

تأثیر اندازه ذرات یونجه بر مصرف خوراک، رفتار جویدن و عملکرد گاوهای هلستاین در اواسط شیردهی

• یاسر خرمدل

گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ارومیه

• رسول پیرمحمدی (نویسنده مسئول)

گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ارومیه

• پرویز فرهمند

گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ارومیه

• محسن صحرایی بلوردی

گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ارومیه

تاریخ دریافت: بهمن ماه ۱۳۹۱ تاریخ پذیرش: اردیبهشت ماه ۱۳۹۲

تلفن تماس نویسنده مسئول: ۰۹۱۴۴۴۳۱۳۹۰

Email: r.pirmohammadi@urmia.ac.ir

چکیده

هدف از انجام این تحقیق بررسی اثرات کاهش اندازه قطعات علوفه یونجه بر روی ماده خشک مصرفی، فعالیت جویدن و عملکرد گاوهای شیری هلستاین در اواسط شیردهی بود. آزمایش توسط ۶ راس گاو هلستاین با میانگین روزهای شیردهی 15 ± 10.5 روز و میانگین وزنی 16 ± 556 کیلوگرم با شکم دوم زایش در قالب طرح مربع لاتین تکرار شده 3×3 (در قالب طرح چرخشی متوازن با سه جیره، طی سه دوره) انجام شد. طول هر دوره آزمایشی ۲۱ روز (۱۴ روز به منظور عادت پذیری و ۷ روز جهت نمونه برداری) بود. جیره ها از نظر ترکیب شیمیایی مشابه بودند و تنها تفاوت آنها در اندازه ذرات موثر فیزیکی جیره (بلند، متوسط و ریز) بود که توسط خرد کردن علوفه یونجه به دست آمد. عامل موثر فیزیکی برای علوفه بلند یونجه (خرد کردن در دستگاه علوفه خرد کن)، علوفه متوسط (دو بار خرد کردن) و علوفه ریز (سه بار خرد کردن) توسط الک های ایالت پنسیلوانیا محاسبه شد. بر اساس روش مرتنز عامل موثر فیزیکی برای جیره حاوی ذرات بلند، متوسط و ریز علوفه به ترتیب $22/03$ ، $20/17$ و $19/07$ درصد بود. کاهش اندازه قطعات علوفه سبب افزایش ماده خشک مصرفی شد ($p < 0/001$). زمان صرف شده برای جویدن شامل زمان خوردن و نشخوار با کاهش اندازه قطعات جیره کاهش یافت ($p < 0/001$). میانگین pH شکمبه، مدفوع و ادرار به شکل معنی داری تحت تأثیر سطوح اندازه ذرات قرار نگرفت. کاهش اندازه ذرات خوراک سبب افزایش تولید شیر تصحیح شده بر اساس ۴ درصد چربی ($p < 0/001$)، میزان چربی ($p < 0/01$) و پروتئین شیر ($p < 0/05$)، مواد جامد بدون چربی شیر ($p < 0/05$) و افزایش وزن بدن شد ($p < 0/001$). با این وجود کاهش اندازه ذرات تأثیر معنی داری بر درصد چربی، پروتئین و لاکتوز شیر نداشت. به طور کلی نتایج آزمایش نشان داد که کاهش اندازه ذرات جیره سبب بهبود تولید و ترکیبات شیر گاوهای هلستاین در اواسط شیردهی می شود.

کلمات کلیدی: مرغ تخم گذار، گیاه دارویی پونه، عملکرد، پارامترهای بیوشیمیایی و ایمنی خون

Animal Sciences Journal (Pajouhesh & Sazandegi) No 102 pp:121-129

Effects of different levels of pennyroyal (*Mentha pulegium* L.) on performance, blood metabolites and immune response of laying hens

By: Khoramdel Y. Pirmohammadi R. (Corresponding Author; Tel: +989144431390), Farhoomand P. and Sahraei M. Belverdy. Department of Animal Science, Faculty of Agriculture, Urmia University, Urmia, Iran.

Received: February 2013

Accepted: May 2013

This study was conducted to evaluate effect of reducing alfalfa hay particle size on feed intake, chewing activity and performance of Holstein dairy cows in mid lactation. The experiment was designed as a replicated 3×3 Latin square using 6 lactating dairy cows averaging 105 ± 15 day in milk (DIM), 556 ± 16 kg body weight (BW) and two parity (3 diets with 3 periods). Each period lasted for 21 days including 14 days adaptation and 7 days sample collection. Diets were chemically similar but varied in peNDF content (high, medium, and low) by altering alfalfa particle length. The physical effectiveness factors for the long (chopped), medium (rechopped twice), and fine (rechopped thrice) alfalfa were determined using the Penn State Particle Separator. The peNDF contents of the diets were 22.03, 20.17, and 19.07%, for the high, medium, and low diets by means Mertens formulate, respectively. Decreasing forage particle length increased DMI ($p < 0.001$). Chewing time, (including eating and ruminating time), were decreased by decreasing dietary peNDF ($p < 0.001$). Ruminal, fecal and urine pH were not significantly affected by peNDF content. Reduction of particle size increased Milk fat corrected (MFC, 4%) ($p < 0.001$), milk fat ($p < 0.01$), and protein production ($p < 0.05$), non-fat total solids ($p < 0.05$) and body weight gain ($p < 0.001$). Nevertheless, Reduction of particle size had not significant effect on percentage of milk fat, protein and lactose. In conclusion, results showed that Reduction of particle size improved milk production and composition of Holstein dairy cows in mid lactation.

■ **Keyword:** Particle Size, Alfalfa, peNDF, Performance, Dairy cows

مقدمه

جمله اسیدوز می شود (Teimouri و همکاران، ۲۰۰۴)؛ همچنین علوفه های بلند در جیره های کاملاً مخلوط نمی توانند به طور همگن آمیخته شوند و استفاده آنها در سیستم تغذیه ای مکانیزه با مشکلاتی همراه است. مشخص شده که افزایش اندازه ذرات باعث تحریک گاو در پس زدن ذرات درشت می شود (Devries و همکاران، ۲۰۰۸). ذرات ریز خوراک برای مواردی مانند افزایش نواحی سطحی برای هضم سریعتر مواد خوراکی، کاهش زمان ماندگاری در شکمبه، افزایش نرخ باز چرخ شکمبه ای و اثرات بالقوه بر افزایش ماده خشک مصرفی که ناشی از افزایش سرعت باز چرخ شکمبه ای است، مطلوب هستند (تیموری، ۱۳۸۵). هدف فرضیه الیاف موثر^۲ eNDF، تامین حداقل الیاف مورد نیاز است به نحوی که درصد چربی شیر را حفظ کند (Mertens، ۱۹۹۷). فرضیه^۳ peNDF مرتنز یک قدم به طرف کمی کردن صفات شیمیایی و فیزیکی الیاف به صورت یک اندازه گیری منحصر به فرد می باشد. این فرضیه به خصوصیات فیزیکی مواد خوراکی به ویژه اندازه ذرات آن بستگی دارد که فعالیت جویدن و ماهیت دو فازی محتویات شکمبه ای را تحت تأثیر قرار می دهد (Mertens، ۱۹۹۷). اگر چه NRC (۲۰۰۱) اطلاعات مفیدی در رابطه با احتیاجات

افزایش مصرف خوراک و تراکم مواد مغذی جیره در گاوهای شیری سبب کاهش احتمال کمبود مواد مغذی در اوایل و اواسط دوره شیردهی می گردد (NRC^۱، ۲۰۰۱). با این حال میزان مصرف خوراک گاوهای شیری محدود بوده و توسط عوامل مختلفی تحت تأثیر قرار می گیرد (Allen، ۲۰۰۰). خوش خوراکی اندک علوفه خشک و تفاوت دانسیته آن با سایر اجزاء جیره موجب می شود که گاو تمایل چندانی به مصرف آن در آخور نداشته باشد. با این حال علوفه خشک می تواند نقش مهمی در لایه بندی شکمبه و رفتار جویدن داشته باشد (Zebeli و همکاران، ۲۰۰۷). از طرف دیگر مصرف علوفه به علت حجیم بودن می تواند بر اساس نظریه اتساع شکمبه-نگاری تغذیه را محدود سازد. یکی از راهکارهای کاهش حجم خوراک، کاهش اندازه ذرات منابع حجیم خوراک، به ویژه منابع علوفه ای است (Allen، ۱۹۹۶). اندازه ذرات علوفه، به عنوان یک خصوصیت فیزیکی از اهمیت به سزایی در دام های دارای شکمبه پویا برخوردار می باشد چرا که اندازه مناسب ذرات علوفه سبب تحریک نشخوار، افزایش ترشح بزاق، خنثی سازی اسیدهای چرب فرار موجود در شکمبه، بهبود چربی شیر و جلوگیری از ناراحتی های گوارشی از

مقدار الیاف مؤثر فیزیکی به روش Kononoff (۲۰۰۲) طبق فرمول زیر اندازه گیری شد:

$$\text{peNDF} (\%) = (\text{DM}/>19\text{mm} \times \text{NDF}/>19\text{mm}) + (\text{DM}/>8\text{mm} \times \text{NDF}/>8\text{mm}) + (\text{DM}/>1/18\text{mm} \times \text{NDF}/>1/18\text{mm})$$

همچنین مقدار الیاف مؤثر فیزیکی به روش Lammers و همکارانش (۱۹۹۶) طبق فرمول زیر محاسبه شد:

$$\text{peNDF} (\%) = (\text{DM}/>19\text{mm} \times \text{NDF}/>19\text{mm}) + (\text{DM}/>8\text{mm} \times \text{NDF}/>8\text{mm})$$

مقدار الیاف مؤثر فیزیکی به روش Mertens (۱۹۹۷) نیز طبق فرمول زیر اندازه گیری شد:

$$\text{peNDF} (\%) = \text{total NDF} \times \text{NDF}/>1/18$$

دام ها در ابتدا و انتهای هر دوره وزن کشی شدند و با کسر کردن وزن ابتدای دوره از وزن انتهای دوره میزان تغییرات وزن دام در آن دوره محاسبه شد. میزان تولید شیر دام ها در دو وعده صبح و عصر در تمامی روزهای نمونه برداری ثبت شد. از شیر در روزهای ۱۵، ۱۷ و ۱۹ هر دوره نمونه گیری شد. نمونه ها در هر وعده به مقدار مساوی گرفته شده و به نسبت تولید با هم مخلوط شدند. ترکیبات شیر توسط دستگاه میکرو اسکن (Foss S50) اندازه گیری شد. در روز ۱۸ ام هر دوره زمان فعالیت خوردن و نشخوار دام به فاصله هر ۵ دقیقه به صورت چشمی برای تمام گاوها به مدت ۲۴ ساعت ثبت شد. کل فعالیت جویدن از مجموع زمان صرف شده برای خوردن و نشخوار اندازه گیری شد. نمونه گیری از ادرار در روز ۲۰ ام نمونه برداری از طریق عمل تحریک واژن انجام شد و نمونه گرفته شده در ظروف مخصوص جمع آوری و فوراً آن اندازه گیری شد (Mor-gante و همکاران، ۲۰۰۹). همچنین در همان روز ۵۰ گرم مدفوع از رکتوم دام ها گرفته شد و با ۵۰ میلی لیتر آب مقطر مخلوط گردید و pH آن سریعاً اندازه گیری شد (Slater و همکاران، ۲۰۰۰). در روز پایانی هر دوره ۳ ساعت پس از مصرف خوراک صبحگاهی توسط لوله مری نمونه مایع شکمبه اخذ و بلافاصله توسط pH متر (Elmetron، CP ۴۱۱) اسیدیته آن تعیین شد.

آزمون نرمال بودن داده ها توسط رویه UNIVARIATE نرم افزار SAS (۲۰۰۲) انجام شد و کلیه داده ها دارای توزیع نرمال بودند. مشاهدات به دست آمده با استفاده از رویه GLM نرم افزار SAS (۲۰۰۲) مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. مدل آماری طرح به شکل زیر بود:

$$Y_{ijk} = \mu + R_j + C_{ik} + T_l + e_{ijk}$$

Y_{ijk} متغییر وابسته، μ اثرات میانگین، R_j اثر ردیف j ام، C_{ik} اثر ستون k ام از مربع i ام، T_l اثر تیمار l ام و e_{ijk} اشتباه آزمایشی هستند. مقایسه میانگین تیمارها توسط آزمون چند دامنه ای دانکن و در سطح احتمال ۵ درصد انجام شد.

حیوان و آنالیز مواد خوراکی در اختیار محققان قرار داده است، ولی توصیه های کاربردی و کمی در مورد شکل فیزیکی جیره را ارائه نداده است (Kononoff ۲۰۰۲). در حال حاضر سنجش کمی اندازه قطعات به جای توصیف کیفی آن برای افزایش دقت پیش بینی الیاف مؤثر مورد نیاز گاوهای شیری ضروری است (NRC ۲۰۰۱). همچنین با توجه به اینکه تاکنون بیشتر آزمایشات انجام شده در رابطه با اندازه قطعات خوراک بر روی گاوها در اوایل دوره شیردهی انجام شده است، لذا هدف این تحقیق بررسی اثرات اندازه قطعات مختلف علوفه یونجه بر مصرف خوراک، فعالیت جویدن و عملکرد گاوهای هلشتاین در اواسط دوره شیردهی بود.

مواد و روش ها

تعداد ۶ راس گاو شیرده هلشتاین با میانگین وزن زنده 556 ± 16 کیلوگرم و با میانگین روزهای شیردهی 105 ± 15 روز و شکم دوم انتخاب و سپس به طور تصادفی در قالب یک طرح مربع لاتین تکرار شده 3×3 در ۶ جایگاه انفرادی مستقر شده و به صورت انفرادی مورد تغذیه و رکوردگیری قرار گرفتند. آزمایش در ۳ دوره ۲۱ روزه انجام شد که در هر دوره ۱۴ روز به عادت پذیری و ۷ روز به نمونه برداری اختصاص داده شد. جیره های آزمایشی با نسبت ۴۳ درصد علوفه و ۵۷ درصد کنسانتره و بر اساس جداول استاندارد NRC (۲۰۰۱) تنظیم شد (جدول ۱). جیره ها از نظر ترکیب شیمیایی مشابه بودند و تنها تفاوت آنها در اندازه قطعات یونجه بود (جدول ۱). علوفه یونجه از چین دوم و در اواسط دوره گل دهی تهیه شد. یونجه مورد استفاده توسط دستگاه علوفه خردکن به سه اندازه متفاوت خرد شد. اندازه های درشت، متوسط و ریز علوفه به ترتیب با یک، دو و سه بار خرد کردن یونجه به دست آمد. گاوها با جیره کاملاً مخلوط به صورت آزادانه و در ساعات ۸:۰۰ صبح و ۸:۰۰ بعد از ظهر به نحوی تغذیه شدند که هر روز ۱۰ درصد خوراک داده شده در روز قبل در کف آخور باقی ماند. در طول دوره آزمایش گاوها به آب تمیز و سنگ نمک به صورت آزادانه دسترسی داشتند. در دوره نمونه گیری روزانه از خوراک و باقی مانده آن نمونه گیری به عمل آمد. در آخر هر دوره نمونه های گرفته شده برای هر گاو با یکدیگر مخلوط شدند و نمونه ای از آن جهت اندازه گیری مواد مغذی استفاده شد. تمام نمونه های گرفته شده در آون با دمای ۶۰ درجه سانتیگراد به مدت ۴۸ ساعت خشک و سپس با مش ۱ میلی متر آسیاب شدند. ماده خشک، پروتئین خام و چربی خام توسط روش AOAC (۲۰۰۰) تعیین شد. فیبر نامحلول در شوینده خنثی (NDF) و اسیدی (ADF) توسط روش Van Soest و همکاران (۱۹۹۱) اندازه گیری شد. توزیع اندازه قطعات جیره کاملاً مخلوط با استفاده از الک های جدید ایالت پنسیلوانیا تعیین گردید (Kononoff ۲۰۰۰). در روش جدید ایالت پنسیلوانیا الک با قطر منفذ ۱۹ میلی متر در بالا قرار گرفته، الک با قطر منفذ ۸ میلی متر (الک میانی) بعد از الک اول و نهایتاً الک با قطر منفذ ۱/۱۸ میلی متر در پائین قرار می گیرد و صفحه انتهایی جمع کننده ذرات کوچک تر از ۱/۱۸ میلی متر در زیر قرار دارد (Lammers و همکاران، ۱۹۹۶).

جدول ۱- اجزا و ترکیب شیمیایی محاسبه شده جیره پایه

مقدار	مواد خوراکی ^۱
	اجزای جیره
۴۳/۳	یونجه
۴۳/۶	دانه جو آسیاب شده
۸/۷۵	کنجاله سویا
۳/۳۵	سیوس گندم
۰/۵	مکمل معدنی - ویتامینی ^۵
۰/۳	دی کلسیم فسفات
۰/۱	جوش شیرین
	ترکیب شیمیایی^۶
۱/۵۳	انرژی خالص شیردهی ^۲
۱۴/۶۳	پروتئین خام ^۲
۲۹/۸۰	فیبر نامحلول در شوینده خنثی ^۳
۱۸/۷۳	فیبر نامحلول در شوینده اسیدی ^۳
۲/۳۳	عصاره اتری ^۳
۰/۵۷	کلسیم ^۳
۰/۳۵	فسفر ^۳
۰/۴۳	سدیم ^۳
۰/۲۳	کلر ^۳
۱/۰۲	پتاسیم ^۳
۰/۲۲	گوگرد ^۳
۲۹۸/۹۷	تعامل کاتیون - آنیون ^۴

۱. بر حسب درصد. ۲. مگا کالری در کیلوگرم ماده خشک. ۳. بر حسب درصد. ۴. میلی اکی والان در ۱۰۰ گرم، ۵. یک کیلوگرم مکمل ویتامینی دارای ۲ میلیون واحد بین المللی ویتامین A ۲۵۰ هزار واحد بین المللی ویتامین D ۳۰۰۰ هزار واحد بین المللی ویتامین E ۱۲۵۰۰ میلی گرم آنتی اکسیدان، ۱۲۵۰۰ میلی گرم مس، ۱۰ میلی گرم کبالت، ۱۰۰ میلی گرم ید، ۳۰۰ میلی گرم آهن، ۱۰ هزار میلی گرم منگنز، ۶۵۰۰ میلی گرم روی و ۱۰ میلی گرم سلنیوم بود. ۶. غلظت مواد مغذی خوراک ها به صورت محاسباتی به دست آمد.

نسبت استات به پروپیونات و سطوح بیشتر چربی می گردد (Beauchemin و همکاران، ۱۹۹۷).

ماده خشک مصرفی

کاهش اندازه ذرات جیره غذایی باعث افزایش ماده خشک مصرفی گاوها شد ($p < 0.01$). خوراک های با اندازه ذرات درشت به علت خروج کند از شکمبه و دستگاہ گوارشی، باعث ایجاد محدودیت هایی در مصرف خوراک می شوند (Teimouri و همکاران ۲۰۰۴). نتایج آزمایش حاضر نشان می دهد که در اواسط شیردهی با کاهش اندازه ذرات علوفه در جیره غذایی مقدار ماده خشک مصرفی افزایش می یابد که این نتایج با نتایج Fischer و همکاران (۱۹۹۴)، Kononoff و Heinrichs (۲۰۰۳)، خلیل

نتایج و بحث

توزیع اندازه ذرات و الیاف موثر فیزیکی

توزیع اندازه ذرات بین جیره های آزمایشی اختلاف معنی داری نشان داد (جدول ۲). کاهش اندازه ذرات جیره سبب کاهش میزان ماده خشک باقی مانده بر روی الک ۱۹ میلی متری و افزایش آن بر روی صفحه زیرین شد ($p < 0.05$). عامل موثر فیزیکی در جیره های کاملاً مخلوط با کاهش اندازه ذرات علوفه کاهش یافت ($p < 0.05$). هرچند این اختلاف بین جیره های حاوی ذرات ریز و متوسط یونجه از لحاظ آماری با یکدیگر معنی دار نبود. تحقیقات نشان می دهد که افزایش اندازه قطعات علوفه فعالیت جویدن حیوان را افزایش می دهد (Mertens ۱۹۹۷)، لذا سبب افزایش ترشح بزاق، pH شکمبه،

جدول ۲- ماده خشک مصرفی و توزیع اندازه ذرات و عامل موثر فیزیکی جیره کاملا مخلوط با الک های جدید ایالت پنسیلوانیا

مورد	جیره متوسط	ریز	اشتباه استاندارد		احتمال معنی داری
			درشت	میانگین	
ماده خشک مصرفی ^۱	۲۷/۲۸ ^b	۲۹/۱۸ ^a	۲۵/۲۳ ^c	۰/۶۱۰	***
ماده خشک باقی مانده روی الک ۱۹۶ میلی متر	۹/۹۹ ^b	۴/۴۹ ^c	۱۵/۱۵ ^a	۰/۲۴۵	**
ماده خشک باقی مانده روی الک ۱۹-۸ میلی متر	۱۳/۱ ^{ab}	۹/۲ ^b	۱۷/۹۶ ^a	۰/۰۰۹	*
ماده خشک باقی مانده روی الک ۸-۱/۱۸ میلی متر	۴۴/۶۱ ^{ab}	۵۰/۲۹ ^a	۴۰/۸۲ ^b	۰/۰۲۱	*
ماده خشک باقی مانده روی الک ۱/۱۸ < میلی متر	۳۲/۳ ^b	۳۶/۰۲ ^a	۲۶/۰۷ ^c	۰/۰۱۰	*
peNDF ^۲	۱۹/۸۸ ^b	۱۶/۴۱ ^b	۲۳/۸۰ ^a	۰/۰۰۳	***
peNDF ^۳	۹/۳۱ ^b	۵/۲۴ ^b	۱۳/۷۲ ^a	۰/۰۱۸	**
peNDF ^۴	۲۰/۱۷ ^b	۱۹/۰۷ ^b	۲۲/۰۳ ^a	۰/۱۶۸	*

NS = Non-significant * (p < 0.05) ** (p < 0.01) *** (p < 0.001)

۱- کیلوگرم در روز. ۲. درصد الیاف مؤثر فیزیکی با استفاده از فرمول پیشنهادی Kononoff (۲۰۰۲). ۳. درصد الیاف مؤثر فیزیکی با استفاده از فرمول پیشنهادی Lammers و همکارانش (۱۹۹۶). ۴. درصد الیاف مؤثر فیزیکی اندازه گیری شده با استفاده از فرمول پیشنهادی Mertens (۱۹۹۷). ۵. جیره های با اندازه ذرات ریز، متوسط و درشت به ترتیب با خرد کردن سه، دو و یک بار یونجه به دست آمد. مقادیر NDF جیره های ریز متوسط و درشت به ترتیب ۸۵/۲۹، ۸۰/۲۹ و ۷۷/۲۹ درصد بودند. ۶. درصد

ارجمندی و همکاران (۱۳۹۰) و Teimouri و همکاران (۲۰۰۴) که اثر معنی داری را در افزایش ماده خشک مصرفی با کاهش اندازه قطعات علوفه مشاهده نمودند مطابقت داشت. با کاهش اندازه ذرات علوفه به دلیل افزایش نرخ عبور، اثر پرکنندگی کمی در شکمبه بر روی ماده خشک مصرفی به وجود آمده (شکمبه سریع تر تخلیه گشته) و در نتیجه مصرف خوراک افزایش یافت که منجر به افزایش تولید شیر گردیده است. در سایر آزمایشات علی جو و همکاران (۱۳۸۵)، Beauchemin و همکاران (۲۰۰۳)، Belyea و همکاران (۱۹۸۹)، Grantand و Colebrander (۱۹۹۰) و Yang و Beauchemin (۲۰۰۷) تاثیر معنی داری را با تغییر اندازه ذرات جیره غذایی بر روی ماده خشک مصرفی مشاهده نمودند. عدم تطابق نتایج آزمایش حاضر با تحقیقات ذکر شده احتمالاً به علت تفاوت در اندازه ذرات علوفه آن ها می باشد.

pH شکمبه، ادرار و مدفوع

میانگین pH شکمبه، ادرار و مدفوع گاوهای تغذیه شده با سه جیره غذایی با اندازه ذرات ریز، متوسط و درشت در جدول شماره ۳ نشان داده شده است. با کاهش اندازه ذرات جیره، pH شکمبه کاهش یافته است. با این حال این کاهش معنی دار نبوده و دلیل آن اختلاف کم بین اندازه ذرات جیره در تیمارهای مورد بررسی می باشد. نتایج تحقیق حاضر در رابطه با اثر اندازه ذرات جیره بر روی pH شکمبه با نتایج خلیل ارجمندی و همکاران (۱۳۹۰) و Yang و همکاران (۲۰۰۱) مشابه است ولی با نتایج تحقیق Beauchemin و همکاران (۲۰۰۳)، Grantand و همکاران (۱۹۹۰) و Kononoff

Heinrichs (۲۰۰۳)، Krause و همکاران (۲۰۰۲) و Teimouri و همکاران (۲۰۰۴) که با کاهش اندازه ذرات علوفه اختلاف معنی داری در pH شکمبه مشاهده نمودند، مغایرت دارد. کاهش عددی pH شکمبه در این آزمایش احتمالاً نشان دهنده افزایش تخمیر شکمبه و تولید اسیدهای چرب فرار می باشد. میانگین pH مدفوع در گاوهای تغذیه شده با جیره های دارای اندازه ذرات ریز، متوسط و درشت از لحاظ آماری با یکدیگر اختلاف معنی داری نشان نداد.

میانگین pH ادرار تیمارهای آزمایشی با یکدیگر اختلاف معنی داری نداشت. با این وجود گاوهای تغذیه شده با جیره دارای اندازه ذرات ریز و متوسط مقداری کاهش در pH ادرار نشان دادند. بین pH شکمبه با pH خون و ادرار رابطه مستقیم وجود دارد، به طوری که هر چه pH شکمبه کاهش یابد میزان دی اکسید کربن خون افزایش و pH خون و ادرار نیز کاهش می یابد (Owens و همکاران، ۱۹۹۸).

فعالیت جویدن

در این آزمایش جیره های حاوی ذرات ریز، متوسط و درشت به ترتیب کمترین زمان صرف شده برای خوردن، نشخوار و کل فعالیت جویدن را داشتند و تفاوت بین هر سه تیمار معنی دار بود. همچنین با کاهش اندازه ذرات یونجه زمان استراحت دام ها افزایش یافت (جدول ۳). کاهش اندازه ذرات باعث تسهیل خوردن در دام ها گردید و به این صورت دام ها نیاز به زمان زیادی برای مصرف خوراک نداشتند. ماده خشک مصرفی گاوهای تغذیه شده با اندازه ذرات ریز بیشتر از گاوهای

و همچنین Teimouri و همکاران (۲۰۰۴) که کاهش زمان مصرف خوراک معنی داری را با کاهش اندازه ذرات جیره غذایی مشاهده نمودند هم خوانی دارد. از طرف دیگر Beauchemin و همکاران (۲۰۰۳) با کاهش اندازه ذرات جیره غذایی نتایج معنی داری را برای کاهش کل زمان جویدن مشاهده نمودند ولی کاهش عددی در زمان جویدن با کاهش اندازه ذرات خوراک رخ داد.

تولید و ترکیبات شیر

نتایج مربوط به تولید و ترکیبات شیر گاوهای تغذیه شده با تیمار های آزمایشی در جدول شماره ۴ نشان داده شده است. میانگین تولید شیر روزانه گاوهای تغذیه شده با سه جیره غذایی با اندازه ذرات ریز، متوسط و درشت اختلاف معنی داری با یکدیگر نداشت. با این حال کاهش اندازه ذرات خوراک یک افزایش عددی در تولید شیر ایجاد کرده که از لحاظ تولیدی و اقتصادی بسیار اهمیت دارد.

نتایج حاصل برای تولید شیر در این تحقیق و عدم معنی دار بودن آن با نتایج تحقیقات Beauchemin و همکاران (۲۰۰۳)، Belyea و همکاران (۱۹۸۹)، Grantand و Colebrander (۱۹۹۰)، Ko-

تغذیه شده با اندازه ذرات درشت بود، با این وجود گاوهای تغذیه شده با اندازه ذرات ریز زمان کمتری را برای تغذیه مقدار بیشتری ماده خشک صرف نمودند که می توان نتیجه گرفت انرژی صرف شده برای خوردن مقدار بیشتری ماده خشک نیز کمتر بوده است.

گاوها به طور متوسط، ۱۱ الی ۱۴ بار در روز خوراک مصرف می کنند که هر بار تقریباً ۲۰ دقیقه طول می کشد (Teimouri و همکاران، ۲۰۰۴)؛ تأثیر این رفتار مصرف خوراک، در گاوهای هابی مثل ایران که گاوها آزاد هستند و در بیشتر موارد کمبود فضای آخور وجود دارد، می تواند حایز اهمیت باشد. چون زمانی که کیفیت علوفه پایین باشد، زمان بیشتری صرف خوردن خوراک می شود و در شرایطی که گاوهای زیادی در یک بهار بند وجود داشته باشند، رقابت برای مصرف خوراک، زمان مصرف خوراک را محدود می کند، بنابراین کاهش تولید شیر هم زمان با کاهش مصرف خوراک اتفاق می افتد.

نتایج این تحقیق برای زمان صرف شده مربوط به مصرف خوراک با نتایج حاصل از تحقیقات Kononoff و Heinrichs (۲۰۰۳)، Krause و همکاران (۲۰۰۲)، خلیل ارجمندی و همکاران (۱۳۹۰)

جدول ۳- تأثیر اندازه متفاوت ذرات جیره کاملاً مخلوط بر میزان pH شکمبه، مدفوع، ادرار و رفتار جویدن گاوها

صفت	اندازه ذرات		اشتباه استاندارد میانگین	احتمال معنی داری
	جیره متوسط	درشت		
pH شکمبه	۶/۰۱	۶/۰۶	۰/۱۰	NS
pH مدفوع	۶/۶۷	۶/۶۶	۰/۰۶	NS
pH ادرار	۷/۹۰	۷/۹۳	۰/۱۸	NS
زمان مصرف خوراک ^۱	۲۹۲	۳۱۲/۶۶	۶/۸۴	**
زمان نشخوار	۵۰۴/۸۳	۵۲۸/۳۳	۵/۷۳	***
زمان استراحت	۶۴۳/۱۷	۵۶۰/۱۶	۷/۸۷	***
کل فعالیت جویدن ^۱	۷۹۶/۸۳	۸۴۱	۵/۳۴	***

Non-significant= NS * (p<۰/۰۵) ** (p<۰/۰۱) *** (p<۰/۰۰۱)

۱- برحسب دقیقه در روز

تصحیح شده بر اساس ۴ درصد چربی مشاهده نمودند، همخوانی ندارد. همچنین تحقیقات خلیل ارجمندی و همکاران (۱۳۹۰) و Beauchemin و همکاران (۲۰۰۳) که دو اندازه ذرات آسیاب شده و خرد شده یونجه را با یکدیگر مقایسه نمودند، نشان داد که تغییر اندازه ذرات جیره غذایی هیچ گونه تأثیری بر روی تولید شیر تصحیح شده بر اساس ۴ درصد چربی ندارد که این دو آزمایش هر دو عکس نتایج تحقیق حاضر را نشان می دهند. عدم تطابق نتایج آزمایش حاضر با نتایج آزمایشات ذکر شده احتمالاً به علت تفاوت در اندازه ذرات خوراک آنها می باشد. در آزمایش حاضر افزایش تولید

nonoff و Heinrichs (۲۰۰۳)، Krause و همکاران (۲۰۰۲)، خلیل ارجمندی و همکاران (۱۳۹۰)، Teimouri و همکاران (۲۰۰۴)، و Yang و همکاران (۲۰۰۱) که اثر معنی داری را بر تولید شیر روزانه با تغییر اندازه ذرات علوفه جیره غذایی مشاهده نمودند مطابقت دارد. با این حال کاهش اندازه قطعات علوفه سبب افزایش معنی دار تولید شیر تصحیح شده بر اساس ۴ درصد چربی شد (p<۰/۰۰۱). این نتایج با نتایج Teimouri و همکاران (۲۰۰۴) که بر روی سه اندازه ذرات متفاوت بلند، متوسط و ریز تحقیق کرده و هیچ گونه اثر معنی داری را با تغییر در اندازه ذرات جیره غذایی بر روی تولید شیر

علوفه یونجه متفاوت که اختلاف معنی داری ($p < 0/01$) را با تغییر اندازه ذرات جیره غذایی در مقدار پروتئین شیر تولیدی مشاهده نمود هم خوانی دارد. از طرف دیگر با نتایج خلیل ارجمندی و همکاران (۱۳۹۰) و Beauchemin و همکاران (۲۰۰۳) که با تغییر اندازه ذرات جیره تأثیری در تولید پروتئین شیر مشاهده نمودند مغایرت دارد که احتمالاً به علت افزایش تولید شیر با کاهش اندازه ذرات یونجه در آزمایش حاضر در مقایسه با آزمایشات ذکر شده می باشد. درصد لاکتوز و میزان لاکتوز شیر تیمارهای آزمایشی از لحاظ آماری با یکدیگر دارای اختلاف معنی داری نبودند، ولی تیمار حاوی علوفه ریز از نظر عددی بیشترین مقدار لاکتوز شیر را دارا بود، که به دلیل افزایش تولید شیر در این تیمار می باشد. این نتایج با نتایج حاصل از تحقیقات Beauchemin و همکاران (۲۰۰۳)، خلیل ارجمندی و همکاران (۱۳۹۰) و Teimouri و همکاران (۲۰۰۴) که هیچگونه اختلاف معنی داری را با تغییر اندازه ذرات جیره غذایی در درصد لاکتوز شیر تولیدی مشاهده نمودند همخوانی دارد. میانگین درصد مواد جامد بدون چربی با کاهش اندازه ذرات جیره افزایش یافت و بین تیمارهای ریز و درشت اختلاف ($p < 0/01$) معنی دار بود. کاهش اندازه ذرات خوراک سبب افزایش مقدار مواد جامد بدون چربی شیر ($p < 0/05$) شد. هر چند که این اختلاف بین جیره حاوی ذرات متوسط با سایر جیره ها معنی دار نبود. افزایش میزان مواد جامد بدون چربی شیر در علوفه ریز به علت افزایش در میزان پروتئین و لاکتوز شیر می باشد. درصد کل مواد جامد شیر در جیره های با قطعات ریزتر علوفه از نظر عددی بالاتر بود و میزان کل مواد جامد شیر نیز با کاهش اندازه ذرات خوراک افزایش یافت، به شکلی که بین تیمار علوفه ریز و بلند اختلاف معنی دار وجود داشت ($p < 0/01$). افزایش در میزان کل مواد جامد شیر با کاهش اندازه قطعات علوفه به علت افزایش در میزان چربی، پروتئین و لاکتوز شیر می باشد. راندمان تولید شیر و ضریب تبدیل خوراک نیز تحت تأثیر اعمال جیره ها قرار نگرفت.

تجزیه واریانس نشان می دهد که افزایش وزن مربوط به کل دوره با کاهش اندازه ذرات جیره افزایش یافته است ($p < 0/001$) که به علت افزایش میزان انرژی و پروتئین قابل دسترس در جیره های با اندازه ذرات کوچکتر می باشد.

نتیجه گیری و پیشنهاد

به طور کلی نتایج این تحقیق نشان داد که کاهش اندازه ذرات جیره باعث افزایش ماده خشک مصرفی، میزان تولید شیر تصحیح شده برای ۴ درصد چربی، وزن بدن دام، میزان چربی شیر و کل مواد جامد شیر می شود. همچنین پیشنهاد می شود که در تحقیقات آینده به اندازه ذرات جیره توجه بیشتری شود.

پاورقی ها

- 1-National Research Council
- 2-Effective Neutral Detergent Fiber
- 3- Physical Effective Neutral Detergent Fiber

شیر روزانه با کاهش اندازه ذرات جیره غذایی می تواند به علت افزایش معنی دار ماده خشک مصرفی روزانه باشد که با افزایش ماده خشک مصرفی، مقدار مواد مغذی که در اختیار دام قرار می گیرد نیز افزایش یافته و به همین شکل مقدار تولید شیر نیز می تواند افزایش یابد. همچنین احتمالاً با کاهش اندازه ذرات خوراک تخمیر شکمبه ای افزایش یافته که سبب کاهش pH شکمبه و افزایش کل اسیدهای چرب فرار می شود.

طبق نتایج این تحقیق با کاهش اندازه ذرات جیره به هنگام تنش حرارتی که ماده خشک مصرفی کاهش می یابد می توان دامها را به مصرف ماده خشک بیشتر تشویق نمود.

کاهش اندازه ذرات جیره سبب کاهش عددی درصد چربی شیر تولیدی گاوها شد، هر چند که این اختلاف از لحاظ آماری معنی دار نبود. با کاهش اندازه ذرات به دلیل کاهش فعالیت جویدن و نشخوار، کاهش pH شکمبه و کاهش نسبت استات به پروپیونات درصد چربی شیر کاهش می یابد (Allen, Mertens, ۲۰۰۰, ۱۹۹۷; Shaver و همکاران ۱۹۸۸ و Pereira, Armentano, ۱۹۹۷).

این نتایج با نتایج آزمایش خلیل ارجمندی و همکاران (۱۳۹۰)، Grantand و Colebrander (۱۹۹۰)، Beauchemin و همکاران (۲۰۰۳) و Kononoff و Heinrichs (۲۰۰۲) مطابقت داشت. تیمار حاوی علوفه ریز در مقایسه با تیمار حاوی ذرات بلند علوفه سبب افزایش میزان چربی شیر تولیدی روزانه (۱/۴۹) در مقابل ۱/۳۳ کیلوگرم) شد که به علت بالاتر بودن میزان تولید شیر در تیمار حاوی قطعات ریز علوفه می باشد. کاهش اندازه ذرات جیره سبب افزایش عددی درصد پروتئین شیر گاوها شد ولی تیمارها از لحاظ آماری با یکدیگر اختلاف معنی داری نداشتند. نتایج تحقیق حاضر برای درصد پروتئین شیر با نتایج تحقیق Beauchemin و همکاران (۲۰۰۳) بر روی دو اندازه ذرات یونجه خرد شده و آسیاب شده مطابقت داشت؛ از طرف دیگر از لحاظ آماری با نتایج تحقیقات Ko-nonoff و Heinrichs (۲۰۰۳) بر روی ۴ اندازه ذرات علوفه یونجه و Teimouri و همکاران (۲۰۰۴) بر روی سه اندازه ذرات علوفه، مطابقت نداشت، با این حال همانند نتایج آنها کاهش اندازه ذرات علوفه یونجه در جیره غذایی باعث افزایش عددی درصد پروتئین شیر گردید. احتمالاً افزایش سنتز اسید پروپیونیک با کاهش اندازه ذرات، فراهمی برخی اسیدهای آمینه چون اسید گلوتامیک را برای تولید پروتئین های شیر افزایش می دهد (تیموری، ۱۳۸۵). افزایش نسبی در تعداد میکروارگانیسم های هضم کننده نشاسته باعث افزایش مقدار اسید پروپیونیک می شود. احتمالاً ترکیب اسیدهای آمینه پروتئین های این جمعیت میکروبی برای تأمین احتیاجات حیوان به اسیدهای آمینه برای ساخت پروتئین شیر مناسب تر است و در این شرایط ارتباط بین مقدار اسید پروپیونیک شکمبه و محتوی پروتئین های شیر منطقی به نظر می رسد (Jenkins و همکاران، ۱۹۹۸). میانگین تولید پروتئین شیر با کاهش اندازه ذرات جیره روند افزایشی را نشان داد به شکلی که بین تیمارهای ریز و درشت با سطح احتمال ($p < 0/05$) اختلاف معنی داری مشاهده شد. نتایج تحقیق حاضر با نتایج تحقیق Teimouri و همکاران (۲۰۰۴) بر روی سه اندازه ذرات

جدول ۴- تولید و ترکیب شیر گاوهای تغذیه شده با اندازه ذرات متفاوت جیره کاملاً مخلوط

احتمال معنی داری	اشتباه استاندارد میانگین	اندازه ذرات			صفت
		درشت	متوسط	ریز	
NS	۲/۱۲	۲۶/۲۱	۲۸/۶۲	۳۰/۶۴	تولید شیر روزانه ^۱
***	۰/۸۶	۳۰/۵۴	۳۲/۷۷	۳۴/۶۴	شیر تحیح شده ۴ درصد چربی ^۱
NS	۰/۳۱	۳/۴۴	۳/۳۰	۳/۲۳	درصد چربی شیر ^۲
**	۰/۰۳	۱/۳۳	۱/۴۲	۱/۴۹	مقدار چربی شیر ^۱
NS	۰/۰۵	۳/۵۳	۳/۵۸	۳/۶۲	پروتئین شیر ^۲
*	۰/۰۶	۰/۹۲	۱/۰۲	۱/۱۱	پروتئین شیر ^۲
NS	۰/۰۸	۴/۶۹	۴/۵۹	۴/۶۷	لاکتوز شیر ^۱
NS	۰/۱۰	۱/۲۳	۱/۳۱	۱/۴۳	لاکتوز شیر ^۱
**	۰/۱۷	۸/۵۵	۸/۸۹	۹/۱	مواد جامد بدون چربی شیر ^۲
*	۰/۲۱	۳/۲۴	۳/۵۶	۳/۹۱	مواد جامد بدون چربی ^۱
NS	۰/۲۵	۱۱/۹۹	۱۲/۱۹	۱۲/۴۰	درصد کل مواد جامد شیر ^۲
**	۰/۲۱	۴/۳۱	۴/۷۳	۵/۱۱	مقدار کل مواد جامد شیر ^۱
NS	۰/۱۷	۰/۹۷	۰/۹۶	۰/۹۶	ضریب تبدیل خوراک ^۳
NS	۰/۲۶	۱/۰۵	۱/۰۶	۱/۰۵	راندمان تولید شیر ^۴
***	۱/۹۸	۱۶/۳۵	۱۹/۰۰	۲۴/۱۵	تغییرات وزن بدن ^۵

Non-significant= NS * ($p < 0.05$) ** ($p < 0.01$) *** ($p < 0.001$)

۱. کیلوگرم در روز، ۲. بر حسب درصد، ۳. ماده خشک مصرفی روزانه تقسیم بر تولید شیر روزانه، ۴. تولید شیر روزانه تقسیم بر ماده خشک مصرفی روزانه، ۵. بر حسب کیلوگرم.

fiber. Journal of Dairy Science. 80:1447-1462.

Allen, M.S. (2000) Effects of diet on short term regulation of feed intake by lactating dairy cattle. *Journal of Dairy Science*. 83:1598-1624.

6- AOAC, (2000) Official Methods of Analysis, 17th ed. Official Methods of Analysis of AOAC International, Gaithersburg, MD, USA.

7- Armentano, L. and Pereira, M. (1997) Measuring the effectiveness of fiber by animal response trial. *Journal of Dairy Science*. 80:1416-1425.

8- Beauchemin, K.A., Rode, I.M and Eliason, M.V. (1997) Chewing activities and milk production of dairy cows fed alfalfa as hay, silage, or dried cubes or silage. *Journal of dairy science*. 80:324-333.

9- Beauchemin, K.A., Yang, W.Z. and Rode, L.M. (2003) Effects of particle size of alfalfa-based dairy cow diets on chewing activ-

منابع مورد استفاده

- ۱- تیموری یانساری، ا. (۱۳۸۵) تولید شیر و فرآوری آن. جشنواره شیر شمال کشور.
- ۲- خلیل ارجمندی، م. و تیموری یانسری، ا. (۱۳۹۰) اثر اندازه ذرات علوفه یونجه و مکمل روغن سویا بر مصرف خوراک، قابلیت هضم، رفتار جویدن و عملکرد گاوهای شیرده هلستاین در اوایل شیردهی. نشریه پژوهش های علوم دامی ایران. جلد ۳، شماره ۲، ص ۱۴۹-۱۳۸.
- ۳- علی جو، ی.ع.، ولی زاده، ر.، نصریان، ع.، افتخاری شاهرودی، ف.، طهمورث پور، م. و عاقل، ح. (۱۳۸۵) تاثیر کاهش اندازه قطعات یونجه خشک بر میزان فیبر موثر فیزیکی و اثر آن بر عملکرد گاوهای هلستاین در اوایل شیردهی. مجله علوم و صنایع کشاورزی، جلد ۲۰، شماره ۵، ص ۲۴۹-۲۳۹.
- 4- Allen, M.S. (1996) Physical constraints on voluntary intake of forage by ruminants. *Journal of Animal Science*. 74:3063-3075.
- 5- Allen, M.S. (1997) Relationship between fermentation acid production in the rumen and the requirement for physically effective

- ity, rumen fermentation, and milk production. *Journal of Dairy Science*. 86:630-643.
- 10- Belyea, R.L., Martz, F.A. and Mbagaya, G.A. (1989) Effect of Particle Size of Alfalfa Hay on Intake, Digestibility, Milk Yield, and Ruminal Cell Wall of Dairy Cattle. *Journal of Dairy Science*. 72:958-963.
- 11- DeVries, T. J., Dohme, F. and Beauchemin, K. A. (2008) Repeated Ruminal Acidosis Challenges in Lactating Dairy Cows at High and Low Risk for Developing Acidosis: Feed Sorting. *Journal of Dairy Science*. 91:3958-3967.
- 12- Fischer, J. M., Buchanan-Smith, J.G., Campbell, C., Grieve, D.G. and Allen, D.B. (1994) Effect of forage Particle Size and Long hay for Cows fed total mixed rations based on alfalfa and corn. *Journal of Dairy Science*. 77:217-229.
- 13- Grant, R.J. and Colebrander, V.F. (1990) Milk Fat Depression in Dairy Cows: Role of Particle Size of Alfalfa Hay. *Journal of Dairy Science*. 73:1823-1833.
- 14- Heinrichs, A.J. and Kononoff, P.J. (2002) Evaluating particle size of forages and TMRs using the new Penn State forage particle separator. Dairy & animal science. Das 02-42.
- 15- Jenkins, T.C., Bertrand, J.A. and Bridges, W.C. (1998) Interaction of tallow and hay particle size on yield and composition of milk from lactating Holstein cows. *Journal of Dairy Science*. 81:1396-1402.
- 16- Kononoff, P.J. (2002) The effect of ration particle size on dairy cows in early Lactation. PhD. Thesis. The Pennsylvania State University.
- 17- Kononoff, P.J. and Heinrichs, A.J. (2003) The Effect of Reducing Alfalfa Haylage Particle Size on Cows in Early Lactation. *Journal of Dairy Science*. 86:1445-1457.
- 18- Krause, K.M., Combs, D.A. and Beauchemin, K.A. (2002) Effects of Forage Particle Size and Grain Fermentability in Midlactation Cows. II. Ruminal pH and Chewing Activity. *Journal of Dairy Science*. 85:1947-1957.
- 19- Lammers, B.P., Buck master, D.R. and Heinrichs, A.J. (1996) A simplified method for the analysis of particle sizes of forage and total mixed rations. *Journal of Dairy Science*. 79: 922 - 928.
- 20- Mertens, D.R. (1997) Creating a system for meeting the fiber requirements of dairy cows. *Journal of Dairy science*. 80:1463-1481.
- 21- Morgante, M., Giancesella, M., Casella, S., Ravarotto, L., Stelletta, C. and Giudice, E. (2009) Blood gas analyses, ruminal and blood pH, urine and faecal pH in dairy cows during subacute ruminal acidosis. *Journal of comparative Clinical Pathology*. 18: 229-232.
- 22- National Research Council (NRC). (2001). Nutrient Requirements of Dairy Cattle. 7th Rev. Ed. Natl. Acad. Sci. (Washington DC).
- 23- Owens, F.N., Secrist, D.S., Hill, W.J. and Gill, D.R. (1998) Acidosis in cattle: a review. *Journal of Animal Science*. 76: 275-286.
- 24- SAS® Users Guide: Statistics, Version Edition. (2002) SAS Inst., Inc., Cary, NC.
- 25- Shaver, R.D., Nytes, A.J., Satter, L.D. and Jorgenson, N.A. (1988) Influence of feed intake, forage physical form, and forage fiber content on particle size of masticated forage, ruminal digesta, and feces of dairy cows. *Journal of Dairy Science*. 71:1566-1567.
- 26- Slater, A. L., Eastridge, K. L., Firkins, J. L. and Bidinger, L. J. (2000) Effect of starch source and level of forage neutral detergent fiber on performance of dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 83:313-321.
- 27- Teimouri Yansari, A., Valizadeh, R., Naserian, A., Christensen, D.A., Yu, P. and Eftekhari Shahroodi, F. (2004) Effect of Alfalfa Particle Size and Specific Gravity on Chewing Activity, Digestibility, and Performance of Holstein Dairy Cows. *Journal of Dairy Science*. 87:3912-3924.
- 28- Van Soest, P.J., Robertson, J.B. and Lewis, B.A. (1991) Methods of dietary fiber, neutral detergent fiber and non-starch carbohydrates in relation to animal nutrition. *Journal of Dairy Science*. 74: 3583-3597.
- 29- Woodford, S.T. and Murphy, M.R. (1988) Effect of forage physical form on chewing activity, dry matter intake, and rumen function of dairy cows in early lactation. *Journal of Dairy Science*. 71:674-686.
- 30- Yang, W.Z., and Beauchemin, K.A. (2007) Altering physically Effective Fiber Intake through Forage Proportion and Particle Length: Chewing and Ruminal pH. *Journal of Dairy Science*. 90:2826-2838.
- 31- Yang, W.Z., Beauchemin, K.A. and Rode, L.M. (2001) Effects of Grain Processing, Forage to Concentrate Ration, and Forage Particle Size on Rumen pH and Digestion by dairy cows. *Journal of Dairy Science*. 84:2203-2216.
- 32- Zebeli, Q., Tafaj, M., Weber, I., Dijkstra, J., Steingass, H. and Drochner, W. (2007) Effects of varying dietary forage particle size in two concentrate levels on chewing activity, ruminal mat characteristics and passage in dairy cows. *Journal of Dairy Science*. 90:1929-1942.

