

## اثر منبع نشاسته جیره بر تولید و ترکیب شیر، گوارش پذیری مواد مغذی و فراسنجه‌های پلاسمای گاوهای شیرده هلشتاین

سید غلامرضا موسوی<sup>۱</sup>، فرشید فتاح‌نیا<sup>۲</sup>، حمیدرضا میرزایی الموتی<sup>۳\*</sup>،  
علی اشرف محرابی اولادی<sup>۴</sup> و حسن درمانی کوهی<sup>۵</sup>  
۱، ۲، دانش آموخته کارشناسی ارشد و استادیار دانشگاه ایلام، ۳، استادیار دانشگاه زنجان  
۴، استادیار دانشگاه ایلام، ۵، استادیار دانشگاه گیلان  
(تاریخ دریافت: ۸۹/۷/۳ - تاریخ تصویب: ۹۰/۳/۲۵)

### چکیده

به منظور مطالعه اثر منبع نشاسته جیره روی عملکرد و فراسنجه‌های پلازما از ۸ راس گاو شیرده چندبار زایش کرده هلشتاین با میانگین روزهای شیردهی  $83 \pm 9$  و میانگین وزن بدن  $683 \pm 31$  کیلوگرم در قالب یک طرح مربع لاتین تکرار شده با ۲ مربع و هر مربع با ۴ جیره و ۴ دوره استفاده شد. جیره‌های آزمایشی شامل گندم، جو، ذرت و سیب‌زمینی خام به عنوان منبع اصلی نشاسته به ترتیب ۲۵/۴، ۳۱، ۲۲ و ۲۳ درصد از ماده خشک جیره بودند. نتایج نشان داد که جیره‌های آزمایشی بر مصرف ماده خشک اثر معنی‌داری نداشتند ( $P > 0.05$ ). گاوهای تغذیه شده با جیره‌ی حاوی سیب‌زمینی کمترین تولید شیر خام، شیر تصحیح شده برای چربی و شیر تصحیح شده برای انرژی را تولید کردند ( $P < 0.05$ ). درصد چربی شیر گاوهای تغذیه شده با جیره دارای ذرت در مقایسه با سایر جیره‌ها بالاتر بود اما درصد پروتئین شیر تحت تأثیر جیره‌های آزمایشی قرار نگرفت. گاوهای تغذیه شده با جیره حاوی سیب‌زمینی کمترین بازدهی تولید شیر، بازدهی انرژی خالص شیردهی، تولید نیتروژن شیر و بازدهی استفاده از نیتروژن خوراک را داشتند ( $P < 0.05$ ). جیره‌های دارای گندم و ذرت در مقایسه با جیره‌های دارای جو و سیب‌زمینی، قابلیت هضم ماده خشک، ماده آلی، چربی خام و پروتئین خام را به طور معنی‌داری افزایش دادند ( $P < 0.05$ ). جیره‌های آزمایشی بر غلظت گلوکز، کلسترول کل، کلسترول HDL و کلسترول LDL پلاسمای گاوها اثری نداشتند ( $P > 0.05$ ). اما بیشترین غلظت تری‌گلیسرید در پلاسمای گاوهای تغذیه شده با جیره دارای سیب‌زمینی مشاهده شد ( $P < 0.05$ ). با توجه به نتایج به دست آمده، جیره دارای گندم و ذرت، قابلیت هضم مواد مغذی و بازدهی استفاده از انرژی و نیتروژن خوراک و تولید شیر گاوهای شیری را در مقایسه با سیب‌زمینی خام افزایش داد.

**واژه‌های کلیدی:** گاوهای شیرده، منبع نشاسته، تولید شیر، بازدهی مواد مغذی، قابلیت هضم مواد مغذی.

### مقدمه

افزایش تولید شیر گاوهای شیری که در نتیجه بهبود ژنتیکی است، به استفاده از مقادیر بالای کنسانتره‌های غنی از انرژی و پروتئین جهت تأمین مواد مغذی حیوان نیاز دارد (Cabrita et al., 2009). کربوهیدرات جیره از بخش‌های الیافی (NDF) و غیرالیافی (NFC) تشکیل شده است که در مجموع حدود ۶۵ تا ۷۵ درصد از جیره گاوهای شیرده را تشکیل می‌دهند. کربوهیدرات‌های غیرالیافی (NFC) ممکن است ۳۰ تا ۴۵ درصد از ماده خشک جیره را تشکیل دهند (Hall et al., 2010). از محصولات ریشه‌ای مانند سیب‌زمینی در جیره گاوهای شیرده استفاده می‌شود، اما به دلیل هزینه بالای استفاده از آنها، توسط دانه‌ها و سیلوی ذرت جایگزین شده‌اند (Eriksson et al., 2004). معمولاً جیره‌های گاوهای شیرده دارای جو، ذرت و گندم به عنوان منبع اصلی کربوهیدرات هستند، زیرا منابع ارزانی از انرژی قابل هضم می‌باشند.

نشاسته مهم‌ترین ترکیب انرژی‌زای دانه‌های غلات و سیب‌زمینی است. مقدار نشاسته دانه‌های غلات و سیب‌زمینی متفاوت می‌باشد. براساس ماده خشک، گندم، ذرت، جو و سیب‌زمینی به ترتیب دارای ۷۷، ۷۲، ۵۸ و ۶۳ درصد نشاسته هستند (Wang et al., 2009; Huntington, 1997). همچنین بین این منابع نشاسته در مقدار و سرعت تجزیه نشاسته در شکمبه نیز تفاوت وجود دارد. به گونه‌ای که نشاسته گندم، ذرت، جو و سیب‌زمینی به ترتیب با سرعت ۳۲، ۵، ۲۹ و ۹ درصد در ساعت در شکمبه تجزیه می‌شوند (Monteils et al., 2009; Wang et al., 2002). وجود گرانول‌های بزرگتر مقاوم به آنزیم (نوع A) در نشاسته سیب‌زمینی در مقایسه با گرانول‌های کوچک‌تر (نوع B) در نشاسته دانه‌ها (Tester et al., 2006)، همچنین وجود ماتریس پروتئینی در برگیرنده گرانول‌های نشاسته در برخی از غلات (Huntington, 1997) می‌تواند دلیلی برای تفاوت در سرعت تجزیه نشاسته آنها در شکمبه باشد. نشاسته سیب‌زمینی خام نمی‌تواند مانند نشاسته دانه‌ها به عنوان یک منبع انرژی با قابلیت دسترسی آسان عمل کند، اما ممکن است بتواند نوسانات روزانه در تأمین انرژی و مشکلات شکمبه‌ای ناشی از نشاسته گندم یا جو در

جیره را کاهش دهد. به طور کلی، سرعت و مقدار تخمیر کربوهیدرات‌های جیره (به ویژه نشاسته) در شکمبه از مهم‌ترین عواملی است که تأمین مواد مغذی برای حیوان را تحت تأثیر قرار می‌دهد (Hall, 2004).

غلظت بالای کربوهیدرات‌های غیرساختمانی جیره، استفاده از نیتروژن آمونیاکی برای سنتز پروتئین میکروبی در شکمبه را افزایش می‌دهد (Nocek & Tamminga, 1991). افزایش محتوی انرژی قابل دسترس در شکمبه در جیره گاوهای شیرده از طریق افزایش تأمین مواد مغذی قابل متابولیسم تولید شیر را افزایش می‌دهد (Gozho & Mutsvangwa, 2008). شاید به دلیل تفاوت در ویژگی‌های هضم و فرآورده‌های تخمیر، منبع نشاسته جیره مصرف خوراک، تولید و ترکیب شیر را تغییر دهد. بنابراین هدف از انجام این پژوهش بررسی اثر دانه جو، گندم، ذرت یا سیب‌زمینی به عنوان منابع اصلی نشاسته در جیره بر تولید و ترکیب شیر، بازدهی نیتروژن و انرژی، قابلیت هضم مواد مغذی و متابولیت‌های پلاسماهای گاوهای شیرده هلشتاین بود.

### مواد و روش‌ها

#### گاوها و جیره‌های آزمایشی

در این آزمایش از ۸ راس گاو هلشتاین شیرده چندبار زایش کرده با روزهای شیردهی  $83 \pm 9$ ، میانگین تولید شیر  $3 \pm 33$  کیلوگرم در روز و میانگین وزن بدن  $31 \pm 683$  کیلوگرم در قالب یک طرح مربع لاتین با ۲ مربع  $4 \times 4$  و هر مربع با ۴ جیره و ۴ دوره برای بررسی اثر منابع مختلف نشاسته جیره بر تولید و ترکیب شیر، گوارش‌پذیری ظاهری مواد مغذی در کل دستگاه گوارش و فراسنجه‌های پلاسما استفاده شد. هر دوره آزمایش شامل ۱۴ روز برای عادت‌دهی گاوها به جیره‌ها و ۷ روز برای نمونه‌گیری و ثبت داده‌ها بود. گاوها در جایگاه‌های انفرادی نگهداری شدند و در طول آزمایش به طور آزاد به آب دسترسی داشتند. چهار جیره آزمایشی در نوع منبع نشاسته با هم تفاوت داشتند و شامل جیره‌های دارای دانه گندم، دانه جو، دانه ذرت و دانه سیب‌زمینی بودند. دانه‌های غلات آسیاب شدند و سیب‌زمینی به شکل قطعه شده در اختیار گاوها قرار گرفت. مواد خوراکی و ترکیبات شیمیایی جیره‌های آزمایشی در

مخلوط شده (TMR) در اختیار دام‌ها قرار گرفتند. گاوها سه نوبت در روز در ساعت ۴ صبح، ۱۲ ظهر و ۶ عصر شیردوشی شدند.

جدول ۱ آمده است. جیره‌های آزمایشی بر اساس توصیه‌های NRC (2001) متعادل شدند و در دو نوبت در روز در ساعت ۸ صبح و ۴ بعد از ظهر به صورت کاملاً

جدول ۱- مواد خوراکی و ترکیبات شیمیایی جیره‌های آزمایشی (بر اساس درصدی از ماده خشک)

| منبع نشاسته در جیره |      |      |      | ماده خوراکی   |
|---------------------|------|------|------|---|
| سیب‌زمینی           | ذرت  | جو   | گندم |   |
| ۲۲/۰                | ۲۲/۰ | ۲۲/۰ | ۲۲/۰ | علوفه یونجه   |
| ۲۳/۰                | ۲۳/۰ | ۲۳/۰ | ۲۳/۰ | ذرت سیلوشده   |
| -                   | -    | -    | ۲۵/۴ | گندم آسیاب شده                                      |
| -                   | -    | ۳۱/۰ | -    | جو آسیاب شده  |
| -                   | ۲۲/۰ | -    | -    | ذرت آسیاب شده                                       |
| ۲۳/۰                | -    | -    | -    | سیب‌زمینی قطعه قطعه شده                             |
| ۱۰/۰                | ۱۰/۰ | ۱۰/۰ | ۱۰/۰ | دانه کامل پنبه                                      |
| ۸/۴                 | ۹/۰  | ۵/۰  | ۶/۰  | کنجاله تخم پنبه                                     |
| ۳/۰                 | ۳/۰  | ۳/۰  | ۳/۰  | پودر ماهی   |
| ۸/۰                 | ۸/۴  | ۳/۴  | ۸/۰  | تفاله چغندر قند                                     |
| ۰/۴                 | ۰/۴  | ۰/۴  | ۰/۴  | نمک   |
| ۰/۷                 | ۰/۷  | ۰/۷  | ۰/۷  | بیکربنات سدیم                                       |
| ۱/۵                 | ۱/۵  | ۱/۵  | ۱/۵  | مکمل ویتامین و مواد معدنی <sup>۱</sup>              |
|                     |      |      |      | ترکیبات شیمیایی                                     |
| ۴۱/۸                | ۴۲/۴ | ۴۳/۳ | ۴۲/۰ | ماده خشک (درصد)                                     |
| ۱۷/۵                | ۱۷/۵ | ۱۷/۹ | ۱۷/۶ | پروتئین خام (درصد)                                  |
| ۵/۵                 | ۶/۳  | ۵/۸  | ۵/۸  | چربی خام (درصد)                                     |
| ۳۴/۲                | ۳۴/۵ | ۳۷/۲ | ۳۶/۱ | NDF (دیواره سلولی) (درصد)                           |
| ۲۴/۶                | ۲۳/۸ | ۲۴/۵ | ۲۴/۳ | ADF (دیواره سلولی بدون همی سلولز) (درصد)            |
| ۳۹/۰                | ۳۷/۹ | ۳۷/۲ | ۳۷/۲ | NFC (کربوهیدرات‌های غیر الیافی) (درصد)              |
| ۲۴/۳                | ۲۴/۳ | ۲۴/۳ | ۲۴/۳ | نشاسته (درصد)                                       |
| ۱/۶۲                | ۱/۶۵ | ۱/۶۳ | ۱/۶۴ | NE <sub>1</sub> <sup>۲</sup> (مگا کالری در کیلوگرم) |

۱- هر کیلوگرم مکمل ویتامین و مواد معدنی شامل ۱۸۰ گرم کلسیم، ۷۰ گرم فسفر، ۳۵ گرم پتاسیم، ۵۰ گرم سدیم، ۵۸ گرم کلر، ۳۰ گرم منیزیم، ۳۲ گرم گوگرد، ۵ گرم منگنز، ۴ گرم آهن، ۳ گرم روی، ۳۰۰ میلی‌گرم مس، ۱۰۰ میلی‌گرم ید، ۱۰۰ میلی‌گرم کبالت، ۲۰ میلی‌گرم سلنیوم ۴۰۰۰۰۰ واحد بین المللی ویتامین A، ۱۰۰۰۰۰ واحد بین المللی ویتامین D<sub>3</sub> و ۲۴۵ واحد بین المللی ویتامین E بود.

۲- (درصد خاکستر + درصد چربی خام + درصد دیواره سلولی + درصد پروتئین خام) - ۱۰۰ = (درصد کربوهیدرات‌های غیر الیافی)

۳- با استفاده از معادلات NRC (2001) محاسبه شده است.

### جمع‌آوری داده‌ها و تجزیه شیمیایی نمونه‌ها

در هفت روز آخر هر دوره، مصرف خوراک هر کدام از گاوها به طور جداگانه ثبت شد. روزانه نمونه‌هایی از جیره‌ها و پسمانده‌های هر گاو در هفت روز آخر هر دوره آزمایشی، جمع‌آوری و در دمای ۲۰- درجه سانتی‌گراد نگهداری شدند. بعد از پایان هر دوره، نمونه‌های جیره (TMR) و پسمانده به نسبت مساوی با هم ترکیب و به

مدت ۴۸ ساعت در آون دارای دمای ۶۰ درجه سانتی‌گراد خشک شدند. سپس با استفاده از آسیاب دارای الک یک میلی متری آسیاب شدند. ماده خشک، ماده آلی، عصاره اتری، پروتئین خام (AOAC, 1990)، دیواره سلولی بدون همی سلولز (ADF)، دیواره سلولی (NDF) (Van Sost et al., 1991) و نشاسته (Karkalas, 1985) نمونه‌ها اندازه‌گیری شد.

گوارش، مقدار ماده خشک و نیتروژن مدفوع، بازدهی استفاده از نیتروژن و انرژی برای تولید شیر و غلظت متابولیت‌های پلاسما با استفاده از رویه Mixed نرم‌افزار آماری SAS (1999) تجزیه واریانس شدند. مدل آماری طرح به صورت زیر بود:

$$Y_{ijkl} = \mu + S_i + P_{j(i)} + C_{k(i)} + T_1 + e_{ijkl}$$

$Y_{ijkl}$ : متغیر وابسته،  $\mu$ : میانگین کل جامعه برای صفت مورد نظر،  $S_i$ : اثر ثابت مربع  $i$ ،  $P_{j(i)}$ : اثر ثابت دوره  $j$  در درون مربع  $i$ ،  $C_{k(i)}$ : اثر تصادفی گاو  $k$  در درون مربع  $i$ ،  $T_1$ : اثر ثابت تیمار ۱، و  $e_{ijkl}$ : اثر تصادفی باقیمانده (خطای آزمایشی) می‌باشند. میانگین‌ها در سطح آماری ۵ درصد و با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن با هم مقایسه شدند.

### نتایج و بحث

اثر جیره‌های آزمایشی بر مصرف خوراک و تولید و ترکیب شیر گاوها در جدول ۲ آمده است. مصرف ماده خشک تحت تأثیر منبع نشاسته جیره قرار نگرفت ( $P > 0.05$ ). مشابه با نتایج آزمایش حاضر، جیره‌های دارای ذرت یا گندم در آزمایش Cabrita et al. (2009)، جیره‌های دارای گندم، جو، ذرت یا یولاف در آزمایش Gozho & Mutsvangwa (2008) و جیره‌های دارای گندم یا سیب‌زمینی در آزمایش Jurjanz et al. (1998) نیز بر مصرف ماده خشک در گاوهای شیرده اثری نداشتند. اما Silveira et al. (2007)، افزایش مصرف ماده خشک در گاوهای تغذیه شده با جیره دارای ذرت در مقایسه با جیره دارای جو را گزارش کردند. Cabrita et al. (2006)، بیان کردند جیره‌هایی که سرعت تجزیه شدن نشاسته آنها در شکمبه بیشتر است ممکن است از طریق کاهش pH مایع شکمبه و افزایش تولید اسیدهای چرب فرار، مصرف ماده خشک را توسط مکانیسم‌های تنظیمی کاهش دهند. اثرات متفاوت منبع نشاسته بر مصرف ماده خشک در این مطالعات را می‌توان به غلظت نشاسته جیره (DeVisser et al., 1990) و اندازه ذرات علوفه (Rode & Satter, 1988) ارتباط داد. جیره‌های دارای غلظت بالای NDF از منابع علوفه‌ای باعث افزایش فعالیت جویدن، افزایش ترشح

نمونه‌های مدفوع هر کدام از گاوها در ۷ روز متوالی آخر هر دوره آزمایشی جمع‌آوری شد و در دمای ۲۰- درجه سانتی‌گراد نگهداری شدند. در پایان هر دوره آزمایشی، نمونه‌های مدفوع به نسبت مساوی با هم ترکیب و به مدت ۷۲ ساعت در دمای ۵۵ درجه سانتی‌گراد خشک و با استفاده از آسیاب دارای الک یک میلی متری آسیاب شدند. ماده خشک، ماده آلی، پروتئین خام، عصاره اتری، ADF و NDF نمونه‌های مدفوع اندازه‌گیری شد. گوارش‌پذیری مواد مغذی در کل دستگاه گوارش با استفاده از خاکستر نامحلول در اسید (AIA) به عنوان نشانگر داخلی تعیین شد (VanKeulen & Young, 1997). تولید شیر هر کدام از گاوها در ۷ روز آخر هر دوره آزمایشی رکوردگیری و ثبت شد. در روزهای ۱۶ و ۱۷ هر دوره آزمایشی، نمونه‌هایی از شیر گاوها در هر نوبت (۶ وعده شیردوشی متوالی) جمع‌آوری و در داخل ظروف پلاستیکی حاوی ماده نگهدارنده (دی کرومات پتاسیم) در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد نگهداری شدند. در پایان هر دوره آزمایشی، نمونه‌های شیر مربوط به هر گاو با توجه به مقدار تولید در هر نوبت با هم مخلوط شدند و غلظت پروتئین، چربی، لاکتوز و مواد جامد بدون چربی (SNF) آنها با استفاده از میکرواسکن<sup>۱</sup> اندازه‌گیری شد.

در روز ۱۹ هر دوره آزمایشی و قبل از خوراک نوبت صبح، نمونه‌های خون از ورید وداج هر گاو در داخل لوله‌های حاوی هپارین جمع‌آوری و در کنار یخ به آزمایشگاه منتقل شدند. نمونه‌های خون با سرعت ۲۵۰۰ دور در دقیقه در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد و به مدت ۲۰ دقیقه سانتریفوژ شدند. پلاسما جدا شده تا زمان اندازه‌گیری فراسنجه‌ها در دمای ۲۰- درجه سانتی‌گراد نگهداری شدند. سپس با روش رنگ‌سنجی و با استفاده از کیت‌های شرکت زیست شیمی غلظت کلسترول کل، کلسترول HDL، کلسترول LDL، تری‌گلیسریدها و گلوکز آنها اندازه‌گیری شد.

### تجزیه آماری و مدل طرح

داده‌های مربوط به ماده خشک مصرفی، تولید شیر، ترکیبات شیر، گوارش‌پذیری مواد مغذی در کل دستگاه

1. Milko Scan 133B Foss Electric, Denmark

نگرفت، تولید شیر بالاتر در گاوهای تغذیه شده با جیره دارای گندم را می‌توان به قابلیت هضم بالاتر ماده خشک در کل دستگاه گوارش (جدول ۴) و بازدهی بالاتر تولید شیر و استفاده از نیتروژن خوراک (جدول ۳) ارتباط داد. کاهش تولید شیر در گاوهای تغذیه شده با جیره دارای سیبزمینی را می‌توان به پایین بودن قابلیت هضم ماده خشک در کل دستگاه گوارش و دفع بالاتر ماده خشک از مدفوع در این گاوها ارتباط داد. شیر تصحیح شده برای ۴ درصد چربی (FCM) و شیر تصحیح شده برای انرژی (ECM) در گاوهای تغذیه شده با جیره‌های دارای گندم یا ذرت در مقایسه با جیره‌های دارای جو یا سیبزمینی بالاتر بود ( $P < 0.05$ ). مشابه با نتایج آزمایش حاضر، Silveira et al. (2007) نیز افزایش شیر تصحیح شده برای ۴ درصد چربی را در گاوهای تغذیه شده با جیره دارای ذرت در مقایسه با گاوهای تغذیه شده با جیره دارای جو گزارش کردند. اما در آزمایش دیگری (Gozho & Mutsvangwa, 2008)، شیر تصحیح شده برای ۳/۵ درصد چربی در گاوهای تغذیه شده با جیره دارای ذرت یا جو در مقایسه با جیره دارای گندم بالاتر بود.

بزاق و pH بالای شکمبه می‌شوند (Mertens et al., 1997) که اثرات ایجاد شده به وسیله تفاوت در قابلیت تخمیر جیره‌ها در شکمبه را می‌پوشانند. تولید شیر در گاوهای تغذیه شده با جیره دارای گندم در مقایسه با دیگر جیره‌ها بالاتر بود ( $P < 0.05$ ). به طور میانگین، گاوهای تغذیه شده با جیره‌های دارای جو، ذرت و سیبزمینی در مقایسه با جیره دارای گندم به ترتیب ۱/۴، ۱/۷۴ و ۳/۵۴ کیلوگرم در روز، شیر کمتری تولید کردند (جدول ۲). در برخی از آزمایش‌ها (Cabrita et al., 2009; Silveira et al., 2007) با کاهش سرعت تجزیه شدن نشاسته در شکمبه، تولید شیر در گاوهای شیرده افزایش یافته است. در صورتی که در سایر آزمایش‌ها (Gozho & Mutsvangwa, 2008; Khorasani et al., 1998) تولید شیر اثر معنی داری نداشته است. پاسخ تولید شیر در گاوهای شیرده به دانه‌های مختلف غلات به سطح دانه در جیره، جیره پایه، فرآوری فیزیکی و ترکیب دانه‌های غلات و سطح مصرف خوراک بستگی دارد (Khorasani et al., 2001). هرچند که در آزمایش ما مصرف ماده خشک تحت تأثیر جیره‌های آزمایشی قرار

جدول ۲- مصرف ماده خشک و تولید و ترکیب شیر گاوهای تغذیه شده با جیره‌های آزمایشی

| SEM <sup>۱</sup> | منبع نشاسته در جیره |                    |                     |                    | صفت اندازه‌گیری شده  |
|------------------|---------------------|--------------------|---------------------|--------------------|--|
|                  | سیبزمینی            | ذرت                | جو                  | گندم               |  |
| ۰/۱۷             | ۱۸/۹۵               | ۱۸/۷۰              | ۱۸/۷۱               | ۱۹/۰۰              | مصرف ماده خشک (کیلوگرم در روز)                               |
| ۰/۰۲             | ۲/۷۷                | ۲/۷۴               | ۲/۷۴                | ۲/۷۸               | مصرف ماده خشک (درصد از وزن بدن)                              |
| ۰/۲۴             | ۳۲/۱۰ <sup>c</sup>  | ۳۳/۹۰ <sup>b</sup> | ۳۴/۲۴ <sup>b</sup>  | ۳۵/۶۴ <sup>a</sup> | تولید شیر خام (کیلوگرم در روز)                               |
| ۰/۵۱             | ۲۸/۱۳ <sup>b</sup>  | ۳۱/۰۷ <sup>a</sup> | ۲۹/۵۶ <sup>ab</sup> | ۳۰/۹۱ <sup>a</sup> | شیر تصحیح شده برای ۴ درصد چربی <sup>۲</sup> (کیلوگرم در روز) |
| ۰/۵۴             | ۳۰/۷۷ <sup>b</sup>  | ۳۳/۸۹ <sup>a</sup> | ۳۲/۵۲ <sup>ab</sup> | ۳۳/۸۰ <sup>a</sup> | شیر تصحیح شده برای انرژی <sup>۳</sup> (کیلوگرم در روز)       |
| ۰/۰۹             | ۳/۱۳ <sup>ab</sup>  | ۳/۴۳ <sup>a</sup>  | ۳/۰۹ <sup>b</sup>   | ۳/۱۲ <sup>ab</sup> | چربی شیر (درصد)  |
| ۰/۰۳             | ۱/۰۱ <sup>b</sup>   | ۱/۱۷ <sup>a</sup>  | ۱/۰۵ <sup>ab</sup>  | ۱/۱۱ <sup>ab</sup> | چربی شیر (کیلوگرم در روز)                                    |
| ۰/۰۵             | ۳/۰۴                | ۳/۱۴               | ۳/۱۰                | ۳/۰۳               | پروتئین شیر (درصد)   |
| ۰/۰۲             | ۰/۹۸ <sup>b</sup>   | ۱/۰۶ <sup>a</sup>  | ۱/۰۶ <sup>a</sup>   | ۱/۰۸ <sup>a</sup>  | پروتئین شیر (کیلوگرم در روز)                                 |
| ۰/۰۴             | ۴/۳۵                | ۴/۴۶               | ۴/۵۴                | ۴/۴۲               | لاکتوز شیر (درصد)  |
| ۰/۰۲             | ۱/۴۰ <sup>c</sup>   | ۱/۵۰ <sup>b</sup>  | ۱/۵۵ <sup>ab</sup>  | ۱/۶۰ <sup>a</sup>  | لاکتوز شیر (کیلوگرم در روز)                                  |
| ۰/۰۶             | ۸/۱۷ <sup>b</sup>   | ۸/۲۵ <sup>b</sup>  | ۸/۵۰ <sup>a</sup>   | ۸/۲۲ <sup>b</sup>  | مواد جامد بدون چربی (درصد)                                   |
| ۰/۰۲             | ۲/۶۴ <sup>c</sup>   | ۲/۷۸ <sup>b</sup>  | ۲/۹۱ <sup>a</sup>   | ۲/۹۳ <sup>a</sup>  | مواد جامد بدون چربی (کیلوگرم در روز)                         |

a, b, c میانگین‌هایی که در یک ردیف دارای حرف مشترک نیستند در سطح ۵ درصد تفاوت معنی داری دارند.

۱- اشتباه معیار کل میانگین‌ها

۲- ((کیلوگرم در روز) تولید چربی × ۱۵) + ((کیلوگرم در روز) تولید شیر × ۰/۴) = (کیلوگرم در روز) شیر تصحیح شده برای ۴ درصد چربی

۳- ((کیلوگرم در روز) تولید پروتئین × ۷/۲) + ((کیلوگرم در روز) تولید چربی × ۱۲/۹۵) + ((کیلوگرم در روز) تولید شیر × ۰/۳۲۷) = (کیلوگرم در روز) شیر تصحیح شده برای انرژی

جدول ۳- بازدهی استفاده از نیتروژن و انرژی برای تولید شیر در گاوهای تغذیه شده با جیره‌های آزمایشی

| SEM <sup>۱</sup> | منبع نشاسته در جیره  |                     |                      |                     | صفت اندازه‌گیری شده                           |
|------------------|----------------------|---------------------|----------------------|---------------------|---|
|                  | سیب‌زمینی            | ذرت                 | جو                   | گندم                |   |
| ۰/۰۲             | ۱/۷۱ <sup>c</sup>    | ۱/۸۰ <sup>b</sup>   | ۱/۸۳ <sup>ab</sup>   | ۱/۸۷ <sup>a</sup>   | بازدهی تولید شیر <sup>۲</sup>                 |
| ۰/۰۰۷            | ۰/۶۶ <sup>b</sup>    | ۰/۷۲ <sup>a</sup>   | ۰/۷۰ <sup>a</sup>    | ۰/۷۰ <sup>a</sup>   | بازدهی استفاده از انرژی خالص <sup>۳</sup>     |
| ۲/۶۴             | ۱۵۴/۱۸ <sup>b</sup>  | ۱۶۷/۳۰ <sup>a</sup> | ۱۶۶/۰۴ <sup>a</sup>  | ۱۶۹/۴۳ <sup>a</sup> | نیتروژن شیر (گرم در روز)                      |
| ۴/۸۲             | ۵۴۶/۲۰ <sup>ab</sup> | ۵۳۷/۴۴ <sup>b</sup> | ۵۵۰/۵۱ <sup>ab</sup> | ۵۵۹/۲۶ <sup>a</sup> | مصرف نیتروژن (گرم در روز)                     |
| ۰/۲۴             | ۲۸/۳۵ <sup>c</sup>   | ۳۱/۲۸ <sup>a</sup>  | ۳۰/۲۵ <sup>b</sup>   | ۳۰/۲۷ <sup>b</sup>  | بازدهی استفاده از نیتروژن <sup>۴</sup> (درصد) |

a, b, c میانگین‌هایی که در یک ردیف دارای حرف مشترک نیستند در سطح ۵ درصد تفاوت معنی داری دارند.

۱- اشتباه معیار کل میانگین‌ها

۲- (کیلوگرم در روز) ماده خشک مصرفی ÷ (کیلوگرم در روز) تولید شیر = بازدهی تولید شیر

۳- (مگا کالری در روز) انرژی خالص مصرف شده ÷ (مگا کالری در روز) انرژی خالص شیر = بازدهی استفاده از انرژی خالص

۴- (گرم در روز) نیتروژن مصرف شده ÷ (گرم در روز) نیتروژن شیر = بازدهی استفاده از نیتروژن خوراک برای تولید شیر

جدول ۴- گوارش‌پذیری ظاهری مواد مغذی در کل دستگاه گوارش و دفع ماده خشک و نیتروژن در گاوهای تغذیه شده با جیره‌های آزمایشی

| SEM <sup>۱</sup> | منبع نشاسته در جیره |                     |                     |                     | ماده مغذی   |
|------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---|
|                  | سیب‌زمینی           | ذرت                 | جو                  | گندم                |   |
| ۱/۲۲             | ۴۱/۴۸ <sup>c</sup>  | ۵۶/۷۸ <sup>a</sup>  | ۴۶/۹۸ <sup>b</sup>  | ۵۹/۴۷ <sup>a</sup>  | ماده خشک (درصد)   |
| ۰/۹۳             | ۴۸/۱۶ <sup>c</sup>  | ۵۹/۸۲ <sup>a</sup>  | ۵۲/۰۳ <sup>b</sup>  | ۶۱/۳۸ <sup>a</sup>  | ماده آلی (درصد)   |
| ۱/۸۰             | ۵۰/۴۳ <sup>b</sup>  | ۶۲/۱۳ <sup>a</sup>  | ۵۴/۴۷ <sup>b</sup>  | ۶۵/۲۶ <sup>a</sup>  | پروتئین خام (درصد)  |
| ۰/۷۶             | ۸۱/۳۷ <sup>b</sup>  | ۸۶/۳۱ <sup>a</sup>  | ۸۱/۷۰ <sup>b</sup>  | ۸۵/۵۸ <sup>a</sup>  | چربی خام (درصد)   |
| ۱/۹۰             | ۳۰/۳۳ <sup>c</sup>  | ۴۳/۹۰ <sup>ab</sup> | ۳۸/۵۴ <sup>b</sup>  | ۴۵/۷۷ <sup>a</sup>  | NDF (دیواره سلولی) (درصد)                                   |
| ۲/۵۷             | ۲۹/۰۶ <sup>b</sup>  | ۳۱/۸۱ <sup>ab</sup> | ۳۲/۱۳ <sup>ab</sup> | ۳۹/۷۵ <sup>a</sup>  | ADF (دیواره سلولی بدون همی سلولز) (درصد)                    |
| ۰/۲۰             | ۱۰/۹۶ <sup>a</sup>  | ۸/۰۶ <sup>cd</sup>  | ۹/۸۱ <sup>b</sup>   | ۷/۷۲ <sup>d</sup>   | ماده خشک دفع شده از راه مدفوع <sup>۲</sup> (کیلوگرم در روز) |
| ۱۰/۷۰            | ۲۷۰/۵۱ <sup>a</sup> | ۲۰۳/۴۱ <sup>b</sup> | ۲۰۵/۵۵ <sup>a</sup> | ۱۹۴/۴۷ <sup>b</sup> | نیتروژن دفع شده از راه مدفوع <sup>۳</sup> (گرم در روز)      |

a, b, c میانگین‌هایی که در یک ردیف دارای حرف مشترک نیستند در سطح ۵ درصد تفاوت معنی داری دارند.

۱- اشتباه معیار کل میانگین‌ها

۲- دفع ماده خشک و نیتروژن از راه مدفوع با توجه به داده‌های خاکستر نامحلول در اسید (AIA) محاسبه شده‌اند.

افزایش یافت. اختلافات مشاهده شده در درصد چربی شیر می‌تواند به تفاوت در الگوی تخمیر شکمبه‌ای (Moren, 1986) و مکان و مقدار هضم این منابع نشاسته ارتباط داشته باشد (Okine & Kennelly, 1994). تجزیه کندتر نشاسته ذرت در مقایسه با نشاسته گندم یا جو در شکمبه می‌تواند تولید پیش‌سازهای مورد نیاز برای سنتز چربی شیر در پستان (استات و بوتیرات) را افزایش دهد. شکمبه مکان اصلی هضم نشاسته در گاو است (Tanaguchi et al., 1995). مطالعات *In Vivo* (Savant, 1997; Savant et al., 1994) نشان داده که با افزایش سرعت تجزیه‌پذیری نشاسته در شکمبه گاوها نسبت استات و بوتیرات به پروپیونات در مایع شکمبه

در مطالعه حاضر تغذیه جیره دارای ذرت در مقایسه با دیگر جیره‌ها باعث افزایش درصد چربی شیر گاوها شد ( $P < 0.05$ ). درصد چربی بالاتر در شیر گاوهای تغذیه شده با جیره دارای ذرت در مقایسه با جیره دارای جو یا گندم توسط Cabrita et al. (2009) و Gozho & Mutsvangwa (2008) نیز گزارش شد. اما در آزمایش‌های دیگر (Silveira et al., 2007; Khorasani et al., 2001) درصد چربی شیر تحت تأثیر منبع نشاسته جیره قرار نگرفت. Jurjanz et al. (1998)، اثر منبع نشاسته (سیب‌زمینی یا گندم) را در غلظت‌های پایین و متوسط بر درصد چربی شیر مشاهده نکردند. اما در غلظت بالای سیب‌زمینی جیره، درصد چربی شیر گاوها

می‌توان به قابلیت هضم پایین ماده خشک در کل دستگاه گوارش و دفع بالاتر ماده خشک از مدفوع در این گاوها ارتباط داد.

مصرف نیتروژن (جدول ۳) تحت تأثیر منبع نشاسته جیره قرار نگرفت ( $P > 0.05$ ). دلیل آن را می‌توان به عدم تأثیر منبع نشاسته جیره‌ها بر مصرف ماده خشک و همچنین فرموله کردن جیره‌ها بر اساس پروتئین یکسان ارتباط داد. بازدهی مورد استفاده قرار گرفتن نیتروژن خوراک در گاوهای تغذیه شده با جیره دارای جو یا گندم، متوسط و در گاوهای تغذیه شده با جیره دارای سیب‌زمینی یا ذرت به ترتیب پایین‌ترین و بالاترین بود (جدول ۳). دلیل پایین بودن بازدهی مورد استفاده قرار گرفتن نیتروژن خوراک در گاوهای تغذیه شده با جیره دارای سیب‌زمینی را می‌توان به قابلیت هضم پایین پروتئین خام در کل دستگاه گوارش و دفع بالاتر نیتروژن از مدفوع در آنها ارتباط داد. در مطالعه حاضر، بازدهی پایین‌تر نیتروژن خوراک در گاوهای تغذیه شده با جیره دارای سیب‌زمینی ممکن است تا حدودی به سنتز پروتئین میکروبی پایین‌تر و غلظت آمونیاک بالاتر در شکمبه آنها ارتباط داشته باشد. Surber & Bowman (1998)، گزارش کرد که بالاتر بودن قابلیت هضم شکمبه‌ای و پس از شکمبه‌ای نشاسته جو در مقایسه با نشاسته ذرت ممکن است باعث تولید انرژی بیشتر و بهبود ضریب تبدیل خوراک شود. آنها گزارش کردند که سنتز نیتروژن میکروبی در تلیسه‌های تغذیه شده با جو در مقایسه با آنهايي که با ذرت تغذیه شدند، ۱۷ درصد بیشتر بود. Theurer et al. (1999)، نشان دادند که کاهش در مصرف نشاسته کل یا نشاسته قابل تجزیه در شکمبه با کاهش جریان نیتروژن میکروبی در گاوهای شیرده همراه است.

اثر جیره‌های آزمایشی بر گوارش‌پذیری مواد مغذی در کل دستگاه گوارش و دفع ماده خشک و نیتروژن از مدفوع در جدول ۴ آمده است. گوارش‌پذیری ماده خشک، ماده آلی، پروتئین خام و چربی خام در کل دستگاه گوارش گاوهای تغذیه شده با جیره‌های دارای گندم یا ذرت در مقایسه با جیره‌های دارای جو یا سیب‌زمینی بالاتر بود ( $P < 0.05$ ). گوارش‌پذیری NDF و ADF در کل دستگاه گوارش گاوهای تغذیه شده با

کاهش می‌یابد. در شرایطی که جیره باعث کاهش pH شکمبه می‌شود، مسیر بیوهیدروژناسیون اسیدهای چرب غیراشباع ۱۸ کربنه مختل شده و تولید اسیدهای چرب ترانس افزایش می‌یابد. بسیاری از این اسیدهای چرب ترانس، سنتز چربی شیر در بافت پستان را مهار می‌کنند (Griinari et al., 1998).

منبع نشاسته جیره بر درصد پروتئین شیر اثری نداشت ( $P > 0.05$ ) اما جیره‌های دارای گندم، جو یا ذرت در مقایسه با جیره دارای سیب‌زمینی تولید پروتئین شیر را افزایش دادند ( $P < 0.05$ ). در مطالعه Cabrita et al. (2009)، Khorasani et al. (2001) و Silveira et al. (2007)، نیز مشابه با نتایج آزمایش حاضر، درصد پروتئین شیر گاوها تحت تأثیر منبع نشاسته جیره قرار نگرفت. در آزمایش Gozho & Mutsvangwa (2008)، درصد پروتئین شیر گاوهای تغذیه شده با جیره دارای ذرت در مقایسه با جیره دارای یولاف بالاتر بود، اما اختلافی در درصد پروتئین شیر گاوهای تغذیه شده با جیره دارای ذرت، گندم یا جو مشاهده نشد.

اثر جیره‌های آزمایشی بر بازدهی استفاده از نیتروژن و انرژی برای تولید شیر در جدول ۳ آمده است. بازدهی تولید شیر به صورت نسبت تولید شیر به ماده خشک مصرف شده و نسبت انرژی خالص شیر به انرژی خالص مصرف شده تعریف می‌شود که در گاوهای تغذیه شده با جیره‌های دارای گندم، جو یا ذرت در مقایسه با جیره دارای سیب‌زمینی بالاتر بود ( $P < 0.05$ ). در آزمایش Silveira et al. (2007)، بازدهی انرژی خالص شیردهی در گاوهای تغذیه شده با جیره دارای جو در مقایسه با گاوهای تغذیه شده با جیره دارای ذرت بالاتر بود. اما، بازدهی تولید شیر (نسبت تولید شیر به ماده خشک مصرف شده) تحت تأثیر جیره‌های آزمایشی قرار نگرفت. بازدهی استفاده از انرژی نشاسته زمانی که در روده کوچک هضم و به صورت گلوکز جذب می‌شود در مقایسه با زمانی که در شکمبه تخمیر و به پروپیونات و سپس در کبد به گلوکز تبدیل می‌شود، بالاتر است (Reynolds, 2006). Theurer et al. (1999)، بیان کردند که هضم بیشتر نشاسته در شکمبه، تولید شیر را افزایش می‌دهد. در مطالعه حاضر، بازدهی پایین تولید شیر در گاوهای تغذیه شده با جیره دارای سیب‌زمینی را

مکانیسمی برای هضم آنزیمی پروتئین میکروبی در انتهای روده وجود ندارد، از مدفوع دفع می‌شود و بنابراین گوارش‌پذیری پروتئین خام در کل دستگاه گوارش را کاهش می‌دهد (Orskov et al., 1970). علاوه بر این، تفاوت در گوارش‌پذیری پروتئین خام جیره‌های آزمایشی ممکن است به دلیل اختلاف در گوارش‌پذیری پروتئین دانه‌های غلات نیز باشد (McAllister et al., 1993).

اثر جیره‌های آزمایشی بر غلظت فراسنجه‌های پلاسمای گاوها در جدول ۵ آمده است. غلظت‌های گلوکز، کلسترول کل، کلسترول HDL و کلسترول LDL پلاسمای گاوها تحت تأثیر منابع نشاسته جیره‌ها قرار نگرفت ( $P > 0.05$ )، اما غلظت تری‌گلیسریدهای پلاسما در گاوهای تغذیه شده با جیره دارای سیب‌زمینی در مقایسه با دیگر جیره‌ها بالاتر بود ( $P < 0.05$ ). در آزمایش‌های دیگر (Grings et al., 1992; Silveira et al., 2007; Cabrita et al., 2009) منابع نشاسته جیره بر غلظت گلوکز پلاسما اثری نداشتند، که با نتایج آزمایش حاضر مطابقت دارد.

جیره دارای گندم در مقایسه با جیره‌های دارای ذرت، جو یا سیب‌زمینی بالاتر بود ( $P < 0.05$ ). در آزمایش Silveira et al. (2007)، جیره دارای ذرت در مقایسه با جیره دارای جو باعث افزایش گوارش‌پذیری ماده خشک، ماده آلی و چربی خام در گاوهای شیرده شد اما بر گوارش‌پذیری پروتئین خام و NDF اثری نداشت. در آزمایش Gozho & Mutsvangwa (2008) گوارش‌پذیری ماده خشک، ماده آلی و NDF توسط منابع نشاسته جیره (گندم، جو، ذرت یا یولاف) تحت تأثیر قرار نگرفت، اما گوارش‌پذیری پروتئین در گاوهای تغذیه شده با جیره دارای یولاف بالاتر بود. در مطالعه حاضر، گوارش‌پذیری پایین پروتئین خام در گاوهای تغذیه شده با جیره‌های دارای جو یا سیب‌زمینی در مقایسه با جیره‌های دارای گندم یا ذرت را ممکن است بتوان به میزان تجزیه پایین نشاسته در شکمبه و میزان بالای نشاسته هضم نشده که به انتهای روده می‌رسد، ارتباط داد. سطوح بالای نشاسته هضم نشده و وارد شده به انتهای روده ممکن است سنتز پروتئین میکروبی را افزایش دهد (Orskov et al., 1970). به دلیل اینکه

جدول ۵- فراسنجه‌های پلاسمای گاوهای تغذیه شده با جیره‌های آزمایشی (میلی‌گرم در دسی لیتر)

| SEM <sup>۱</sup> | منبع نشاسته در جیره |                    |                   |                   | فراسنجه‌ها  |
|------------------|---------------------|--------------------|-------------------|-------------------|-------------|
|                  | سیب‌زمینی           | ذرت                | جو                | گندم              |             |
| ۲/۰۵             | ۵۳/۵                | ۵۳/۲               | ۵۰/۰              | ۵۰/۷              | گلوکز       |
| ۰/۳۷             | ۱۴/۳ <sup>a</sup>   | ۱۳/۰ <sup>ab</sup> | ۱۲/۰ <sup>b</sup> | ۱۲/۰ <sup>b</sup> | تری‌گلیسرید |
| ۹/۲۰             | ۲۱۵/۰               | ۲۱۹/۷              | ۲۰۳/۷             | ۲۱۳/۵             | کلسترول کل  |
| ۵/۸۱             | ۱۲۴/۵               | ۱۲۷/۵              | ۱۲۳/۷             | ۱۰۹/۰             | کلسترول HDL |
| ۵/۷۵             | ۸۶/۵                | ۸۲/۰               | ۸۶/۰              | ۸۲/۷              | کلسترول LDL |

a, b, c میانگین‌هایی که در یک ردیف دارای حرف مشترک نیستند در سطح ۵ درصد تفاوت معنی داری دارند.  
۱- اشتباه معیار کل میانگین‌ها

## نتیجه‌گیری

نیترژن در گاوها را افزایش داد. با توجه به نتایج این آزمایش، تغذیه دانه‌های غلات (به ویژه گندم) در مقایسه با سیب‌زمینی می‌تواند بر قابلیت هضم مواد مغذی، بازدهی استفاده از نیترژن خوراک و تولید شیر اثر مثبت داشته باشد و از سیب‌زمینی خام می‌توان در شرایط خاص اقتصادی (قیمت ارزان‌تر در مقایسه با دانه‌های غلات) به عنوان منبع نشاسته برای تأمین انرژی در جیره گاوهای شیرده استفاده کرد.

نتایج این آزمایش نشان داد که اثر تغذیه جیره‌های دارای دانه گندم، دانه جو، دانه ذرت و سیب‌زمینی بر مصرف ماده خشک در گاوهای شیرده معنی‌دار نبود. گاوهای تغذیه شده با جیره دارای گندم تولید شیر و بازدهی تولید شیر بالاتری داشتند. درصد چربی شیر در گاوهای تغذیه شده با جیره دارای ذرت بالاتر بود اما، درصد پروتئین توسط منبع نشاسته تحت تأثیر قرار نگرفت. تغذیه جیره دارای ذرت، بازدهی استفاده از



## REFERENCES

1. AOAC. (1990). *Official methods of analysis*. (15<sup>th</sup> ed.). AOAC, Washington, DC.
2. Cabrita, A. R. J., Dewhurst, R. J., Abreu, J. M. F. & Fonseca, A. J. M. (2006). Evaluation of the effects of synchronizing the availability of N and energy on rumen function and production responses of dairy cows – A review. *Anim. Res*, 55, 1-24.
3. Cabrita, A. R. J., Vale, J. M. P., Bessa, R. J. B., Dewhurst, R. J. & Fonseca, A. J. M. (2009). Effects of dietary starch source and buffers on milk responses and rumen fatty acid biohydrogenation in dairy cows fed maize-based diets. *Anim Feed Sci Technol*, 152, 267-277.
4. DeVisser, H., Van Der Togt, P. L. & Tamminga, S. (1990). Structural and non-structural carbohydrates in concentrate supplements of silage-based dairy cow rations: 1. Feed intake and milk production. *Neth. J. Agric. Sci*, 38, 487-498.
5. Eriksson, T., Murphy, M., Ciszuk, P. & Burstedt, E. (2004). Nitrogen balance, microbial protein production, and milk production in dairy cows fed fodder beets and potato, or barley. *J Dairy Sci*, 87, 1057-1070.
6. Gozho, G. N. & Mutsvangwa, T. (2008). Influence of carbohydrate source on ruminal fermentation characteristics, performance, and microbial protein synthesis in dairy cows. *J Dairy Sci*, 91, 2726-2735.
7. Griinari, J. M., Dwyer, D. A., McGuier, M. A., Bauman, D. E., Palmquist, D. L. & Nurmela, K. V. (1998). Trans-octadecenoic acids and milk fat depression in lactating dairy cows. *J Dairy Sci*, 81, 1251-1261.
8. Grings, E. E., Roffler, R. E. & Deitelhoff, D. P. (1992). Evaluation of corn and barley as energy sources for cows in early lactation fed alfalfa-based diets. *J Dairy Sci*, 75, 193-200.
9. Hall, M. B. (2004). Short communication: Effect of carbohydrate fermentation rate on estimates of mass fermented and milk response. *J Dairy Sci*, 87, 1455-1456.
10. Hall, M. B., Larson, C. C. & Wilcox, C. J. (2010). Carbohydrate source and protein degradability alter lactation, ruminal, and blood measures. *J Dairy Sci*, 93, 311-322.
11. Huntington, G. B. (1997). Starch utilization by ruminants: from basics to the bunk. *J Anim Sci*, 5, 852-867.
12. Jurjanz, S., Colin-Shoellen, O., Gardeur, J. N. & Laurent, F. (1998). Alteration of milk fat by variation in the source and amount of starch in a total mixed diet fed to dairy cows. *J Dairy Sci*, 81, 2924-2933.
13. Karkalas, J. (1985). An improved enzymatic method for the determination of native and modified starch. *J Sci Food Agric*, 36, 1019-1027.
14. Khorasani, G. R., Okine, E. K. & Kennelly, J. J. (2001). Effects of substituting barley grain with corn on ruminal fermentation characteristics, milk yield and milk composition of Holstein cows. *J Dairy Sci*, 84, 2760-2769.
15. McAllister, T. A., Phillippe, R. C., Rode, L. M. & Cheng, K. J. (1993). Effect of the protein matrix on the digestion of cereal grains by ruminal microorganisms. *J Anim Sci*, 71, 205-212.
16. Mertens, D. R. (1997). Creating a system for meeting the fiber requirements of dairy cows. *J Dairy Sci*, 80, 1463-1481.
17. Monteils, V., Jurjanz, S., Colin-Schoellen, O., Blanchart, G. & Laurent, F. (2002). Kinetics of ruminal degradation of wheat and potato starches in total mixed rations. *J Anim Sci*, 80, 235-241.
18. Moren, J. B. (1986). Cereal grains in complete diets for dairy cows: A comparison of rolled barley, wheat and oats and other method of processing oats. *Anim Prod*, 43, 27-36.
19. National Research Council. (2001). *Nutrient requirements of dairy, cattle*. (7<sup>th</sup> ed.). National Academy of Sciences., Washington, DC.
20. Nocek, J. E. & Tamminga, S. (1991). Site of digestion of starch in the gastrointestinal tract of dairy cows and its effects on milk yield and composition. *J Dairy Sci*, 74, 3598-3629.
21. Okine, E. & Kennelly, J. J. (1994). From fiber to starch: The evaluation of the cow. *Adv. Dairy Technol*, 6, 187-198.
22. Orskov, E. R., Fraser, R. C., Mason, V. C. & Mann, S. O. (1970). Influence of starch digestion in the large intestine of sheep on caecal fermentation, caecal microflora and fecal nitrogen excretion. *Br J Nutri*, 24, 671-682.
23. Reynolds, C. K. (2006). Production and metabolic effects of site of starch digestion in dairy cattle. *Anim Feed Sci Technol*, 130, 78-94.
24. Rode, L. M. & Satter, L. D. (1988). Effect of amount and length of alfalfa hay in diets containing barley or corn on site of digestion and rumen microbial protein synthesis in dairy cows. *Can J Anim Sci*, 68, 445-454.
25. SAS Institute. (1999). *SAS/STAT User's Guide: Statistics*, version 8.01 Edition. SAS Inst., Inc., Cary, North Carolina.
26. Sauvant, D. (1997). Consequences digestives et zootechniques des variations de la vitesse de digestion

- de lamidon chez les ruminants. *Inst. Natl. Rech. Agron. Prod. Anim*, 10, 287-300.
27. Sauvant, D., Chapoutot, P. & Archimede, H. (1994). La digestion des amidons par les ruminants et ses consequences. *Inst. Natl. Rech. Agron. Prod. Anim*, 7, 115-124.
  28. Silveira, C., Oba, M., Beauchemin, K. A. & Helm, J. (2007). Effect of grains differing in expected ruminal fermentability on the productivity of lactating dairy cows. *J. Dairy Sci*, 90, 2852-2859.
  29. Surber, L. M. M. & Bowman, J. G. L. (1998). Monensin effects on digestion of corn or barley high concentrate diets. *J Anim Sci*, 76, 1945-1954.
  30. Tanaguchi, K., Huntington, G. B. & Glenn, B. P. (1995). Net nutrient flux by visceral tissues of beef steers given abomasal and ruminal infusions of casein and starch. *J Anim Sci*, 73, 236-249.
  31. Tester, R. F., Qi, X. & Kaekalas, J. (2006). Hydrolysis of native starches with amylases. *Anim. Feed Sci. Technol*, 130, 39-54.
  32. Theurer, C. B., Huber, J. T., Delgado-Elorduy, A. & Wanderley, R. (1999). Invited review: Summary of steam-flaking corn or sorghum grain for lactating dairy cows. *J. Dairy Sci*, 82, 1950-1959.
  33. Van Keulen, J. & Young, B. A. (1977). Evaluation of acid – insoluble ash as a natural marker in ruminant digestibility studies. *J Anim Sci*, 44, 282-287.
  34. Van Soest, P. J., Robertson, J. B. & Lewis, B. A. (1991). Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and non-starch polysaccharaides in relation to animal nutrition. *J. Dairy Sci*, 74, 3593-3597.
  35. Wang, M., Jiang, J., Tan, Z. L., Tang, S. X., Sun, Z. H. & Han, H. F. (2009). In situ ruminal crude protein and starch degradation of three classes of feedstuffs in goats. *J. Appl. Anim. Res*, 36, 23-28.