

اثر گروه‌بندی تغذیه‌ای بر عملکرد تولیدی و درصد حذف و علل آن در گله گاوهای شیری هلشتاین

مرتضی صالح پور^۱، حمید امانلو^{۲*}، حمیدرضا میرزایی الموتی^۳ و نجمه اسلامیان فارسونی^۴

۱، ۲ و ۳. دانشجوی دکتری تغذیه دام، استاد و دانشیار، دانشکده کشاورزی، دانشگاه زنجان، زنجان، ایران

۴. استادیار پژوهشی بخش تحقیقات علوم دامی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان چهارمحال و بختیاری،

سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، شهرکرد، ایران

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۶/۱۴ - تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۱۱/۸)

چکیده

هدف از پژوهش حاضر بررسی اثر سیستم خوراک‌دهی تک‌گروهی (۱TMR) در مقایسه با چندگروهی (۴TMR) بر روی توان تولیدی و ترکیبات شیر طی یک دوره شیردهی کامل بود. چهارصد و هشتاد و چهار رأس گاو هلشتاین شیرده براساس روز شیردهی بلوک‌بندی (۱۵۸ رأس در اولین، ۱۳۴ رأس دومین و ۱۹۲ رأس در سومین دوره شیردهی و یا بالاتر) و به دو سیستم خوراک‌دهی تک‌گروهی (۱TMR) و چندگروهی (۴TMR) به‌طور تصادفی اختصاص یافتند. میانگین تولید شیر روزانه در تیمارهای ۴TMR و ۱TMR به‌ترتیب ۳۶/۹۷ و ۴۱/۰۱ کیلوگرم در روز بود و تولید شیر در گروه ۱TMR در مقایسه با ۴TMR به‌میزان ۴/۰۴ کیلوگرم در روز افزایش (P<۰/۰۱) یافت. تولید شیر تصحیح‌شده براساس ۴ درصد چربی تحت تأثیر تیمار آزمایشی قرار گرفت (P<۰/۰۱)، به‌طوری‌که گاوهای تغذیه‌شده با ۱TMR در مقایسه با گاوهای تغذیه‌شده با ۴TMR شیر بیشتری تولید کردند (۳۷/۴۶ در مقابل ۳۳/۱ کیلوگرم در روز). درصد ترکیبات شیر (درصد چربی و پروتئین) تحت تأثیر تیمارهای آزمایشی قرار نگرفتند (P>۰/۰۱). در راستا با نتایج تولید شیر، مقدار چربی (P<۰/۰۱) و پروتئین شیر (P<۰/۰۱) به‌طور معنی‌داری در گروه ۱TMR در مقایسه با ۴TMR افزایش یافت. گاوها در ۴TMR در مقایسه با ۱TMR ۱/۵۸ برابر (۲/۴۶ - ۱/۰۱) برابر (CI۹۵%= ۱/۰۱ - ۲/۴۶) در کل دوره شیردهی حذف شدند (P=۰/۰۴).

واژه‌های کلیدی: تک TMR، چند TMR، عملکردهای تولیدی، گروه‌بندی.

Effects of nutritional grouping on productive performance and culling rate and its causes in dairy herd

Morteza Salehpour¹, Hamid Amanlou^{2*}, Hamidreza Mirzaei-Alamouti³ and Najmeh Eslamian Farsouni⁴

1, 2, 3. Ph.D. Candidate, Professor and Associate Professor, Faculty of Agriculture, University of Zanjan, Zanjan, Iran

4. Assistant Professor, Department of Animal Science, Chaharmahal and Bakhtiari Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Shahrekord, Iran

(Received: Sep. 5, 2019- Accepted: Jan. 28, 2020)

ABSTRACT

The aim of the present study was to investigate the effect of single nutritional grouping (TMR1) compared to multinutritional grouping (TMR4) on productive performance and milk composition during a complete lactation period. Four hundred and eighty-four lactating Holstein cows were blocked based on parity (158 first, 134 second, and 192 third lactation or higher) and were randomly assigned one of two TMR1 and TMR4. Cows in 1TMR produced 4.04 kg more milk than those in 4TMR group (P<0.01). Likewise, 4% FCM yield was higher for 1TMR relative to 4TMR (37.46 vs. 33.1 kg, respectively). The content of milk compositions were not affected by experimental treatments (P> 0.05). According to the results of milk production, fat (P<0.01) and protein milk yields (P<0.01) were higher for TMR1 compared to TMR4. Cows in 4TMR were culled 1.58 times compared to those in 1TMR during lactating period. (CI95%= 1.01-2.46; P= 0.04).

Keywords: Multiple TMR, nutritional grouping, production performances, single TMR.

* Corresponding author E-mail: amanlou@znu.ac.ir

مقدمه

گاوهای شیرده به گروه گاوهای تازه‌زا، پرتولید، متوسط تولید و کم تولید تقسیم‌بندی می‌شوند. گروه گاوهای تازه‌زا نه تنها از لحاظ نیاز غذایی بلکه از نظر بهداشتی به ویژه سلامت دستگاه تولیدمثلی نیز از اهمیت ویژه‌ای برخوردارند و بایستی پروتکل گاوهای تازه‌زا در مورد آن‌ها اجرا شود (Hutjens & Alselth, 2005). در روز ۲۱ پس از زایش که به‌عنوان روز اندومتریست نامیده می‌شود (Sheldon *et al.*, 2006)، گاوها بایستی از لحاظ رحمی معاینه شوند و از سلامت کامل تولیدمثلی برخوردار باشند و یا در برابر اندومتریست درمان شده و سپس به گروه پرتولید انتقال یابند. تغییرات و فرموله کردن جیره غذایی با قابلیت تخمیر بالا برای گاوهای پرتولید جهت اطمینان از حفظ تولید شیر (Weiss, 2014) یکی از عوامل تنش‌زا، افزون بر تنش گروه‌بندی است که می‌تواند منجر به کاهش خوراک مصرفی و تولید شیر شود (Grant & Albright, 2001; von Keyserlingk *et al.*, 2008; Allen, 2009). این تغییر به‌علت افزایش اشتها و تأمین مواد مغذی مورد نیاز حیوان با غلظت یا درصدهای پایین مواد مغذی (به‌ویژه پروتئین) امکان‌پذیر است، اما تغییرات جیره غذایی در این مرحله بسیار مهم، سبب ناهنجاری‌های هضمی می‌شود که اسیدوزیس شکمبه‌ای نامیده می‌شود (Khafipour *et al.*, 2009). اسیدوزیس شکمبه‌ای به‌روشنی با تغییرات عمده در جمعیت میکروبیوتای شکمبه‌ای، تغییرات در الگوی تخمیر اسیدهای چرب زنجیر کوتاه شکمبه‌ای، وظایف تغییر یافته دستگاه گوارش، خوراک مصرفی، تولید و ترکیبات شیر و آبسه‌های کبدی همراه هستند که ممکن است یک عامل اتیولوژیک برای تعدادی از بیماری‌ها باشند (Nocek, 1997; Steele *et al.*, 2011; Plaizier *et al.*, 2012). همچنین، تولید لیپوپلی‌ساکاریدها (LPS)، سموم باکتریایی و اندوتوکسین‌ها و انتقال آن‌ها به گردش خون طی اسیدوزیس منجر به تحریک تولید TNF و آغاز ذخیره تری‌گلیسیرید در کبد (Bradford *et al.*, 2009) و به‌دنبال آن بروز کبد چرب (Eckel & Ametaj, 2016) و افزایش بروز ورم پستان (Eckel & Ametaj, 2016) می‌شود.

در روز ۱۵۰ شیردهی، گاوها بایستی به جیره دیگری انتقال یابند که از لحاظ مواد مغذی به جیره نگهداری (Allen & Piantoni, 2014) مرسوم است که مؤلفه کلیدی یک روش جیره‌نویسی یا گروه‌بندی برای افزایش سلامت و توان تولیدی گاوها است. هدف از نگهداری، پیشگیری از افزایش وزن بدن ضمن حفظ یا افزایش تولید شیر با درصد چربی بالا می‌باشد. در این مرحله بیش‌تر گاوها آبستن بوده و ممکن است جنین سه ماهه تا رویان چند روزه داشته باشند. تغییرات جیره غذایی در این مرحله ممکن است آسیب‌های جدی برای سلامت رویان یا جنین و حتی مرگ‌ومیر رویانی را به دنبال داشته باشد (Dahl *et al.*, 2018). از دست دادن آبستنی با ورم پستان بالینی به‌صورت اثری از اندوتوکسین‌ها یا پاسخ‌های التهابی بر روی رشد فولیکولی، رشد جنین و یا باقی ماندن جسم زرد مرتبط است (Dahl *et al.*, 2018). القاء ورم پستان بالینی در گاوهای شیری منجر به افزایش غلظت PGF2 α در خون (Cullor, 1990; Hockett *et al.*, 2000) و سیتوکین‌های پیش‌التهابی در شیر، لنف و خون می‌شود (Shuster *et al.*, 1993; Persson Waller *et al.*, 2003; Rambeaud *et al.*, 2003). سیتوکین‌ها (به‌ویژه TNF- α ، IFN- γ و IL-1 β) و PGF2 α می‌توانند سبب تجزیه جسم زرد (لوتئولیز) و سپس از بین رفتن آبستنی در گاوهای شیری شوند (Pate, 1994). تغییرات جیره غذایی در اواخر دوره شیردهی، در روز ۲۴۵ شیردهی، با هدف پیشگیری از چاقی حیوان صورت می‌گیرد (Allen and Piantoni, 2014). اما در عمل، این امر نه تنها سبب پیشگیری از چاقی نمی‌شود بلکه با کاهش تولید شیر، همواره دام را به چاقی مستعد می‌سازد. در واقع دام به شدت از تولید شیر به علت تغییر جیره غذایی کاسته و به وضعیت بدنی خود می‌افزاید. با پیشرفت دوره شیردهی، غلظت انسولین و حساسیت بافت‌ها به انسولین افزایش می‌یابد و تفکیک انرژی به‌طور فزاینده‌ای به سمت ذخایر بدنی سوق می‌یابد (Allen & Piantoni, 2014). اما، در پژوهشی (Mahjoubi *et al.*, 2009)، نشان داده شد که جیره‌های لیپوژنیک یعنی جایگزینی تفاله چغندر قند به‌جای دانه جو به‌طور خطی سبب کاهش امتیاز وضعیت بدنی و ضخامت چربی پشت، حفظ تولید شیر و افزایش تولید چربی شیر و در نتیجه

در جایگاه‌های خود اختصاص یافتند. هر کدام از جایگاه‌ها دارای آبشخور، آخور و درب ورود و خروج مستقل بودند. گاوها هر هفته یک بار از گروه تازه‌زا به گروه پرتولید و از گروه پرتولید به متوسط تولید و از گروه متوسط تولید به کم تولید انتقال یافتند.

جیره‌های آزمایشی به‌وسیله نرم‌افزار NRC (2001) برای تأمین نیاز غذایی یا بیش‌تر یک گاو فرموله شدند. جیره‌های آزمایشی شامل یک جیره شاهد دارای گروه‌های گاو تازه‌زا، پرتولید، متوسط تولید و کم تولید به‌ترتیب از زایش تا ۲۱، ۲۲ تا ۱۵۰، ۱۵۱ تا ۲۴۵ و از ۲۴۶ تا ۳۰۵ روز دوره شیردهی با میزان پروتئین ۱۸، ۱۵/۵، ۱۴/۵ و ۱۳/۵ درصد (۴TMR) و یک جیره دارای همان گروه‌بندی با ترکیب ثابت در کل دوره شیردهی با میزان پروتئین ۱۸ درصد (۱TMR) بودند. ترکیب مواد خوراکی و مواد مغذی جیره‌های آزمایشی و توازن بخش‌های مختلف پروتئین و آمینواسیدهای جیره به‌ترتیب در جدول‌های ۱ و ۲ نشان داده شده‌اند. جیره‌ها سه بار در روز و در حد اشتها با هدف ۵ تا ۱۰ درصد بقایا عرضه شدند. طی دوره آزمایشی وزن خوراک عرضه شده و پس آخور، روزانه به‌طور گروهی برای محاسبه خوراک مصرفی ثبت شد. جیره‌ها در کل دوره آزمایشی در ساعات ۰۸:۰۰، ۱۶:۰۰ و ۲۴:۰۰ عرضه شدند. همچنین، گاوها در ساعات ۰۷:۰۰، ۱۵:۰۰ و ۲۳:۰۰ شیردوشی شدند. گاوها در طول آزمایش دسترسی آزاد به خوراک و آب داشتند.

نمونه‌برداری از جیره‌های آزمایشی و بقایای خوراک به‌طور ماهانه تا پایان دوره آزمایش از هر گروه انجام شد و در دمای ۱۸- درجه سانتی‌گراد ذخیره شدند. در پایان دوره جمع‌آوری نمونه، نمونه‌های مواد خوراکی و جیره‌ها یخ‌کشایی شدند و برای تعیین ماده خشک در ۶۰ درجه سانتی‌گراد برای ۴۸ ساعت در آن خشک شدند. نمونه‌های خشک شده جیره‌های آزمایشی آسیاب شدند و برای ماده خشک (AOAC, 1990; method 930.15) و پروتئین خام به‌وسیله روش کج‌دال (AOAC, 1990; method 984.13)، عصاره اتری با روش سوکسله با دی اتیل اتر (AOAC, 1990; method 920.39)، خاکستر (ignition at 600°C for 2 h; AOAC, 1990, method 942.05) و الیاف حاصل از شوینده اسیدی (ADF)

خروج بیش‌تر انرژی از طریق شیر طی دو ماه پایانی دوره شیردهی گاوها شد.

با توجه به موارد بیان‌شده در بالا، یکی از عوامل تنش‌زا برای گاوهای شیری، تغییرات جیره در هر مرحله شیردهی است که ممکن است منجر به کاهش خوراک مصرفی و تولید شیر شود و به‌نظر می‌رسد که استفاده از یک TMR در مقایسه با چند TMR در کل دوره شیردهی این تغییرات را کاهش داده و سودمند باشد. بنابراین، هدف از پژوهش حاضر، تنظیم یک جیره غذایی تک گروهی (۱TMR) برای کل دوره شیردهی ترجیحاً مناسب برای گاوهای تازه‌زا و پرتولید و تداوم یافته تا آخر دوره شیردهی با توجه به آخرین یافته‌ها در مورد جیره‌های مطلوب، افزایش بخش پروتئین جیره و استفاده از منابع پروتئینی مناسب برای افزایش جریان آمینواسیدها در مقایسه با گروه‌بندی جیره‌های مرسوم (۴TMR) و بررسی اثر آن بر روی تولید شیر و ترکیبات آن است.

مواد و روش‌ها

پژوهش حاضر در از بهار ۱۳۹۶ تا تابستان ۱۳۹۷ در گاوداری کوهسار (روستای کچوئه، استان اصفهان) با ۶۰۰ رأس گاو دوشا و میانگین تولید ۳۵ کیلوگرم در روز انجام شد. چهارصد و هشتاد و چهار رأس گاو هلشتاین شیرده در اولین (۱۵۸ رأس)، دومین (۱۳۴ رأس) و سومین و یا بالاتر (۱۹۲ رأس) دوره شیردهی در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی به ۲ تیمار آزمایشی اختصاص یافتند. گاوها با مشکلات زایش از قبیل سخت‌زایی، دوقلوزایی، مرده‌زایی، جفت ماندگی و تب شیر در روز زایش، لنگش و ورم پستان وارد آزمایش نشدند. تیمارهای آزمایشی شامل تیمار شاهد (۴TMR)؛ دریافت‌کننده ۴TMR در کل دوره شیردهی؛ گروه‌های تازه‌زا، پرتولید، متوسط تولید و کم تولید به‌ترتیب از زایش تا ۲۱، ۲۲ تا ۱۵۰، ۱۵۱ تا ۲۴۵ و از ۲۴۶ تا ۳۰۵ روز دوره شیردهی) و تیمار آزمایشی (۱TMR)؛ دریافت‌کننده ۱TMR با ترکیب ثابت در کل دوره شیردهی؛ با همان گروه‌بندی تیمار شاهد (تازه‌زا، پرتولید، متوسط تولید و کم تولید) بودند. گاوها پس از زایش به‌طور تصادفی به تیمارها

به‌وسیله CTAB و اسید سولفوریک ۱ نرمال (AOAC,) به‌وسیله آمیلاز مقاوم به حرارت و سولفیت سدیم تعیین شد (Van Soest *et al.*, 1991). مقدار NDF (1990; method 973.18) آنالیز شدند.

جدول ۱. اجزای تشکیل‌دهنده جیره‌های آزمایشی (براساس درصد ماده خشک)

Table 1. The ingredients of experimental treatments (based on % DM)

Ingredient	Experimental treatments				Whole lactation period
	4TMR				
	Fresh	High production	Moderate production	Low production	
Legume forage hay	14.81	16.86	18.74	20.41	14.81
Normal corn silage	29.42	31.96	33.97	35.68	29.42
Dried sugar beet pulp	-	1.61	3.52	4.90	-
Wheat straw	-	1.53	3.31	4.80	-
Ground, dry barley grain	6.92	6.66	5.83	5.20	6.92
Ground, dry corn grain	17.66	15.98	13.32	10.09	17.66
Cottonseed, whole with lint	4.84	2.87	1.53	-	4.84
Soybean meal, solvent	2.55	4.56	4.20	4.02	2.55
Extruded full-fat soybean	4.53	2.04	1.02	-	4/53
Canola meal	-	3.10	5.22	8.22	-
Corn gluten meal	6.31	3.04	1.02	-	6/31
Fish meal	2.75	1.00	0.55	-	2.75
Meat meal	3.16	2.41	2.29	-	3.16
Fat Powder	1.99	1.23	0.59	-	1.99
urea	0.10	0.10	0.17	-	0.10
Magnesium oxide	0.61	0.46	0.42	0.43	0.61
Calcium Carbonate	0.65	0.79	0.68	0.73	0.65
Calcium phosphate-Di	0.31	0.33	0.21	-	0.31
Salt	0.31	0.34	0.30	0.31	0.31
Sodium bicarbonate	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10
Vitamin premix ²	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70
Mineral premix ³	0/70	0.70	0.70	0.70	0.70
Bentonite	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33
Biotin	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004
Selenium	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004
Choline chloride	0.24	0.24	0.24	0.24	0.24
Monensin	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01

۱. جیره‌های آزمایشی شامل: گروه ۴TMR = گاوها چهار TMR مختلف برای گاوهای تازه‌زا (۰ تا ۲۱ روز شیردهی)، پرتولید (۲۲ تا ۱۵۰ روز شیردهی)، متوسط تولید (۱۵۱ تا ۲۴۵ روز شیردهی) و کم تولید (۲۴۶ تا ۳۰۵ روز شیردهی) دریافت کردند؛ گروه ۱TMR = گاوها یک TMR برای کل دوره شیردهی (۰ تا ۳۰۵ روز شیردهی) دریافت کردند.

۱. Experimental treatments were 4TMR and 1TMR. 4TMR cows received 4 different rations for fresh cows (0 to 21 DIM), high production (22 to 150 DIM), moderate production (150 to 245 DIM) and low production (246 to 305 DIM). 1TMR cows alone received one diet during whole lactation period.

۲. مکمل ویتامینی شامل 200 mg of Biotin/kg, 6,000 IU of vitamin E/kg, 230,000 IU of vitamin D/kg, and 1,000,000 IU of vitamin A/kg بودند.

۳. مکمل معدنی شامل 16000 mg of Zn/kg, 90 mg of Se/kg, 7000 mg of Mn/kg, 130 mg of I/kg, 300 mg of Cu/kg, and 50 mg of Co/kg بودند.

جدول ۲. ترکیب شیمیایی تیمارهای آزمایشی^۱

Table 2. The chemical composition of experimental treatments¹

Chemical composition	Experimental treatments				Whole lactation period
	4TMR				
	Fresh	High production	Moderate production	Low production	
NEL(Mcal/kg)	1.75	1.58	1.50	1.54	1.75
Crude protein (% DM)	18.00	15.90	14.90	13.90	18.00
RDP (% DM)	10.60	9.70	9.60	9.10	10.60
RUP (% DM)	7.30	6.20	5.30	4.80	7.30
MP (gr/kg DM)	124.08	108.77	103.00	91.21	124.08
NDF (% DM)	28.40	31.50	43.60	37.30	28.40
Forage NDF(% DM)	20.80	24.10	27.20	29.90	20.80
ADF (% DM)	18.60	20.60	22.60	24.40	18.60
NFC (% DM)	40.60	41.00	40.10	39.50	40.60
EE (% DM)	6.30	4.80	3.80	2.90	6.30
Ca (% DM)	1.30	1.20	1.10	1.00	1.30
P (% DM)	0.60	0.50	0.50	0.40	0.60
Na (% DM)	0.48	0.49	0.47	0.48	0.48
K (% DM)	1.09	1.18	1.25	1.32	1.09
Cl (% DM)	0.42	0.45	0.44	0.46	0.42
S (% DM)	0.23	0.22	0.22	0.22	0.23
DCAD	+222	+251	+267	+279	+222

۱. جیره‌های آزمایشی شامل: گروه ۴TMR = گاوها چهار TMR مختلف برای گاوهای تازه‌زا (۰ تا ۲۱ روز شیردهی)، پرتولید (۲۲ تا ۱۵۰ روز شیردهی)، متوسط تولید (۱۵۱ تا ۲۴۵ روز شیردهی) و کم تولید (۲۴۶ تا ۳۰۵ روز شیردهی) دریافت کردند؛ گروه ۱TMR = گاوها یک TMR برای کل دوره شیردهی (۰ تا ۳۰۵ روز شیردهی) دریافت کردند.

۱. Experimental treatments were 4TMR and 1TMR. 4TMR cows received 4 different rations for fresh cows (0 to 21 DIM), high production (22 to 150 DIM), moderate production (150 to 245 DIM) and low production (246 to 305 DIM). 1TMR cows alone received one diet during whole lactation period.

نتایج و بحث

ماده خشک مصرفی به صورت گروهی ثبت شد. ماده خشک مصرفی در تیمارهای ۴TMR و ۱TMR به ترتیب، ۲۲/۸۵ و ۲۳/۴۳ کیلوگرم در روز بود.

نتایج مربوط به تولید و ترکیبات شیر در جدول ۳ نشان داده شده است. میانگین تولید شیر روزانه در تیمارهای ۴TMR و ۱TMR به ترتیب ۳۶/۹۷ و ۴۱/۰۱ کیلوگرم در روز بود و تولید شیر در گروه ۱TMR در مقایسه با ۴TMR به میزان ۴/۰۴ کیلوگرم در روز افزایش ($P < 0/01$) داشت. اثر دوره شیردهی و زمان بر تولید شیر معنی‌دار ($P < 0/01$) شد و تولید شیر با افزایش دوره شیردهی افزایش یافت (شکل ۱). اثر متقابل تیمار در دوره شیردهی ($P = 0/64$) و اثر تیمار در زمان معنی‌دار ($P = 0/48$) نبود. تولید شیر تصحیح شده بر اساس ۴ درصد چربی تحت تأثیر تیمار آزمایشی قرار گرفت ($P < 0/01$)، به طوری که گاوهای تغذیه شده با ۱TMR در مقایسه با گاوهای تغذیه شده با ۴TMR شیر بیشتری تولید کردند ($37/46$ در مقابل $33/1$ کیلوگرم در روز).

درصد چربی ($P = 0/19$) و پروتئین شیر ($P = 0/27$) تحت تأثیر تیمار آزمایشی قرار نگرفت. اما مقدار چربی ($P < 0/01$) و پروتئین شیر ($P < 0/01$) به طور معنی‌داری در گروه ۱TMR افزایش یافت. اثر معنی‌داری بر نسبت چربی به پروتئین شیر ($P = 0/31$) مشاهده نشد. در مورد چربی شیر اثر معنی‌داری ($P < 0/01$) از زمان مشاهده شد، اما اثر دوره شیردهی ($P = 0/89$) و اثرات متقابل تیمار در دوره شیردهی ($P = 0/75$) و تیمار در زمان معنی‌دار نبود. تفاوت معنی‌داری ($P < 0/01$) در مورد اثر متقابل تیمار در زمان برای مقدار پروتئین شیر مشاهده شد (شکل ۲). همچنین، اثر دوره شیردهی و زمان برای درصد پروتئین شیر، مقدار چربی و پروتئین شیر معنی‌دار بود ($P < 0/01$).

غلظت ازت اویره‌ای شیر تحت تأثیر تیمارهای آزمایشی قرار گرفت ($P < 0/01$). تفاوت معنی‌داری برای شمار سلول‌های پیکری بین دو تیمار مشاهده نشد ($P = 0/17$). همچنین امتیاز وضعیت بدنی تحت تأثیر تیمار قرار نگرفت ($P = 0/95$).

تولید شیر به صورت ماهانه توسط میکرومتر واکایتو ثبت شد و نمونه‌های شیر از سه شیردوشی متوالی به نسبت مقدار شیر تولیدی جمع‌آوری شدند. پس از جمع‌آوری نمونه‌های شیر، نمونه‌ها برای تعیین ترکیبات شیر (درصد چربی، پروتئین و غلظت نیترژن اویره‌ای) و شمار سلول‌های پیکری (SCC) با استفاده از دستگاه میکرواسکن آنالیز شدند.

مدل آماری شامل اثرات ثابت تیمار (۱TMR و ۴TMR)، بلوک (شکم زایش (شکم اول، شکم دوم و شکم سه و بالاتر)، زمان (زایش تا ۲۱، ۲۲ تا ۱۵۰، ۱۵۱ تا ۲۴۵ و از ۲۴۶ تا ۳۰۵ روز دوره شیردهی) و اثرات متقابل آن‌ها بود. تولید و ترکیبات شیر با رویه Mixed با اندازه‌های تکرار شده در زمان با اثر تصادفی گاو در تیمار در بلوک به عنوان سابجکت^۱ به وسیله نرم‌افزار آماری SAS نسخه ۹.۱ (۲۰۰۴) آنالیز شدند. تولید شیر دوره پیشین شیردهی به عنوان کووریت وارد مدل شدند. پس از تجزیه واریانس، میانگین‌های مربوط به هر صفت با آزمون توکی مورد مقایسه قرار گرفتند و حداقل میانگین مربعات در سطح $P < 0/05$ معنی‌دار و در سطح $P > 0/05$ به صورت تمایل به معنی‌داری منظور گردید.

درصد کل حذف، حذف اختیاری و علل حذف مانند ناباروری، لنگی، مشکلات پستان، بیمارهای عفونی، ناهنجاری‌های متابولیکی و سایر موارد با رگرسیون لجستیک با استفاده از رویه GLIMMIX نرم‌افزار SAS تجزیه آماری شدند. مدل شامل اثر ثابت تیمار و اثر تصادفی بلوک بود. به دلیل اندازه‌گیری ماده خشک به صورت گروهی، محاسبات اقتصادی با استفاده از روش بودجه‌ریزی جزئی و صرفاً با لحاظ نمودن مقدار خوراک مصرفی و قیمت آن و تولید شیر روزانه و قیمت آن انجام و گزارش شدند. جیره تازه‌زا به خاطر یکسان بودن در هر دو گروه ۱TMR و ۴TMR در محاسبات لحاظ نشد (قیمت یک کیلوگرم ماده خشک برابر با ۳۳۶۱۰ ریال بود).

جدول ۳. اثر گروه‌بندی تغذیه‌ای بر تولید، ترکیبات، ازت اورهای شیر و نمره وضعیت بدنی در گاوهای شیرده هلشتاین

Table 3. The effects of nutritional grouping strategies on milk yield and composition, MUN, SCC and BCS.

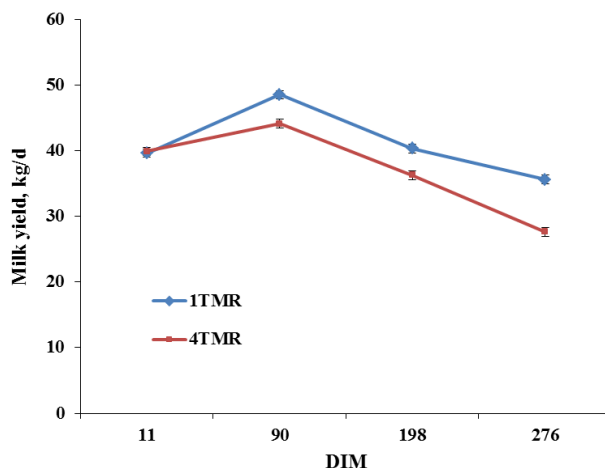
Items	Experimental treatments		SEM	P- value					
	4TMR	1TMR		treat	Parity	Time	Treat × Parity	Treat × Time	Parity × Time
Milk yield, kg/d	36.97 ^b	41.01 ^a	0.50	<0.01	<0.01	<0.01	0.64	<0.01	0.49
4%FCM, kg/d	33.10 ^b	37.46 ^a	0.73	<0.01	<0.01	<0.01	0.70	0.01	0.21
Fat, %	3.31	3.43	0.086	0.19	0.89	<0.01	0.75	0.81	<0.01
Protein, %	2.95	2.98	0.033	0.27	<0.01	<0.01	0.87	0.30	0.68
Fat, kg/d	1.22 ^b	1.40 ^a	0.041	<0.01	<0.01	<0.01	0.72	0.12	0.04
Protein, kg/d	1.08 ^b	1.21 ^a	0.019	<0.01	<0.01	<0.01	0.87	<0.01	0.55
Fat to protein ratio	1.12	1.15	0.032	0.31	0.19	0.02	0.58	0.83	0.01
SCC, 10 ³ /mL	153.0	128.8	12.66	0.17	<0.01	<0.01	0.02	0.84	<0.01
MUN, mg/dl	12.46	14.22	0.12	<0.01	0.36	<0.01	0.50	<0.01	0.79
BCS	3.10	3.07	0.02	0.95	<0.01	<0.01	0.84	0.23	<0.01

۱. تیمارهای آزمایشی شامل گروه شاهد (4TMR)؛ دریافت‌کننده 4TMR در کل دوره شیردهی؛ دارای گروه‌های گاو تازه‌زا، پرتولید، متوسط تولید و کم تولید به ترتیب از زایش تا ۲۱، ۲۱ تا ۱۵۰، ۱۵۰ تا ۲۴۵ و از ۲۴۶ تا ۳۰۵ روز دوره شیردهی؛ گروه تیمار (1TMR)؛ دریافت‌کننده 1TMR با ترکیب ثابت در کل دوره شیردهی؛ با همان گروه‌بندی شاهد ولی در همه گروه‌ها (تازه‌زا، پرتولید، متوسط تولید و کم تولید) با روزهای شیردهی کاملاً برابر با گروه شاهد) شامل بودند.

(a و b) در هر سطر اختلاف معنی‌دار بین تیمارها را نشان می‌دهد ($P \leq 0.05$).

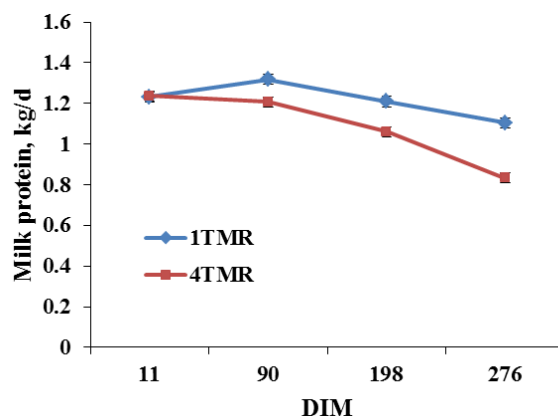
1. Experimental treatments were 4TMR and 1TMR. 4TMR cows received 4 different rations for fresh cows (0 to 21 DIM), high production (22 to 150 DIM), moderate production (150 to 245 DIM) and low production (246 to 305 DIM). 1TMR cows alone received one diet during whole lactation period.

a, b) There was a significant difference between treatments in each row ($P \leq 0.05$).



شکل ۱. اثر گروه‌بندی تغذیه‌ای (گروه شاهد=4TMR؛ گروه تیمار=1TMR) بر تولید شیر در گاوهای شیرده هلشتاین

Figure 1. The effects of nutritional grouping strategies on milk yield in lactating Holstein dairy cows



شکل ۲. اثر گروه‌بندی تغذیه‌ای (گروه شاهد=4TMR؛ گروه تیمار=1TMR) بر مقدار پروتئین شیر در گاوهای شیرده هلشتاین

Figure 2. The effects of nutritional grouping strategies on protein yield in lactating Holstein dairy cows

غلظت پروتئین شیر به طور کلی بالاتر از حد مورد انتظار به وسیله افزایش پروتئین خام جیره است (NRC, 2001). یکی از آمینواسیدهای برداشت شده از خون مورد نیاز غدد پستانی، متیونین می باشد. غلظت بالای متیونین ممکن است جریان خون را به غدد پستان محدود کند (Patton *et al.*, 2010).

در پژوهشی دیگر، Giallongo *et al.* (2016)، دریافتند ماده خشک مصرفی، تولید و ترکیبات شیر و بازده خوراک در گاوهای تغذیه شده با جیره های با کمبود پروتئین قابل متابولیسم در مقایسه با گاوهای تغذیه شده با جیره های با پروتئین قابل متابولیسم کافی کاهش یافت. افزودن لیزین به جیره های با کمبود پروتئین قابل متابولیسم، درصد پروتئین شیر را افزایش داد. همچنین افزودن هیستیدین تمایل به افزایش ماده خشک مصرفی و افزایش درصد پروتئین شیر را نشان داد. افزون بر آن، افزودن سه آمینواسید به جیره با کمبود پروتئین قابل متابولیسم سبب افزایش تولید چربی شیر، پروتئین و شیر تصحیح شده بر اساس انرژی و بازده خوراک نسبت به جیره با کمبود پروتئین قابل متابولیسم شد.

Barros *et al.* (2017) گزارش کردند که کاهش پروتئین خام سبب کاهش تولید پروتئین شیر (۱/۱۲) به ۰/۸۲ کیلوگرم در روز) در اواخر دوره شیردهی شد. همچنین، کاهش در مقدار پروتئین شیر با کاهش سطح پروتئین خام از ۱۵/۷ به ۱۴/۳ درصد صرف نظر از آمینواسیدهای ضروری قابل جذب مشاهده شد (Cabrita *et al.*, 2011).

در پژوهش حاضر ما پروتئین خام جیره را در مراحل پرتولید، متوسط تولید و کم تولید با استفاده از منابع پروتئین عبوری (کنجاله گلوتن ذرت و پودر ماهی) در گروه ۱TMR نسبت به ۴TMR افزایش دادیم. با توجه به این که کنجاله گلوتن ذرت و پودر ماهی منابع غنی از متیونین هستند، به نظر می رسد استفاده از این دو منبع پروتئینی در جیره گاوهای ۱TMR نسبت به ۴TMR منجر به افزایش جریان متیونین به روده (Ipharraguerre & Clark, 2005) و در نتیجه افزایش تولید پروتئین خام شیر شده است (Ipharraguerre & Clark, 2005).

در پژوهش Smith *et al.* (1978)، گاوها با گروه بندی، ۰/۶ کیلوگرم شیر کمتری نسبت به تک گروهی ها تولید کردند. همچنین در این پژوهش گاوهایی که از جیره اول به جیره دوم منتقل شدند، ۲ کیلوگرم شیر کمتری طی ۵ هفته تولید کردند و در ادامه تا ۱۳ هفته پس از جابه جایی این مقدار کاهش به ۱ کیلوگرم در روز رسید که همسو با یافته های پژوهش حاضر می باشد. اما، برخی از پژوهش های پیشین (Wilk *et al.*, 1978; Clark *et al.*, 1980; McGilliard *et al.*, 1983) تفاوت اندکی از نظر تولید شیر در گاوها با یک TMR در مقایسه با دو یا سه TMR گزارش کردند. در توافق با نتایج پژوهش حاضر، پژوهش های پیشین (Law *et al.*, 2009; Giallongo *et al.*, 2016) نیز دریافتند که افزایش عرضه پروتئین در جیره گاوهای شیرده سبب افزایش تولید شیر و شیر تصحیح شده شد. در پژوهشی محققان (Amirabadi *et al.*, 2012) گزارش کردند که افزایش دادن سطح پروتئین خام جیره از ۱۶ به ۱۹ درصد ماده خشک در گاوهای تازه زما منجر به افزایش در تولید شیر، تولید شیر تصحیح شده بر اساس ۴ درصد چربی، و کاهش در شمار سلول های پیکری شیر شد. در پژوهشی (Barros *et al.*, 2017) کاهش خطی در تولید شیر و شیر تصحیح شده از لحاظ انرژی (ECM) را با کاهش دادن سطح پروتئین خام از ۱۶/۲ به ۱۱/۸ درصد در گاوهای اواخر دوره شیردهی مشاهده کردند. اما در پژوهشی دیگر (Carder & Weiss, 2017) خوراندن سطوح افزایش یافته پروتئین قابل متابولیسم و بهبود توازن آمینواسیدها در ۲۱ روز اول شیردهی، ماده خشک مصرفی و تولید شیر را تحت تأثیر قرار نداد، ولی ECM حدود ۳ کیلوگرم در روز به وسیله افزایش غلظت پروتئین و چربی شیر افزایش یافت.

افزایش پروتئین جیره سبب افزایش عرضه آمینواسیدها به غدد پستانی می شود (Lee *et al.*, 2016; Giallongo *et al.*, 2012) که می تواند علت افزایش تولید شیر در پژوهش حاضر باشد. مقدار و درصد پروتئین شیر در مقایسه با تولید شیر نسبت به تغییرات کوتاه مدت در مقدار لیزین و متیونین در مواد هضمی دوازدهه ای حساسیت بیش تری دارد. افزایش

مهمی است. وسیع کردن بخش کاهش یافته منحنی شیردهی سبب شیردهی کارآمدتر می‌شود. یک رویکرد سودمند به احتمال موجب افزایش تکثیر سلولی در طی شیردهی خواهد شد تا نگهداری تعداد سلول‌های اپیتلیال و تداوم شیردهی را افزایش دهد. ورم پستان در نتیجه محرک‌هایی چون سموم باکتریایی از جمله عواملی است که می‌تواند مرگ سلولی آپوپتوتیک را افزایش و تداوم شیردهی را کاهش دهد (Capuco *et al.*, 2003).

درصد حذف و علل آن در جدول ۴ آورده شده است. کل حذف طی دوره آزمایشی تحت تأثیر گروه‌بندی تغذیه‌ای قرار گرفت ($P=0/04$)، به طوری که گاوها در گروه ۴TMR در مقایسه با ۱TMR، $1/58$ برابر بیشتر حذف شدند. علل حذف تحت تأثیر گروه‌بندی تغذیه‌ای قرار نگرفتند ($P>0/05$). در پژوهش حاضر، در گروه ۱TMR به احتمال بهبود وضعیت سلامتی دام در نتیجه افزایش پروتئین و همچنین افزایش عرضه آمینواسیدها و تقویت سیستم ایمنی سبب بهبود وضعیت تولید دام شده باشد.

در مطالعه حاضر، به علت ثبت ماده خشک مصرفی به صورت گروهی آنالیز آماری بر روی پارامترهای حاصل از محاسبات اقتصادی نشد (جدول ۵). بنابراین نتایج اقتصادی تنها جهت اطلاع گزارش شدند. بر اساس محاسبات اقتصادی علی رغم هزینه خوراک در گروه ۱TMR در مقایسه با ۴TMR طی یک دوره شیردهی بالاتر بود. اما با توجه به افزایش $4/04$ کیلوگرمی تولید شیر در گروه ۱TMR نسبت به ۴TMR، سود حاصل از خوراندن یک TMR در کل دوره شیردهی معادل با 1168263 ریال خواهد بود.

افزایش مقدار چربی شیر در گروه ۱TMR به وسیله افزایش تولید شیر حمایت می‌شود. افزایش مقدار چربی شیر و افزایش تولید شیر سبب خروجی انرژی شده و در نتیجه از سوق دادن چربی به سمت ذخایر بدنی و چاق شدن دام در اواخر دوره شیردهی جلوگیری می‌کند.

از طرفی کاهش سهم غلات سبب کاهش اثرات ناشی از کاهش pH و کاهش احتمال اسیدوزیس می‌شود. بروز اسیدوزیس اثر منفی بر تولید شیر و چربی شیر می‌گذارد. در پژوهش حاضر امکان دارد عدم افزایش سهم غلات و از طرفی کاهش سهم آن هم‌سو با افزایش سهم پروتئین جیره احتمال بروز اسیدوزیس را کاهش دهد. همان‌طور که بیان شد، اسیدوزیس سبب افزایش بروز آبسه‌های کبدی و افزایش اندوتوکسین‌ها و التهاب و ورم پستان در گاوهای شیری می‌شود (Nocek, 1997; Steele *et al.*, 2011; Plaizier *et al.*, 2012; Rezac *et al.*, 2014).

غلظت ازت اوره‌ای شیر در گاوهای گروه ۱TMR نسبت به گروه ۴TMR بالاتر بود. افزایش پروتئین خام در جیره همبستگی بالایی با غلظت ازت اوره‌ای شیر دارد (Kauffman & St-Pierre, 2001) که در توافق با یافته‌های پژوهش حاضر می‌باشد.

همان‌طور که در شکل ۱ نشان داده شده است، تولید شیر در کل دوره در تیمار ۱TMR بالاتر از ۴TMR بود. افزون بر آن، در مرحله آخر شیردهی (۲۴۶ تا ۳۰۵ روز شیردهی) در گروه ۱TMR کاهش کم‌تری در تولید شیر نسبت به ۴TMR مشاهده شد (شکل ۱). در امر تولید شیر در کل دوره شیردهی، تداوم شیردهی به دلیل سودمندتر بودن امر بسیار

جدول ۴. اثر گروه‌بندی تغذیه‌ای بر روی درصد و علل حذف

Table 4. The effects of nutritional grouping strategies on culling rate, and its causes

Items	Experimental treatments		Estimate	OR	CI95%	P-value
	4TMR	1TMR				
Total culling	24.40	16.90	0.459	1.58	1.01- 2.46	0.04
Voluntary culling	4.0	2.47	0.494	1.63	0.58-4.59	0.34
Infertility	5.60	4.10	0.319	1.37	0.59-3.16	0.45
Lameness	1.60	1.65	-0.033	0.967	0.238-3.93	0.96
Udder problems	1.20	0.82	0.376	1.45	0.24- 8.83	0.68
Infectious diseases	7.20	4.95	0.396	1.48	0.69-3.16	0.30
Metabolic disorders	2.4	1.60	0.38	1.46	0.406-5.26	0.55
Others	2.4	1.24	0.67	1.95	0.48- 7.95	0.34

جدول ۵. محاسبات اقتصادی جیره‌های آزمایشی

Table 5. Economic calculations of experimental diets

Item	Experimental diets	
	4TMR	1TMR
Number of lactating cow group	4	1
DMI	22.85	23.43
Exposed days to diets	284	284
Milk production (kg/cow per day)	36.97	41.01
Gross Milk price (Rial /kg)	27000	27000
Average feed cost (Rial/kg DM)	29130	33610
Difference in milk production between 1TMR and 4TMR (kg/ cow per day)	41.01-36.97= 4.04	
Difference in feed cost between 1TMR and 4TMR during whole lactation period (Rial/kg DM)	=(33610-29130) × 284 × 23.4=29,810,457	
Income from more milk production in 1TMR in whole lactation period (Rial /kg per day)	=(4.04× 27000) × 284= 30,978,720	
The economic benefits of 1TMR diet	= 30,978,720 - 29,810,457= 1,168,263	

شیر شد. به نظر می‌رسد که خوراندن 1TMR طی یک دوره شیردهی منجر به کاهش استرس ناشی از تغییر جیره و جابه‌جایی دام شده است که به دنبال آن گاوها در گروه 1TMR دارای سلامت بیشتر و تولید بالاتر بودند.

نتیجه‌گیری

در پژوهش حاضر خوراندن تنها 1TMR در مقایسه با گروه‌بندی تغذیه‌ای طی یک دوره شیردهی منجر به افزایش تولید شیر خام و شیر تصحیح‌شده براساس چربی

REFERENCES

- Allen, M. S. (2009). Grouping to increase milk yield and decrease feed costs. *20th Annual Tri-State Dairy Nutrition Conference*. Ohio State University Press, Columbus.
- Allen, M. S. & Piantoni, P. (2014). Carbohydrate nutrition. Managing energy intake and partitioning through lactation. *Veterinary Clinics: Food Animal Practice*, 30, 577-597.
- Amirabadi Farahani, T., Amanlou, H. & Farsuni, N.E. (2012). Effects of Varying Crude Protein and Rumen Undegradable Protein on Performance of Holstein Fresh Cows. *Iranian Journal of Animal Science*, 42, 297-307. (in Farsi)
- AOAC International. (1990). *Official Methods of Analysis*. (15th ed.). AOAC Int., Arlington, VA.
- Barros, T., Quaassdorff, M.A., Aguerre, M.A., Olmos Colmenero, J.J., Bertics, S.J., Crump, P.M. & Wattiaux, M.A. (2017). Effects of dietary crude protein concentration on late-lactation dairy cow performance and indicators of nitrogen utilization. *Journal of Dairy Science*, 100, 5434-5448.
- Bradford, B.J., Mamedova, L.K. & Minton, J.E. (2009). Daily injection of tumor necrosis factor- α increases hepatic triglycerides and alters transcript abundance of metabolic genes in lactating dairy cattle. *The Journal of Nutrition*, 139, 1451-1456.
- Cabrita, A.R.J., Dewhurst, R.J., Melo, D.S.P., Moorby, J.M. & Fonseca, A.J.M. (2011). Effects of dietary protein concentration and balance of absorbable amino acids on productive responses of dairy cows fed corn silage-based diets. *Journal of Dairy Science*, 94, 4647-4656.
- Carder, E.G. & Weiss, W.P. (2017). Short- and longer-term effects of feeding increased metabolizable protein with or without an altered amino acid profile to dairy cows immediately postpartum. *Journal of Dairy Science*, 100, 4528-4538.
- Capuco, A.V., Ellis, S.E., Hale, S.A., Long, E., Erdman, R.A., Zhao, X. & Paape, M.J. (2003). Lactation persistency: insights from mammary cell proliferation studies. *Journal of Animal Science*, 81(15_suppl_3), 18-31.
- Clark, P.W., Ricketts, R.E., Belyea, R.L. & Krause, G.F. (1980). Feeding and managing dairy cows in three versus one production group. *Journal of Dairy Science*, 63, 1299-1308.
- Cullor, J.S. (1990). Mastitis and its influences upon reproductive performance in dairy cattle. Pages 176-180 in Proc. *Int. Symp. Bovine Mastitis, Indianapolis, IN. National Mastitis Council*, Madison, WI, and American Association of Bovine Practitioners, Auburn, AL.
- Dahl, M.O., De Vries, A., Maunsell, F.P., Galvao, K.N., Risco, C.A. & Hernandez, J.A. (2018). Epidemiologic and economic analyses of pregnancy loss attributable to mastitis in primiparous Holstein cows. *Journal of Dairy Science*, 101, 10142-10150.
- Eckel, E.F. & Ametaj, B.N. (2016). Invited review: Role of bacterial endotoxins in the etiopathogenesis of periparturient diseases of transition dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 99, 1-24.
- Giallongo, F., Hristov, A. N., Oh, J., Frederick, T., Weeks, H., Werner, J., Lapierre, H., Patton, R.A., Gehman, A. & Parys, C. (2015). Effects of slow-release urea and rumen-protected methionine and histidine on performance of dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 98, 3292-3308.
- Giallongo, F., Harper, M.T., Oh, J., Lopes, J.C., Lapierre, H., Patton, R.A., Parys, C., Shinzato, I. & Hristov, A.N. (2016). Effects of rumen-protected methionine, lysine, and histidine on lactation performance of dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 99, 4437-4452.

16. Grant, R.J. & Albright, J.L. (2001). Effect of animal grouping on feeding behavior and intake of dairy cattle. *Journal of dairy science*, 84, E156-E163.
17. Hockett, M.E., Hopkins, F.M., Lewis, M.J., Saxton, A.M., Dowlen, H.H., Oliver, S.P. & Schrick, F.N. (2000). Endocrine profiles of dairy cows following experimentally induced clinical mastitis during early lactation. *Animal Reproduction Science*, 58, 241-251.
18. Hutjens, M.F. & Aalseth, E.P. (2005). *Caring for transition cows*. Hoard's Dairyman Books.
19. Ipharraguerre, I.R. & Clark, J.H. (2005). Impacts of the source and amount of crude protein on the intestinal supply of nitrogen fractions and performance of dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 88, E22-E37.
20. Kauffman, A.J. & St-Pierre, N.R. (2001). The relationship of milk urea nitrogen to urine nitrogen excretion in Holstein and Jersey cows. *Journal of Dairy Science*, 84, 2284-2294.
21. Khafipour, E., Krause, D.O. & Plaizier, J.C. (2009). Alfalfa pellet induced subacute ruminal acidosis in dairy cows increases bacterial endotoxin in the rumen without causing inflammation. *Journal of Dairy Science*, 92, 1712-1724.
22. Law, R.A., Young, F., Patterson, D., Kilpatrick, D., Wylie, A. & Mayne, C. (2009). Effect of dietary protein content on animal production and blood metabolites of dairy cows during lactation. *Journal of Dairy Science*, 92, 1001-1012.
23. Lee, C., Hristov, A.N., Heyler, K.S., Cassidy, T.W., Lapierre, H., Varga, G.A. & Parys, C. (2012). Effects of metabolizable protein supply and amino acid supplementation on nitrogen utilization, milk production, and ammonia emissions from manure in dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 95, 5253-5268.
24. Mahjoubi, E., Amanlou, H. & Zahmatkesh, D. (2009). Use of beet pulp as a replacement for barley grain to manage body condition score in over-conditioned late lactation cows. *Animal Feed Science and Technology*, 153(1-2), 60-7.
25. McGilliard, M. L., Swisher, J. M. & James, R. E. (1983). Grouping lactating cows by nutritional requirements for feeding. *Journal of Dairy Science*, 66, 1084-1093.
26. Nocek, J.E. (1997). Bovine acidosis: implications on laminitis. *Journal of Dairy Science*, 80, 1005-1028.
27. NRC. (2001). *Nutrient Requirements of Dairy Cattle*. (7th rev. ed.). National Academy Press, Washington, DC.
28. Pate, J. L. (1994). Cellular components involved in luteolysis. *Journal of Animal Science*, 72, 1884-1890.
29. Patton, R. A. (2010). Effect of rumen-protected methionine on feed intake, milk production, true milk protein concentration, and true milk protein yield, and the factors that influence these effects: A meta-analysis. *Journal of Dairy Science*, 93, 2105-2118.
30. Persson Waller, K., Colditz, I.G., Lun, S. & Ostensson, K. (2003). Cytokines in mammary lymph and milk during endotoxin-induced bovine mastitis. *Research in Veterinary Science*, 74, 31-36.
31. Plaizier, J. C., Khafipour, E., Li, S., Gozho, G.N. & Krause, D.O. (2012). Subacute ruminal acidosis (SARA), endotoxins and health consequences. *Animal Feed Science and Technology*, 172(1-2), 9-21.
32. Rambeaud, M., Almeida, R.A., Pighetti, G.M. & Oliver, S.P. (2003). Dynamics of leukocytes and cytokines during experimentally induced *Streptococcus uberis* mastitis. *Veterinary immunology and immunopathology*, 96(3-4), 193-205.
33. Rezac, D.J., Thomson, D.U., Siemens, M.G., Prouty, F.L., Reinhardt, C.D. & Bartle, S.J. (2014). A survey of gross pathologic conditions in cull cows at slaughter in the Great Lakes region of the United States. *Journal of Dairy Science*, 97(7), 4227-4235.
34. Sheldon, I. M., Lewis, G.S., LeBlanc, S. & Gilbert, R.O. (2006). Defining postpartum uterine disease in cattle. *Theriogenology*, 65, 1516-1530.
35. Sbuster, D.E., Kehrl, M.E. & Stevens, M.G. (1993). Cytokine production during endotoxin-induced mastitis in lactating dairy cows. *American Journal of Veterinary Research*, 54, 80-80.
36. Smith, N.E., Ufford, G.R., Coppock, C.E. & Merrill, W.G. (1978). One group versus two group system for lactating cows fed complete rations. *Journal of Dairy Science*, 61, 1138-1145.
37. Steele, M.A., Croom, J., Kahler, M., AlZahal, O., Hook, S.E., Plaizier, K. & McBride, B.W. (2011). Bovine rumen epithelium undergoes rapid structural adaptations during grain-induced subacute ruminal acidosis. *American Journal of Physiology-Regulatory, Integrative and Comparative Physiology*, 300(6), R1515-R1523.
38. Van Soest, P.J., 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, 3583-3597.
39. Weiss, W. (2014). *Setting nutrient specifications for formulating diets for groups of lactating cows*. Extension. Accessed Jun. 3, 2015. <http://www.extension.org/pages/70124/setting-nutrient-specifications-for-formulating-diets-for-groups-of-lactating-dairy-cows#.VM-VNMaSXq0>.
40. Wilk, J.C., Rakes, A.H., Davenport, D.G., Parsons, G.S. & Wells, R.C. (1978). Comparison of two systems for group feeding dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 61, 1429-1434.