Archive of SID

علوم دامی ایران
دورهٔ ۴۶، شمارهٔ ۳، پاییز ۱۳۹۴ (ص ۳۱۴-۳۰۱)

اثر دفعات خوراک‌دهی روی قابلیت هضم، تولید و ترکیب شیر در گاوهای شیرده: متاآنالیز و متارگرسیون

حمیدرضا میرزایی الموتی[1*]، مهدی کاظمی جوجیلی[2]، حمید امانلو[3] و مینا وزیری گهر[4]
۱، ۲ و ۳. استادیار، کارشناس ارشد و استاد، دانشگاه زنجان
۴. دانشجوی سابق دکتری، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران، کرج و محقق ارشد (دکتری تغذیه نشخوارکنندگان)، شرکت زانیار آریایی، تهران
(تاریخ دریافت: ۱۳۹۳/۱۲/۱۹ - تاریخ تصویب: ۱۳۹۴/۷/۴)

چکیده

هدف از این مطالعه بررسی اثر دفعات تحویل جیرهٔ کاملاً مخلوط‌شده روی قابلیت هضم در کل دستگاه گوارش، تولید و ترکیب شیر در گاوهای شیرده با استفاده از روش‌های متاآنالیز و متارگرسیون بود. در این مطالعه از ۱۴ آزمایش شامل ۲۵ مقایسهٔ آماری بین گروه‌های آزمایشی (دفعات خوراک‌دهی بیشتر) و شاهد (دفعات خوراک‌دهی کمتر) که شرایط لازم برای متاآنالیز را داشتند، استفاده شد. داده‌ها با استفاده از روش اندازهٔ اثر در نرم‌افزار STATA/SE آنالیز شدند. افزایش دفعات خوراک‌دهی در روز، مادهٔ خشک مصرفی را کاهش داد (تفاوت میانگین وزن‌داده‌شده = ۰/۱۳۴− کیلوگرم در روز)، اما اثری روی تولید شیر نداشت. سطح علوفهٔ جیره و روزهای شیردهی، منابع ناهمگنی تفاوت میانگین استانداردشدهٔ مادهٔ خشک مصرفی بودند. در این متاآنالیز دفعات خوراک‌دهی بیشتر اثری بر غلظت چربی شیر و غلظت و تولید پروتئین شیر نداشت. افزایش دفعات خوراک‌دادن، قابلیت هضم الیاف را بهبود داد (تفاوت میانگین وزن‌داده‌شده = ۵/۶۶۳ درصد). نتایج متارگرسیون تک‌متغیره نشان داد که افزایش دفعات خوراک‌دهی در جیره‌های با سطح غلات بالا باعث بهبود قابلیت هضم الیاف گاوهای شیرده شد، اما در جیره‌های با سطح علوفهٔ بالا باعث کاهش هضم الیاف شد. به‌طورکلی، تحویل جیرهٔ کاملاً مخلوط‌شده با سطوح مساوی از کنسانتره و علوفه، سه بار در روز در مقابل یک بار، مادهٔ خشک مصرفی را کاهش داد ولی روی تولید شیر اثری نداشت.

واژه‌های کلیدی: دفعات خوراک‌دهی، گاو شیرده، متاآنالیز.

مقدمه

جهت کاهش هزینهٔ خوراک‌دهی در گاوداری شیری، جیرهٔ کاملاً مخلوط‌شده یک بار در روز آماده شده و به‌طور معمول یک یا دو بار در روز به گاوها داده می‌شود؛ اگرچه در گاوداری‌های مدرن خوراک‌دهنده‌های رباتیک موجود است و می‌توان با حداقل نیروی کارگری دفعات خوراک‌دادن را افزایش داد (Mäntysaari *et al.*, 2006). افزایش دفعات خوراک‌دهی به‌خصوص در مورد گاوهای پرتولید که مصرف خوراک زیادی دارند، مهم است، زیرا با یک‌بار خوراک‌دهی ممکن است فضای آخور عامل محدودکننده باشد. علاوه بر اهمیت دفعات خوراک‌دادن در هزینه‌های تغذیه‌ای و مدیریتی، این مسئله می‌تواند روی عملکرد و سلامتی گاوهای شیرده نیز مؤثر باشد. از آنجا که تحویل خوراک تازه به حیوان، محرک قوی برای شروع فعالیت خوراک خوردن است، افزایش دفعات خوراک‌دهی می‌تواند روی رفتار خوراک‌خوردن، سلامتی و تولید شیر نیز مؤثر باشد (DeVries & vonKeyserlingk, 2005). با

* تلفن: ۰۹۱۲۵۶۴۶۷۲۱
E-mail: alamoutih@znu.ac.ir

www.SID.ir

Archive of SID

افزایش دفعات خوراک‌دهی گاوها خوراک را در طول روز به‌طور یکنواخت مصرف می‌کنند و درنتیجه نوسان pH شکمبه کمتر می‌شود (French & Kennelly, 1990) و ممکن است با بهبود چربی شیر (Rottman *et al*., 2014)، قابلیت هضم الیاف (Dhiman *et al*., 2002) و بازده تولید شیر (Mäntysaari *et al*., 2006) نیز همراه شود. در مقابل یک بار خوراک‌دهی در روز فعالیت خوراک خوردن را به‌شدت بلافاصله پس از تحویل خوراک تحریک کرده (DeVries *et al*., 2005) و گاوها را مستعد به اسیدوز تحت حاد شکمبه‌ای به دلیل تغییرات شدید روزانهٔ pH شکمبه می‌کند (Shabi *et al*., 1999). با وجود این برخی گزارش‌ها بیان می‌کنند که دفعات بیشتر خوراک‌دهی تأثیرات منفی روی رفتار خوابیدن و استراحت کردن، خوراک‌خوردن و نشخوارکردن دارد (Phillips & Rind, 2001; Mäntysaari *et al*., 2006)، به‌طوری‌که تمام این فعالیت‌ها برای تولید شیر، سلامتی و آسایش گاو حیاتی است (Haley *et al*., 2000). در ۳۵ آزمایشی که Gibson (۱۹۸۴) در مطالعه‌ای مروری برای بررسی افزایش دفعات خوراک‌دهی در گاوهای شیرده استفاده کرده بود، تولید شیر در ۴ آزمایش افزایش یافت، در ۲۴ آزمایش تغییر نکرد و در ۷ آزمایش کاهش دیده شد؛ البته در بیشتر آزمایش‌هایی که در مطالعهٔ Gibson (1984) استفاده شدند، کنسانتره و علوفه جداگانه تغذیه شده بود، از این رو این نتایج نمی‌تواند به‌طور مستقیم برای گاوهای پرتولید که امروزه که با جیرهٔ کاملاً مخلوط‌شده تغذیه می‌شوند، کاربرد داشته باشد. اثر دفعات خوراک‌دهی جیره‌های کاملاً مخلوط‌شده روی عملکرد گاوهای شیرده متفاوت است و به عوامل حیوانی مانند تعداد زایش (Hart *et al*., 2014)، مدیریتی مانند نوع جایگاه (Phillips & Rind, 2001) و تغذیه‌ای (Klusmeyer *et al*., 1990; Dhiman *et al*., 2002) بستگی دارد.

به‌طور معمول مطالعات متاآنالیز[1] در علوم کشاورزی و دامپزشکی استفاده می‌شوند که در جهت رفع تناقض‌های نتایج موجود در منابع علمی است. با استفاده از متاآنالیز که یک مطالعهٔ مروری آماری و کمّی است، با ترکیب داده‌ها از چند آزمایش مختلف و در نتیجه افزایش حجم نمونه می‌توان توان آماری بالاتری را در جهت کمّی‌کردن اثر کلی تیمار (در این مطالعه یعنی دفعات خوراک‌دهی) ایجاد کرد (Lean *et al*., 2009). یکی از اهداف مطالعهٔ حاضر بررسی اثر دفعات خوراک‌دهی جیرهٔ کاملاً مخلوط‌شده روی قابلیت هضم در کل دستگاه گوارش، مادهٔ خشک مصرفی و تولید و ترکیب شیر در گاوهای شیرده با استفاده از متاآنالیز و روش آنالیز اندازهٔ اثر[2] بود. متارگرسیون[3] روشی است برای ارزیابی اینکه چگونه پاسخ متغیرها[4] (در این مطالعه یعنی قابلیت هضم در کل دستگاه گوارش، مادهٔ خشک مصرفی و تولید و ترکیب شیر) به تیمار با عوامل[5] دیگر (عوامل مختلف تغذیه‌ای، محیطی و غیره) پیچیده و درگیر شده است و به سؤالاتی پاسخ داد که نمی‌توان با آزمایش‌های انفرادی به آن‌ها رسید (Lean *et al*., 2009). یکی دیگر از اهداف این مطالعه شناسایی عوامل مؤثر در ناهمگنی[6] پاسخ متغیرها به تیمار افزایش دفعات خوراک‌دهی با استفاده از روش متارگرسیون بود.

مواد و روش‌ها

مرور منابع

مروری جامع بر مجله‌های معتبر (ارزیابی‌شده توسط داوران متخصص) انگلیسی‌زبان در زمینهٔ علوم دامی (*Journal of Dairy Science*, *Journal of Animal Science*, *Canadian Journal of Animal Science*, *Animal Feed Science and Technology*, *Livestock Science*, *Agricultural System*, *Animal*, *Animal Science*, *Journal of Dairy Research*, *Journal of Agricultural Science*, *Animal Physiology and Animal Nutrition*, and *Acta Agriculturae Scandinavica-Section A*) برای یافتن مقاله‌های پژوهشی صورت پذیرفت که در آن‌ها اثر دفعات خوراک‌دهی بر عملکرد گاوهای شیرده بررسی شده بود. همچنین از منابع مقالات جمع‌آوری‌شده برای

1. Meta-analysis

2. Effect size analysis
3. Meta-regression
4. Outcomes
5. Covariate
6. Heterogeneity

www.SID.ir

Archive of SID

یافتن سایر مطالعات استفاده شد. در نهایت مخزن داده که واجد شرایط لازم برای این متاآنالیز بود، شامل ۱۳ مقالهٔ پژوهشی، ۱۴ آزمایش و ۲۵ مقایسهٔ آماری بین گروه‌های آزمایشی (دفعات خوراک‌دهی بیشتر) و شاهد (دفعات خوراک‌دهی کمتر) بود. هر مشاهده در مخزن داده برابر با حداقل میانگین مربعات[1] یک تیمار آزمایشی بود.

معیار انتخاب مقالات و تیمارهای آزمایشی داخل مقالات

آزمایش‌هایی که اثر دفعات خوراک‌دهی جیرهٔ کاملاً مخلوط‌شده را روی عملکرد گاوهای شیرده بررسی کرده بودند، برای این متاآنالیز انتخاب شدند. آزمایش‌های انتخاب‌شده باید حداقل دو سطح مختلف خوراک‌دهی را در روز (۱ در مقابل ۲ یا چند بار در روز، ۲ در مقابل ۳ یا چند بار در روز و غیره) بررسی کرده بوده باشند. دفعات خوراک‌دهی کمتر به‌عنوان گروه شاهد و دفعات خوراک‌دهی بیشتر به‌عنوان گروه آزمایشی درنظر گرفته شد. در این متاآنالیز تعداد دفعات خوراک‌دهی در روز (۱×، ۲×، ۳× و غیره) ارزیابی شد؛ بنابراین مطالعاتی که گاوها را به‌صورت پیوسته یا یک روز در میان تغذیه کرده بودند، از متاآنالیز حذف شدند. همچنین از مقالاتی استفاده شد که گاوها را با جیرهٔ کاملاً مخلوط‌شده تغذیه کرده بودند و آن دسته از آزمایش‌هایی که علوفه و کنسانتره را جداگانه تغذیه کرده بودند، از متاآنالیز حذف شدند. مقالاتی که از حیوانات دیگر به غیر از گاوهای شیرده (مثل گاوهای در حال رشد، گوسفند و غیره) استفاده کرده بودند یا در ترکیب جیرهٔ غذایی بین گروه آزمایشی و شاهد تغییر ایجاد کرده بودند، از این مطالعه حذف شدند. در این مطالعه از مقالاتی استفاده شد که تمام مواد خوراکی جیره‌های آزمایشی را گزارش کرده بودند و همچنین گاوها را به صورت انفرادی (نه به‌صورت خوراک‌دهی گروهی) و داخل جایگاه (نه در مرتع به‌صورت آزاد) تغذیه کرده بودند. همچنین در مقاله‌ها لازم بود حداقل یکی از متغیرهای مورد نظر (مادهٔ خشک مصرفی، قابلیت هضم مواد مغذی در کل دستگاه گوارش، تولید شیر، غلظت یا تولید چربی شیر و غلظت یا تولید پروتئین شیر) و همچنین مقدار واریانس (خطای استاندارد) آن متغیر گزارش شده باشد. معیار حذف مقاله‌ها یا تیمارهای آزمایشی داخل مقاله‌ها در این مطالعه متاآنالیز به همراه نمونه‌ای برای هر معیار در جدول ضمیمهٔ ۱ آورده شده است.

استخراج و تلفیق داده‌ها

الگویی برای استخراج داده‌ها از مقالات به ازای هر متغیر در صفحات اکسل تشکیل شد که شامل نام نویسنده و سال انتشار مقاله و حداقل میانگین مربعات، مقدار واریانس و تعداد گاوها برای گروه آزمایشی و شاهد بود. همچنین برای اجرای آنالیز متارگرسیون و بررسی منابع ناهمگنی پاسخ متغیر به تیمار، هرکدام از داده‌های زیر که در مطالعات گزارش شده بودند، استخراج و با داده‌های اصلی تلفیق شدند که شامل نژاد حیوان، روزهای شیردهی در شروع آزمایش، تعداد زایش (یک‌بار زایش کرده، چندبار زایش کرده یا مخلوط آن‌ها)، طرح آزمایشی (پیوسته یا مربع لاتین)، نوع جایگاه حیوان (بسته[2] یا آزاد[3]) طول دورهٔ آزمایشی (به روز)، تعداد دفعات شیردوشی، نوع و مقدار مواد خوراکی جیره‌ها، استفاده از مکمل بافری (بله یا خیر) و مکمل چربی در جیره (بله یا خیر) بود. بنابراین برخی عوامل کواریت به‌صورت عامل گسسته[4] و برخی به‌صورت پیوسته[5] درنظر گرفته شد. قبل از شروع آنالیز آماری داده‌ها، کل مقدار غلات و علوفه (بر اساس گرم در کیلوگرم مادهٔ خشک) در هر جیرهٔ آزمایشی محاسبه شد.

آنالیز آماری

متاآنالیز اثر دفعات خوراک‌دهی روی مادهٔ خشک مصرفی، قابلیت هضم مواد مغذی و تولید و ترکیب شیر با استفاده از نرم‌افزار Stata (Stata/SE version 11.1, StataCorp., LP, College Station, TX) انجام گرفت. داده‌ها برای هر متغیر با استفاده از مدل‌های

1. Least squares means

2. Individual tie-stall
3. Loose housing (free-stalls)
4. Class
5. Continuous

www.SID.ir

Archive of SID

اثرات تصادفی برای تخمین اندازهٔ اثر، ۹۵ درصد دامنهٔ اطمینان[1] و سطح معناداری آماری[2] اندازهٔ اثر، آنالیز آماری شدند. تمام متغیرها در این مطالعه به‌صورت داده‌های پیوسته بودند. اندازهٔ اثر برای داده‌های پیوسته، تفاوت میانگین استانداردشده[3] است (Lean *et al*., 2009). استفاده از مدل اثرات تصادفی برای متاآنالیز صحیح‌تر است، زیرا این مدل اثرات مدیریت، واریانس بین حیوانات و سایر تفاوت‌های موجود در اجرای هر مطالعه را که با اثرات تیمار آزمایشی تداخل می‌کنند، درنظر می‌گیرد (St-Pierre, 2001; Rabiee *et al*., 2012). تفاوت میانگین وزن داده‌شدهٔ[4] هر متغیر برای گزارش میانگین خام مقدار هر پاسخ محاسبه شد. «نمودار جنگلی[5]» با استفاده از دستور «metan» رسم شد تا بتوان تفاوت میانگین استانداردشدهٔ مربوط به هر مقایسه را مشاهده کرد. در نمودار جنگلی نقطهٔ زردرنگ داخل هر مربع نشان‌دهندهٔ میانگین اندازهٔ اثر هر مقایسه است و خط افقی روی هر مربع نشان‌دهندهٔ دامنهٔ اطمینان ۹۵ درصد اندازهٔ اثر است (Lean *et al*., 2009; Rabiee *et al*., 2012). آزمون خطای انتشار[6] برای بررسی اهمیت حضورنداشتن مطالعات کوچک (مطالعاتی که دارای اثر معنادار دفعات خوراک‌دهی روی عملکرد گاو شیرده نبوده‌اند و در مجلات علمی انتشار نیافته‌اند و در نتیجه در این متاآنالیز وارد نشده‌اند) در این متاآنالیز روی نتایج مطالعه اجرا شد. این آزمون با استفاده از دستور «meta bias» و نمودار قیفی[7] ارزیابی شد (Lean *et al*., 2009; Rabiee *et al*., 2012). با توجه به اینکه عوامل حیوانی، خوراکی و مدیریتی متفاوتی می‌توانند روی متغیرها اثرگذار باشند، بررسی تداخل این عوامل با اثر تیمار آزمایشی مهم است؛ بنابراین آنالیز متارگرسیون با استفاده از دستور «metareg» برای ارزیابی منبع ناهمگنی پاسخ هر متغیر به تیمار آزمایشی انجام گرفت. در این روش «اندازهٔ اثر» مربوط به هر مقایسه به‌عنوان متغیر وابسته[8] در نظر گرفته شد. متارگرسیون ابتدا به‌صورت تک‌متغیره روی تمام عوامل و با درنظر گرفتن سطح معناداری کمتر از ۰/۳۰ انجام گرفت. سپس تمام متغیرهایی که در متارگرسیون تک‌متغیره معنادار شدند، برای ارزیابی متارگرسیون چندمتغیره استفاده شدند. در این روش از حذف مرحله‌ای عقب‌گرد[9] تا زمانی‌که تمام متغیرهای باقیمانده در سطح ۰/۰۵ معنادار شوند، استفاده شد (Lean *et al*., 2009; Rabiee *et al*., 2012).

نتایج

مخزن داده‌ها

داده‌های عوامل حیوانی و خوراکی و نوع تیمارهای آزمایشی مربوط به هر مطالعهٔ استفاده‌شده در این متاآنالیز در جدول ۱ خلاصه شده‌اند. در برخی مقالات چندین آزمایش گزارش شده بود و برخی آزمایش‌ها چندمقایسه‌ای بودند (یک گروه شاهد در مقایسه با دو یا چند گروه آزمایشی). در بیشتر مطالعات یک بار خوراک‌دهی در روز با بیش از یک بار مقایسه شده بود و در چند مطالعه، دو بار در روز با بیش از دو بار مقایسه شده بود. بنابراین در این متاآنالیز به‌طور میانگین ۱/۰× (گروه شاهد) با ۳/۳× (گروه آزمایشی) مقایسه شد. در بیشتر مطالعاتی که یک بار خوراک‌دهی ارزیابی شده بود، گاوها در صبح (قبل از ۱۲:۰۰) خوراک داده شده بودند؛ اگرچه در مطالعهٔ Niu *et al*. (2014) یک بار خوراک‌دهی در دو زمان مختلف (صبح یا عصر) ارزیابی شده بود، به‌طوری‌که نشان داده شد که زمان تحویل خوراک روی عملکرد گاوهای شیرده می‌تواند مؤثر باشد (Nikkhah *et al*., 2008; Niu *et al*., 2014). در آن دسته از تیمارهای آزمایشی که خوراک‌دهی بیش از یک بار بود، وعده‌های خوراک به مقدار مساوی به گاو داده شده بود. در تمام آزمایش‌ها از گاوهای هلشتاین استفاده شده بود، به‌جز مطالعهٔ Mäntysaari *et al*. (2006) که از ایرشایر فنلاندی استفاده کرده بودند. همچنین در بیشتر آزمایش‌ها گاوهای چندبار زایش و در برخی

1. Confidence interval (CI)
2. *P*-value
3. Standardized mean differences (SMD)
4. Weighted mean differences (WMD)
5. Forest plot
6. Publication bias test
7. Funnel plot
8. Dependent variable
9. Backward elimination

www.SID.ir

Archive of SID

یک‌بار زایش یا مخلوطی از گاوهای یک و چندبار زایش استفاده شده بود. مرحلهٔ شیردهی گاوها در شروع آزمایش به‌طور میانگین (± انحراف معیار) ۴۴/۲±۱۱۵ روز بود. در بیشتر آزمایش‌ها گاوها در جایگاه‌های بسته نگهداری شده بودند و در مطالعات Mäntysaari *et al.* (2006) و Hart *et al.* (2014) گاوها آزاد در فری-استال نگهداری شده بودند. نوع و مقدار علوفه و غلات بین جیره‌های آزمایشی و شاهد (داخل مقایسه‌ها) تغییر نکرده بود که این موضوع یکی از معیارهای انتخاب مقالات بود. میانگین (± انحراف معیار) سطح علوفه و غلات در جیره‌های آزمایشی به‌ترتیب ۸۹/۹±۵۳۹ و ۱۰۴/۲±۲۷۴ گرم در کیلوگرم مادهٔ خشک بود.

جدول ۱. حیوانات، طرح آزمایشی، مدیریت و مواد خوراکی عمدهٔ جیره‌های شاهد و آزمایشی مطالعات استفاده‌شده در متاآنالیز

مطالعه	گاوها	طرح آزمایشی	طول دوره آزمایشی (روز)	روزهای شیردهی	نوع جایگاه	تعداد زایش	تعداد دفعات دوشش	تیمار[1]		زئر تیمار[2]	علوفه[3]	غلات[4]	مکمل چربی، بافری[5]
								گروه شاهد	گروه آزمایشی				
Nocek & Braund (1985)-E1	۴	مربع‌لاتین ۱۴		۵۰	بسته	یک‌بار	۲	۱× = ۰۶۰۰	۲× = ۰۶۰۰ و ۱۸۰۰	_	سیلاژ ذرت+ سیلاژ محصولات زراعی (۱ به ۱)، ۴۰۰	ذرت، ۳۸۵	نه، نه
	۴							۱× = ۰۶۰۰	۴× = ۰۶۰۰، ۱۲۰۰، ۱۸۰۰ و ۲۴۰۰	_	سیلاژ ذرت+ سیلاژ محصولات زراعی (۱ به ۱)، ۴۰۰	ذرت، ۳۸۵	نه، نه
	۴							۱× = ۰۶۰۰	۸× = ۰۶۰۰، ۰۹۰۰، ۱۲۰۰، ۱۵۰۰، ۱۸۰۰، ۲۱۰۰، ۲۴۰۰و ۰۳۰۰	_	سیلاژ ذرت+ سیلاژ محصولات زراعی (۱ به ۱)، ۴۰۰	ذرت، ۳۸۵	نه، نه
Nocek & Braund (1985)-E2	۱۵	پیوسته ۲۸		۱۳۳	بسته	یک‌بار	_	۱× = ۱۰۰۰	۴× = ۰۵۰۰، ۱۰۰۰، ۱۶۰۰ و ۲۱۰۰	_	سیلاژ ذرت+ سیلاژ محصولات زراعی (۱ به ۱)، ۴۰۰	ذرت، ۳۸۵	نه، نه
Robinson & Sniffen (1985)	۳	مربع‌لاتین ۲۰		۹۰	بسته	چندبار	۲	۱× = ۱۸۰۰	۴× = ۰۶۰۰، ۱۲۰۰، ۱۸۰۰ و ۲۴۰۰	_	مخلوط گراس و لگوم خشک، ۶۵۰	ذرت، ۲۶۰	نه، نه
Klusmeyer *et al.* (1990)	۲۰	مربع‌لاتین ۲۸		۱۰۸	بسته	_	۲	۲× = ۱۱۰۰ و ۲۳۰۰	۴× = ۰۵۰۰، ۱۱۰۰، ۱۷۰۰ و ۲۳۰۰	جیرهٔ پلت	یونجهٔ خشک، ۵۵۰	ذرت، ۲۰۰	نه، نه
Le Liboux & Peyraud (1994)	۴	مربع‌لاتین ۲۸		۱۳۶	بسته	_	۲	۲× = ۰۷۱۵ و ۱۷۰۰	۶× = ۰۷۱۵، ۱۰۰۰، ۱۳۰۰، ۱۶۰۰ و ۱۹۰۰	یونجهٔ خرد	سیلاژ ذرت+ مخلوط یونجه و گراس خشک (۴ به ۳)، ۶۹۰	گندم، ۲۱۴	نه، بله
	۴							۲× = ۰۷۱۵ و ۱۷۰۰	۶× = ۰۷۱۵، ۱۰۰۰، ۱۳۰۰، ۱۶۰۰ و ۱۹۰۰	یونجهٔ آسیاب (پلت)	سیلاژ ذرت+ مخلوط یونجه و گراس خشک (۴ به ۳)، ۶۹۰	گندم، ۲۱۴	نه، بله
Shabi *et al.* (1999)	۴	مربع‌لاتین ۱۴		۱۰۳	بسته	چندبار	۲	۲× = ۰۶۰۰ و ۰۵۰۰	۴× = ۰۶۰۰، ۱۲۰۰، ۱۸۰۰ و ۲۴۰۰	مخلوط ذرت اکسترود و آسیاب	سیلاژ ذرت+ علف مرغی خشک (۳ به ۱)، ۴۸۸	ذرت، ۴۰۰	نه، بله
	۴							۲× = ۰۶۰۰ و ۰۵۰۰	۴× = ۰۶۰۰، ۱۲۰۰، ۱۸۰۰ و ۲۴۰۰	ذرت آسیاب	سیلاژ ذرت+ علف مرغی خشک (۳ به ۱)، ۴۸۸	ذرت، ۴۰۰	نه، بله
Dhiman *et al.* (2002)	۲۰	مربع‌لاتین ۲۱		۱۰۰	بسته	چندبار	۲	۱× = ۰۷۰۰	۴× = ۰۷۰۰، ۱۲۰۰، ۱۶۰۰ و ۲۱۰۰	ذرت کاملاً آسیاب	یونجهٔ خشک+ سیلاژ ذرت (۴ به ۱)، ۴۵۰	ذرت، ۳۵۰	بله، بله
	۲۰							۱× = ۰۷۰۰	۴× = ۰۷۰۰، ۱۲۰۰، ۱۶۰۰ و ۲۱۰۰	ذرت بخاردیدهٔ پولکی	یونجه خشک+ سیلاژ ذرت (۴ به ۱)، ۴۵۰	ذرت، ۳۵۰	بله، بله
Thivierger *et al.* (2002)	۸	مربع‌لاتین ۱۴		۱۶۱	بسته	چندبار	۲	۲× = ۰۶۰۰ و ۱۹۰۰	۷× = ۰۶۱۵، ۰۹۴۵، ۱۳۴۵، ۱۶۵۵، ۲۰۱۵، ۲۳۴۰ و ۰۳۰۰	بدون مکمل پروتئین-انرژی	سیلاژ ذرت+ سیلاژ گراس (۱ به ۱)، ۶۱۰	جو، ۳۶۷	نه، نه
	۸							۲× = ۰۶۰۰ و ۱۹۰۰	۷× = ۰۶۱۵، ۰۹۴۵، ۱۳۴۵، ۱۶۵۵، ۲۰۱۵، ۲۳۴۰ و ۰۳۰۰	با مکمل پروتئین-انرژی	سیلاژ ذرت+ سیلاژ گراس (۱ به ۱)، ۶۱۰	جو، ۳۶۷	نه، نه

www.SID.ir

Archive of SID

ادامهٔ جدول ۱. حیوانات، طرح آزمایشی، مدیریت و مواد خوراکی عمدهٔ جیره‌های شاهد و آزمایشی مطالعات استفاده‌شده در متاآنالیز

مطالعه	گاوها	طرح آزمایشی	طول دورهٔ آزمایشی (روز)	روزهای شیردهی	تعداد زایش	نوع جایگاه	تعداد دفعات‌دوشش	تیمار[1]		زیر تیمار[2]	علوفه[3]	غلات[4]	مکمل چربی، بافری[5]
								گروه شاهد	گروه آزمایشی				
Alzahal *et al.* (2006)	۱۲	چرخشی	۲۱	۱۶۸	مخلوط	بسته	۲	۲× = ۰۷۰۰ و ۱۳۰۰	۳× = ۰۷۰۰، ۱۳۰۰ و ۱۷۰۰	_	سیلاژ ذرت+ یونجهٔ خشک (۴ به ۳)، ۶۱۲	ذرت، ۲۰۰	نه، نه
Mantysaari *et al.* (2006)	۲۰	پیوسته	۱۹۶	۱	مخلوط	آزاد	۲	۱× = ۱۶۰۰	۵× = ۰۸۰۰، ۱۳۲۰، ۱۴۳۰، ۱۸۰۰ و ۱۹۴۰	_	سیلاژ گراس، ۴۹۰	جو، ۳۰۹	نه، نه
Hart *et al.* (2014)	۶	مربع‌لاتین	۲۱	۷۹	یک‌بار	آزاد	۳	۱× = ۱۴۰۰	۲× = ۱۴۰۰ و ۲۲۰۰	گاوهای یک‌بار زایش	سیلاژ ذرت+ سیلاژ گراس (۶ به ۵)، ۵۲۴	ذرت + مخلوط گندم و جو (۵ به ۱)، ۲۸۳	بله، نه
	۶			۷۹	چندبار	آزاد	۳	۱× = ۱۴۰۰	۲× = ۱۴۰۰ و ۲۲۰۰	گاوهای چندبار زایش	سیلاژ ذرت+ سیلاژ گراس (۶ به ۵)، ۵۲۴	ذرت + مخلوط گندم و جو (۵ به ۱)، ۲۸۳	بله، نه
	۶			۷۹	یک‌بار	آزاد	۳	۱× = ۱۴۰۰	۳× = ۱۴۰۰، ۲۲۰۰ و ۰۶۰۰	گاوهای یک‌بار زایش	سیلاژ ذرت+ سیلاژ گراس (۶ به ۵)، ۵۲۴	ذرت + مخلوط گندم و جو (۵ به ۱)، ۲۸۳	بله، نه
	۶			۷۹	چندبار	آزاد	۳	۱× = ۱۴۰۰	۳× = ۱۴۰۰، ۲۲۰۰ و ۰۶۰۰	گاوهای چندبار زایش	سیلاژ ذرت+ سیلاژ گراس (۶ به ۵)، ۵۲۴	ذرت + مخلوط گندم و جو (۵ به ۱)، ۲۸۳	بله، نه
Niu *et al.* (2014)	۹	مربع‌لاتین	۱۴	۱۰۹	چندبار	بسته	۲	۱× = ۰۸۳۰	۲× = ۰۸۳۰ و ۲۰۳۰	_	سیلاژ ذرت+ مخلوط یونجه و گراس خشک (۲ به ۱)، ۶۰۱	ذرت، ۷۷	بله، نه
	۹							۱× = ۲۰۳۰	۲× = ۰۸۳۰ و ۲۰۳۰	_	سیلاژ ذرت+ مخلوط یونجه و گراس خشک (۲ به ۱)، ۶۰۱	ذرت، ۷۷	بله، نه
Rottman *et al.* (2014)	۱۷	چرخشی	۲۱	۱۱۵	چندبار	بسته	۲	۱× = ۰۸۰۰	۴× = ۰۶۰۰، ۱۲۰۰، ۱۸۰۰ و ۲۴۰۰	_	سیلاژ ذرت+ یونجهٔ خشک (۳ به ۱)، ۶۰۰	ذرت، ۱۰۸	بله، نه
Akbari & Mirzaei-Alamouti (2014)	۶	پیوسته	۲۸	۱۹۵	مخلوط	بسته	۲	۱× = ۰۸۰۰	۳× = ۰۸۰۰، ۱۴۰۰ و ۲۰۰۰	با مکمل روغن	سیلاژ ذرت+ یونجهٔ خشک (۳ به ۱)، ۶۰۰	جو، ۱۶۱	بله، بله
	۶							۱× = ۰۸۰۰	۳× = ۰۸۰۰، ۱۴۰۰ و ۲۰۰۰	بدون مکمل روغن	سیلاژ ذرت+ یونجهٔ خشک (۳ به ۱)، ۶۰۰	جو، ۱۶۱	بله، بله

۱. دفعات خوراک‌دهی در روز، زمان ارائه هر وعده خوراک پس از مساوی آمده است.

۲. زیر تیمار که در مورد آزمایش‌ها فاکتوریل است.

۳. نوع علوفه در جیره، نسبت هر مادهٔ خوراکی در پرانتز نشان داده شده است، مقدار علوفه در جیره (بر اساس گرم در کیلوگرم مادهٔ خشک) بعد از کاما آمده است.

۴. نوع غلات در جیره، نسبت هر مادهٔ خوراکی در پرانتز نشان داده شده است، مقدار غلات در جیره (بر اساس گرم در کیلوگرم مادهٔ خشک) بعد از کاما آمده است.

۵. استفاده یا عدم استفاده از مکمل چربی یا بافری در جیره.

آزمایش اول (E1)، آزمایش دوم (E2)؛ پیوسته (continuous)، چرخشی (cross-over)؛ یک‌بار زایش (primiparous cows)، چندبار زایش (multiparous cows)؛ بسته (tie-stall)، آزاد (loose housing or free-stall)؛ شاهد (control)، آزمایشی (treatment)؛ زیر تیمار (subtreatment)؛ غلات (grain)؛ سیلاژ ذرت (corn silage)، سیلاژ محصولات زراعی (hay crop silage)، گراس و لگوم خشک (grass and legume hay)، علف مرغی خشک (vetch hay)، سیلاژ گراس (grass silage)، یونجهٔ خشک (alfalfa hay).

قابلیت هضم، مادهٔ خشک مصرفی، تولید و ترکیب شیر

در این متاآنالیز افزایش دفعات خوراک‌دهی (به‌طور میانگین ۱/۴× در مقابل ۳/۸×) قابلیت هضم الیاف در کل دستگاه گوارش را بهبود داد ($P<0/001$)، اما اثری روی هضم مواد آلی نداشت ($P>0/10$؛ جدول ۲). نتایج متارگرسیون نشان داد که تفاوت در مقدار علوفه و غلات

www.SID.ir

Archive of SID

جیره‌ها، منابع ناهمگنی تفاوت میانگین استانداردشدهٔ قابلیت هضم الیاف بودند (جدول ۳). در این متاآنالیز، ۵ آزمایش (شامل ۱۰ مقایسه) قابلیت هضم الیاف را ارزیابی کرده بودند (جدول ۲) و میانگین (± انحراف معیار) مقدار علوفه و غلات در جیره‌های آن‌ها ۹۱/۰±۵۶۵ و ۱۲۵/۸±۲۴۰ گرم در کیلوگرم مادهٔ خشک بود. آزمون خطای انتشار برای داده‌های قابلیت هضم معنادار نبود (جدول ۲). شکل ۱ خلاصهٔ نتایج ۱۴ آزمایش و ۲۵ مقایسهٔ آماری بین گروه‌های آزمایشی و شاهد را به‌ترتیب روی مادهٔ خشک مصرفی و تولید شیر نشان می‌دهد. افزایش دفعات خوراک‌دادن (به‌طور میانگین ۱/۰× در مقابل ۳/۳×) مادهٔ خشک مصرفی را به مقدار ۱۳۴ گرم در روز کاهش داد ($P<0/001$؛ ۹۵ درصد دامنهٔ اطمینان = ۰/۵۰۵- تا ۰/۲۳۶ کیلوگرم در روز)، اما اثری روی تولید شیر نداشت ($P>0/10$؛ جدول ۲). میانگین (±انحراف معیار) مادهٔ خشک مصرفی و تولید شیر در گروه شاهد به‌ترتیب ۴/۹۴±۲۲/۴ و ۹/۰۸±۳۲/۸ کیلوگرم در روز بود (جدول ۲). آزمون خطای انتشار برای نتایج مادهٔ خشک مصرفی، تولید شیر و چربی شیر معنادار نبود، ولی شواهدی از خطای انتشار برای نتایج اثر دفعات خوراک‌دهی روی پروتئین شیر مشاهده شد (جدول۲). نتایج متارگرسیون چندمتغیره نشان داد که مقدار علوفهٔ جیره و روزهای شیردهی منابع ناهمگنی تفاوت میانگین استانداردشدهٔ مادهٔ خشک مصرفی بودند (جدول ۳). نتایج متارگرسیون تک‌متغیره نشان داد که افزایش دفعات خوراک‌دهی در جیره‌هایی با سطح غلات بالا می‌تواند تولید شیر را افزایش دهد (جدول۳). در این متاآنالیز سه بار خوراک‌دهی در مقابل یک بار خوراک‌دهی تولید چربی شیر را به مقدار ۱۵/۰۲ گرم در روز افزایش داد ($P<0/001$، اما اثری روی غلظت چربی شیر، غلظت و تولید پروتئین شیر نداشت ($P>0/10$؛ جدول ۲).

جدول ۲. اندازهٔ اثر (تفاوت میانگین استانداردشده) دفعات خوراک‌دهی روی مادهٔ خشک مصرفی، قابلیت هضم در کل دستگاه گوارش، تولید و ترکیب شیر در گاوهای شیرده[1]

متغیر پاسخ‌دهنده[1]	تعداد آزمایش‌ها (تعداد مقایسه‌ها)	دفعات خوراک‌دهی[2] (شاهد مقابل تیمار)	متغیر پاسخ‌دهنده در گروه شاهد، میانگین ± انحراف معیار (حداقل – حداکثر)	تفاوت میانگین وزن‌داده‌شده (۹۵ درصد دامنهٔ اطمینان)	تفاوت میانگین استانداردشده (۹۵ درصد دامنهٔ اطمینان)		آزمون خطای انتشار	
					مدل اثرات تصادفی	*P*-value	خطا (SE)	*P*-value
قابلیت هضم، درصد								
مواد آلی	۵ (۹)	۱/۴ مقابل ۳/۸	۲/۵۰ ± ۶۹/۴ (۷۳/۱ – ۶۶/۵)	۱/۶۳۳ (۴/۵۲۷ ،-۱/۲۶۱)	۰/۲۹۲ (۱/۳۲۷ ،-۰/۷۴۳)	۰/۵۲	۲/۱۹ (۲/۹۴۳)	۰/۴۸
NDF	۵ (۱۰)	۱/۴ مقابل ۳/۸	۴/۲۵ ± ۴۶/۸ (۵۲/۶ – ۳۹/۲)	۵/۶۶۳ (۱۰/۶۹ ،۰/۶۳۱)	۰/۵۵۴ (۲/۱۸۴ ،-۱/۰۷۶)	<۰/۰۰۱	-۳/۰۵ (۴/۲۰۴)	۰/۴۹
مادهٔ خشک مصرفی، کیلوگرم در روز	۱۴ (۲۵)	۱/۰ مقابل ۳/۳	۴/۹۴ ± ۲۲/۴ (۳۲/۶ – ۱۶/۶)	-۰/۱۳۴ (۰/۲۳۶ ،-۰/۵۰۵)	-۰/۲۴۳ (۰/۳۵۷ ،-۰/۸۴۲)	<۰/۰۰۱	۲/۶۵ (۱/۵۳۰)	۰/۱۰
تولید، گرم در روز یا به‌صورت بیان شده								
شیر، کیلوگرم در روز	۱۴ (۲۵)	۱/۰ مقابل ۳/۳	۹/۰۸ ± ۳۲/۸ (۵۰/۵ – ۲۱/۱)	۰/۰۹۱ (۰/۳۱۳ ،-۰/۱۳۱)	۰/۱۸۱ (۰/۵۷۰ ،-۰/۲۰۸)	۰/۲۴	۰/۵۱ (۱/۰۹۶)	۰/۶۴
چربی شیر	۱۱ (۲۰)	۱/۰ مقابل ۳/۰	۳۴۹/۵ ± ۱۱۵۸ (۱۷۲۰ – ۶۷۱)	۱۵/۰۲ (۴۰/۹۶ ،-۱۰/۹۳)	۰/۳۴۸ (۰/۷۵۶ ،-۰/۰۶۰)	۰/۰۰۴	۰/۹۴ (۱/۲۷۴)	۰/۴۷
پروتئین شیر	۱۱ (۲۰)	۱/۰ مقابل ۳/۰	۲۸۱/۳ ± ۱۰۶۸ (۱۴۹۰ – ۶۵۹)	۴/۴۴۹ (۱۷/۶۳ ،-۸/۷۳۱)	۰/۴۳۲ (۱/۰۴۱ ،-۰/۱۷۶)	۰/۵۹	۳/۶۴ (۱/۵۲۸)	۰/۰۲۸
غلظت، گرم در کیلوگرم								
چربی شیر	۱۳ (۲۳)	۱/۰ مقابل ۳/۰	۳/۸۲ ± ۳۴/۸ (۴۱/۶ – ۲۷/۶)	۰/۲۵۵ (۱/۰۲۳ ،-۰/۵۱۲)	۰/۰۲۳ (۰/۳۸۷ ،-۰/۳۴۰)	۰/۸۵	۰/۹۶ (۱/۰۰۶)	۰/۳۵
پروتئین شیر	۱۳ (۲۳)	۱/۰ مقابل ۳/۰	۱/۱۶ ± ۳۱/۷ (۳۴/۲ – ۲۹/۵)	۰/۲۱۴ (۰/۵۲۸ ،-۰/۱۰۱)	۰/۴۵۲ (۰/۹۱۲ ،-۰/۰۰۹)	۰/۴۲	۳/۲۵ (۰/۹۰۲)	۰/۰۰۲

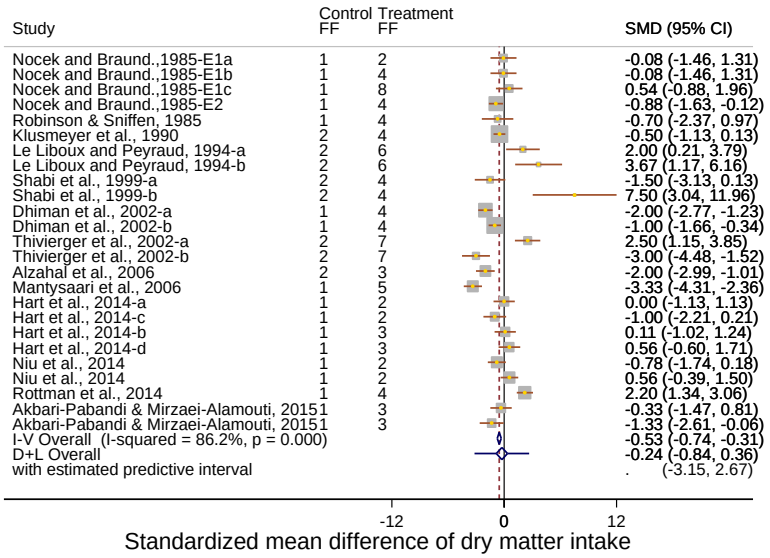
۱. واحدهای گزارش‌شده، به مقدار متغیر در گروه شاهد و تفاوت میانگین وزن‌داده‌شده مربوط هستند.

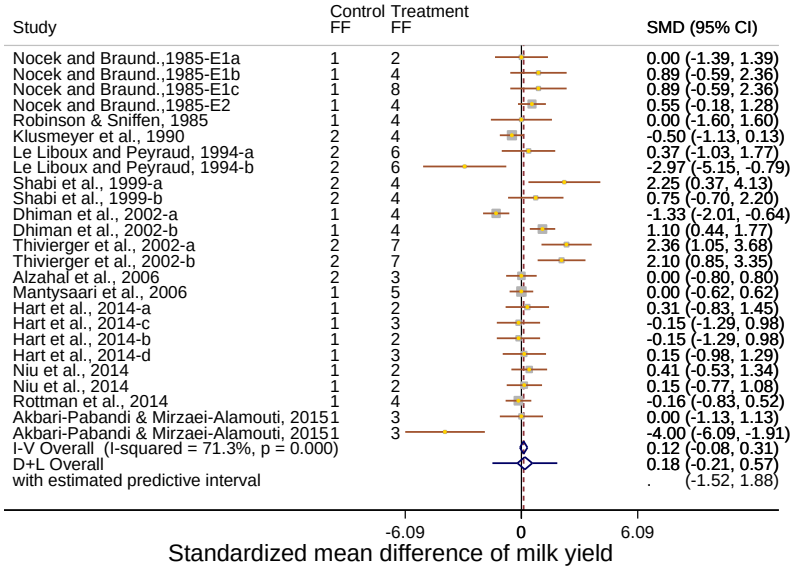
۲. میانگین دفعات خوراک‌دهی در گروه شاهد در مقابل تیمار.

اندازهٔ اثر (effect size)، دفعات خوراک‌دهی (feeding frequency)، تفاوت میانگین استانداردشده (standardized mean difference)، متغیر پاسخ‌دهنده (response variable)، تفاوت میانگین وزن داده‌شده (weighted mean differences)، خطا (bias)، آزمون خطای انتشار (publication bias test).

www.SID.ir

Archive of SID





شکل ۱. نمودار جنگلی (forest plot) اثر دفعات خوراک‌دهی (feeding frequency, FF) روی مادهٔ خشک مصرفی (بالا) و تولید شیر (پایین) در گاوهای شیرده. خلاصه‌ای از تخمین اثر تیمار با استفاده از مدل اثرات تصادفی (روش D+L) نشان داده شده است. محور Xها تفاوت میانگین استانداردشده را نشان می‌دهد. اندازهٔ مربعات به نسبت وزن مربوط به هر مطالعه است و مقدار عددی آن‌ها نیز در همان خط بیان شده است. طول خطوط افقی (که روی مربعات قرار گرفته است) ۹۵ درصد دامنهٔ اطمینان تفاوت میانگین استانداردشدهٔ دفعات خوراک‌دهی روی مادهٔ خشک مصرفی و تولید شیر در هر مقایسه (۲۵ مقایسه) را نشان می‌دهد. الماسی (لوزی) که در انتها در سمت چپ (برای مادهٔ خشک مصرفی) یا سمت راست (برای تولید شیر) خط صاف آمده است، اثر کلی افزایش دفعات خوراک‌دهی را روی مادهٔ خشک مصرفی و تولید شیر در بین تمام مقایسه‌ها نشان می‌دهد.

بحث

بسیاری از گاوداران جهت کاهش هزینه‌های کارگری، به گاوها یک‌بار در روز خوراک می‌دهند؛ اگرچه افزایش دفعات خوراک‌دهی به حیوان در برخی شرایط مانند تغییر در ترکیب جیره می‌تواند به‌عنوان روش مدیریتی راحت و قابل اجرایی جهت افزایش بازده استفاده از جیرهٔ جدید درنظر گرفته شود (Mäntysaari *et al.*, 2006). از آنجا که گاوداران به‌طور معمول و متناوب جیره‌های مختلفی در طول دورهٔ شیردهی به حیوان می‌دهند، دانستن اثر دفعات خوراک‌دهی جیره‌های کاملاً مخلوط‌شده با ترکیب متفاوت (مثلاً نسبت‌های متفاوت کنسانتره به علوفه) روی عملکرد گاوهای شیرده مهم است.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۳. منابع ناهمگنی نتایج مادهٔ خشک مصرفی، قابلیت هضم در کل دستگاه گوارش، تولید و ترکیب شیر در پاسخ به افزایش دفعات خوراک‌دهی در گاوهای شیرده حاصل از آنالیز متارگرسیون

متغیر پاسخ‌دهنده	عرض از مبدأ: معادله	عرض از مبدأ: ضریب (خطای استاندارد)	عرض از مبدأ: P-value	عوامل مداخله‌کننده: مورد	عوامل مداخله‌کننده: ضریب (خطای استاندارد)	P-value	Tau-Square	I^2 residual, %	Adjusted R-Square
قابلیت هضم، درصد									
مواد آلی	۱	-۱/۸۴ (۱/۱۴۲)	۰/۱۵	غلات، گرم در کیلوگرم مادهٔ خشک جیره	۰/۰۱ (۰/۰۰۵)	۰/۰۷۴	۱/۷۷	۷۵/۸	۳۲/۶
	۲	۸/۴۸ (۵/۵۳۲)	۰/۱۷	علوفه، گرم در کیلوگرم مادهٔ خشک جیره	-۰/۰۱ (۰/۰۰۹)	۰/۱۸۱	۲/۳۷	۷۹/۱	۹/۷۷
NDF	۱	۱۴/۳ (۳/۵۹)	۰/۰۰۴	علوفه، گرم در کیلوگرم مادهٔ خشک جیره	-۰/۰۲ (۰/۰۰۵)	۰/۰۰۵	۱/۹۴	۷۷/۷	۷۲/۵
	۲	-۳/۵۶ (۱/۲۷۶)	۰/۰۲۳	غلات، گرم در کیلوگرم مادهٔ خشک جیره	۰/۰۲ (۰/۰۰۵)	۰/۰۰۷	۲/۴۶	۸۰/۵	۶۴/۹
	۳	-۲/۹۷ (۲/۵۵۹)	۰/۲۸	مکمل چربی، نه در مقابل بله	۲/۶۶ (۱/۸۲۵)	۰/۱۸۳	۵/۵۳	۸۸/۵	۲۱/۶
مادهٔ خشک مصرفی، کیلوگرم در روز	۱	۰/۸۲ (۱/۱۰۷)	۰/۴۷	تعداد زایش، یک بار مقابل چندبار زایش	-۰/۶۵ (۰/۵۴۵)	۰/۲۴۵	۱/۹۶	۸۵/۹	۶/۰۴
	۲	-۲/۸۴ (۲/۳۲۵)	۰/۲۳	علوفه، گرم در کیلوگرم مادهٔ خشک جیره	۰/۰۰۵ (۰/۰۰۴۳)	۰/۲۶۶	۲/۲۹	۸۵/۳	۳/۹۹
	۳	۰/۸۵ (۱/۰۴۹)	۰/۴۳	روزهای شیردهی	-۰/۰۰۹ (۰/۰۰۸۵)	۰/۲۸۸	۲/۳۰	۸۵/۵	۳/۴۹
	۴	-۳/۲۸ (۲/۱۲۰)	۰/۱۴	علوفه، گرم در کیلوگرم مادهٔ خشک جیره روزهای شیردهی	۰/۰۱ (۰/۰۰۴) -۰/۰۲ (۰/۰۰۹)	۰/۰۴۲ ۰/۰۴۴	۱/۶۹	۸۱/۷	۲۹/۴
تولید، گرم در روز یا به‌صورت بیان شده									
شیر، کیلوگرم در روز	۱	-۰/۱۰ (۰/۶۰۹)	۰/۱۲	غلات، گرم در کیلوگرم مادهٔ خشک جیره	۰/۰۰۴ (۰/۰۰۲۱)	۰/۰۵۰	۰/۶۴	۶۹/۸	۱۲/۴
	۲	۱/۱۹ (۰/۷۷۶)	۰/۱۴	مکمل بافری، نه مقابل بله	-۰/۶۴ (۰/۴۶۷)	۰/۱۸۷	۰/۷۲	۷۱/۷	۱/۵۱
	۳	۱/۰۹ (۰/۷۱۸)	۰/۱۴	تعداد زایش، یک بار مقابل چندبار زایش	-۰/۴۲ (۰/۳۵۳)	۰/۲۵۰	۰/۶۷	۷۰/۶	-۱/۷۴
چربی شیر	۱	-۰/۵۷ (۰/۸۸۳)	۰/۵۳	مکمل بافری، نه در مقابل بله	۰/۵۴ (۰/۵۰۲)	۰/۲۹۵	۰/۵۳	۶۷/۷	۴/۴۳
پروتئین شیر	۱	-۱/۲۵ (۰/۹۲۶)	۰/۲۰	غلات، گرم در کیلوگرم مادهٔ خشک جیره	۰/۰۰۷ (۰/۰۰۳۳)	۰/۰۶۵	۱/۶۴	۸۵/۲	۱۰/۳
غلظت، گرم در کیلوگرم									
چربی شیر	۱	-۱/۰۷ (۰/۷۵۴)	۰/۱۷	مکمل بافری، نه در مقابل بله	۰/۶۸ (۰/۴۴۶)	۰/۱۴۴	۰/۴۵	۶۲/۵	۱۲/۰
پروتئین شیر	۱	-۰/۶۹ (۰/۸۰۹)	۰/۴۰	غلات، گرم در کیلوگرم مادهٔ خشک جیره	۰/۰۰۴ (۰/۰۰۲۷)	۰/۱۳۲	۱/۱۶	۷۴/۷	۱۳/۲
	۲	۱/۷۶ (۱/۰۱۱)	۰/۱۰	مکمل چربی، نه در مقابل بله	-۱/۰۸ (۰/۸۴۱)	۰/۲۱۱	۱/۳۴	۷۷/۸	-۰/۷۰

دفعات خوراک‌دهی (feeding frequency)، متغیر پاسخ‌دهنده (response variable)، عرض از مبدأ (intercept)، عوامل مداخله‌کننده (covariates)، خطای استاندارد (SE).

www.SID.ir

Archive of SID

خوراک مصرفی

نشان داده شده است که تحویل خوراک تازه، محرک قوی جهت شروع فعالیت خوراک‌خوردن گاوهای شیرده است و فعال‌ترین زمان خوراک‌خوردن بلافاصله پس از تحویل خوراک تازه است (DeVries & von Keserlingk, 2005). بنابراین افزایش دفعات خوراک‌دهی ممکن است کل مدت زمان خوراک‌خوردن را افزایش دهد (Le Liboux & Peyraud, 1999; Hart *et al*., 2014) و می‌تواند باعث افزایش مصرف خوراک نیز شود (Le Liboux & Peyraud, 1999; Shabi *et al*., 1999). در این متاآنالیز، به‌طور متوسط سه بار خوراک‌دهی در روز در مقابل یک بار، مادهٔ خشک مصرفی را کاهش داد. این کاهش می‌تواند به‌دلیل تفاوت در رفتار خوراک‌خوردن گاوها باشد. افزایش دفعات خوراک‌دهی رفتار تهاجمی[1] بیشتر و آرامش کمتری در محل آخور ایجاد کرده و به گاوها فرصت کافی برای برداشت لقمه‌های دهان‌پرکن نمی‌دهد؛ بنابراین مصرف خوراک کاهش می‌یابد (Phillips & Rind, 2001; Mäntysaari *et al*., 2006). با وجود این برخی شواهد وجود دارد که دفعات بیشتر تحویل خوراک، نرخ تخمیر ثانویهٔ[2] خوراک را در محل آخور به‌خصوص در فصل تابستان کاهش می‌دهد و می‌تواند خوراک مصرفی را افزایش دهد (Kudrna *et al*., 2001). در این مطالعه اثر فصل به عنوان عامل کواریت در متارگرسیون درنظر گرفته نشد، زیرا هیچ‌کدام از مطالعات (به‌جز مطالعهٔ Mäntysaari *et al*., 2006 که آزمایش در زمستان اجرا شده بود) این داده را گزارش نکرده بودند.

در نتایج متارگرسیون مقدار علوفهٔ جیره و روزهای شیردهی، ناهمگنی اثر دفعات خوراک‌دهی روی مادهٔ خشک مصرفی را توضیح دادند (ناهمگنی در نتایج بین مقایسه‌ها در شکل ۱ مشاهده می‌شود). رابطهٔ مثبت بین مقدار علوفهٔ جیره و تفاوت میانگین استانداردشدهٔ مادهٔ خشک مصرفی بیان می‌کند که در جیره‌های با علوفهٔ بالا، افزایش دفعات خوراک‌دهی می‌تواند خوراک مصرفی را افزایش دهد. نشان داده شده است که رفتار جداسازی جیرهٔ کاملاً مخلوط‌شده توسط گاوها از زمان اوج تولید شیر (حدود ۵۰ روز از زایش) تا اوج مصرف خوراک (حدود ۱۱۰ روز از زایش) تغییر نمی‌کند (DeVries *et al*., 2011) و دفعات خوراک‌دهی روی رفتار خوراک‌خوردن و جداسازی مؤثر است (DeVries *et al*., 2005)؛ بنابراین به‌نظر می‌رسد که دفعات خوراک‌دهی اثر متفاوتی روی عملکرد گاوها در طول دورهٔ شیردهی نداشته باشد. اگرچه مطالعهٔ مستقیمی روی اثر دفعات خوراک‌دهی در مراحل مختلف شیردهی انجام نگرفته است. در این مطالعه در نتایج متارگرسیون اثر منفی مرحلهٔ شیردهی روی میانگین استانداردشدهٔ مادهٔ خشک مصرفی نشان می‌دهد که هرچه مرحلهٔ شیردهی بیشتر شود (در گاوهای اواخر دورهٔ شیردهی و کم‌تولید) افزایش دفعات خوراک‌دهی بیشتر باعث کاهش مادهٔ خشک مصرفی می‌شود. یک بار در روز خوراک‌دهی جیرهٔ کاملاً مخلوط‌شده، جداسازی خوراک توسط گاو را افزایش می‌دهد. این جداسازی کیفیت جیرهٔ کاملاً مخلوط‌شده را در طول روز کاهش می‌دهد و در شرایط خوراک‌دهی گروهی باعث کاهش عملکرد گاوهای مطیع و خجالتی (آن‌هایی که هنگام تحویل خوراک می‌ترسند به طرف آخورها بروند) می‌شود (DeVries *et al*., 2005). به‌علاوه نشان داده شده است که الگوی خوراک‌خوردن گاوهای یک و چندبار زایش کرده با هم متفاوت است و گروه اول جداسازی بیشتری علیه ذرات بلند و اجزای مؤثر فیزیکی جیره دارند و خوردن ذرات ریز را بیشتر ترجیح می‌دهند (DeVries *et al*., 2011)؛ بنابراین انتظار می‌رود که اثر دفعات خوراک‌دهی روی خوراک مصرفی گاوهای یک‌بار زایش‌کرده در مقایسه با گاوهای چندبار زایش‌کرده بیشتر باشد. در این مطالعه نتایج متارگرسیون تک‌متغیره نشان داد که افزایش دفعات خوراک‌دهی در گاوهای چندبار زایش‌کرده در مقایسه با گاوهای یک‌بار زایش‌کرده، اثر بیشتری روی کاهش مادهٔ خشک مصرفی داشت. مطابق با این نتایج، در مطالعهٔ Mäntysaari *et al*. (2006) نیز ۵ بار در روز ارائهٔ جیرهٔ کاملاً مخلوط‌شده در مقابل یک بار در گاوهای یک‌بار زایش‌کرده، اثری

1. More aggressive and less relaxed
2. Secondary fermentation

www.SID.ir

Archive of SID

روی مادهٔ خشک مصرفی نداشت، اما در گاوهای چندبار زایش‌کرده باعث کاهش خوراک مصرفی شد؛ اگرچه این داده‌ها از مطالعهٔ Mäntysaari *et al.* (2006) به مخزن داده‌های این متاآنالیز وارد نشد، زیرا خطای استاندارد آن‌ها گزارش نشده بود. این تفاوت در تعداد زایش‌ها می‌تواند به‌دلیل تفاوت در ظرفیت تولید شیر و خوراک مصرفی باشد. گاوهای پرتولید چندبار زایش‌کرده لقمه‌های بزرگ را سریع‌تر از گاوهای کم‌تولید یک‌بار زایش‌کرده می‌خورند (Dado & Allen, 1994).

تولید شیر و قابلیت هضم

در این متاآنالیز با افزایش دفعات خوراک‌دهی مادهٔ خشک مصرفی کاهش یافت، اما اثری روی تولید شیر نداشت که بخشی از آن می‌تواند به‌دلیل بهبود قابلیت هضم الیاف در کل دستگاه گوارش باشد. نشان داده شده است که افزایش دفعات خوراک‌دهی باعث افزایش قابلیت هضم الیاف در شکمبه، پس از شکمبه (انتهای دستگاه گوارش) یا هر دو مکان می‌شود (Shabi *et al.*, 1999). همچنین نشان داده شده است که افزایش دفعات خوراک‌دهی می‌تواند باعث افزایش هضم پس از شکمبه‌ای مواد آلی و کربوهیدرات غیرساختمانی شود (Shabi *et al.*, 1999) که این می‌تواند به‌دلیل بهبود فعالیت آنزیمی در روده باشد. در برخی تحقیقات بیان شده است که ظرفیت هضم نشاسته در روده، به تأمین آنزیم آمیلاز پانکراس بستگی دارد و ترشح آمیلاز می‌تواند با افزایش ورود پروتئین به دئودنوم افزایش یابد (Huntington, 1997). به‌طوری‌که هضم پس از شکمبه‌ای و کل دستگاه گوارش پروتئین خام در مطالعهٔ Shabi *et al.* (1999) با افزایش دفعات خوراک‌دهی افزایش یافت. نتایج متارگرسیون نشان داد که افزایش دفعات خوراک‌دهی در جیره‌های با سطح غلات بالاتر، باعث بهبود قابلیت هضم الیاف و مواد آلی در کل دستگاه گوارش گاوهای شیرده شده است که این موضوع می‌تواند به‌دلیل تعدیل نوسان‌های روزانهٔ pH شکمبه باشد (Le Liboux & Peyraud, 1999; Dhiman *et al.*, 2002). وقتی جیرهٔ کاملاً مخلوط‌شده یک بار در روز داده شود، جداسازی خوراک توسط گاو افزایش می‌یابد (DeVries *et al.*, 2005)؛ به‌خصوص زمانی که سطح علوفهٔ جیره کم باشد (DeVries *et al.*, 2007). نشان داده شده است که گاوها ترجیحاً اجزای غلات جیره را انتخاب می‌کنند و اجزای علوفه‌ای بلند و بنابراین الیاف و الیاف مؤثر فیزیکی را پس می‌زنند (Leonardi & Armentano, 2003; DeVries *et al.*, 2007). جداسازی بیش از حد جیرهٔ کاملاً مخلوط‌شده باعث افزایش مصرف کربوهیدرات سریع‌التخمیر، افزایش تغییرات روزانهٔ pH شکمبه و افزایش خطر بروز اسیدوز تحت حاد شکمبه‌ای می‌شود (Stone, 2004; DeVries *et al.*, 2008). افزایش دفعات خوراک‌دهی روشی برای کاهش اثر منفی تخمیر سریع نشاسته در شکمبه است (Robinson & McNiven, 1994). نتایج متارگرسیون مطالعهٔ حاضر نشان داد که افزایش دفعات خوراک‌دهی در جیره‌های با سطح علوفهٔ بیشتر باعث کاهش قابلیت هضم الیاف و مواد آلی می‌شود که این می‌تواند به دلیل افزایش خوراک مصرفی، کاهش مدت‌زمان نشخوارکردن و افزایش نرخ عبور از شکمبه و درنتیجه کاهش قابلیت هضم الیاف در شکمبه باشد.

چربی شیر

در تحقیقات بسیاری گزارش شده است که افزایش دفعات خوراک‌دهی، کمینهٔ pH شکمبه را افزایش و نوسان‌های pH شکمبه را کاهش می‌دهد (Kauffman *et al.*, 1976; French & Kennelly, 1990; Shabi *et al.*, 1999)؛ بنابراین انتظار می‌رود که غلظت چربی شیر افزایش یابد. در این متاآنالیز غلظت چربی شیر تحت تأثیر دفعات خوراک‌دهی قرار نگرفت. این پاسخ می‌تواند به دلیل نوع جیرهٔ پایهٔ استفاده‌شده در آزمایش‌های این متاآنالیز باشد، به‌طوری که در هیچ‌کدام از آزمایش‌ها (به‌جز مطالعهٔ Akbari-Pabandi & Mirzaei-Alamouti (2015)) روغن‌های گیاهی در جیره استفاده نشده بود. نشان داده شده است که سطح بالای کنسانترهٔ جیره و افت pH شکمبه به‌تنهایی باعث بروز افت چربی شیر نمی‌شود (Alzahal *et al.*, 2009) و برای بروز افت چربی شیر هر دو عامل کنسانترهٔ بالا (برای افت pH شکمبه و

www.SID.ir

Archive of SID

تغییر جمعیت میکروبی شکمبه) و اسیدهای چرب غیراشباع با چند باند دوگانه[1] به‌خصوص اسیدلینولئیک (18:2n-6) در جیره لازم است (Shingfield & Griinari, 2007; Alzahal *et al*., 2009; Vazirigohar *et al*., 2014). هنگام استفاده از این نوع جیره‌ها (با سطح بالای کنسانتره و اسیدهای چرب غیراشباع با چند باند دوگانه) مسیر بیوهیدروژناسیون اسیدهای چرب غیراشباع با چند باند دوگانه در شکمبه تغییر می‌کند و به سمت تولید واسطه‌های بیوهیدروژناسیون آنتی‌لیپوژنیک[2] ازجمله *trans*-10,*cis*-12 CLA سوق می‌یابد؛ بنابراین نرخ عبور این واسطه‌ها از شکمبه افزایش یافته و سپس در دسترس سلول‌های اپیتلیال پستانی قرار می‌گیرند و از بیان ژن‌های لیپوژنیک و سنتز اسیدهای چرب شیر به‌خصوص اسیدهای چرب حاصل از سنتز *de novo* (نیمی از 16:0 و تمام اسیدهای چرب کوتاه‌زنجیرتر از 16:0) جلوگیری می‌کنند و در نهایت منجر به بروز افت چربی شیر[3] می‌شوند (Shingfield & Griinari, 2007)؛ به‌طوری‌که به‌خوبی مشخص شده است که افزایش غلظت اسیدهای چرب 18:2 در شیر ازجمله *trans*-10,*cis*-12 CLA با کاهش درصد چربی شیر رابطهٔ نزدیکی دارند (Shingfield & Griinari, 2007; Vazirigohar *et al*., 2014, 2015b). در برخی مطالعات استفاده‌شده در این متاآنالیز افزایش دفعات خوراک‌دهی باعث کاهش غلظت چربی شیر نیز شده است. نشان داده شده است که افزایش دفعات خوراک‌دهی می‌تواند باعث کاهش میانگین pH شکمبهٔ گاوهای شیرده (Klusmeyer *et al*., 1990; Yang & Varga, 1989; Shabi *et al*., 1999) شود. همچنین افزایش دفعات خوراک‌دهی می‌تواند به افزایش نرخ جریان ذرات و مایعات از شکمبهٔ گاوهای شیرده بینجامد (Klusmeyer *et al*., 1990; LeLiboux & Peyraud, 1999) و بنابراین نرخ جریان واسطه‌های بیوهیدروژناسیون ازجمله آنتی لیپوژنیک‌ها را از شکمبه افزایش دهد. در مطالعهٔ اخیر افزایش دفعات خوراک‌دهی جیرهٔ حاوی مکمل چربی غنی از اسیدلینولئیک (روغن پسماندهای آشپزخانه[4]) غلظت چربی شیر را کاهش داد، اما در جیرهٔ بدون مکمل چربی باعث افزایش غلظت چربی شیر شد (Akbari-Pabandi & Mirzaei-Alamouti, 2015). به‌خوبی نشان داده شده است که واردکردن مکمل‌های چربی غنی از 18:2n-6 در جیرهٔ گاوهای شیرده باعث افزایش غلظت *trans*-10,*cis*-12 CLA چربی شیر می‌شود (Vazirigohar *et al*., 2015a)؛ اگرچه مطالعهٔ مستقیمی که اثر دفعات خوراک‌دهی را روی غلظت واسطه‌های بیوهیدروژناسیون چربی شیر بررسی کرده باشد، انجام نگرفته است. در مطالعهٔ Dhiman *et al*. (2002) افزایش دفعات خوراک‌دهی (یک بار در مقابل چهار بار در روز)، غلظت اسیدهای چرب 18:1-*trans* و 18:2 شیر را که می‌توانند حاوی 18:1 10-*trans*، *trans*-10,*cis*-12 CLA و *trans*-9,*cis*-11 CLA نیز باشند و دارای خواص آنتی‌لیپوژنیک هستند (Vazirigohar *et al*., 2014) تغییر نداده است.

نتیجه‌گیری کلی

افزایش دفعات خوراک‌دهی در روز (به‌طور میانگین سه بار در مقابل یک بار) با کاهش مادهٔ خشک مصرفی همراه بود اما اثری روی تولید شیر نداشت. مقدار علوفهٔ جیره و روزهای شیردهی، منابع ناهمگنی تفاوت میانگین استانداردشدهٔ مادهٔ خشک مصرفی بودند. سه بار خوراک‌دهی در مقابل یک بار در روز، تولید چربی شیر را افزایش داد، اما اثری روی غلظت چربی شیر، غلظت و تولید پروتئین شیر نداشت. افزایش دفعات خوراک‌دادن، قابلیت هضم الیاف در کل دستگاه گوارش را بهبود داد. افزایش دفعات خوراک‌دهی در جیره‌های با سطح غلات بالا باعث بهبود قابلیت هضم الیاف شد، اما در جیره‌های با سطح علوفهٔ بالا باعث کاهش هضم الیاف شد.

1. Polyunsaturated fatty acids (PUFA)
2.Antilipogenic biohydrogenation intermediates
3. Milk fat depression (MFD)

4. Yellow grease

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ضمیمهٔ ۱. معیار حذف مقاله‌ها و تیمارهای آزمایشی داخل مقاله‌ها در این متاآنالیز به همراه گزارش یک مطالعه برای هر معیار

مطالعه	مجله	دفعات خوراک‌دهی[1]	دلایل ردشدن مطالعه
Kaufmann., 1976	*Livestock Production Science*	۲/۷	تغذیهٔ کنسانتره و علوفه به‌طور جداگانه
Thomas *et al*., 1976	*Journal of Dairy Research*	۲/به طور پیوسته	خوراک‌دادن ۲ بار در روز یا به‌طور پیوسته
Chen *et al*., 1987	*Journal of Dairy Science*	۱۲/۱	آزمایش به‌طور صحیح اجرا نشده است
Klusmeyer *et al*., 1990	*Journal of Dairy Science*	۲/۴	در یک زیر تیمار (جیره پلت نشده) تغذیهٔ کنسانتره و علوفه به‌طور جداگانه
Aronen, 1991	*Animal Feed Science and Technology*	۲/۱	در حیوانات در حال رشد
Shabi *et al*., 1998	*Journal of Dairy Science*	۴/۲	دفعات خوراک‌دهی در هر دورهٔ آزمایش تغییر کرده بود
Dehority *et al*., 2001	*Journal of Animal Science*	۲۴/۶/۱	در گوسفند
Phillips & Rind, 2001	*Journal of Dairy Science*	روزانه/یک روز در میان	خوراک‌دادن روزانه در مقابل یک روز در میان
Devries *et al*., 2005	*Journal of Dairy Science*	۲/۱ یا ۴/۲	داده‌های لازم گزارش نشده بود
Manninen *et al*., 2006	*Livestock Science*	روزانه/۳ روز یکبار	suckler cows، خوراک‌دادن روزانه در مقابل سه روز در میان
Huhtanen *et al*., 2007	*Animal Feed Science and Technology*	۱۸/۲	در گاوهای نر فریزین و تلیسه‌های ایرشایر
Robles *et al*., 2007	*Journal of Animal Science*	۴/۳/۲/۱	در تلیسه
Pulido *et al*., 2009	*Livestock Science*	۴/۳/۲	بررسی دفعات خوراک‌دهی کنسانتره در گاوهای چراکننده
Bava *et al*., 2012	*Italian Journal of Animal Science*	۲/۱ یا ۳/۲	خوراک‌دادن گاوها به‌صورت گروهی (نه انفرادی)

۱. دفعات خوراک‌دهی بررسی‌شده در مطالعهٔ مورد نظر.

REFERENCES

1. Akbari-Pabandi, K. & Mirzaei-Alamouti, H. R. (2015). Effects of feeding frequency and plant oil supplementation on performance and feeding behavior of Holstein lactating cows. *Journal of Animal Production*, 17, 119-129. (in Farsi)
2. Alzahal, H., Benford, J. L., Widouski, T., Walton, J. P., Plaizeir, J. C., Duffield, T., Odongo, N. E. & Mcbride, B. W. (2006). Effects of frequency of feed delivery on dairy cattle behavior. *Journal of Professional Animal Scientist*, 22, 80-83.
3. AlZahal, O., Or-Rashid, M. M., Greenwood, S. L., Douglas, M. S. & McBride, B. W. (2009). The effect of dietary fiber level on milk fat concentration and fatty acid profile of cows fed diets containing low levels of polyunsaturated fatty acids. *Journal of Dairy Science*, 92, 1108-1116.
4. Bava, L., Tamburini, A., Penati, C., Riva, E., Mattachini, G., Provolo, G. & Sandrucci, A. (2012). Effects of feeding frequency and environmental conditions on dry matter intake, milk yield and behaviour of dairy cows milked in conventional or automatic milking systems. *Italian Journal of Animal Science*, 11, e42.
5. Dado, R. G. & Allen, M. S. (1994). Variation in and relationships among feeding, chewing, and drinking variables for lactating dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 77, 132-144.
6. DeVries, T. J. & von Keyserlingk, M. A. G. (2005). Time of feed delivery affects the feeding and lying patterns of dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 88, 625-631.
7. DeVries, T. J. Beauchemin, K. A. & von Keyserlingk, M. A. G. (2007). Dietary forage concentration affects the feed sorting behavior of lactating dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 90, 5572-5579.
8. DeVries, T. J., Dohme, F. & 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.
9. DeVries, T. J., Holtshausen, L., Oba, M. & Beauchemin, K. A. (2011). Effect of parity and stage of lactation on feed sorting behavior of lactating dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 94, 4039-4045.
10. DeVries, T. J., von Keyserlingk, M. A. G. & Beauchemin, K. A. (2005). Frequency of feed delivery affects the behavior of lactating dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 88, 3553-3562.
11. Dhiman, T. R., Zaman, M. S., MacQueen, I. S. & Boman, R. L. (2002). Influence of corn processing and frequency of feeding on cow performance. *Journal of Dairy Science*, 85, 217-226.
12. French, N. & Kennelly, J. J. (1990). Effects of feeding frequency on ruminal parameters, plasma insulin, milk yield, and milk composition in Holstein cows. *Journal of Dairy Science*, 73, 1857-1863.
13. Gibson, J. P. (1984). The effects of frequency on milk production of dairy cattle: an analysis of published results. *Animal Production*, 38, 181-189.
14. Haley, D. B., Rushen, J. & de Passilli, A. M. (2000). Behavioural indicators of cow comfort: Activity and resting behaviour of dairy cows in two types of housing. *Canadian Journal of Animal Science*, 80, 257-263.
15. Hart, K. D., McBride, B. W., Duffield, T. F. & DeVries, T. J. (2014). Effect of frequency of feed delivery on the behavior and productivity of lactating dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 97, 1-12.

www.SID.ir

Archive of SID

16. Huntington, G. B. (1997). Starch utilization by ruminants: from basics to the bunk. *Journal of Animal Science*, 75, 852-867.
17. Klusmeyer, T. H., Cameron, M. R., McCoy, G. C. & Clark, J. H. (1990). Effects of feed processing and frequency on ruminal fermentation, milk production, and milk composition. *Journal of Dairy Science*, 73, 3538-3543.
18. Kauffman, W. (1976). Influence of the composition of the ration and the feeding frequency on pH regulation in the rumen and on feed intake in ruminants. *Livestock Production Science*, 3, 103-114.
19. Kudrna, V. (2003). Effect of different feeding frequency employing total mixed ration (TMR) on dry matter intake and milk yield in dairy cows during the winter. *Acta Veterinaria (Brno)*, 72, 533-539.
20. Kudrna, V., Lang, P. & Mlazovska, P. (2001). Frequency of feeding with TMR in dairy cows in summer season. *Czech Journal of Animal Science*, 46, 313-319.
21. Lean, I. J., Rabiee, A. R., Duffield, T. F. & Dohoo, I. R. (2009). Invited review: Use of meta-analysis in animal health and reproduction: Methods and applications. *Journal of Dairy Science*, 92, 3545-3565.
22. Le Liboux, S. & Peyraud, J. L. (1999). Effects of forage particle size and feeding frequency on fermentation patterns and sites and extent of digestion in dairy cows fed mixed diet. *Animal Feed Science and Technology*, 76, 297-319.
23. Leonardi, C. & Armentano, L. E. (2003). Effect of quantity, quality, and length of alfalfa hay on selective consumption by dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 86, 557-564.
24. Mäntysaari, P., Khalili, H., Sariola, J. (2006). Effect of feeding frequency of a total mixed ration on the performance of high-yielding dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 89, 4312-4320.
25. Nikkhah, A., Furedi, C. J., Kennedy, A. D., Crow, G. H. & Plaizier, J. C. (2008). Effects of feed delivery time on feed intake, milk production, and blood metabolites of dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 91, 4249-4260.
26. Niu, M., Ying, Y., Bartell, P.A. & Harvatine, K.J. (2014). The effects of feeding time on milk production, total-tract digestibility, and daily rhythms of feeding behavior and plasma metabolites and hormones in dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 97, 1-13.
27. Nocek, J. E. & Braund, D. G. (1985). Effect of feeding frequency on diurnal dry matter and water consumption, liquid dilution rate and milk yield in first lactation. *Journal of Dairy Science*, 68, 2238-2247.
28. Phillips, C. J. C. & Rind, M. I. (2001). The effects of frequency of feeding a total mixed ration on the production and behavior of dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 84, 1979-1987.
29. Rabiee, A. R., Breinhild, K., Scott, W., Golder, H. M., Block, E. & Lean, I. J. (2012). Effect of fat additions to diets of dairy cattle on milk production and components: A meta-analysis and meta-regression. *Journal of Dairy Science*, 95, 3225-3247.
30. Robinson, P. H. & Mcniven, M. A. (1994). Influence of flame roasting and feeding frequency of barley on performance of dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 77, 3631-3643.
31. Robinson, P. H. & Sniffen, C. J. (1985). Forestomach and whole tract digestibility for lactating dairy cows as influenced by feeding frequency. *Journal of Dairy Science*, 68, 857-867.
32. Rottman, L. W., Ying, Y., Zhou, K., Bartell, P. A. & Harvatine, K. J. (2014). The daily rhythm of milk synthesis is dependent on the timing of feed intake in dairy cows. *Physiological Reports*, 2(6), 1-12.
33. Shabi, Z., Bruckental, I., Zamwell, S., Tagari, H. & Arieli. A. (1999). Effects of extrusion of grain and feeding frequency on rumen fermentation, nutrient digestibility, and milk yield and composition in dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 82, 1252-1260.
34. Shingfield, K. J. & Griinari, J. M. (2007). Role of biohydrogenation intermediates in milk fat depression. *Europian Journal of Lipid Science and Technology*, 109, 799-816.
35. St-Pierre, N. R. (2001). Integrating quantitative findings from multiple studies using mixed model methodology. *Journal of Dairy Science*, 84, 741-755.
36. Thivierge, M. C., Bernier, J. F. & H. Lapierre. (2002). Effects of supplemental protein and energy and feeding frequency on the performance of lactating dairy cows fed a protein-deficient diet. *Canadian Journal of Animal Science*, 82, 225-231.
37. Vazirigohar, M., Dehghan-Banadaky, M., Rezayazdi, K., Krizsan, S. J., Nejati-Javaremi, A. & Shingfield, K. J. (2014). Fat source and dietary forage-to-concentrate ratio influences milk fatty acid composition in lactating cows. *Animal*, 8, 163-174.
38. Vazirigohar, M., Dehghan-Banadaky, M., Rezayazdi, K. & Nejati-Javaremi., A. (2015a). A meta-analysis of the impact of plant oils rich in 18:2n-6 on milk fatty acid composition in lactating cows. *Animal Science Reserches*, 25, 123-140. (in Farsi)
39. Vazirigohar, M., Rezayazdi, K., Dehghan-Banadaky, M. & Nejati-Javaremi, A. (2015b). A meta-analysis of the impact of plant oils rich in 18:2n-6 on digestibility, milk production and composition in lactating cows. *Animal Science Reserches*, 25, 167-186. (in Farsi)
40. Yang, C.-M. J. & Varga, G. A. (1989). Effect of three concentrate feeding frequencies on rumen protozoa, rumen digesta kinetics, and milk yield in dairy cows, Journal of Dairy Science, 72, 950-957.

www.SID.ir

Archive of SID

Iranian Journal of Animal Science, Vol. 46, No. 3, Autumn 2015

Effect of Feeding Frequency on Digestibility, Milk Production and Composition in Lactating Cows: A Meta-analysis and Meta-regression

Hamidreza Mirzaei-Alamouti[1*], Mehdi Kazemi-Joujili[2], Hamid Amanlou[3], and Mina Vazirigohar[4]
1, 2, 3. Assistant Professor, Former M. Sc. Student and Professor, University of Zanjan, Iran
4. Ph.D. Graduated Student, University College of Agriculture and Natural Resources, University of Tehran, Karaj, Iran and Senior Scientist (Ruminant Nutrition, PhD), Xaniar Ariaie Co., Tehran, Iran
(Received: Mar. 10, 2015 - Accepted: Sep. 26, 2015)

ABSTRACT

The objective of this study was to evaluate the effect of frequency of feeding total mixed ration (TMR) on total-tract digestibility, milk production and composition in lactating cows, using meta-analysis and meta-regression approaches. Data of fourteen experiments having containing 25 comparisons between treatment (higher feeding frequency) and control (lower feeding frequency) groups, defined selection criteria, were used. Data were analyzed using effect size method in STATA/SE. Increasing frequency of feeding decreased dry matter intake (DMI; weighted mean difference (WMD)= –0.134 kg/d) but had no effect on milk yield. Forage level of diet and days in milk (DIM) were the source of heterogeneity for standardized mean difference (SMD) of DMI. In this meta-analysis, higher feeding frequency had no effect on milk fat and milk protein content and yield. Increasing feeding frequency improved NDF digestibility (WMD= 5.663%). Results of univariate meta-regression showed that increasing frequency of feeding in diets containing high level of grains improved NDF digestibility, but in high forage diets lowered NDF digestion. In conclusion, delivery of TMR containing equal amounts of forage and concentrate three times vs. one times in a day decreased DMI but did not change milk yield.

Keywords: feeding frequency, lactating cow, meta-analysis.

* Corresponding author E-mail: alamoutih@znu.ac.ir Tel: +98 9125646721

www.SID.ir