیزیکی به‌دست آمد (R^2=۰/۱۸). این مدل نشان می‌دهد که با افزایش الیاف مؤثر فیزیکی در جیره تا سطح ۲۲ درصد، مصرف خوراک افزایش می‌یابد، اما در محدوده ۲۲ تا ۳۱/۵ درصد الیاف مؤثر فیزیکی، مصرف خوراک ارتباط معکوسی با سطح الیاف مؤثر فیزیکی جیره دارد و در سطوح بالاتر از ۳۱/۵ درصد، مصرف خوراک با شیب منفی‌تری افت می‌کند که تا حد زیادی نتایج آزمایش‌های انجام شده را به صورتی منطقی و دسته‌بندی شده توجیه می‌کند. تیموری و همکاران (۲۰۰۴) مطالعه‌ای بر روی تأثیرات فیزیکی و اندازه ذرات یونجه خشک انجام دادند و نشان دادند که کاهش اندازه ذرات سبب افزایش چگالی توده‌ای[1]، چگالی لحظه‌ای، نرخ آبگیری[2] و کاهش ظرفیت آبگیری[3] می‌شود. همچنین کاهش اندازه ذرات مقدار مصرف را افزایش می‌دهد. پاپی و همکاران (۱۹۸۵) تعیین کردند ذراتی که بر روی الک ۱/۱۸ میلی‌متری باقی می‌مانند، آرام‌تر از آن‌هایی که از این الک عبور می‌کنند، از شکمبه می‌گذرند. مرتنز (۱۹۹۶) پیشنهاد کرد که ذرات بزرگ‌تر از ۱/۱۸ میلی‌متر برای آن که از شکمبه عبور کنند باید خرد شده و کوچک شوند و در نتیجه این ذرات بیش‌تر از ذرات کوچک‌تر از ۱/۱۸ میلی‌متر، ترشح بزاق را تحریک می‌کنند. در آزمایش کرواس و کام (۲۰۰۳) کاهش اندازه ذرات علوفه سبب کاهش مصرف ماده خشک، ماده آلی و نشاسته گردید، اما بر مصرف الیاف نامحلول در شوینده خنثی تأثیری نداشت، که نشان‌دهنده تمایل گاوها به انتخاب ذرات بزرگ‌تر در جیره‌هایی با ذرات علوفه کوتاه‌تر بود، که جهت حفظ سلامت محیط شکمبه‌ای و کاهش ابتلا به بیماری‌های متابولیک بود.

نتایج آزمایشات فوق نشان‌دهنده آن است که با کاهش اندازه ذرات علوفه خوراک، ماده خشک مصرفی توسط دام‌ها افزایش یافت، که آن را می‌توان به کاهش ظرفیت پرشدگی شکمبه با کاهش اندازه ذرات و افزایش نرخ عبور مربوط دانست. معمولاً در آزمایش‌هایی که از جیره‌هایی با بیش از ۴۰ درصد مواد کنسانتره‌ای استفاده شده، با کاهش اندازه ذرات علوفه مورد استفاده، تأثیری بر مصرف خوراک مشاهده نشده است (۳۱)، زیرا در این جیره‌ها اثر پرکنندگی علوفه به اندازه تأثیرات شیمیایی حاصل از آزاد شدن واسطه‌های سوخت و ساز، بر کاهش مصرف خوراک نیست (۲). به نظر می‌رسد سطح بالای الیاف نامحلول در شوینده خنثی (۲۹/۵ درصد) در آزمایش حاضر، نسبت به آزمایش یانگ و بیوچمن (۲۰۰۷) (۲۴/۵ درصد)، سبب تأثیرگذاری بر پرکنندگی علوفه در شکمبه و در نتیجه آن

1. Bulk density
2. Rate of hydration
3. Water holding capacity

کاهش مصرف خوراک شده است. کاهش طول برشی یونجه خشک جیره علاوه بر کاهش اثر پرکنندگی در شکمبه از طریق افزایش نرخ عبور نیز منجر به افزایش مصرف خوراک می‌گردد.

تولید شیر و ترکیبات آن: با افزایش میانگین هندسی اندازه ذرات یونجه خشک جیره از ۳/۰۹ به ۴/۶۵ میلی‌متر مقدار شیر تولیدی تغییری نکرد (P=۰/۹۰۱۴)، در حالی‌که درصد چربی شیر تولیدی از ۳/۲۶ به ۳/۶۵ درصد افزایش داشت (P=۰/۰۲۵۹). در این آزمایش محتوای پروتئین، لاکتوز، اوره، مواد جامد غیر چربی شیر[1]، کل مواد جامد شیر[2] و تعداد سلول‌های بدنی شیر در بین دو تیمار تفاوت معنی‌داری نداشت.

جدول ۳- تولید و ترکیبات شیر در گاوهای شیری تغذیه شده با جیره‌های با اندازه ذرات متفاوت

Table 3.Milk production and composition in dairy cows fed diets with different particle size

P-value	SEM	(جیره با اندازه ذرات درشت)[2] Diet with coarse particle size	(جیره با اندازه ذرات ریز)[1] Diet with small particle size	موارد Items
0.9014	5.097	35.50	35.87	شیر تولیدی (کیلوگرم) Milk production (kg)
0.4676	4.603	36.30	34.35	شیر تصحیح شده[1] (کیلوگرم) Corrected milk production (kg)
0.0259	0.274	3.65[b]	3.26[a]	چربی شیر (درصد) Milk fat (%)
0.1854	0.167	1.29	1.16	چربی شیر تولیدی (کیلوگرم) Milk fat production (kg)
0.8346	0.171	3.11	3.13	پروتئین شیر (درصد) Milk protein (%)
0.8121	0.154	1.10	1.12	پروتئین شیر (کیلوگرم) Milk protein production (kg)
0.5836	0.106	4.55	4.52	لاکتوز شیر (درصد) Lactose milk (%)
0.9608	0.248	1.61	1.62	لاکتوز شیر (کیلوگرم) Milk Lactose production (kg)
0.8057	0.112	7.55	7.53	مواد جامد غیر چربی شیر (درصد) Solid non milk fat (%)
0.9463	0.456	11.20	11.21	کل مواد جامد شیر (درصد) Total solid milk (%)
0.9709	0.012	0.11	0.11	اوره شیر (درصد) Milk urea (%)
0.8173	25.758	56.81	53.38	سلول‌های بدنی شیر (تعداد) Milk somatic cells (N)

[1]شیر تصحیح شده بر اساس ۴ درصد چربی= (تولید چربی شیر در هر روز بر حسب کیلوگرم * ۱۵/۰۱) + (تولید شیر بر حسب کیلوگرم در هر روز ۰/۳۹۹)

1.Solid non fat
2.Total solid

در بسیاری از آزمایش‌های انجام شده، با تغییر اندازه ذرات خوراک، هیچ‌گونه تأثیری بر تولید شیر نداشته است (۱ و ۲ و ۲۸ و ۳۲). عدم تغییر در تولید شیر در تمام مطالعات فوق به این دلیل است که این مطالعات در قالب یک طرح مربع لاتین با دوره کوتاه آزمایش انجام شده است. با توجه به مرحله شیرواری، افزایش کوتاه مدت انرژی و مواد مغذی مصرفی، به‌خصوص در مراحل اوسط و اواخر شیردهی، می‌تواند در سوخت و ساز مواد حد واسط برای بهبود ذخیره بدنی به‌جای افزایش سنتز شیر در غده پستانی مورد استفاده قرار گیرد. داده‌های آل-تراد و همکاران (۲۰۰۹) که نشان داد، افزایش کوتاه مدت قند وریدی، سبب افزایش ذخیره‌سازی بدن به‌جای تولید شیر می‌شود، از این فرضیه حمایت می‌کند.

زبلی و همکاران (۲۰۰۸) دریافتند که با کوتاه کردن اندازه ذرات، هضم علوفه به دلیل افزایش سطح قابل دسترس برای میکروب‌های شکمبه افزایش یافته، که منجر به افزایش تولید شیر شده است، اما ظاهراً این اثر وابسته به منبع علوفه بوده است. زبلی و همکاران (۲۰۰۸) دریافتند که در سطوح کمتر ۳۲ درصد الیاف مؤثر فیزیکی جیره، درصد چربی شیر همبستگی معنی‌دار و مثبتی با مقدار الیاف مؤثر فیزیکی جیره داشته و از سطح ۱۷ تا ۳۲ درصد الیاف مؤثر فیزیکی در جیره، درصد چربی شیر همبستگی بیشتری با سطح الیاف فیزیکی جیره دارد. با کاهش اندازه ذرات جیره، به‌دلیل کاهش فعالیت جویدن و نشخوار، کاهش pH شکمبه و کاهش نسبت استات به پروپیونات درصد چربی شیر کاهش می‌یابد (۲) که موافق با نتایج به‌دست آمده در این آزمایش بود. در pH پایین شکمبه، تعداد باکتری‌های مگاسفرا السدنی[1] افزایش پیدا می‌کند (۶) که با تبدیل ایزومر سیس ۹ و ۱۲ اسید لینولئیک به ایزومر ترانس ۱۰ و ۱۲ (که مهار کننده سنتز چربی در پستان است) سبب کاهش درصد چربی شیر می‌شود (۲۹). در آزمایش حاضر با کاهش اندازه ذرات خوراک pH شکمبه‌ای کاهش پیدا کرد که با کاهش درصد چربی شیر همراه بود.

کونونوف و هنریچ (۲۰۰۳) گزارش کردند هنگامی الیاف مؤثر فیزیکی بزرگ‌تر از ۸ میلی‌متر جیره از ۱۸/۴ به ۱۵/۶ درصد (۱۶) و ۳۲/۴ به ۳۰/۶ درصد در الیاف مؤثر فیزیکی بزرگ‌تر از ۱/۱۸ میلی‌متر (۱۴) کاهش یافت، چربی شیر تمایل به کاهش نشان داد. بیوچمن و همکاران (۱۹۹۴) و مرتنز (۱۹۹۷) دریافتند که تأثیر اندازه ذرات بر چربی شیر احتمالاً در جیره‌هایی دیده می‌شود که سطح الیاف نامحلول

1. Megasphaera elsdenii

در شوینده خنثی جیره، کمتر از حداقل پیشنهادی باشد. در مطالعه تیموری و همکاران (۲۰۰۴) با کاهش الیاف مؤثر فیزیکی از ۲۵/۱ به ۱۷/۲ درصد در روش لامرز و همکاران (۱۹۹۶)، چربی شیر ۱۰ درصد افت کرد. این نتایج از توصیه موتنز (۱۹۹۷) مبنی بر گنجاندن حداقل ۱۹/۷ درصد الیاف مؤثر فیزیکی برای حفظ درصد چربی شیر بالاتر از ۳/۴ درصد حمایت می‌کند.

استفاده از تحلیل رگرسیون داده‌های ۳۳ آزمایش در گاوهای اوایل شیردهی نشان دادند که مقدار الیاف مؤثر فیزیکی جیره و سایر ویژگی‌های الیافی جیره مثل کل محتوای الیاف نامحلول در شوینده خنثی و الیاف نامحلول در شوینده خنثی علوفه‌ای و نسبت کربوهیدرات‌های غیر الیافی به الیاف نامحلول در شوینده خنثی ارتباط ضعیفی (R^2=۰/۲) با تولید شیر دارند. اما نسبت چربی به پروتئین با افزایش مقدار الیاف مؤثر فیزیکی جیره (R^2=۰/۱۷) الیاف نامحلول در شونیده خنثی علوفه‌ای (R^2=۰/۱۴) و هضم ماده خشک مصرفی با منشأ علوفه (R^2=۰/۳۲) به‌طور خطی افزایش یافت (۳۴). با کاهش اندازه ذرات علوفه یونجه خشک جیره، محتوای پروتئین تولیدی و درصد پروتئین شیر تغییر معنی‌داری نداشت که با یافته‌های کونونوف و هنریچس (۲۰۰۳) و تیموری و همکاران (۲۰۰۴) مطابقت داشت.

برخی از محققین گزارش کردند که پروتئین شیر به سختی توسط جیره تغییر می‌کند و در صورت امکان یک تغییر بسیار کوچکی (۱۰) رخ می‌دهد، که با نتایج حاضر مطابقت دارد. مهم‌ترین عامل تأثیر گذار بر محتوای پروتئین شیر، سطح انرژی جیره است (۳۰). از آنجایی‌که در مطالعه حاضر محتوای انرژی جیره و محتوای انرژی جیره یکسان بود، هیچ تفاوتی در محتوای پروتیئن شیر در بین تیمارهای اندازه ذرات خوراک وجود نداشت.

مطالعات نشان می‌دهد محتوای لاکتوز موجود در شیر نشخوراکنندگان نسبت به پروتئین و چربی شیر به سختی توسط جیره تغییر می‌نماید. شاید تنها راه برای کاهش لاکتوز شیر، کم کردن سطح خوراک مصرفی باشد. اگرچه درصد لاکتوز شیر نسبتاً پایدار است، اما همبستگی بالایی بین تولید شیر و تولید لاکتوز وجود دارد (۱۰). در مطالعه حاضر، دو تیمار اندازه ذرات خوراک هیچ‌گونه تأثیری بر تولید لاکتوز و شیر نداشت.

بخش بزرگی از تغییرات کل مواد جامد شیر به پروتئین شیر و لاکتوز شیر و مواد معدنی مربوط است (۱۰). از آنجایی‌که در مطالعه حاضر پروتیئن و لاکتوز شیر تغییری نداشته است، بنابراین کل مواد جامد شیر تغییری نکرده است.

فراسنجه‌های خونی: در آزمایش حاضر با افزایش اندازه ذرات علوفه خشک جیره محتوای گلوگز خون افزایش پیدا کرد و از لحاظ آماری این افزایش معنی‌دار بود (*P*=۰/۰۲۳۷) و در جیره با اندازه ذرات درشت علوفه یونجه خشک جیره بیشتر از جیره با اندازه ذرات ریزتر علوفه یونجه خشک بود (۷۰/۸۸ و ۶۵/۶۲ میلی‌گرم در دسی لیتر). محتوای تری‌گلسیرید خون گاوها با افزایش اندازه ذرات افزایش پیدا کرد (*P*=۰/۰۲۵۴) و در جیره با میانگین هندسی بزرگ‌تر علوفه خشک، بیشتر بود (۱۵/۵۰ و ۱۳/۱۳ میلی‌گرم در دسی لیتر). محتوای انسولین خون در بین دو تیمار تغذیه‌ای از لحاظ آماری تفاوت معنی‌داری داشت (*P*=۰/۰۵۴۸) و در جیره با میانگین هندسی بزرگ‌تر علوفه خشک جیره، بیشتر بود (۱۶/۲۹ و ۱۲/۸۶ میلی‌گرم بر دسی لیتر). محتوای کلسترول، آنتی‌اکسیدان، اوره و اسید بتاهیدروکسی بوتیریک در بین دو تیمار اندازه ذرات علوفه یونجه خشک جیره تفاوت معنی‌داری نداشت. با توجه به نتایج به‌دست آمده از این آزمایش، با کاهش اندازه ذرات علوفه یونجه خشک و جیره اسیدیته مایع شکمبه‌ای کاهش پیدا کرد (*P*=۰/۰۵۳۴). اسیدیته مایع شکمبه برای جیره حاوی یونجه با میانگین هندسی ۳/۰۹ و ۴/۶۵ به‌ترتیب ۶/۰۹ و ۶/۳۹ بود.

جدول ۴-فراسنجه‌های خونی و pH مایع شکمبه در گاوهای شیری تغذیه شده با جیره‌های با اندازه ذرات علوفه متفاوت

Table 4. Blood parameters and rumen fluid pH in dairy cows fed diets with different forage particle size

P-value	SEM	(جیره با اندازه ذرات درشت)[۲] Diet with coarse particle size	(جیره با اندازه ذرات ریز)[۱] Diet with small particle size	موارد Items
0.0237	4.033	70.88[b]	65.62[a]	گلوگز (میلی‌گرم در دسی لیتر) Glucose (mg per deciliter)
0.8597	41.636	224.88	220.63	کلسترول (میلی‌گرم در دسی لیتر) Cholesterol (mg per deciliter)
0.0254	1.751	15.50[b]	13.13[a]	تری گلیسرید (میلی‌گرم در دسی لیتر) Triglyceride (mg per deciliter)
0.6732	0.105	0.66	0.69	آنتی اکسیدان (میلی‌گرم در دسی لیتر) Antioxidants (mg per deciliter)
0.5008	3.449	23.10	21.75	اوره (میلی‌گرم در دسی لیتر) Urea (mg per deciliter)
0.0548	4.134	16.29	12.86	انسولین (میلی‌گرم بر دسی لیتر) Insulin (mg per deciliter)
0.1524	0.124	0.56	0.46	اسید بتاهیدروکسی بوتیریک (میلی‌گرم در دسی لیتر) Beta-hydroxy butyric acid (mg per deciliter)
0.0564	0.298	6.39	6.09	pH مایع شکمبه Rumen fluid pH

در آزمایشات گرنت و همکاران (۱۹۹۰) و دوفیلد و همکاران (۲۰۰۳) با کاهش اندازه ذرات یونجه خشک جیره گاوهای هلشتاین محتوای گلوگز، انسولین و کلسترول خون به‌دلیل بهبود متابولیت‌های گلوکوژنیک و بهبود فعالیت‌های کبدی از طریق کاهش ذخیره چربی در کبد، افزایش پیدا کرد که بر خلاف یافته‌های به‌دست آمده در این آزمایش می‌باشد. زیرا در این آزمایش با افزایش اندازه ذرات جیره، pH مایع شکمبه‌ای افزایش پیدا کرد، که می‌تواند در رشد و فعالیت میکروارگانیسم‌های شکمبه‌ای و پیش سازهای گلوکوژنیک تأثیر به سزایی بگذارد، که همین عامل سبب افزایش گلوگز و به طبع آن انسولین خون در گاوها تغذیه شده با ذرات بزرگ‌تر یونجه خشک شد.

همبستگی بین محتوای نیتروژن اوره در خون و شیر مثبت است (۱۸). چون گاوهای شیری پرتولید در اوایل شیردهی نمی‌توانند به اندازه کافی خوراک مصرف کنند، در توازن منفی انرژی قرار دارند، بنابراین از ذخیره بدنی خود سرمایه‌گذاری کرده تا به تعادل مثبت انرژی دست یابند چنین روندی با افزایش سطح اوره خون همراه است. تحقیقات نشان داده است که محتوای اوره خون ۲ تا ۶ ساعت پس از تغذیه بیشترین ودرست قبل از زمان تغذیه کمترین است. پس، زمان خونگیری آزمایش حاضر با اوج تراکم اوره خون همراه بوده است. عدم تغییر نیتروژن اوره‌ای خون نشانگر عدم تأثیر اندازه ذرات علوفه یونجه خشک جیره بر متابولیسم ازت در بافت احشایی است.

pH مایع شکمبه اخذ شده به روش رومینوسنتسیز به اندازه ۰/۱۵ (۲۰) و ۰/۲۸ (۹) واحد پایین‌تر از pH مایع شکمبه اخذ شده از طریق فیستولای شکمبه‌ای در همان محل است. این نتایج همراه با نتایج آزمایشات *in vitro* و *in vivo* انجام گرفته توسط سایر محققین بیانگر این است که pH به‌دست آمده توسط روش رومینوسنتسیز به‌طور تقریبی ۰/۳ واحد کمتر از سایر روش‌های *in vivo* در همان محل است (۲۵). در آزمایش بیوچمن و همکاران (۲۰۰۳)، کونونوف و هنریچس (۲۰۰۳) و تیموری و همکاران (۲۰۰۴) با کاهش اندازه ذرات علوفه جیره، pH شکمبه‌ای کاهش پیدا کرد که با نتایج به‌دست آمده در این آزمایش هم‌خوانی دارد. دلیل عمده کاهش pH شکمبه با کاهش اندازه ذرات جیره را می‌توان به کاهش peNDF جیره مربوط دانست، که در نتیجه آن تشکیل سقف شکمبه‌ای، فعالیت نشخوار و ترشح بزاق کاهش می‌یابد، که همین عامل سبب تأثیر کمتر عامل بافری بزاق بر مایع شکمبه‌ای می‌گردد، در نهایت منجر به کاهش اسیدیته شکمبه می‌شود.

نتیجه‌گیری

با افزایش اندازه ذرات یونجه خشک که ۲۵ درصد جیره را تشکیل می‌داد، ماده خشک مصرفی کاهش پیدا کرد. با وجود افزایش $peNDF_{>8}$ با افزایش اندازه ذرات یونجه خشک در جیره ۲، میزان $peNDF_{>8}$ مصرفی افزایش پیدا کرد که در پی آن چربی شیر، pH مایع شکمبه‌ای، گلوکز و انسولین خون نیز افزایش پیدا داشت.

منابع

1. Alamouti, A.A., Alikhani, M., Ghorbani, G.R., and Zebeli, Q. 2009. Effects of inclusion of neutral detergent soluble fibre sources in diets varying in forage particle size on feed intake, digestive processes, and performance of mid-lactation Holstein cows. Anim. Feed Sci. Technol. 154: 9–23.
2. Allen, M.S. 2000. Effects of diet on short term regulation of feed intake by lactating dairy cattle. J. Dairy Sci. 83: 1598-1624.
3. Al-Trad, B., Reisberg, K., Wittek, T., Penner, G.B., Alkaassem, A., Gabel, G., Furll, M., and Aschenbach. J.R. 2009. Increasing intravenous infusions of glucose improve body condition but not lactation performance in midlactation dairy cows. J. Dairy Sci. 92: 5645–5658.
4. Beauchemin, K.A., Farr, B.I., Rode, L.M., Schaalje, G.B. 1994. Effects of alfalfa chop length and supplementary long hay on chewing and milk production of dairy cows. J. Dairy Sci. 77: 1326–1339.
5. Beauchemin, K.A., Yang, W.Z., and Rode, L.M. 2003. Effects of particle size of alfalfa based dairy cow diets on chewing activity, ruminal fermentation, and milk production. J. Dairy Sci. 86:630-643.
6. Bernal-Santos, G., Perfield, J.W., Barbano, D.M., Bauman D.E., and Overton. T.R. 2003. Production responses of dairy cows to dietary supplementation with conjugated linoleic acid (CLA) during the transition period and early lactation. J. Dairy Sci. 86: 3218-3228.
7. Duffield, T.F., LeBlanc, S., Bagg, R., Leslie, K., Ten Hag J., and Dick. P. 2003. Effect of a monensin controlled release capsule on metabolic parameters in transition dairy cows. J. Dairy Sci. 86:1171-1176.
8. Erickson, Galen E., Auvermann, B., Eigenberg, R.A., Green, L.W., Klopfenstein, Terry J., and Koelsch, Richard K. 2003. "Proposed Beef Cattle manure excreation and characteristics standard for ASAE". Conference presentations and white papers: Biological systems engineering. Paper 2.http://digitalcommons.unl.edu/biosysengpres/2.
9. Garrett, E.F., Pereira, M.N., Nordlund, K.V., Armentano, L.E., Goodger, W.J., and Oetzel, G.R. 1999. Diagnostic methods for the detection of subacute ruminal acidosis in dairy cows. J. Dairy Sci. 82: 1170–1178.

10. Ghorbani, Gh. 2000. The principals of dairy cows husbandry. Esfahan University of technology publication: second edition, 79p.
11. Grant, R.J., Colenbrander, V.F., and Mertens, D.R. 1990. Milk fat depression in dairy cows: role of particle size of alfalfa hay. J. Dairy Sci. 73: 1823–1833.
12. Hutjens, M. 2008. Feeding Guide. 3rd ed. W.D. Hoards and sons company, United States of America.
13. Kononoff, P.J., and Heinrichs, A.J. 2003. The effect of reducing alfalfa haylage particle size on cows in early lactation. J. Dairy Sci. 86:1445-1457
14. Kononoff, P.J., Heinrichs, A.J., and Buckmaster, D.R. 2003. Modification of Penn State forage and total mixed ration particle separator and the effects of moisture content on its measurements. J. Dairy Sci. 86: 1858–1863.
15. Krause, K.M., and Combs, D.K. 2003. Effects of forage particle size, forage source, and grain ferment ability on performance and ruminal pH in midlactation cows. J. Dairy Sci. 86:1382–1397.
16. Lammers, B.P., Buckmaster, D.R., and A. Heinrichs, J. 1996. A simple method for the analysis of particle sizes of forage and total mixed rations. J. Dairy Sci. 79:922–928.
17. Maulfair, D.D., Fustini, M., and Heinrichs, A.J. 2011. Effect of varying total mixed ration particle size on rumen digesta and fecal particle size and digestibility in lactating dairy cows. J. Dairy Sci. 94:3527-3536.
18. Melendez, P., Donovan A., and Hernandez. J. 2000. Milk urea nitrogen and infertility in Florida Holstein cows. J. Dairy Sci. 83:459-463.
19. Mertens, D.R. 1997. Creating a system for meeting the fiber requirements of dairy cows. J. Dairy Sci. 80:1463–1481.
20. Nocek, J.E. 1997. Bovine Acidosis: Implications on laminitis. J. Dairy Sci. 80:1005-1028. 97
21. NRC. 2001. Nutrient requirements of dairy cattle. 7th ed. Natl. Acad. Press, Washington, DC.
22. Poppi, D.P., Hendricksen, R.E., and Minson, D.J. 1985. The relative resistance to escape of leaf and stem particles from the rumen of cattle and sheep. J. Agric Sci. (Camb.) 105:9.
23. Rustomo, B., Alzahal, O., Odongo, N.E., Duffield, T.F., McBride, B.W. 2006. Effects of rumen acid load from feed and forageparticle size on ruminal pH and dry matter intake in the lactating dairy cow. J. Dairy Sci. 89: 4758-4768.
24. SAS Institute Incorporated. 2000. SAS Software, release 8.1. SAS Institute Incorporated, Cary, NC, USA.
25. Stone, W.C. 2004. Nutritional approaches to minimize subacute ruminal acidosis and laminitis in dairy cattle. J. Dairy Sci. 87: E13-E26.
26. Tafaj, M., Zebeli, Q., Baes, Ch., Steingass, H., and Drochner. W. 2007. A meta-analysis examining effects of particle size of total mixed rations on intake,

rumen digestion and milk production in high yielding dairy cows in early lactation. Anim. Feed Sci. Technol. 138:137–161.
27. Teimouri, Y.A., Primohammadi R. 2009. Effect of particle size of alfalfa hay and reconstitution with water on intake, digestion, and milk production in Holstein dairy cows. Animal. 3: 218–227.
28. Teimouri, Y.A., Valizadeh, R., Naserian, A., Christensen, D.A., Yu, P. and Shahroodi, F.E. 2004. Effects of alfalfa particle size and specific gravity on chewing activity, digestibility, and performance of Holstein dairy cows. J. Dairy Sci. 87: 3912–3924.
29. Troegeler-Meynadier, M., Nicot, C., Bayourthe, C., Moncoulon. R., and Enjalbert. F. 2003. Effects of pH and concentrations of linoleic and linolenic acids on extent and intermediates of ruminal biohydrogenation in vitro. J. Dairy Sci. 86: 4054-4063.
30. Van Soest, P.J., Pell, A.N., and Hogue, D.H. 1995. Effects of dietary particle size on feeding behavior and milk production in sheep. J. Dairy Sci. Vol 78 (suppl.1) p.209 (Abs).
31. Yang, W.Z., and Beauchemin, K.A. 2007. Altering physically effective fiber intake through forage proportion and particle length: Chewing and ruminal pH. J. Dairy Sci. 90:2826–2838.
32. Yang, W.Z., and Beauchemin, K.A. 2006. Effects of physically effective fiber on chewing activity and ruminal pH of dairy cows fed diets based on barley silage. J. Dairy Sci. 89:217–228.
33. Zebeli, Q.M., Tafaj, M., Steingass, H., Metzler, B., and Drochner, W. 2006. Effect of physically effective fibre on digestive processes and milk fat content in early lactating dairy cows fed total mixed ration. J. Dairy Sci. 89: 651-668.
34. Zebeli, Q., Dijkstra, J., Tafaj, M., Steingass, H., Ametaj, B.N., and Drochner, W. 2008. Modeling dietary fiber adequacy in dairy cows based on responses of ruminal pH and milk fat production to diet composition. J. Dairy Sci. 91:2046–2066.

Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources
J. of Ruminant Research, Vol. 3(3), 2015
http://ejrr.gau.ac.ir

Responses of lactating dairy cows when fed diets with different particle size of alfalfa hay

[*]S.M. Karimzadeh[1], A. Teimori[2] and M. Rezaei[3]
[1] PhD student in Animal Nutrition, Faculty of Animal Science and Fisheries,
Sari University of Agricultural Sciences and Natural Resources
[2]Professor, Faculty of Animal Science and Fisheries,
Sari University of Agricultural Sciences and Natural Resources
[3]Associate Prof., Faculty of Animal Science and Fisheries,
Sari University of Agricultural Sciences and Natural Resources
Received: 11/17/2015; Accepted: 12/27/2015

Abstract

Background and Objectives: Forage particle sizes has two opposite effects on animal performance, on the one hand fed with long particle increases ruminant activity and rumen buffer and reduce the risk of subacute acidosis, on the other hand decreases the flow rate of digestion and subsequently feed intake and milk production. Therefore this experiment was done to determine the functional response of lactating cows when fed diets containing alfalfa hay forage whit 3.09 and 4.65 mm geometric mean.

Materials and methods: In this study was used of 8 Holstein cows similarly, with regard to the production stage, weight, age, breed and health, in rotate design 2×2 and the two period 21-day (2 weeks to adaptation with the diet and 7 days for samples) with four replicates for each treatment. During the 7 days of sampling, was measured feed intake, indicators blood and milk.

Results: The cows DMI increased with reduced forage particle size (25 versus 22.5 kg per day). Non-fiber carbohydrates, organic matter, neutral detergent fiber, ash, and acid detergent fiber intake was reduced by increasing the particle size alfalfa hay. Physically effective fiber greater than 8 mm intanke in the experiment was statistically significant between the two treatments, that diet smaller particle size had lower levels compared to the larger particle size diet (0.41 to 0.52 kg) . With increase geometric mean particle size alfalfa hay of diet from 3.09 to 4.65 mm did

[*] Corresponding author; karimzadeh.s.mehdi@gmail.com

production increase from 3.26 to 3.65 percent. In this experiment protein content, lactose, urea, solid nonfat, total solids, somatic cell counts of milk were not significantly different between the two treatments. By increasing the particle size of alfalfa hay increased blood glucose and triglyceride levels. Blood insulin levels was more in cows fed diets greater geometric mean alfalfa hay (16.29 and 12.86 mg per deciliter). Cholesterol levels, antioxidants, urea and beta-hydroxy butyric acid were not significantly different between two treatments of alfalfa hay particle size in diet. According to the results of this experiment, the particle size reduction of alfalfa hay and diet was decreased in the rumen fluid pH. The rumen fluid pH for diets containing alfalfa hay with geometric mean 3.09 and 4.65 was 6.09 and 6.39 respectively.

Conclusion: With increasing the forage particle size increased pH of the rumen fluid, dry matter intake and milk fat.

Keywords: Dairy cattle, Holstein, Particle size, Alfalfa hay