

اثر متقابل فضای آخور و اندازه ذرات علوفه بر فراسنجه‌های رفتار تغذیه‌ای در گوساله‌های ماده هلشتاین در حال رشد

ایوب محمدی^۱، فرهنگ فاتحی^{۲*}، ابوالفضل زالی^۳ و مهدی گنج‌خانلو^۳

۱، ۲ و ۳. دانشجوی کارشناسی ارشد، استادیار و دانشیار، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی کرج، دانشگاه تهران، کرج، البرز،

کد پستی ۳۱۵۸۷۷۷۸۷۱، ایران

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۶/۱۰/۲۶ - تاریخ پذیرش: ۱۳۹۷/۴/۱۲)

چکیده

هدف از این پژوهش بررسی اثر متقابل فضای آخور و اندازه ذرات علوفه بر ماده خشک مصرفی و رفتار تغذیه‌ای گوساله‌های ماده هلشتاین در حال رشد بود. در این آزمایش از ۴۰ راس گوساله در حال رشد هلشتاین با میانگین سنی ۱۲-۸ ماه و میانگین وزن 295.62 ± 32.86 کیلوگرم در طرح چرخشی فاکتوریل 2×2 (چهار دوره با طول هر دوره ۲۵ روز) استفاده شد. در این آزمایش تفاوت جیره‌ها در اندازه قطعه‌های علوفه (یونجه و کاه) بود. تیمارها در این آزمایش شامل (۱) تیمار با ۲۴ سانتی‌متر فضای آخور و میانگین اندازه ذرات علوفه ۷/۱ میلی‌متر (۲۴/ریز)، (۲) تیمار با ۲۴ سانتی‌متر فضای آخور و میانگین اندازه ذرات علوفه ۱۱/۲ میلی‌متر (۲۴/درشت)، (۳) تیمار با ۴۸ سانتی‌متر فضای آخور و میانگین اندازه ذرات علوفه ۷/۱ میلی‌متر (۴۸/ریز)، (۴) تیمار با ۴۸ سانتی‌متر فضای آخور و میانگین اندازه ذرات علوفه ۱۱/۲ میلی‌متر (۴۸/درشت) بود. نتایج نشان داد، مدت‌زمان خوراک خوردن در طول ۲۴ ساعت برای تیمارهای دارای فضای آخور آزاد (۴۸ سانتی‌متر) در مقایسه با تیمارهای دارای فضای آخور محدود (۲۴ سانتی‌متر) بیشتر بود ($p < 0.05$). همچنین نتایج نشان داد، در صورت دسترسی گوساله‌ها به فضای آخور آزاد، اندازه ذرات خوراک تأثیری بر شدت رقابت ندارد در حالی که در صورت محدود بودن فضای آخور، شدت رقابت برای خوراک‌های حاوی علوفه با اندازه ذرات درشت بیشتر از خوراک‌های حاوی علوفه با اندازه ذرات ریز بود ($p < 0.05$).

واژه‌های کلیدی: اندازه قطعه‌های علوفه جیره، رفتار تغذیه‌ای، طرح چرخشی فاکتوریل، گوساله در حال رشد.

The study of interaction effects of feed bunk space and forage particle size on feeding behaviors in female Holstein calves

Ayub Mohammadi¹, Farhang Fatehi^{2*}, Abolfazl Zali³ and Mehdi Ganjkanlou³

1, 2, 3. M.Sc. Student in Animal Nutrition, Assistant Professor and Associate Professor, College of Agriculture & Natural Resources, University of Tehran, Karaj, PC +983158777871, Iran

(Received: Jan. 16, 2018 - Accepted: Jul. 3, 2018)

ABSTRACT

The aim of this study was to investigate the interaction effects between feed bunk spaces and forage particle size on feeding behaviors of female Holstein calves. This study was done on 40 Holstein heifers aged 8-12 months and average mean weight 295.62 ± 32.86 kg in a factorial change over design 2×2 (four periods with a length of each period of 25 days). The sole differences between treatments was related to forage (alfalfa hay and wheat straw length) as these forage were cut off by cutter with 3 cm pore size sieve (fine diet) and 6 cm pore size sieve (coarse diet) before adding to feeder mixer wagon. Treatments in this experiment included: 1) treatment with 24 cm of feed bunk space and forage with fine particle size (24/fin), 2) treatment with 24 cm of feed bunk space and forage with coarse particle size (24/coarse), 3) treatment with 48 cm of feed bunk space and forage with fine particle size (48/fin), 4) treatment with 48 cm of feed bunk space and forage with coarse particle size (48/coarse). The results showed that the feed intake time was higher during 24 hours for treatments with free bunk space (48 cm) compared to treatments with a limited bunk space (24 cm) ($p < 0.05$). The results showed that in case of access of calves to free bunk space, the feed particle size did not affect the intensity of competition, while in the case of a limited bunk space, the intensity of competition for coarse particle size was greater than that of fine particle size ($p < 0.05$).

Keywords: Factorial change over design, feed behaviors, feed bunk space, female Holstein calve, forage particle size.

* Corresponding author E-mail: fatehif@ut.ac.ir

مقدمه

یکی از روش‌های متداول برای تغذیهٔ تلیسه‌های جایگزین، استفاده از یک جیره با تراکم مغذی پایین و حجیم (مانند کاه) اما به صورت دسترسی آزاد است (Hoffman *et al.*, 1996). در واقع افزودن مواد خوراکی با ارزش تغذیه‌ای پایین مانند کاه به واسطهٔ افزایش مدت‌زمان خوراک خوردن باعث بروز رفتار طبیعی تغذیه‌ای در این دام‌ها می‌شود. لازم به یادآوری است که تغذیهٔ تلیسه‌ها با مواد خوراکی کم‌ارزش (مانند کاه) به کاهش سرعت عبور مواد مغذی و افزایش مدت‌زمان نشخوار و در نتیجه افزایش ترشح بزاق و توان بافرینگ شکمبه منتج می‌شود (Kitts *et al.*, 2011).

بسته به ترکیب و بافت فیزیکی خوراک، گاوهای شیری حدود ۴ تا ۷ ساعت در روز را صرف خوراک خوردن و حدود ۵ تا ۹ ساعت در روز را صرف فعالیت نشخوار می‌کنند (Beauchemin, 1991). گاوهایی که محدودیت فضای جایگاه دارند ۱۵ تا ۳۰ درصد زمان بیشتری برای دریافت نیازهای غذایی خود دارند (Beauchemin, 1991). نتایج برخی گزارش‌ها نشان می‌دهد، تلیسه‌های در حال رشد با دریافت خوراک با اندازهٔ ذرات ریز در محدودهٔ ۱ تا ۲ ساعت در روز (Kitts *et al.*, 2011) و تلیسه‌ها در حال رشد با دریافت خوراک با اندازهٔ ذرات درشت‌تر ۵ تا ۸ ساعت در روز (Jaster & Murphy, 1983) را صرف فعالیت خوراک خوردن می‌کنند، از سوی دیگر نیز این فعالیت در گاوهای جوان‌تر دامنهٔ گسترده‌تری نسبت به گاوهای بالغ دارد که خود این حالت نیز تابعی از ویژگی‌های فیزیکی جیره و سن دام‌هاست (Greter *et al.*, 2011). عامل‌های زیادی در گاوهای شیرده روی مدت‌زمان صرف‌شده برای خوردن خوراک (مصرف خوراک) مؤثر هستند، به طوری که سطح خوراک مصرفی، ترکیب‌های جیره، کیفیت و اندازهٔ ذرات علوفه و روش‌های خوراک‌دهی از مهم‌ترین عامل‌های مؤثر بر رفتار تغذیه‌ای هستند (Beauchemin, 1991).

با توجه به تمایل بسیاری از گله‌های گاو شیری کشور از لحاظ افزایش اندازهٔ گله، به طور معمول تلیسه‌های موجود در این گله‌ها با هدف ابقاء در گله

پرورش می‌یابند و با توجه به تراکم بالا در بهاریند تلیسه‌ها یکی از مشکلات عمده در این زمینه پایین بودن فضای آخور برای این دسته از دام‌ها است (Greter *et al.*, 2011). با توجه به اینکه تلیسه‌ها مدت‌زمان کمی از طول شبانه‌روز را صرف خوراک خوردن می‌کنند (۳-۳/۵ ساعت در روز)، بنابراین باور کلی بر این است که فضای آخور اهمیت چندانی در این دام‌ها ندارد؛ اما واقعیت این است که این دام‌ها از لحاظ رفتار تغذیه‌ای تمایل زیادی دارند که به طور همزمان فعالیت خوراک خوردن، نشخوار کردن و یا استراحت کردن را انجام دهند (Devries & Keyserlingk, 2009). از آنجایی که اوج مصرف خوراک به طور معمول در زمان‌های خاصی از روز مانند زمان عرضه خوراک تازه در آخور رخ می‌دهد (Devries *et al.*, 2003). به همین دلیل، محدود بودن فضای آخور می‌تواند به افزایش بروز رفتار رقابت تغذیه‌ای به ویژه در طول ساعت‌های اوج مصرف خوراک منتج شود. نتایج بررسی‌های گذشته نشان داده است، فعالیت جویدن توسط عامل‌های مختلفی از جمله اندازهٔ ذرات بلند علوفه و غلظت لیف‌های غیرقابل حل در شوندهٔ خنثی جیره تحت تأثیر قرار می‌گیرد (Zebeli *et al.*, 2008; Mertens, 1997).

در بررسی که توسط Keys *et al.* (1978) انجام گرفت نشان داده شد، افزایش تراکم در بهاریند تلیسه‌های ۱۲ ماهه و در پی آن کاهش فضای آخور از ۸۱ به ۲۰ سانتی‌متر باعث کاهش مدت‌زمان صرف‌شده برای خوراک خوردن به میزان ۲۶ درصد شد. نتایج بررسی‌های گذشته نشان داده است، فضای آخور مورد نیاز برای تلیسه‌های در حال رشد نژاد شیری بر پایهٔ سن تغییر می‌کند، به طوری که Longenbach *et al.* (1999) در نتایج بررسی‌های خود دریافتند، رشد سریع تلیسه‌های جوان (۸-۴ ماهه) در حال رشد که با یک جیره کامل مخلوط (TMR) تغذیه می‌شوند با ۱۵ سانتی‌متر فضای آخور می‌تواند حفظ شود، در حالی که فضای آخور مورد نیاز برای تلیسه‌های ۲۱-۱۷ ماهه همانند گاوهای شیرده همان Longenbach *et al.* (1999).

جیره‌های غذایی و خوراک دادن گوساله‌ها

یونجه خشک‌شده و کاه گندم با استفاده از خرمن‌کوب با قطر توری قابل تنظیم (دهانه توری برای جیره ریزودرشت به ترتیب ۵ و ۱۰ سانتی‌متر) خرد شد. تیمارهای آزمایشی شامل (۱) تیمار با ۲۴ سانتی‌متر فضای آخور و میانگین اندازه ذرات علوفه ۷/۱ میلی‌متر (۲۴/ریز)، (۲) تیمار با ۲۴ سانتی‌متر فضای آخور و میانگین اندازه ذرات علوفه ۱۱/۲ میلی‌متر (۲۴/درشت)، (۳) تیمار با ۴۸ سانتی‌متر فضای آخور و میانگین اندازه ذرات علوفه ۷/۱ میلی‌متر (۴۸/ریز)، (۴) تیمار با ۴۸ سانتی‌متر فضای آخور و میانگین اندازه ذرات علوفه ۱۱/۲ میلی‌متر (۴۸/درشت) بود. توزیع اندازه ذرات، میانگین هندسی، غلظت دیواره یاخته‌ای و الیاف مؤثر فیزیکی برای یونجه، کاه و خوراک کامل درشت و ریز استفاده‌شده برای این بررسی در جدول ۱ آورده شده است.

جیره استفاده‌شده در این بررسی بر پایه برنامه جیره‌نویسی NRC (2001) برای تأمین نیازهای گوساله‌های در حال رشد (جدول ۲) به‌گونه‌ای متعادل شد که جیره‌ها از لحاظ انرژی، پروتئین و دیگر مواد مغذی و کانی یکسان بودند تنها تفاوت آن‌ها در اندازه ذرات یونجه و کاه گندم مصرفی بود. جیره‌ها روزانه به‌صورت مصرف آزاد (تنظیم‌شده برای ۵ تا ۱۰ درصد باقیمانده خوراک) و به‌صورت کامل مخلوط در دو نوبت (ساعت ۹:۰۰ صبح و ساعت ۱۷:۳۰ بعدازظهر) در اختیار گوساله‌ها قرار گرفت.

بنابراین اهمیت اندازه ذرات علوفه در کنار میزان دسترسی به فضای آخور می‌تواند درک روشن‌تری از رفتار تغذیه‌ای این دام‌ها به دست دهد. با توجه به مطالب بیان‌شده، هدف از این بررسی ارزیابی اثر متقابل فضای آخور و اندازه ذرات علوفه بر فراسنجه‌های رفتار تغذیه‌ای در گوساله‌های ماده هلشتاین در حال رشد است.

مواد و روش‌ها

ویژگی‌های جایگاه

این بررسی در ایستگاه آموزشی-پژوهشی گروه علوم دامی، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران واقع در محمدشهر کرج انجام گرفت. این آزمایش به مدت صد روز (چهار دوره ۲۵ روزه که هر دوره شامل ۱۴ روز عادت دهی و ۱۱ روز نمونه‌برداری بود) انجام شد. در این بررسی هر بهاریند به‌عنوان یک واحد آزمایشی لحاظ شد، به‌طوری‌که در این بررسی چهار بهاریند وجود داشت که گوساله‌ها به‌صورت گروهی درون بهاریندها قرار گرفتند. گوساله‌ها با توجه به وزن به بهاریندها اختصاص داده شدند، بدین منظور ۴۰ راس از گوساله‌های ماده هلشتاین در حال رشد بین ۸ تا ۱۲ ماه (میانگین وزن گوساله‌ها $32/8 \pm 2/95$) انتخاب‌شده و در هر بهاریند ۱۰ راس گوساله به‌صورت گروهی قرار داده شد. گوساله‌ها از لحاظ سلامتی معاینه شدند، سپس جیره‌های آزمایشی در اختیار گوساله‌های هر یک از بهاریندها قرار داده شد.

جدول ۱. توزیع اندازه ذرات و میانگین هندسی یونجه، کاه و خوراک کامل مخلوط (TMR) در جیره‌های آزمایشی

Table 1. Distribution and geometrical mean particle size (mm) for Alfalfa hay, wheat straw and total mixed ration (TMR)

Screen	Pore Size (mm)	Alfalfa hay		Wheat Straw		TMR	
		5 cm	10 cm	5 cm	10 cm	5 cm	10 cm
Upper Sieve	19	20	20	19	24	11.7	30.3
Middle Sieve	8	36	62	38	64	37.8	34.7
Lower Sieve	1.18	30	15	31	9	31.5	22.6
Bottom pan		14	4	12	4	19.0	12.5
Geometrical mean Particle Size (mm) ¹		7.1	11.2	7.3	12.5	5.6	9.0
NDF		45.4	45.4	65.2	64.2	49.7	50.7
PeNDF ²		25.3	37.2	37.2	56.5	24.6	33

۱. میانگین هندسی اندازه ذرات با رابطه ۲ محاسبه شد.

۲. روش محاسبه لیف‌های مؤثر فیزیکی دو غربالی

PeNDF (%) = (% Particles on 19mm sieve + % particles on 8mm sieve) × % NDF TMR (DM)

1. The geometric mean of particle size was calculated by relation 2.

2. The method of calculating the physical effective NDF of two sieve. PeNDF (%) = (% Particles on 19mm sieve + % particles on 8mm sieve) × % NDF TMR (DM)

خشک، درصد پروتئین و دیواره یاخته‌ای انتقال یافت. میزان ماده خشک مصرفی هر بهار بند به صورت روزانه اندازه‌گیری شد.

روش‌های آزمایشگاهی

نمونه‌های خوراک پس از خشک کردن، توسط آسیاب با توری ۱ میلی‌متری آسیاب شدند. در نمونه‌های به دست آمده، ماده خشک با گذاشتن خوراک در آون ۷۰ درجه به مدت ۴۸ ساعت، پروتئین خام با دستگاه کج‌دال (مدل KJELTEC AUTO 1030 Analyzer) با روش AOAC (2000) و مقادیر دیواره یاخته‌ای (لیف‌های غیرقابل حل در شوینده خنثی) با روش Van Soest *et al.* (1991) و با استفاده از دستگاه آنکوم گل‌پونه سپاهان (ساخت دانشگاه صنعتی اصفهان با شماره ثبت ۴۱۲۲۰) اندازه‌گیری شدند.

در این آزمایش توزیع اندازه ذرات نمونه‌های خوراک و علوفه‌های گرفته شده در روزهای ۱۵، ۱۷، ۱۹ و ۲۱ با استفاده از الک پنسیلوانیا برآورد شد و با استفاده از دیواره یاخته‌ای به دست آمده از نمونه خوراک‌ها و علوفه‌ها در آزمایشگاه، لیف‌های مؤثر فیزیکی محاسبه شد. در نهایت لیف‌های مؤثر فیزیکی سیستم دو غربالی (مجموع میزان باقی‌مانده‌های روی الک‌های ۱۹ و ۸ میلی‌متر) (Lammers *et al.*, 1996) با استفاده از رابطه ۱ محاسبه شد.

$$\text{PeNDF (\%)} = (\text{\% Particles on 19mm sieve} + \text{\% particles on 8mm sieve}) \times \text{\% NDF TMR (DM)} \quad (1)$$

همچنین پویایی (دینامیک) ذرات خوراک و علوفه (توزیع اندازه ذرات و میانگین هندسی ذرات) با استفاده از روش Fatehi *et al.* (2015) و با روش الک پنسیلوانیا و با الک‌های با قطر روزنه‌های ۱۹، ۸، ۱/۸ و تشتک پایین (۰) میلی‌متر اندازه‌گیری شد. در نهایت برای اندازه‌گیری میانگین هندسی ذرات از روش Fatehi *et al.* (2015) استفاده شد (رابطه ۲).

$$d_{gw} = \text{Log}^{-1} \frac{\sum (W_i \text{Log } d_j)}{\sum W_i} \quad (2)$$

در این رابطه d_{gw} = میانگین هندسی، d_j = قطر منفذ الک (میلی‌متر)، W_i = درصد تجمعی ماده روی هر الک.

جدول ۲. ماده و عنصرهای خوراکی و ترکیب‌های شیمیایی

جیره آزمایشی تغذیه شده به گوساله‌های ماده هلشتاین

Table 2. The ingredients and chemical composition of experimental diet fed to the Holstein female calves

Ingredient, (% DM basis)	
Alfalfa ¹	16.21
Corn silage	36.63
Wheat straw ¹	21.08
Barely grain	7.83
Wheat bran	4.17
Rice bran	5.22
Soybean meal	5.74
Meat meal	1.31
Min-Vit premix ²	0.52
Salt	0.26
Calcium carbonate	0.26
Zeolite	0.73
Toxin binder	0.05
Chemical composition (in DM)	
NEL (Mcal/kg)	1.32
CP (%) *	12.79
RDP (% of CP)	66.76
EE (%)	3.39
NDF (%) *	50.19
ADF (%)	30.68
NFC (%)	25.22
Ca (%)	0.85
P (%)	0.52
Mg (%)	0.3
Zn (ppm)	189
Mn (ppm)	218
Fe (ppm)	358
Cu (ppm)	49
Se (ppm)	1.4
I (ppm)	2.4
Co (ppm)	0.7

۱. در یونجه خشک و کاه گندم میزان لیف‌های غیرقابل حل در شوینده خنثی به ترتیب برابر با ۴۵/۴ و ۶۵/۲ درصد بود.

۲. هر کیلوگرم از مخلوط مواد کانی و ویتامین شامل موارد زیر است: ۸۰۰۰۰ واحد بین‌المللی از ویتامین A، ۱۵۰۰۰۰ واحد بین‌المللی از ویتامین D3، ۲۰۰۰ واحد بین‌المللی از ویتامین E، ۱۶۰ میلی‌گرم کلسیم، ۲۰ گرم فسفر، ۳۰ گرم گوگرد، ۳۰ گرم سدیم، ۴۰ گرم منیزیم، ۴۰۰۰ میلی‌گرم منگنز، ۷۰۰۰ میلی‌گرم روی، ۳۰۰۰ میلی‌گرم آهن، ۳۰۰۰ میلی‌گرم مس، ۶۰ میلی‌گرم سلنیوم، ۸۰ میلی‌گرم ید، ۵۰ میلی‌گرم کبالت و ۲۰۰۰ میلی‌گرم پاداکسنده.

* این آیت‌ها در آزمایشگاه تغذیه گروه علوم دامی دانشگاه تهران اندازه‌گیری شد.

1. Neutral detergent fiber for alfalfa hay and wheat stew was 45.4 and 65.2 respectively.

2. Each kilogram of vitamin-mineral premix consisted of the following ingredients: 800,000 IU vitamin A, 150,000 IU vitamin D3, 2,000 IU vitamin E, 160 mg Ca, 20 g P, 30 g S, 30 g Na, 40 g Mg, 4000 mg Mn, 7000 mg Zn, 3000 mg Fe, 3000 mg Cu, 60 mg Se, 80 mg I, 50 mg Co and 2,000 mg Antioxidant.

* Items in the nutrition laboratory of the Department of Animal Science University of Tehran were measured.

گردآوری نمونه‌ها و اندازه‌گیری صفات

نمونه‌گیری از خوراک و پس آخور در روزهای ۱۵، ۱۷، ۱۹ و ۲۱ هر دوره گردآوری و آنگاه نمونه‌ها در کیسه‌های نایلونی قرار گرفت و به آزمایشگاه تغذیه گروه علوم دامی دانشگاه تهران برای تجزیه درصد ماده

فعالیت جویدن و استراحت

فعالیت جویدن (یعنی مجموع فعالیت‌های خوراک خوردن و نشخوار کردن) در روزهای ۲۱، ۲۲ و ۲۳ برای همه گوساله‌ها به صورت انفرادی و با دوربین تعبیه شده روبروی جایگاه (دوربین‌های HIKVISION مدل ۲۰۲۰) ثبت شد و در نهایت فیلم ضبط شده به صورت هر ۵ دقیقه یکبار برای همه گوساله‌ها به صورت انفرادی بررسی شد (فرض بر این بود که اگر گوساله‌ای در حین بررسی در حال نشخوار باشد یعنی اینکه کل ۵ دقیقه از زمان را به نشخوار کردن سپری کرده است). بنابراین مدت زمان صرف شده برای خوراک خوردن (مصرف خوراک) و نشخوار کردن برای همه گوساله‌ها ثبت و سپس میانگین آن برای هر یک از بهاربندها به صورت دقیقه در روز محاسبه شد (Maekawa et al., 2002). در نهایت مجموع مدت‌زمان‌های صرف شده برای فعالیت جویدن (مصرف خوراک و نشخوار کردن) و استراحت دام‌ها ثبت شد (Maekawa et al., 2002).

با توجه به اینکه غلظت دیواره یاخته‌ای جیره (لیف‌های غیرقابل حل در شوینده خنثی جیره) روی رفتار مصرف خوراک تأثیر مستقیمی دارد (Krause et al., 2010; Greter et al., 2002) بنابراین میزان میانگین تیمارها برای فراسنجه‌های مدت‌زمان صرف شده برای خوراک خوردن، نشخوار کردن و استراحت و کل زمان صرف شده برای فعالیت جویدن (مدت‌زمان خوراک خوردن + مدت‌زمان نشخوار کردن) به ازای کیلوگرم ماده خشک مصرفی و کیلوگرم لیف‌های غیرقابل حل در شوینده خنثی مصرف شده نیز محاسبه شد (Krause et al., 2002).

برای محاسبه شاخص شدت رقابت با استفاده از فیلم‌های ضبط شده توسط دوربین‌ها در ساعت‌های اوج مصرف خوراک (از زمان عرضه خوراک تا سه ساعت پس از آن)، از شمارش شمار جابه‌جایی‌های رخ داده بر سرآخور حین خوردن خوراک استفاده شد (به طوری که هر بار ورود یک گوساله به سرآخور که با کنار گذاشته شدن گوساله دیگری همراه بود به عنوان شدت رقابت لحاظ شد) (Devries et al., 2003).

معادله آماری

برای بررسی تأثیر تیمارها، هر بهاربندها به عنوان واحد آزمایشی در نظر گرفته شد. به طوری که شاخص‌هایی مانند ماده خشک مصرفی به ازای هر بهاربنده (میزان خوراک مصرفی برای ۱۰ راس گوساله درون هر بهاربنده) محاسبه شد. برای محاسبه شاخص‌های رفتار تغذیه‌ای برای هر بهاربنده به گونه‌ای عمل شد که میزان این فعالیت‌ها برای تک تک گوساله‌ها درون هر بهاربنده و در نهایت میانگین هر بهاربنده محاسبه شد.

در نهایت برای بررسی اثر اصلی (فضای آخور و اندازه ذرات علوفه) و اثر متقابل بین آن‌ها (اثر متقابل تیمارها)، همه داده‌ها با استفاده رویه آماری Mixed با مقایسه میانگین آزمون توکی با استفاده از نرم‌افزار SAS (9.4) و با در نظر گرفتن دوره نمونه‌گیری به عنوان عامل زمان و با مدل (۱) تجزیه شد. مدل آماری ۱ برای بررسی اثر اصلی و اثر متقابل تیمارها استفاده شد.

$$Y_{ijklm} = \mu + P_i + S_j + D_k + U_l + (P_i \times S_j) + \varepsilon_{ijklm} \quad (1)$$

Y_{ijklm} = مشاهده i, j, k, l, m = میانگین کل، P_i = اثر i امین ذرات اندازه ذرات (Particle Size)، S_j = اثر j امین فضای آخور (Space)، D_k = اثر دوره آزمایشی، U_l = اثر تصادفی بهاربنده (واحد آزمایشی)، $(P_i * S_j)$ = اثر متقابل i امین اندازه ذرات و j امین فضای آخور (اثر متقابل تیمارها) و ε_{ijklm} = اثر خطای آزمایشی i, j, k, l, m .

نتایج و بحث

فعالیت خوراک خوردن

تفاوت معنی‌داری بین تیمارها از لحاظ میانگین مدت‌زمان خوراک خوردن بر پایه دقیقه در روز، کیلوگرم ماده خشک و کیلوگرم دیواره یاخته‌ای مصرفی روزانه وجود داشت ($p < 0.05$)، به طوری که این شاخص برای بهاربندهای دارای فضای آخور آزاد (۴۸ سانتی‌متر) در مقایسه با بهاربندهای دارای فضای آخور محدود (۲۴ سانتی‌متر) بیشتر بود ($p < 0.05$). در واقع نتایج این بررسی نشان داد، هر چه فضای آخور محدود باشد، گوساله‌ها تلاش می‌کنند تا در مدت‌زمان کمتری میزان خوراک مورد نیاز را دریافت کنند و این یعنی اینکه گوساله‌ها در واقع سریع‌تر خوراک خود را می‌خورند تا

فعالیت نشخوار کردن

تفاوت معنی‌داری بین تیمارها از لحاظ میانگین مدت‌زمان صرف‌شده برای فعالیت نشخوار کردن بیان‌شده بر پایه دقیقه در روز، دقیقه به ازای هر کیلوگرم ماده خشک مصرفی و همچنین دقیقه به ازای هر کیلوگرم دیواره یاخته‌ای مصرفی روزانه وجود داشت ($p < 0.05$). به طوری که جیره‌های حاوی علوفه با اندازه ذرات ریزتر، مدت‌زمان صرف‌شده برای فعالیت نشخوار کردن را کمتر تحت تأثیر قرار داد، درحالی‌که جیره با اندازه ذرات درشت فعالیت نشخوار کردن را به واسطه ایجاد لایه لیفی شکمبه‌ای ضخیم‌تر، بیشتر تحریک کرد ($p < 0.05$). لازم به یادآوری است که در این بررسی فضای آخور تأثیری روی فعالیت نشخوار کردن نداشت ($p > 0.05$).

در بررسی Wang *et al.* (2017) که با هدف ارزیابی تأثیر اندازه ذرات علوفه (ریز: ۱ سانتی‌متر، کوتاه: ۳ سانتی‌متر، متوسط: ۵ سانتی‌متر و بلند: ۷ سانتی‌متر) روی رفتار تغذیه‌ای گوساله‌های هلشتاین جایگزین هشت تا ده ماه انجام گرفت، نشان داده شد، افزایش اندازه ذرات علوفه باعث افزایش مدت‌زمان صرف شده برای فعالیت خوراک خوردن، نشخوار کردن و درنهایت فعالیت جویدن در آن‌ها شد که علت آن را افزایش لیف‌های مؤثر فیزیکی با افزایش اندازه ذرات علوفه به دلیل درازتر شدن قطعه‌های لیف بیان کرد.

فعالیت جویدن

فعالیت جویدن در واقع کل مدت‌زمانی که گوساله در یک دوره ۲۴ ساعته مشغول جویدن (اعم از نشخوار کردن و یا خوراک خوردن) بوده است را نشان می‌دهد و اختلاف معنی‌داری بین تیمارها از لحاظ فراسنجه یادشده بر پایه دقیقه در روز، دقیقه به ازای هر کیلوگرم ماده خشک مصرفی و دقیقه به ازای هر کیلوگرم دیواره یاخته‌ای مصرفی وجود داشت ($p < 0.05$), به طوری که فعالیت جویدن (بر پایه دقیقه در روز) برای فضای آخور آزاد (۴۸ سانتی‌متر) بیشتر از فضای آخور محدود (۲۴ سانتی‌متر) بود و همچنین این فراسنجه برای جیره‌های حاوی علوفه با اندازه ذرات درشت بیشتر از جیره‌های حاوی علوفه با اندازه ذرات ریز بود ($p < 0.05$). در واقع

اینکه بتوانند در شدت رقابتی که دارند پیروزتر باشند. اما اگر از جنبه اندازه ذرات خوراک و تأثیری که بر خوراک خوردن گوساله‌ها می‌گذارد به مسئله توجه شود (جدول ۴)، گوساله‌های تغذیه‌شده با خوراک حاوی علوفه با اندازه ذرات درشت‌تر (۱۱/۲ میلی‌متر) مدت‌زمان بیشتری را صرف خوراک خوردن می‌کنند، زیرا هرچه خوراک درشت‌تر و خشبی‌تر باشد در هر بار برداشت خوراک، نه تنها غلظت کمتری از ماده مغذی به درون دهان گوساله وارد می‌شود (Kitts *et al.*, 2011)، بلکه جویدن اولیه آن در دهان نیز به مدت‌زمان بیشتری نیاز دارد و همین عامل باعث می‌شود تا گوساله‌های تغذیه‌شده با خوراک حاوی علوفه با اندازه ذرات درشت مدت‌زمان بیشتری را برای رفع نیازهای غذایی خود بر سرآخور صرف کنند (Beauchemin, 1991)، درحالی‌که این قاعده در مورد خوراک حاوی علوفه با اندازه ذرات ریز برعکس است (جدول ۴). نتایج این بررسی با یافته‌های Kitts *et al.* (2011) همخوانی داشت، اما با یافته‌های Greter *et al.* (2010) در تضاد بود. لازم به یادآوری است، در بررسی که Devries & Keyserlingk (2009) انجام دادند متوجه شدند، محدود کردن فضای آخور تأثیر معنی‌داری بر فعالیت خوراک خوردن و نشخوار کردن تلیسه‌های شیری در حال رشد نداشت. برخلاف یافته‌های این بررسی، Longenbach *et al.* (1999) ارزیابی را روی تلیسه‌های ۱۱ تا ۱۶ ماهه انجام دادند و مشاهده کردند، فضای آخور ۱۵، ۳۱ و ۴۷ سانتی‌متر تأثیر معنی‌داری روی فعالیت خوراک خوردن تلیسه‌های در حال رشد ندارد و علت آن را نوع رفتار اجتماعی گوساله‌ها و تمایل به هم‌زمانی مصرف در این دسته از دام‌ها بیان کردند. در بررسی Kahyani *et al.* (2013) با هدف ارزیابی تأثیر اندازه ذرات یونجه (میانگین هندسی اندازه ذرات ۳، ۳/۵۷ و ۳/۸۷ میلی‌متر) بر رفتارهای تغذیه‌ای گاوهای شیری به این نتیجه رسیدند، با افزایش لیف‌های مؤثر فیزیکی در جیره (به عبارت دیگر با افزایش میانگین هندسی اندازه ذرات جیره) مدت‌زمان صرف‌شده برای فعالیت خوراک خوردن به طور معنی‌داری افزایش داد که علت آن افزایش دیواره یاخته‌ای با افزایش اندازه ذرات خوراک است که روی توان خوردن گاوهای شیری تأثیر گذاشت.

خوراک خوردن و نشخوار کردن) تحت تأثیر فضای آخور قرار گرفت (جدول ۴) که علت آن را می‌توان به محدود بودن فضای آخور مرتبط دانست به طوری که محدودیت در دسترسی به فضای آخور سبب افزایش شدت رقابت شده به همین دلیل مدت زمان خوراک خوردن برای تلیسه‌ها محدود شده و در نتیجه مدت زمان فعالیت جویدن در این بررسی کاهش یافته است (Devries *et al.*, 2003).

با توجه به بررسی که Balch (1971) روی مدت زمان صرف شده برای فعالیت جویدن (خوراک خوردن + نشخوار کردن) به عنوان شاخصی از ویژگی‌های فیزیکی و ارزش خشیی بودن جیره انجام دادند، به این نتیجه رسیدند که با افزایش نسبت علوفه به کنسانتره در جیره گاوهای شیری مدت زمان صرف شده برای فعالیت خوردن، نشخوار کردن و جویدن افزایش یافت و همچنین در نتایج بررسی‌های خود نشان دادند، افزایش نسبت گاه (گاه جو) در جیره سبب افزایش مدت زمان صرف شده برای فعالیت نشخوار کردن و در نهایت جویدن شد. در حالی که مدت زمان صرف شده برای فعالیت خوردن تغییر زیادی نداشت.

مدت زمان صرف شده برای فعالیت جویدن خوراک حاوی علوفه با اندازه ذرات درشت در مقایسه با خوراک حاوی علوفه با اندازه ذرات ریز بیشتر بوده است. در واقع جیره‌های حاوی علوفه با اندازه ذرات درشت سفت و چوبی‌تر بوده است و به همین دلیل بارهای نشخوار کردن بیشتری نیز در مورد آن صورت گرفته است (جدول ۳)، در همین رابطه Wang *et al.* (2017) نیز در نتایج بررسی‌های خود نشان دادند، میزان فعالیت جویدن برای خوراک‌های حاوی علوفه با اندازه ذرات درشت در مقایسه با خوراک‌های حاوی علوفه با اندازه ذرات ریز تمایل به افزایش داشت.

در این بررسی تفاوت معنی‌داری بین تیمارها از لحاظ فعالیت جویدن بر پایه دقیقه در روز، دقیقه به ازای کیلوگرم ماده خشک مصرفی و دقیقه به ازای کیلوگرم دیواره یاخته‌ای مصرفی وجود داشت ($p < 0.05$) (جدول ۴). اگرچه فضای آخور بر فعالیت نشخوار کردن به ازای دقیقه در روز، دقیقه بر کیلوگرم ماده خشک مصرفی و دقیقه بر کیلوگرم دیواره یاخته‌ای مصرفی تأثیر نداشت، ولی در این بررسی فضای آخور فعالیت خوراک خوردن را تحت تأثیر قرار داد که در مجموع فعالیت جویدن (اعم از

جدول ۳. اثر متقابل فضای آخور (۲۴ در مقابل ۴۸ سانتی‌متر) و اندازه ذرات علوفه (درشت در مقابل ریز) بر رفتار تغذیه‌ای و شدت رقابت در گوساله‌های ماده هلشتاین در حال رشد

Table 3. The interaction effect of bunk space and forage particle size on feeding behavior and peak displacement of Holstein female calves

	Treatments*				SEM	P-value
	24/Fine	24/Coarse	48/Fine	48/Coarse		
Dry matter intake (Kg/d)	8.02	7.6	7.84	7.7	0.121	0.099
Feeding behavior						
Peak Displacements, no./d**	168.25 ^b	201.75 ^a	50.58 ^c	50.08 ^c	15.803	<0.0001
Eating time						
min/d	192.75 ^d	210.25 ^b	199.88 ^c	215.50 ^a	1.935	0.001
min/kg of DM	24.07 ^c	27.75 ^a	25.53 ^b	28.02 ^a	0.308	<0.0001
min/kg of NDF	48.51 ^c	54.71 ^a	51.45 ^b	55.23 ^a	0.495	<0.0001
Rumination time						
min/d	228.65 ^b	244.00 ^a	230.10 ^b	246.90 ^a	2.575	0.005
min/kg of DM	28.51 ^b	32.15 ^a	29.35 ^b	32.05 ^a	0.317	<0.0001
min/kg of NDF	57.50 ^b	63.38 ^a	59.17 ^b	63.21 ^a	0.562	<0.0001
Chewing time (Rumination time + Eating time)						
min/d	421.4 ^d	454.25 ^b	429.95 ^c	462.35 ^a	3.967	0.001
min/kg of DM	52.58 ^c	59.91 ^a	54.88 ^b	60.07 ^a	0.549	<0.0001
min/kg of NDF	106.01 ^c	118.09 ^a	110.61 ^b	118.44 ^a	0.870	<0.0001
Rest time						
min/d	1019.15 ^a	986.25 ^c	1010.45 ^b	978.10 ^d	3.97	0.001

a, b, c, d: مقایسه میانگین با آزمون توکی، میانگین‌هایی که در یک سطر حرف‌های مشترک ندارند با هم اختلاف معنی‌داری دارند ($p < 0.05$).

* تیمارها: ۲۴/۲۴ ریز: ۲۴ سانتی‌متر فضای آخور و اندازه ذرات علوفه ریز، ۲۴/۲۴ درشت: ۲۴ سانتی‌متر فضای آخور و اندازه ذرات علوفه درشت، ۴۸/۴۸ ریز: ۴۸ سانتی‌متر فضای آخور و اندازه ذرات ریز، ۴۸/۴۸ درشت: ۴۸ سانتی‌متر فضای آخور و اندازه ذرات درشت.

** شدت رقابت: شمار جابه‌جایی بر سر آخور در ساعت‌های اوج مصرف خوراک (تا سه ساعت پس از عرضه خوراک).

a, b, c, d: Average comparison with Tukey test, Values within rows without a common superscript differ ($P < 0.05$).

* Treatments: 24/Fine: 24 cm. Feed bunk space and fine forage particle size, 24/Coarse: 24 cm. Feed bunk space and coarse forage particle size, 48/Fine. 48 cm. Feed bunk space and fine forage particle size, 48/Coarse. 48 cm. Feed bunk space and coarse forage particle size.

** Competition intensity: The number of movements per feed bunk at peak hours of feed intake (up to three hours later delivering the feed).

جدول ۴. اثر اصلی فضای آخور (۲۴ در مقابل ۴۸ سانتی‌متر) و اندازه ذرات علوفه (درشت در مقابل ریز) بر رفتار تغذیه‌ای و شدت رقابت در گوساله‌های ماده هلشتاین در حال رشد

Table 4. The main effect of bunk space and Forage particle size on feeding behavior and peak displacement of Holstein female calves

	Feed bunk space*		SEM	p-value	Particle size*		SEM	p-value
	24	48			Fine	Coarse		
Dry matter intake (Kg/d)	7.81	7.77	0.085	0.627	7.93 ^a	7.65 ^b	0.085	0.004
Feeding behavior								
Peak Displacements, no./d**	185 ^a	50.33 ^b	1.565	<0.0001	125.92 ^a	109.42 ^b	1.565	<0.0001
Eating time								
min/d	210.5 ^a	207.62 ^b	0.993	<0.0001	196.31 ^b	212.88 ^a	0.993	<0.0001
min/kg of DM	25.91 ^b	26.77 ^a	0.222	0.008	24.8 ^b	27.88 ^a	0.222	<0.0001
min/kg of NDF	51.61 ^b	53.34 ^a	0.383	0.001	49.98 ^b	54.97 ^a	0.383	<0.0001
Rumination time								
min/d	236.33	238.50	1.270	0.231	229.38 ^b	245.45 ^a	1.270	<0.0001
min/kg of DM	30.33	30.70	0.231	0.241	28.93 ^b	32.10 ^a	0.231	<0.0001
min/kg of NDF	60.44	61.19	0.460	0.122	58.33 ^b	63.30 ^a	0.460	<0.0001
Chewing time								
min/d	437.83 ^b	446.15 ^a	1.519	0.0003	425.68 ^b	485.31 ^a	1.519	<0.0001
min/kg of DM	56.24 ^b	57.48 ^a	0.396	0.032	53.73 ^b	59.99 ^a	0.396	<0.0001
min/kg of NDF	112.05 ^b	114.53 ^a	0.737	0.001	108.31 ^b	118.27 ^a	0.737	<0.0001
Rest time								
min/d	1002.7 ^a	994.28 ^b	1.510	0.0002	1014.8 ^a	982.18 ^b	1.510	<0.0001

a, b: مقایسه میانگین با آزمون توکی، میانگین‌هایی که در یک سطر حرف‌های مشترک ندارند با هم اختلاف معنی‌داری دارند (p<0.05).

* اثر اصلی: فضای آخور (۲۴ و ۴۸ سانتی‌متر به ازای هر راس گوساله)، اندازه ذرات علوفه (ریزودرشت).

** شدت رقابت: شمار جابه‌جایی بر سرآخور در ساعت‌های اوج مصرف خوراک (تا سه ساعت پس از عرضه خوراک).

a, b: Average comparison with Tukey test, Values within rows without a common superscript differ (P<0.05).

* Simple effects: the feed bunk space (24 and 48 centimeters per calve), forage particle size (Fine and Coarse).

** Competition intensity: The number of movements per feed bunk at peak hours of feed intake (up to three hours later delivering the feed).

یافت درحالی‌که مدت‌زمان صرف شده برای فعالیت نشخوار کردن و در پی آن جویدن کاهش یافت (Maulfair & Heinrichs, 2013). همچنین با کاهش اندازه ذرات سیلاژ ذرت در جیره گاوهای شیرده مدت‌زمان صرف شده برای فعالیت جویدن به ازای هر کیلوگرم دیواره یاخته‌ای مصرفی کاهش یافت (Oba & Allen, 2000).

در بررسی Nasrollahi *et al.* (2012) که با هدف ارزیابی تأثیر اندازه ذرات یونجه (۱۵ و ۳۰ میلی‌متر) در جیره بر رفتار تغذیه‌ای گاوهای شیری انجام گرفت، نشان داده شد؛ با افزایش اندازه ذرات یونجه فعالیت خوراک خوردن و جویدن به‌طور معنی‌داری افزایش یافت، درحالی‌که افزایش در فعالیت نشخوار کردن معنی‌دار نبود. همچنین مدت‌زمان صرف شده برای فعالیت خوراک خوردن بر پایه دقیقه به ازای هر کیلوگرم ماده خشک مصرفی برای یونجه با اندازه ذرات درشت به‌طور معنی‌داری بالاتر بود. درحالی‌که مدت‌زمان صرف شده برای فعالیت جویدن بر پایه دقیقه به ازای کیلوگرم ماده خشک مصرفی و نیز دقیقه به ازای کیلوگرم دیواره مصرفی معنی‌دار نبود.

در پژوهشی که توسط Beauchemin (1991) با هدف بررسی تأثیر همزمان میزان لیف‌های غیرقابل حل در شوینده ختنی و کیفیت یونجه در جیره گاوهای شیرده بر فراسنجه‌های مدت‌زمان صرف شده برای خوراک خوردن، نشخوار کردن و جویدن صورت گرفت نتایج نشان داد، با افزایش سطح لیف‌های غیرقابل حل در شوینده ختنی در جیره‌ها، مدت‌زمان صرف شده برای فعالیت خوراک خوردن و در پی فعالیت جویدن که بر پایه دقیقه در روز و دقیقه به ازای کیلوگرم ماده خشک مصرفی بیان شده بود به‌صورت معنی‌داری افزایش پیدا کرد درحالی‌که تفاوت معنی‌داری بین تیمارها از لحاظ مدت‌زمان صرف شده برای فعالیت نشخوار کردن (بر پایه دقیقه در روز و دقیقه به ازای کیلوگرم ماده خشک مصرفی) مشاهده نشد. در همین زمینه پژوهشی با هدف تأثیر اندازه ذرات علوفه (ذرت سیلوشده) و کربوهیدرات‌های زودتخمیر (دانه ذرت) بر رفتارهای تغذیه‌ای و جداسازی خوراک در گاوهای شیری انجام گرفت و نتایج نشان داد، با کاهش اندازه ذرات علوفه در جیره مدت‌زمان صرف شده برای خوراک خوردن افزایش

در بررسی که با هدف ارزیابی تأثیر اندازه ذرات یونجه سیلوشده با ماده خشک بالا (هایلاژ) بر رفتارهای تغذیه‌ای در گاوهای اوایل انجام گرفت، بیان شد که مدت‌زمان صرف شده برای فعالیت‌های خوراک خوردن، نشخوار کردن و در کل فعالیت جویدن بر پایه دقیقه در روز، دقیقه به ازای هر کیلوگرم ماده خشک مصرفی و دقیقه به ازای هر کیلوگرم دیواره یاخته‌ای مصرفی با افزایش اندازه ذرات یونجه افزایش یافت (Kononoff & Heinrichs, 2003). همچنین در بررسی دیگری که توسط Krause & Combs (2003) با هدف تأثیر اندازه ذرات یونجه سیلوشده بر رفتارهای تغذیه‌ای در گاوهای اواسط شیردهی انجام گرفت، نتایج نشان داد، مدت‌زمان صرف شده برای فعالیت خوراک خوردن، نشخوار کردن و جویدن بر پایه دقیقه در روز و نیز دقیقه به ازای کیلوگرم ماده خشک مصرفی با افزایش اندازه ذرات علوفه افزایش یافته و این نشان‌دهنده سلامت بهتر گاو در رابطه با فعالیت جویدن است.

در جدیدترین بررسی که با هدف ارزیابی تأثیر اندازه ذرات علوفه (۱، ۳، ۵ و ۷ سانتی‌متر) بر رفتار تغذیه‌ای گوساله‌های هلشتاین جایگزین هشت تا ده ماهه انجام گرفت، نتایج نشان داده است، میزان لیف‌های غیرقابل حل در شوینده خنثی مصرفی تحت تأثیر طول قطعه‌های علوفه قرار نگرفت. همچنین نشان داده شد که افزایش طول قطعه‌های علوفه فعالیت خوردن تلیسه‌ها را افزایش داده و در واقع هر چه طول قطعه‌های علوفه بلندتر باشد، تلیسه‌ها مدت‌زمان بیشتری را برای خوراک خوردن صرف می‌کنند. درحالی‌که طول قطعه‌های علوفه بر فراسنجه‌هایی همچون مدت‌زمان صرف شده برای فعالیت نشخوار کردن و جویدن تأثیر معنی‌داری نداشت (Wang et al., 2017).

استراحت کردن

در این بررسی میانگین مدت‌زمان استراحت کردن (جدول ۲) بر پایه دقیقه در روز برای تیمارهای مختلف معنی‌دار بود ($p < 0.05$) به‌طوری‌که تیمار ۲۴/ریز بالاترین و تیمار ۴۸/درشت پایین‌ترین مدت‌زمان استراحت کردن (به ترتیب ۱۰۱۹/۱۵ و

شدت رقابت

در این بررسی شدت رقابت تحت تأثیر تیمارهای مختلف قرار گرفت ($p < 0.05$) به‌طوری‌که شدت رقابت برای تیمارهای دارای فضای آخور محدود به‌طور معنی‌داری بیشتر از تیمارهای حاوی فضای آخور آزاد (۱۸۵ در مقابل ۵۰/۳ مرتبه در روز) بود (جدول ۴). همچنین فراسنجه شدت رقابت درون تیمارهای با فضای آخور محدود ولی اندازه ذرات خوراک درشت و ریز نیز تفاوت معنی‌دار داشت به‌طوری‌که این شاخص برای تیمار ۲۴/درشت و ۲۴/ریز به ترتیب ۲۰۱ و ۱۶۸ مرتبه در روز بود. درحالی‌که درون تیمارهای حاوی فضای آخور آزاد، تفاوت معنی‌داری بین خوراک‌های حاوی علوفه با اندازه ذرات ریزودرشت، وجود نداشت (جدول ۳). بنابراین روشن است که محدودیت فضای آخور به‌عنوان یک عامل مهم در بروز رفتار شدت رقابت مؤثر بوده است. بررسی‌های گذشته نیز نشان داده است، به دلیل تمایل گوساله‌ها به هم‌زمانی در مصرف خوراک، محدودیت در فضای آخور می‌تواند میزان رقابت بر سر مصرف خوراک را افزایش دهد (Devries & Keyserlingk, 2009). همان‌طور که در قسمت بالا نیز توضیح داده شد میزان شدت رقابت در زمان اعمال محدودیت فضای آخور برای جیره‌های حاوی علوفه با اندازه ذرات درشت بیشتر از جیره‌های حاوی علوفه با اندازه ذرات ریز بود که علت آن را می‌توان به جدایی

نتیجه‌گیری کلی

نتایج این بررسی نشان داد، هر دو عامل فضای آخور و اندازه ذرات علوفه می‌توانند بر فراسنجه‌های رفتار تغذیه‌ای در گوساله‌های ماده جایگزین مؤثر باشند به طوری که با افزایش اندازه ذرات علوفه فعالیت خوراک خوردن، نشخوار کردن و در پی آن جویدن افزایش یافت و همچنین با کاهش فضای آخور شدت رقابت افزایش یافت. از سوی دیگر در زمان وجود محدودیت فضای آخور برای بهار بند تلیسه‌های جایگزین استفاده از خوراک ریز برتری دارد، زیرا گوساله‌ها در زمان کمتر می‌توانند خوراک خود را مصرف کنند و همچنین می‌توانند بخشی از مصرف خوراک خود را به ساعت‌های پس از اوج مصرف خوراک منتقل کنند که علت ایجاد شدت رقابت کمتر نیز است. بنابراین از هر دو اهرم فضای آخور و اندازه ذرات علوفه می‌توان به‌عنوان راه‌کارهای مدیریتی برای مهار سرعت رشد و نیز بازده خوراک در گوساله‌های ماده جایگزین استفاده کرد.

راحت‌تر بخش کنسانتره از علوفه و همچنین صرف مدت‌زمان بیشتر برای خوردن خوراک مرتبط دانست. در بررسی Greter *et al.* (2011) که هدف آن ارزیابی همزمان تأثیر فضای آخور (۶۸ در مقابل ۳۴ سانتی‌متر) و محدودیت خوراکی (حضور گاه در جیره) روی رفتار تغذیه‌ای تلیسه‌های شیری بود، نتایج نشان داد، در صورت اعمال نشدن محدودیت خوراکی (نبود گاه در جیره)، فضای آخور تأثیر معنی‌داری بر ماده خشک مصرفی، مدت‌زمان صرف شده برای فعالیت مصرف خوراک و همچنین شدت رقابت بر سر آخور نداشت، در حالی که در صورت اعمال محدودیت خوراکی (وجود گاه در جیره) همه فراسنجه‌های یادآوری شده به‌طور معنی‌داری افزایش یافت. همچنین در بررسی دیگری که در سال‌های اخیر انجام گرفت تأثیر دو فضای آخور ۴۰ و ۲۹ سانتی‌متر روی رفتار تغذیه‌ای تلیسه‌های هلستاین در حال رشد بررسی و نشان داده شد، ماده خشک مصرفی تحت تأثیر فضای آخور قرار نگرفت (Greter *et al.*, 2013).

REFERENCES

- Balch, C. C. (1971). Proposal to use time spent chewing as an index of the extent to which diets for ruminants possess the physical property of fibrousness characteristic of roughages. *British Journal of Nutrition*, 26(3), 383-392.
- Beauchemin, K. A. (1991). Effects of Dietary Neutral Detergent Fiber Concentration and Alfalfa Hay Quality on Chewing, Rumen Function, and Milk Production of Dairy Cows. *Journal of Dairy Science*, 74(9), 3140-3151.
- Devries, T. J. & Keyserlingk, M. A. G. von (2009). Competition for feed affects the feeding behavior of growing dairy heifers. *Journal of Dairy Science*, 92(8), 3922-3929.
- Devries, T. J., Keyserlingk, M. A. G. von, Weary, D. M. & Beauchemin, K. A. (2003). Measuring the Feeding Behavior of Lactating Dairy Cows in Early to Peak Lactation. *Journal of Dairy Science*, 86(10), 3354-3361.
- Fatehi, F., Krizsan, S. J., Gidlund, H. & Huhtanen, P. (2015). A comparison of ruminal or reticular digesta sampling as an alternative to sampling from the omasum of lactating dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 98(5), 3274-3283.
- Greter, A. M., Devries, T. J. & Keyserlingk, M. A. G. von (2008). Nutrient intake and feeding behavior of growing dairy heifers. Effects of dietary dilution. *Journal of Dairy Science*, 91(7), 2786-2795.
- Greter, A. M., Kitts, B. L. & Devries, T. J. (2011): Short communication. Limit feeding dairy heifers: effect of feed bunk space and provision of a low-nutritive feedstuff. *Journal of Dairy Science*, 94(6), 3124-3129.
- Greter, A. M., Leslie, K. E., Mason, G. J., McBride, B. W. & Devries, T. J. (2010). Feed delivery method affects the learning of feeding and competitive behavior in dairy heifers. *Journal of Dairy Science*, 93(8), 3730-3737.
- Greter, A. M., Westerveld, R. S., Duffield, T. F., McBride, B. W., Widowski, T. M. & Devries, T. J. (2013). Short communication. Effects of frequency of feed delivery and bunk space on the feeding behavior of limit-fed dairy heifers. *Journal of Dairy Science*, 96(3), 1803-1810.
- Hoffman, P. C., Brehm, N. M., Price, S. G. & Prill-Adams, A. (1996): Effect of Accelerated Postpubertal Growth and Early Calving on Lactation Performance of Primiparous Holstein Heifers. *Journal of Dairy Science*, 79(11), 2024-2031.

11. Hoffman, P. C., Simson, C. R. & Wattiaux, M. (2007). Limit feeding of gravid Holstein heifers: Effect on growth, manure nutrient excretion, and subsequent early lactation performance. *Journal of Dairy Science*, 90(2), 946-954.
12. Jaster, E. H. & Murphy, M. R. (1983). Effects of Varying Particle Size of Forage on Digestion and Chewing Behavior of Dairy Heifers. *Journal of Dairy Science*, 66(4), 802-810.
13. Kahyani, A., Ghorbani, G. R., Khorvash, M., Nasrollahi, S. M. & Beauchemin, K. A. (2013). Effects of alfalfa hay particle size in high-concentrate diets supplemented with unsaturated fat. Chewing behavior, total-tract digestibility, and milk production of dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 96(11), 7110-7119.
14. Keys, J. E., Pearson, R. E. & Thompson, P. D. (1978). Effect of Feedbunk Stocking Density on Weight Gains and Feeding Behavior of Yearling Holstein Heifers¹. *Journal of Dairy Science*, 61(4), 448-454.
15. Kitts, B. L., Duncan, I. J. H., McBride, B. W. & Devries, T. J. (2011). Effect of the provision of a low-nutritive feedstuff on the behavior of dairy heifers limit fed a high-concentrate ration. *Journal of Dairy Science*, 94(2), 940-950.
16. Kononoff, P. J. & Heinrichs, A. J. (2003). The Effect of Reducing Alfalfa Haylage Particle Size on Cows in Early Lactation. *Journal of Dairy Science*, 86(4), 1445-1457.
17. Krause, K. M. & Combs, D. K. (2003). Effects of Forage Particle Size, Forage Source, and Grain Fermentability on Performance and Ruminal pH in Midlactation Cows. *Journal of Dairy Science*, 86(4), 1382-1397.
18. Krause, K. M., Combs, D. K. & 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(8), 1947-1957.
19. Lammers, B. P., Buckmaster, D. R. & Heinrichs, A. J. (1996). A simple method for the analysis of particle sizes of forage and total mixed rations. *Journal of Dairy Science*, 79(5), 922-928.
20. Longenbach, J. I., Heinrichs, A. J. & Graves, R. E. (1999). Feed bunk length requirements for Holstein dairy heifers. *Journal of Dairy Science*, 82(1), 99-109.
21. Jaster, E. H. & Murphy, M. R. (1983). Effects of Varying Particle Size of Forage on Digestion and Chewing Behavior of Dairy Heifers. *Journal of Dairy Science*, 66(4), 802-810.
22. Maekawa, M., Beauchemin, K. A. & Christensen, D. A. (2002). Chewing Activity, Saliva Production, and Ruminal pH of Primiparous and Multiparous Lactating Dairy Cows. *Journal of Dairy Science*, 85(5), 1176-1182.
23. Maulfair, D. D. & Heinrichs, A. J. (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(5), 3085-3097.
24. Mertens, D. R. (1997). Creating a system for meeting the fiber requirements of dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 80(7), 1463-1481.
25. Nasrollahi, S. M., Khorvash, M., Ghorbani, G. R., Teimouri-Yansari, A., Zali, A. & Zebeli, Q. (2012). Grain source and marginal changes in forage particle size modulate digestive processes and nutrient intake of dairy cows. *Animal: an International Journal of Animal Bioscience*, 6(8), 1237-1245.
26. Oba, M. & Allen, M. S. (2000). Effects of brown midrib 3 mutation in corn silage on productivity of dairy cows fed two concentrations of dietary neutral detergent fiber: 1. Feeding behavior and nutrient utilization. *Journal of Dairy Science*, 83(6), 1333-1341.
27. Van Soest, P. V., Robertson, J. B. & Lewis, B. A. (1991). Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. *Journal of Dairy Science*, 74(10), 3583-3597.
28. Wang, H. R., Chen, Q., Chen, L. M., Ge, R. F., Wang, M. Z., Yu, L. H. & Zhang, J. (2017). Effects of dietary physically effective neutral detergent fiber content on the feeding behavior, digestibility, and growth of 8- to 10-month-old Holstein replacement heifers. *Journal of Dairy Science*, 100(2), 1161-1169.
29. Yang, W. Z. & Beauchemin, K. A. (2007): Altering physically effective fiber intake through forage proportion and particle length. Chewing and ruminal pH. *Journal of Dairy Science*, 90(6), 2826-2838.
30. Zebeli, Q., Tafaj, M., Junck, B., Ölschläger, V., Ametaj, B. N. & Drochner, W. (2008). Evaluation of the response of ruminal fermentation and activities of nonstarch polysaccharide-degrading enzymes to particle length of corn silage in dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 91(6), 2388-2398.