نشریه پژوهشهای علوم دامی ایران
جلد ۹، شماره ۱، بهار ۱۳۹۶، ص. ۱۲-۱

Iranian Journal of Animal Science Research
Vol. 9, No. 1, Spring 2017, p. 1-12

اثر کربوهیدرات‌های غیر الیافی بر قابلیت عملکرد و خصوصیات هضمی مواد مغذی در گاوهای شیرده هلشتاین

سعید کامل ارومیه[۱]- عباسعلی ناصریان[۲*]- رضا ولی زاده[۲]- فاطمه هلن قانع[۳]- محمد بنایان اول[۴]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۳/۰۲/۲۸
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۳/۱۲/۱۷

چکیده

جهت تعیین سطح مناسب کربوهیدرات های غیر الیافی و اثر آن بر ماده خشک مصرفی، تولید و ترکیبات شیر، قابلیت هضم ظاهری ترکیبات خوراک، فراسنجه‌های شکمبه‌ای و وزن بدن تعداد ۸ رأس گاو شیری هلشتاین با چند شکم زایش و میانگین روزهای شیردهی ۲۸±۱۰۷ و میانگین وزن ۶۸±۶۴۴ کیلوگرم در قالب طرح مربع لاتین ۴×۴ تکرار شده با دوره‌های آزمایش ۲۱ روزه مورد استفاده قرار گرفت. تیمارهای آزمایش به ترتیب شامل ۳۳، ۳۶، ۳۹ و ۴۲ درصد NFC در ماده خشک جیره بود. از جایگزینی ذرت و کنجاله سویا با سبوس گندم جهت دستیابی به سطح مورد نیاز کربوهیدرات غیر الیافی استفاده شد. افزایش NFC جیره منجر به افزایش معنی‌دار در میزان مصرف ماده خشک، تولید شیر روزانه، FCM ۳/۵ درصد و پروتئین، لاکتوز و مواد جامد فاقد چربی شیر شد. این در صورتی بود که درصد چربی شیر به طور معنی‌داری کاهش یافت. با افزایش NFC وزن بدن افزایش یافت با این حال تیمارها تأثیر معنی‌داری بر آن نداشتند. درصد ماده خشک مصرفی به ازای وزن بدن تحت تأثیر تیمارها قرار نگرفت. میزان کل پروتئین شیر با افزایش NFC، افزایش یافت. همچنین با افزایش NFC میزان کل چربی شیر افزایش یافت، اما تأثیر معنی‌داری مشاهده نشد. افزایش NFC منجر به افزایش معنی‌دار قابلیت هضم پروتئین خام، کربوهیدرات غیر الیافی، ماده خشک و ماده آلی خوراک شد. pH و نیتروژن آمونیاکی شکمبه با افزایش NFC کاهش پیدا کردند به طوری که این کاهش برای نیتروژن آمونیاکی معنی‌دار بود. نتایج این آزمایش نشان می‌دهد که افزایش کربوهیدرات‌های غیر الیافی به طور معنی‌داری موجب افزایش تولید و اغلب ترکیبات شیر می‌شود. به نظر می‌رسد جیره‌های گاوهای شیری در ابتدای دوره شیردهی می‌بایست حاوی بیش از ۳۶ درصد NFC در ماده خشک جیره باشد.

واژه‌های کلیدی: عملکرد،کربوهیدرات‌های غیر الیافی، گاو شیری، مصرف خوراک.

مقدمه

کربوهیدرات‌ها مهم‌ترین منبع انرژی و پیش ماده تولید چربی و قند در شیر گاوها می‌باشند. کربوهیدرات‌ها بزرگ‌ترین بخش در جیره غذایی گاوهای شیری هستند و بین ۶۰ تا ۷۰ درصد از انرژی خالص مورد نیاز برای شیر را تشکیل می‌دهند. نه تنها این ترکیبات منبع اصلی انرژی برای گاوهای شیری هستند، بلکه تأمین کننده پیش‌سازهای سه ترکیب شیر یعنی لاکتوز، چربی و پروتئین نیز می‌باشند. برای تولید شیر ترکیب شیمیایی، خصوصیات فیزیکی و روند هضمی کربوهیدرات‌ها بر مصرف خوراک، هضم، استفاده از کل جیره و قابلیت دسترسی غده پستان به مواد مغذی اثر دارند. کربوهیدرات‌ها از طریق تأمین انرژی و واحدهای کربنی برای گاوها نقش اصلی خود را در تولید شیر ایفا می‌کنند (۳). میکروارگانیسم‌های شکمبه، کربوهیدرات‌ها را به اسیدهای چرب فرار تبدیل می‌کنند. قسمت اعظم اسیدهای چرب فرار جذب شده توسط گاوها برای تأمین انرژی مورد نیاز نگهداری، تولید شیر و بافت‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرند. به طور عمده کربوهیدرات‌ها به دو دسته فیبری (ساختمانی) و غیر فیبری (غیر الیافی) تقسیم می‌شوند. تعیین کمیت مناسب کربوهیدرات‌های غیر الیافی[۵] در به تعادل رساندن جیره‌های غذایی برای گاوهای شیری

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد تغذیه دام، گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد،
۲- استاد گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد،
۳- استاد گروه ریاضی محض، دانشکده ریاضی، دانشگاه فردوسی مشهد،
۴- استاد گروه زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد.
(*- نویسنده مسئول: (Email: absalin@yahoo.com
DOI: 10.22067/ijasr.v2i1.35243

5- NFC

از لحاظ گوناگون اهمیت ویژه‌ای دارد (۳ و ۱۲). در حال حاضر سطوح مورد نیاز کربوهیدرات‌های ساختمانی[1] شناخته شده و در دسترس می‌باشد. در صورتی که سطح مطلوب کربوهیدرات‌های غیر الیافی به طور دقیق تعریف نشده است (۳). کربوهیدرات‌های غیر الیافی شامل نشاسته، قندها، پکتین‌ها و بتاگلوکان‌ها می‌باشد و از طریق کسر CP، NDF و EE، از OM با تصحیح مقدار CP باند شده با NDF به دست می‌آید (۳۲). به نظر می‌رسد در جیره گاوهای شیری دامنه ۳۵ تا ۴۲ درصد NFC در ماده خشک جیره روش رایجی برای افزایش غلظت انرژی و بنابراین تولید شیر باشد (۱۲). تا امروز نتایج متفاوتی از اثر کربوهیدرات‌های غیر الیافی بر مصرف خوراک و تولید شیر گزارش شده است، نتایج برخی از تحقیقات حاکی از افزایش مصرف خوراک و تولید شیر با افزایش کمیت NFC است (۱۳، ۲۴ و ۲۵)، با این وجود تحقیقات دیگری تفاوت معنی‌داری در میزان مصرف خوراک و تولید شیر را نشان ندادند (۳، ۲۱، ۲۸ و ۲۹). به‌علاوه به دلیل آنکه افزایش سطوح NFC در جیره منجر به کاهش pH شکمبه، اسیدهای چرب فرار و چربی شیر می‌شود تعیین سطح مناسب NFC در جیره گاوهای شیری اهمیت به سزایی دارد (۲۱، ۲۸ و ۲۹). از سال ۱۹۸۸ تا کنون میزان مطلوب سطح NFC در جیره‌هایی بر پایه سیلاژ یونجه و ذرت به نسبت ۵۰ : ۵۰ را در محدوده ۳۵ تا ۴۵ درصد جیره می‌دانند (۳، ۱۵ و ۲۸). در راستای آن نتایج برخی تحقیقات کاهش تولید شیر را زمانی که NFC جیره بیشتر از ۴۵ تا ۵۰ درصد و یا کمتر از ۲۵ تا ۳۰ درصد بود نشان دادند (۱۰ و ۲۱). همچنین تفاوت کمی در تولید شیر زمانی که NFC در محدوده ۳۵ تا ۴۰ درصد بود نیز گزارش شد (۱۰). بنابراین هدف از انجام این آزمایش ارزیابی سطوح مختلف کربوهیدرات‌های غیر الیافی در دامنه ۳۳ تا ۴۲ درصد بر میزان ماده خشک مصرفی، تولید شیر، ترکیبات شیر، فراسنجه‌های شکمبه‌ای و وزن بدن در گاوهای شیری هلشتاین بود.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در محل گاوداری آموزشی-تحقیقاتی (طول جغرافیایی ۵۹ درجه و ۳۷ دقیقه و عرض جغرافیایی ۳۶ درجه و ۱۶ دقیقه) و آزمایشگاه‌های دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد در زمستان ۱۳۹۱ انجام شد. تعداد ۸ رأس گاو شیری هلشتاین با چند شکم زایش و میانگین روزهای شیردهی ۲۸±۱۰۷ و میانگین وزن ۶۸±۶۴۴ کیلوگرم در قالب طرح مربع لاتین ۴×۴ تکرار شده با دوره‌های آزمایش ۲۱ روزه (۱۴ روز عادت پذیری و هفت روز نمونه‌گیری) استفاده شد. تیمارهای آزمایش به ترتیب شامل ۳۳، ۳۶، ۳۹ و ۴۲ درصد NFC در ماده خشک جیره با میزان پروتئین خام ۱۷/۵ درصد در ماده خشک جیره بود که بر اساس احتیاجات غذایی NRC تنظیم شد (۱۶). جیره‌ها به صورت کاملاً مخلوط در دو نوبت صبح، ساعت ۹ و شب، ساعت ۲۱ در اختیار گاوها قرار گرفتند. نمونه‌هایی از خوراک، باقی‌مانده خوراک و مدفوع در ۵ روز جمع‌آوری شد. گاوها در سه نوبت صبح، ظهر و شب، شیردوشی و مجموع سه وعده برای هر گاو ثبت شد. درصد چربی و پروتئین شیر توسط دستگاه میلکو اسکن تعیین شد. نمونه‌هایی از خوراک، باقی‌مانده خوراک و مدفوع در آون در دمای ۶۰ درجه سانتی‌گراد تا ثابت شدن وزن آنها قرار داده شد، سپس آسیاب و با استفاده از توری ۲ میلی‌متری صاف شد. میزان ماده خشک (روش شماره ۹۳۴/۰۱)، خاکستر (روش شماره ۹۴۲/۰۵) و کل نیتروژن (روش شماره ۲۰۰۱/۱۱) بر اساس AOAC اندازه گیری شد (۱). میزان پروتئین خام با ضرب مقدار کل نیتروژن در عدد ۶/۲۵ محاسبه شد. میزان ADF و NDF بر اساس روش ون سوست، اندازه‌گیری شد (۳۲). نتایج حاصل از آزمایش با مدل Mixed (GeneralLinear Model) برنامه آماری SAS ویرایش۹/۱ در قالب طرح مربع لاتین ۴×۴ تکرار شده مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند. مدل آماری طرح به صورت ذیل بود.

$$Y_{ijk}=\mu + T_i + P_j + C_k + \varepsilon_{ijk} \quad (۱)$$

در این معادله، Y_{ijk} بیانگر مقدار مشاهده مورد نظر، μ میانگین کل متغیر وابسته، T_i اثر تیمار آزمایش، P_j اثر دوره آزمایش، C_k اثرگاو و ε_{ijk} خطای آزمایشی می‌باشد.

برای مقایسه میانگین تیمارها، در صورت معنی‌دار شدن اثر تیمار در سطح ۰/۰۵ خطا، از آزمون چند دامنه‌ای دانکن استفاده شد.

نتایج و بحث

تیمارها بر اساس ۱۷/۵ درصد پروتئین خام بر پایه ماده خشک جیره تنظیم شدند. با این حال مقدار پروتئین خام تیماری که بیشترین میزان NFC را داشت (۴۲ درصد ماده خشک جیره) ۱۷/۴ درصد بود (جدول۱). میزان NDF جیره با افزایش NFC کاهش یافت و به ترتیب برای ۳۳، ۳۶، ۳۹ و ۴۲ درصد NFC میزان ۳۷/۷، ۳۴/۸، ۳۲/۲ و ۲۹/۵ درصد NDF بود (جدول۱). تفاوتی در میزان مصرف NEL در تیمارها وجود نداشت و میزان ۱/۶۳ مگاکالری در کیلوگرم ماده خشک جیره، برای تمام آنها در نظر گرفته شد (جدول ۱). تولید شیر روزانه، FCM ۳/۵ درصد ، درصد و کیلوگرم چربی، پروتئین، لاکتوز، کل مواد جامد، مواد جامد فاقد چربی تولید شده در روز در جدول ۲ نشان داده شده است.

تیمارهای آزمایشی به طور معنی‌داری بر تولید شیر، FCM ۳/۵ درصد، کیلوگرم و درصد پروتئین، درصد چربی، کیلوگرم و درصد لاکتوز، کیلوگرم مواد جامد شیر، کیلوگرم مواد جامد بدون چربی،

1- NDF

راندمان تولید شیر و راندمان نیتروژن تولید شده در شـیر، اثـر داشـتند (جدول ۲).

جدول ۱- اجزاء جیره‌های غذایی (درصد ماده خشک) و درصد ترکیب شیمیایی تیمارهای آزمایشی

Table 1- Ingredient composition of the diets

اجزاء جیره (درصد) Ingredient (%)	کربوهیدرات غیر الیافی[۱] (درصد) Non Fiber Carbohydrate[1] (%)			
	33	36	39	42
یونجه Alfalfa hay	17	17	17	17
سیلاژ ذرت Corn silage	20	20	20	20
تخم پنبه دانه Cottonseed whole	7	7	7	7
جو Barley grain, ground	5	5	5	5
ذرت Corn grain, ground	1.5	9	16	23.2
کنجاله سویا Soybean meal	10	11.5	13	14.5
کنجاله کلزا Canola meal	6	6	6	6
پودر چربی Fat supplement	2.5	2.5	2.3	2.3
سبوس گندم Wheat bran	26.5	17.5	9.2	0.5
پودر گوشت Meat meal	3	3	3	3
کربنات کلسیم Calcium carbonate	0.7	0.7	0.7	0.7
مکمل مواد معدنی و ویتامینه Vitamins and minerals premix	0.6	0.6	0.6	0.6
نمک Salt	0.2	0.2	0.2	0.2
ترکیب شیمیایی Chemical composition (% of DM)				
پروتئین خام CP	17.5	17.5	17.5	17.4
الیاف نامحلول در شوینده اسیدی NDF	22	21.1	20	19
الیاف نامحلول در شوینده خنثی ADF	37.7	34.8	32.2	29.5
چربی خام EE	6.8	6.7	6.5	6.5
انرژی خالص شیردهی (مگاکالری بر کیلوگرم ماده خشک) NEL (Mcal kg DM^{-1})	1.63	1.63	1.63	1.63
کلسیم Ca	0.9	0.9	0.9	0.9
فسفر P	0.7	0.7	0.6	0.6

[۱] کربوهیدرات غیر الیافی = ۱۰۰ – (درصد پروتئین خام + درصد الیاف نامحلول در شوینده خنثی + درصد چربی خام + درصد خاکستر)

[1] Non Fiber Carbohydrate = 100 – (Ash + Ether Extract + NDF + Crude Protein)

جدول ۲- اثر کربوهیدرات‌های غیر الیافی بر تولید و ترکیبات شیر در گاوهای شیرده هلشتاین[۱]

Table 2- Effect of increasing NFC level on milk yield and composition[1]

تولید (کیلوگرم در روز) Milk yield (kg d^{-1})	کربوهیدرات غیر الیافی (درصد) Non Fiber Carbohydrate (%)				SEM
	33	36	39	42	
شیر Milk	34.7^{a*}	34.7^{a*}	37.2^{b}	38.9^{b*}	0.707
شیر تصحیح شده ECM 3.5%	33.6^{a}	33.5^{a}	35.3^{ab}	35.9^{b}	0.680
چربی Fat	1.15	1.14	1.18	1.18	0.025
پروتئین Protein	1.04^{ab*}	1.00^{b*}	1.14^{ac}	1.21^{c*}	0.029
لاکتوز Lactose	1.60^{a*}	1.612^{a*}	1.734^{b}	1.820^{b*}	0.035
کل مواد جامد TS	4.22^{a}	4.18^{a}	4.43^{ab}	4.661^{b}	0.091
مواد جامد بدون چربی SNF	2.93^{a*}	2.94^{a*}	3.16^{b}	3.30^{b*}	0.062
راندمان تولید شیر[۲] Milk yield (kg)/ DMI (kg)	1.41^{ab}	1.35^{b*}	1.47^{ac}	1.51^{c*}	0.023
ترکیبات Composition (%)					
چربی Fat	3.32^{a*}	3.30^{a*}	3.12^{a}	3.02^{b*}	0.039
پروتئین Protein	2.84^{a}	2.90^{ab}	3.06^{bc}	3.12^{c}	0.038
لاکتوز Lactose	4.64^{a*}	4.64^{a*}	4.66^{ab}	4.68^{b*}	0.007
کل مواد جامد TS	12.20	12.10	1190	11.90	0.091
مواد جامد بدون چربی SNF	8.50	8.50	8.50	8.50	0.005
راندمان تولید نیتروژن شیر[۳] Milk N/N Intake (%)	22.70^{a*}	22.15^{a*}	25.70^{b*}	26.71^{b*}	0.540

[۱] در هر ردیف بین میانگین‌های با حروف متفاوت، اختلاف معنی‌داری وجود دارد (P<۰/۰۵).

* در هر ردیف بین میانگین‌های با حروف متفاوت، اختلاف معنی‌داری وجود دارد (P≤۰/۰۱).

[۲] راندمان تولید شیر= کیلوگرم شیر تولید شده / کیلوگرم ماده خشک مصرفی

[۳] راندمان تولید نیتروژن شیر= کیلوگرم نیتروژن تولید شده در شیر / کیلوگرم نیتروژن مصرف شده

[1]Means within same row with different superscripts differ (P<0.05).

*Means within same row with different superscripts differ (P<0.01).

گلوکز یکی از مهمترین مواد مغذی در نشخوارکنندگان است (۱۹ و ۲۷). به دلیل آنکه گلوکز مستقیما از دیواره گوارشی نشخوارکنندگان جذب نمی شود، بنابراین نشخوارکنندگان جهت تأمین نیاز انرژی خود باید از پیش‌سازهای گلوکز استفاده کنند (۱۹). مهمترین پیش‌سازهای گلوکز در نشخوارکنندگان اسیدهای چرب فرار، به‌خصوص پروپیونات می‌باشد. قسمت اعظم گلوکز در نشخوارکنندگان از پروپیونات تأمین می‌شود و در صورت کاهش سطح پروپیونات، تولید گلوکز نیز کاهش پیدا می‌کند (۲۶ و ۲۷). جذب گلوکز در زمانی که حیوان از جیره‌هایی با NFC کم استفاده می‌کند بسیار ناچیز است و مصرف گلوکز در خون سیاهرگ باب کبدی افزایش می‌یابد در نتیجه سهم کمتری از گلوکز جهت تولید، در بافت‌های بدن حیوان مهیا می‌شود، بنابراین تولید حیوان کاهش می‌یابد (۱۹، ۲۶ و ۲۷). نتایج این آزمایش انتظارات مبنی بر افزایش تولید شیر را نشان داد به طوری که تولید شیر روزانه با افزایش سطح کربوهیدرات‌های غیر الیافی افزایش یافت

اما بین تیمارهای اول با دوم و سوم با چهارم اثر معنی‌داری مشاهده نشد. این در حالی بود که بین تیمار چهارم با تیمارهای اول و دوم اثر معنی‌داری در سطح P≤۰/۰۱ و تیمار سوم با تیمارهای اول و دوم در سطح P<۰/۰۵ مشاهده شد. در آزمایش برودریک (۶) به استثناء چربی شیر، با افزایش غلظت انرژی و NFC به وسیله کاهش سطح علوفه و NDF، وزن بدن، تولید شیر و تمام مؤلفه‌های شیر از قبیل غلظت پروتئین شیر، پروتئین حقیقی شیر، لاکتوز، و مواد جامد فاقد چربی به طور خطی افزایش یافت. مطابق نتایج به دست آمده، ریوس و همکاران (۲۰) کاهش تولید شیر را با کاهش انرژی در جیره نشان دادند. همچنین هال و همکاران (۸) و اسکاب و همکاران (۲۲) بهطور معنی داری افزایش در تولید شیر را با افزایش NFC، نشان دادند. اگر چه در آزمایش مینور و همکاران (۱۴) اثر معنی‌داری از سطح NFC بر تولید شیر مشاهده نشد اما با افزایش سطح NFC تولید شیر میل به افزایش را نشان داد. در شیر تصحیح شده بر اساس ۳/۵ درصد چربی، بین تیمارهای اول، دوم و سوم تفاوت معنی‌داری وجود نداشت اما بین تیمار چهارم با تیمارهای اول و دوم در سطح P<۰/۰۵ تفاوت معنی‌داری مشاهده شد. بیشترین میزان شیر تصحیح شده بر اساس ۳/۵ درصد چربی، از آن تیمار چهارم بود. باتاجو و شاور (۳) دامنه مشابهی از تولید شیر و FCM، ۴ درصد را در سطوح ۲۴ تا ۴۲ درصد NFC برپایه ماده خشک گزارش کردند. به دلیل آنکه نرخ رقت در شکمبه (Dilution rate) رابطه عکس با تولید پروتئین میکروبی دارد (۲ و ۵) و چون افزایش سطح NFC در جیره غذایی نشخوارکنندگان می‌تواند منجر به کاهش نرخ رقت شود لذا با افزایش سطح NFC می‌توان نرخ رقت را کاهش، مقدار ماده خشک در دسترس میکروارگانیسم‌های شکمبه را افزایش داد و در پی آن تولید پروتئین میکروبی و در نتیجه تولید شیر را افزایش داد. در نشخوارکنندگان استات به عنوان پیش‌ساز چربی شیر مورد استفاده قرار می‌گیرد، بنابراین انتظار می‌رود هرچه میزان تولید استات در شکمبه افزایش پیدا کند درصد چربی شیر نیز افزایش پیدا کند (۴). اما کلید کنترل چربی شیر و سنتز چربی در بدن نشخوارکنندگان میزان پروپیونات است. در واقع نسبت دو اسید چرب فرار، پروپیونات به استات تعیین کننده میزان تولید چربی شیر و غلظت چربی شیر می‌باشد (۴). تحقیقات نشان می‌دهد (۱۱، ۲۷ و ۳۰) هرچه سهم پروپیونات نسبت به استات افزایش پیدا کند میزان تولید چربی شیر افزایش و درصد چربی شیر کاهش می‌یابد و نقطه مقابل آن افزایش سهم استات به پروپیونات است که منجر به افزایش غلظت چربی شیر و کاهش تولید چربی شیر در نشخوارکنندگان می‌شود (۳۰). از آنجا که افزایش سطح NFC منجر به افزایش تولید پروپیونات و همچنین افزایش نسبت پروپیونات به استات در شکمبه می‌شود نتایج این آزمایش انتظارات ما را در افزایش تولید چربی و کاهش درصد چربی شیر را برآورده ساخت. همان‌طور که در جدول ۲ قابل مشاهده است، در این آزمایش کیلوگرم چربی شیر تحت تأثیر تیمارها قرار نگرفت با این حال درصد چربی شیر به طور معنی‌داری با افزایش سطح کربوهیدرات‌های غیر الیافی کاهش پیدا کرد. رابینسون و همکاران (۲۱) پی بردند که درصد چربی شیر با بالا رفتن کنسانتره در جیره کاهش معنی‌داری را خواهد داشت که با نتایج این آزمایش مطابقت دارد. در آزمایش ریوس و همکاران (۲۰) میزان سطح انرژی و پروتئین بر درصد چربی شیر تأثیر گذار بود با این حال همچون نتایج به دست آمده، تفاوتی در میزان تولید چربی شیر مشاهده نشد. هال و همکاران (۸) و اسکاب و همکاران (۲۲) نتیجه گرفتند با افزایش NFC درصد چربی شیر به طور معنی‌داری کاهش می‌یابد. برخلاف نتایج آزمایش حاضر، در آزمایش هال و همکاران (۸) کیلوگرم چربی شیر تحت تأثیر تیمارها قرار گرفت و با افزایش NFC افزایش یافت. اگر چه در آزمایش مینور و همکاران (۱۴) اثر معنی‌داری از سطح NFC بر درصد چربی شیر مشاهده نشد اما با افزایش سطح NFC میل به کاهش در آن مشاهده شد. جیره‌های حاوی الیاف زیاد (NFC کم) سبب خواهند شد گلوکز بسیار کمی از روده جذب شود و لذا اسیدهای آمینه دآمینه شده و به‌عنوان منبع انرژی مصرف می‌شوند (۲۷). نتیجه این امر، کاهش میزان اسیدهای آمینه موجود در کبد و در نتیجه در پستان خواهد بود. این عامل به دو دلیل منجر به کاهش تولید پروتئین شیر می‌شود: ۱- اسید آمنیه کمتری برای تولید پروتئین شیر باقی می‌ماند، ۲- چون آمونیاک بیشتری تولید می‌شود در نیتجه جهت دفع آمونیاک ATP بیشتری مصرف خواهد شد که باعث نیاز به گلوکز بیشتر و در نیتجه افزایش مصرف گلوز خواهد شد. بنابراین برای تأمین انرژی مورد نیاز نشخوارکنندگان جهت تولید شیر و پروتئین شیر باید تولید پروپیونات در شکمبه را افزایش داد (۱۹). مهمترین روش افزایش سطح پروپیونات در شکمبه نشخوارکنندگان افزایش سطح NFC جیره خوراک است. افزایش سطح NFC از طریق افزایش نشاسته منجر به افزایش سطح گلوکز شده که از دآمیناسیون اسیدهای آمینه در روده باریک و در کبد جلوگیری کرده و بنابراین سبب افزایش اسیدهای آمینه در پستان و در نهایت تولید پروتئین شیر می‌شود (۱۱و ۲۷). همانطور که انتظار می‌رفت با افزایش سطح کربوهیدرات‌های غیر الیافی به طور معنی‌داری درصد پروتئین شیر افزایش پیدا کرد به طوری که تیمار اول یا تیمارهای سوم و چهارم، تیمار دوم با تیمار چهارم در سطح P<۰/۰۵ تفاوت داشتند. در آزمایش ریوس و همکاران (۲۰) درصد پروتئین شیر تحت تأثیر میزان انرژی جیره قرار نگرفت با این حال گاوهایی که میزان انرژی بالایی دریافت کردند میزان تولید پروتئین شیر در آنها افزایش یافت. درصد و کیلوگرم پروتئین شیر در آزمایش هال و همکاران (۸) با افزایش NFC به طور معنی‌داری افزایش یافت. افزایش سطح NFC جیره منجر به افزایش معنی‌دار درصد و کیلوگرم پروتئین شیر در آزمایش مینور و همکاران (۱۴) شد. به طور مشابه این روند در آزمایشات باتاجو و شاور (۳) و ساروار و

همکاران (۲۴) مشاهده شد. بر اساس گزارش ناسک و راسل (۱۵) افزایش پروتئین شیر در مقابل افزایش NFC می‌تواند به دلیل افزایش رشد میکروبی باشد (۱۵). همچنین افزایش سنتز پروتئین می‌تواند به دلیل افزایش فراهمی و دسترسی کربوهیدرات در شکمبه باشد. مکگیور و همکاران (۱۳) براین باورند که اکسیداسیون اسیدهای آمینه بهوسیله بافت‌های غیر پستانی با استفاده از تزریق گلوکز در امان می‌ماند بنابراین تأمین اسید آمینه برای غدد پستانی افزایش می‌یابد. لاکتوز یا قند شیر، به مقدار زیاد در غدد پستان حیوانات شیروار تولید می شود (۱۹ و ۲۷). این قند از تراکم یک مولکول گلوکز و یک مولکول گالاکتوز ایجاد می‌گردد. از آنجا که گالاکتوز از تغییر گلوکز تولید می‌شود به نظر می‌رسد با افزایش NFC، تولید پروپیونات افزایش پیدا کرده در نتیجه تولید گلوکز افزایش می‌یابد که در پی آن میزان گالاکتوز و در نتیجه لاکتوز تولید شده در غدد پستانی افزایش می یابد (۲۶ و ۲۷). نتایج حاصل از این آزمایش نشان داد، در کیلوگرم لاکتوز تولید شده تیمارهای اول و دوم با تیمارهای سوم و چهارم تفاوت معنی‌داری داشتند و تیمار چهارم در سطح P<۰/۰۱ معنی‌دار بود. در درصد لاکتوز شیر تنها تیمار چهارم با تیمارهای اول و دوم در سطح P<۰/۰۱ تفاوت داشت. با افزایش NFC درصد و کیلوگرم لاکتوز شیر افزایش یافت. در آزمایش ریوس و همکاران (۲۰) غلظت لاکتوز شیر و همچنین میزان لاکتوز تولیدی در جیره‌هایی با سطح انرژی پایین کاهش پیدا کرد. همچون کل مواد جامد، درصد مواد جامد فاقد چربی نیز تحت تأثیر تیمارها قرار نگرفت اما روند افزایشی را نشان داد. کیلوگرم مواد جامد فاقد چربی با افزایش سطح NFC افزایش یافت و بین تیمارهای اول و دوم با تیمارهای سوم و چهارم تفاوت معنی‌داری وجود داشت. تیمار چهارم با تیمارهای اول و دوم در سطح P<۰/۰۱ تفاوت داشت. در آزمایش ریوس و همکاران (۲۰) مواد جامد بدون چربی با کاهش میزان انرژی جیره بهطور معنی داری کاهش پیدا کرد که با نتایج این آزمایش تطابق دارد. در راندمان تولید شیر تیمار اول با تیمار چهارم و تیمار دوم با تیمارهای سوم و چهارم تفاوت معنی‌داری داشتند. بین دو تیمار دوم و چهارم معنی‌داری در سطح P<۰/۰۱ مشاهده شد. در حیواناتی که از جیره‌هایی با سطح NFC پایین استفاده می‌کنند مصرف انرژی در لوله گوارشی نسبت به انرژی قابل هضم خوراک به سه دلیل بیشتر است: ۱- ماندگاری غذا در جیره‌های با سطح NFC پایین بیشتر است. ۲- هضم NDF انرژی بیشتری نیاز دارد. ۳- تبدیل آمونیاک جذب شده به اوره در خوراک‌های با سطح NFC پایین بیش از خوراک‌های با سطح NFC بالا است. در نیتجه انرژی بیشتری مصرف خواهد شد و بنابراین بازدهی جیره‌های با سطح NFC پایین برای تولید کاهش خواهد یافت (۱۹). میزان راندمان نیتروژن تولید شده در شیر به طور افزایشی تحت تأثیر تیمارها قرار گرفت و این معنی‌داری بین تیمارهای اول و دوم با تیمارهای سوم و چهارم در سطح P<۰/۰۱ بود. در آزمایش برودریک (۶) افزایش سطح انرژی و NFC به طور خطی و با اثری معنی دار منجر به افزایش راندمان نیتروژن در شیر شد که با نتایج این آزمایش تطابق داشت.

جدول ۳- اثر کربوهیدرات غیر الیافی بر ماده خشک مصرفی و وزن بدن در گاوهای شیرده هلشتاین[۱]

Table 3- Effect of increasing NFC level on dry matter intake and body weight[1]

عامل(کیلوگرم) Item (kg)	کربوهیدرات غیر الیافی (درصد) Non Fiber Carbohydrate (%)				SEM
	33	36	39	42	
ماده خشک مصرف شده DMI	24.54[a]	25.53[a]	25.24[a]	25.70[b]	0.307
وزن بدن BW	611.3	617.6	619.4	628.6	12.12
وزن متابولیکی $BW^{0.75}$	122.8	123.8	124.0	125.4	1.805
ماده خشک مصرف شده به ازای وزن بدن DMI per BW (%)	4.045	4.165	4.112	4.140	0.080

[۱] در هر ردیف بین میانگین‌های با حروف متفاوت، اختلاف معنی‌داری وجود دارد (P<۰/۰۵).

[1] Means within same row with different superscripts differ (P<0.05).

تیمارها اثر معنی‌داری بر کیلوگرم ماده خشک مصرفی داشتند به طوری که با افزایش سطح NFC ماده خشک مصرف شده افزایش پیدا کرد (جدول ۳). هال و همکاران (۸) و مینور و همکاران (۱۴) اثر معنی داری بر مصرف ماده خشک با افزایش NFC نشان دادند که این اثر می‌تواند به دلیل پتانسیل NFC بر تغییر نرخ عبور (۱۷ و ۱۸) یا قابلیت هضم دیواره سلولی باشد (۸ و ۹). این امکان وجود دارد که NFC از طریق افزایش نرخ عبور مواد از شکمبه باعث افزایش ماده خشک مصرفی حیوان گردد. در نشخوارکنندگان در صورتی که گلوکز

سنتز شده در کبد به منظور تولید لاکتوز و چربی شیر توسط پستان مورد استفاده قرار نگیرد، در پاسخ به افزایش سطح گلوکز خون، تولید انسولین افزایش یافته و سبب افزایش ذخیره چربی بافتی و درنهایت افزایش وزن می شود (۲۷). در حالیکه در این آزمایش کیلوگرم وزن بدن، وزن متابولیکی و ماده خشک مصرف شده به ازی وزن بدن تحت تأثیر تیمارها قرار نگرفت اما با افزایش سطح NFC وزن بدن روند افزایشی را نشان داد (جدول۳).

جدول ٤- اثر کربوهیدرات غیر الیافی بر قابلیت هضم ظاهری ترکیبات خوراک در گاوهای شیرده هلشتاین[۱]

Table 4- Effect of increasing NFC level on nutrient digestibility[1]

قابلیت هضم ظاهری (درصد) Digestibility (%)	کربوهیدرات غیر الیافی (درصد) Non Fiber Carbohydrate (%)				SEM
	33	36	39	42	
الیاف نامحلول در شوینده خنثی NDF	50.04	49.70	50.80	47.42	0.770
الیاف نامحلول در شوینده اسیدی ADF	51.10	52.50	56.01	52.43	0.978
پروتئین خام CP	69.08^{a*}	71.16^{ab}	73.30^{b*}	73.50^{b*}	0.563
چربی Ether extract	84.26^{a}	88.03^{bc}	86.19^{ab}	83.81^{a}	0.752
کربوهیدرات غیرالیافی NFC	76.26^{a*}	80.37^{ab}	83.67^{b*}	84.87^{b*}	0.954
ماده خشک DM	62.25^{a*}	66.00^{b*}	68.23^{c*}	68.19^{c*}	0.610
ماده آلی OM	64.28^{a*}	67.95^{b*}	70.75^{c*}	70.96^{c*}	0.262

[۱] در هر ردیف بین میانگین‌های با حروف متفاوت، اختلاف معنی‌داری وجود دارد (P<۰/۰۵).

* در هر ردیف بین میانگین‌های با حروف متفاوت، اختلاف معنی‌داری وجود دارد (P≤۰/۰۱).

[1]Means within same row with different superscripts differ (P<0.05).

*Means within same row with different superscripts differ (P<0.01).

قابلیت هضم ترکیبات خوراک در جدول ۴ قابل مشاهده است. در این آزمایش درصد قابلیت هضم ظاهری NDF و ADF تحت تأثیر تیمارها قرار نگرفت. در هر دو عامل بیشترین میزان قابلیت هضم در تیمار سوم مشاهده شد.قابلیت هضم ظاهری پروتئین خام در تیمار اول تفاوت معنی‌داری با تیمارهای سوم و چهارم در سطح P<۰/۰۱ داشت. در قابلیت هضم ظاهری چربی تیمار دوم با تیمارهای اول و چهارم تفاوت داشت (P<۰/۰۵). قابلیت هضم کربوهیدرات‌های غیر الیافی نیز همچون پروتئین خام، تیمار اول با تیمارهای سوم و چهارم در سطح P<۰/۰۱ تفاوت داشت. در قابلیت هضم ماده خشک و ماده آلی بین دو تیمار سوم و چهارم تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد اما سایر تیمارها در سطح P<۰/۰۱ تفاوت معنی‌داری داشتند اگر چه معنی‌داری بین تیمار دوم با تیمارهای سوم و چهارم در سطح P<۰/۰۵ بود. باتاجو و شاور (۱۹۹۴) اثر معنی‌داری از افزایش NFC بر قابلیت هضم ظاهری ماده خشک و ماده آلی خوراک نشان دادند (۳). به طوری که با افزایش سطح NFC، قابلیت هضم ماده خشک خوراک به طور خطی و قابلیت هضم ماده آلی خوراک به صورت درجه دو افزایش پیدا کرد. در آزمایش باتاجو و شاور (۳) قابلیت هضم ظاهری پروتئین خام و NDF به ترتیب به صورت خطی و درجه دو تحت تأثیر تیمارها قرار گرفتند. این در حالی بود که در آزمایش آنها قابلیت هضم ظاهری ADF تحت تأثیر تیمارها قرار نگرفت.

کارایی تخمیر شکمبه و تجزیه‌پذیری اجزاء جیره فاکتورهای کلیدی در بهبود کارایی استفاده ازخوراک وسودآوری گله های گاوهای شیرده است (۵ و ۷). در این رابطه pH شکمبه فاکتورکلیدی در فعالیت نرمال و پایدار شکمبه است چرا که بر جمعیت میکروبی، فرایندهای تخمیر و فعالیت فیزیولوژیکی شکمبه اثر می‌گذارد. مقدار pH و نیتروژن آمونیاکی مایع شکمبه پارامترهای مهمی جهت منعکس کردن محیط تخمیری شکمبه هستند (۷ و ۳۱).

جدول ۵- اثر کربوهیدرات‌های غیر الیافی بر فراسنجه‌های شکمبه‌ای در گاوهای شیرده هلشتاین[۱]

Table 5- Effect of increasing NFC level on pH and ammonia-N[1]

فراسنجه‌های شکمبه ای Rumen Parameters	کربوهیدرات غیر الیافی (درصد) Non Fiber Carbohydrate (%)				SEM
	33	36	39	42	
pH	6.403	6.391	6.243	6.202	0.052
نیتروژن آمونیاکی (میلی‌گرم بر دسی لیتر) NH_3 (mg dl^{-1})	16.86[a]	15.40[a]	15.20[a]	13.65[b]	0.511

[۱] در هر ردیف بین میانگین‌های با حروف متفاوت، اختلاف معنی‌داری وجود دارد (P<۰/۰۵).

[1] Means within same row with different superscripts differ (P<0.05).

در این آزمایش pH شکمبه با افزایش NFC روند نزولی داشت اما تحت تأثیر تیمارها قرار نگرفت. نیتروژن آمونیاکی نیز همچون pH با افزایش NFC روند نزولی را نشان داد و به طور معنی‌داری کم‌ترین میزان آن در تیمار چهارم مشاهده شد P<۰/۰۵. کاهش نیتروژن آمونیاکی شکمبه احتمالا نشان‌دهنده استفاده مؤثرتر از بخش‌های سریع التخمیر نیتروژن جیره و همچنین افزایش در رشد و سوخت و ساز میکروارگانیسم‌های شکمبه می‌باشد (۳۱). برخلاف نتایج این آزمایش باتاجو و شاور (۳) با افزایش NFC اثر معنی داری بر کاهش pH شکمبه نشان دادند (P<۰/۰۵). این در حالی است که سیورت و شاور (۲۴ و ۲۵) تفاوت معنی داری در pH شکمبه هنگامی که NFC جیره بین ۳۶ و ۴۲ درصد در ماده خشک باشد مشاهده نکردند (۲۴ و ۲۵). باتاجو و شاور (۳) در میزان NFC اثر معنی داری بر نیتروژن آمونیاکی شکمبه نشان ندادند اما در این آزمایش با افزایش NFC میزان نیتروژن آمونیاکی شکمیه به طور معنی‌داری کاهش یافت (P<۰/۰۵). به نظر می‌رسد افزایش NFC با توجه به افزایش سطح انرژی در شکمبه و همچنین آزاد سازی هم زمان انرژی و نیتروژن، موجب استفاده بیشتر نیتروژن توسط میکروارگانیسم‌ها شده باشد، همچنین احتمال افزایش تقاضا برای نیتروژن قابل دسترس توسط میکروارگانیسم‌های آمیلولیتیک با افزایش کربوهیدرات‌های سهل‌التخمیر وجود دارد که خود می‌تواند باعث کاهش غلظت نیتروژن آمونیاکی مایع شکمبه گردد. همچون نتایج وکیلی و همکاران (۳۱) غلظت نیتروژن آمونیاکی در pH پایین در این آزمایش نیز کاهش یافت. هال و همکاران (۸) با افزایش NFC اثر معنی داری بر pH شکمبه مشاهده نکردند.

نتایج این آزمایش نشان می‌دهد که افزایش کربوهیدرات‌های غیر الیافی به طور معنی‌داری موجب افزایش تولید و اغلب ترکیبات شیر می‌شود. همچنین افزایش NFC منجر به افزایش قابلیت هضم پروتئین خام، کربوهیدرات غیر الیافی، ماده خشک و ماده آلی خوراک می‌شود. به نظر می‌رسد جیره‌های گاوهای شیری در اوایل شیردهی باید حاوی بیش از ۳۶ درصد NFC در ماده خشک جیره باشد.

منابع

1- AOAC .2005. Official Methods of Analysis, AOAC International. 18th ed. Gaithersburg, Maryland 20877-2417, USA.

2- Azizi, R., A. Afzalzadeh., M. Danesh Mesgaran, and H. Fazaeli. 2004. Comparison of AFRC and NRC systems in energy and protein requirement for dairy cow. Journal of Agricultural Sciences and Technology, 18: 61-68. (In Persian).

3- Batajoo, K. K, and R. D. Shaver. 1994. Impact of nonfiber carbohydrate on intake, digestion and milk production by dairy cows. Journal of Dairy Science, 77: 1580-1588.

4- Bayat, A. R., R, Valizadeh., A. A. Naserian, and M. Danesh Mesgaran. 2006. The effect of reducing particle sizes of alfalfa hay and barley gain on chewing activities, dry matter intake and milk production in dairy cow. Page 90 in Proc. Proceeding of 7th AAAP Animal Science Congress. (In Persian).

5- Behgar, M., M. Danesh Mesgaran., H. NasiriMoghadam, and S. Sobhani Rad. 2007. Chemical composition, dry matter and crude protein degradability of alfalfa silage treated with formic and sulphuric acids and its effect on performance of early lactating Holstein cows. Journal of Water and Soil Science, 11(40): 339-350. (In Persian).

6- Broderick, G. A. 2003. Effects of varying dietary protein and energy levels on the production of lactating dairy cows. Journal of Dairy Science, 86:1370–1381.

7- Chen, Z., H. Zhengli., L. Fadi., G. Yanli, and Yamnei, J. 2012. Effects of adding mannan oligosaccharide to different concentrate to roughage diets on ruminal fermentation in viIro. Journal of Animal and Veterinary Advances, 11 (1): 36-42.

8- Hall, M. B., C. C. Larson, and C. J. Wilcox., 2010. Carbohydrate source and protein degradability alter lactation, ruminal, and blood measures. Journal of Dairy Science, 93: 311–322.
9- Heldt, J. S., R. C. Cochran., G. L. Stokka., C. G. Farmer., C. P. Mathis., E. C. Titgemeyer, and T. G. Nagaraja. 1999. Effects of different supplemental sugars and starch fed in combination with degradable intake protein on low-quality forage use by beef steers. Journal of Animal Science, 77: 2793–2802.
10- Hoover, W. H, and T. K. Miller. 1991. Associative effects of alternative feeds. Page 129 in Natl. Alternative Feeds for Dairy and Beef Cattle. Natl. Invit. Symp. St. Louis, MO. Coop. Ext. University of Missouri, Columbia.
11- KhabazSirjani, M. 2012. The effect of activated bentonite and natural concentration of ammonia nitrogen from protein sources in vivo and in vitro. MSc Thesis. Ferdowsi University of Mashhad, Iran. (In Persian).
12- Lykos, T., G. A. Varga, and D. Casper. 1997. Varying degradation rates of total non-structural carbohydrates: Effects on Ruminal fermentation, blood metabolites, and milk production and composition in high producing Holstein cows. Journal of Dairy Science, 80: 3341–3355.
13- MacGregor, C. A., M. R. Stokes., W. H. Hoover., H. A. Leonard., L. L. Junkins., C. J. Sniffen, and R. W. Mailman. 1983. Effect of dietary concentration of total nonstructural carbohydrate on energy and nitrogen metabolism and milk production of dairy cows. Journal of Dairy Science, 66(1): 39-50.
14- Minor, D. J., S. L. Trower., B. D. Strang., R. D. Shaver, and R. R. Grummer. 1998. Effects of non-fiber carbohydrate and niacin on periparturient metabolic status and lactation of dairy cows. Journal of Dairy Science, 81:189–200.
15- Nocek, J. E, and J. B. Russell. 1988. Protein and energy as an integrated system. Relationship of ruminal protein and carbohydrate availability to microbial synthesis and milk production. Journal of Dairy Science, 71(80): 2070-2107.
16- NRC. 2001. Nutrient Requirements of Dairy Cattle. National Academy Press, Washington, DC.
17- Piwonka, E. J, and J. L. Firkins. 1996. Effect of glucose fermentation on fiber digestion by ruminal microorganisms in vitro. Journal of Dairy Science, 79: 2196–2206.
18- Piwonka, E. J., J. L. Firkins, and B. L. Hull. 1994. Digestion in the rumen and total tract of forage-based diets with starch or dextrose supplements fed to Holstein heifers. Journal of Dairy Science, 77:1570–1579.
19- Rezaii F., M. Danesh Mesgaran, and A. Heravi Moussavi. 2011. Effects of the source of non-fiber carbohydrates on in vitro first order ruminal disappearance kinetics of dry matter and NDF of various feeds. Iranian Journal of Veterinary Research, 11(2): 139-144. (In Persian).
20- Rius, A. G., M. L. McGilliard., C. A. Umberger, and M. D. Hanigan., 2010. Interactions of energy and predicted metabolizable protein in determining nitrogen efficiency in the lactating dairy cow. Journal of Dairy Science, 93:2034–2043.
21- Robinson, P. H., S. Tamminga, and A. M. Van Vuuren. 1986. Influence of declining level of feed intake and varying the proportion of starch in the concentrate on rumen fermentation in dairy cows. Livestock Production Science, 15(2): 173-189.
22- Schwab, E. C., C. G. Schwab., R. D. Shaver., C. L. Girard., D. E. Putnam, and N. L. Whitehouse. 2006. Dietary Forage and non-fiber carbohydrate contents influence B-vitamin intake, duodenal flow, and apparent Ruminal synthesis in lactating dairy cows. Journal of Dairy Science, 89:174–187.
23- Shriver, B. J., W. H. Hoover., J. P. Sargent., R. J. Crawford, and W.V. Thayne. 1986. Fermentation of a high concentrate diet as affectedby rumnial pH and digesta flow. Journal of Dairy Science, 69: 413-419.
24- Sievert S. J, and R. D. Shaver. 1993. Carbohydrate and Aspergillus owe effects on intake, digestion, and milk production by dairy cows. Journal of Dairy Science, 76(1): 245-254.
25- Sievert, S. J, and R. D. Shaver. 1993. Effect of nonfiber carbohydrate level and Aspergillusoryzae fermentation extract on intake, digestion, and milk production in lactating dairy cows. Journal of Animal Science, 71(4): 1032-1040.
26- Spicer, L. A., C. B. Theurer., J. Sowe, and T. H. Noon. 1986. Ruminal and post-ruminal utilization of nitrogen and starch from sorghum grain-, corn-, and barley-based diets by beef steers. Journal of Animal Science, 62 (2): 521-530.
27- Stern, M. D., H. Hoover., C. J. Sniffen., B. A. Crooker, and P. H. Knowlton. 1978. Effects of non-structural carbohydrate, urea and soluble protein levels on microbial protein synthesis in continuous culture of rumen contents. Journal of Animal Science, 47(4): 944-956.
28- Stokes, S. R., W. H. Hoover., T. K. Miller, and R. Blauweikel. 1991. Ruminal digestion and microbial utilization of diets varying in type of carbohydrate and protein. Journal of Dairy Science, 74(3): 871-881.
29- Sutton, J. D., J. A. Bines., S. V. Morant, and D. J. Napper. 1987. A comparison of starchy and fibrous concentrates for milk production, energy utilization and hay intake by Friesian cows. Journal of Agricultural Science, 109(2): 375-386.

30- Tessman, N. J., H. D. Radloff., J. Kleinmans., T. R. Dhiman, and L. D. Satter. 1991. Milk production response to dietary forage:grain ratio. Journal of Dairy Science, 74(8): 2696-2707.
31- Vakili, S. A. 2008. Effects of different proportions of alfalfa hay to concentrate on nitrogen metabolism and rumen microbial population variations in animal models. PhD thesis. Ferdowsi University of Mashhad, Iran. (In Persian).
32- Van Soest P. J., J. B. Robertson, and B. A. Lewis. 1991. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. Journal of Dairy Science, 74(10): 3583–3597.

Iranian Journal of Animal Science Research
Vol. 9, No. 1, Spring 2017, p. 1-12

نشریه پژوهشهای علوم دامی ایران
جلد ۹، شماره ۱، بهار ۱۳۹۶، ص. ۱۲-۱

Effect of Non-Fiber Carbohydrate on Performance Ability and Digestibility Characteristics of Nutrients in Lactating Dairy Cows

S. Kamel Orumieh[1]- A. A. Naserian[2]*- R. Valizadeh[2]- F. H. Ghane Ostadghassemi[3]- M. Bannayan Aval[4]

Received: 18-5-2014
Accepted: 08-03-2015

Introduction Carbohydrates (CHO) are the most important source of energy which provides over half of the energy in livestock diets. They are also the major sources of energy for ruminal microorganisms in a dairy cow's diet. Carbohydrate nutrition influences both the quantity and quality of milk. Carbohydrates are mainly divided to two types of fiber and non-fiber. Determining the quantity of non-fibrous carbohydrates lead in the balance in dairy cows' diet. The required levels of structural carbohydrates are known and available, but the desired level of non-fibrous carbohydrates is not defined in details. NFC is fermented fast and almost completely in the rumen. They include: starch, sugars, pectins and β-glucans. According to researchers, non-fiber carbohydrates (NFC) can be estimated by subtracting crude protein, NDF, ether extract and Ash from 100 with a correction for crude protein bound to Neutral Detergent Fiber. To reach the highest level of microbial growth, the availability of carbohydrates and protein must be synchronized. It could happen with the best availability level of NFC and rumen degradable protein (RDP).The purpose of this study was to evaluate the levels of non-fibrous carbohydrates in the range of 33 to 42% of the dry matter intake, milk production, milk composition, and body weight in Holstein dairy cow.

Materials and Methods To determine the effect of dietary nonfiber carbohydrate (NFC) level on dry matter intake, milk production and body weight, eight multiparous Holstein cows averaging 107±28 d in milk and 644±68 kg BW in the beginning of trial were used in a replicated 4 × 4 Latin square arrangement (21-d periods). Treatments were 33, 36, 39 and 42% NFC in the DM bases. Experimental diets were formulated to meet the requirements according to National Research Council (2001) for Holstein cows of 620 Kg of BW and production 50 Kg of milk with 3.2% fat per day. Corn and soybean meal were substituted for wheat bran to achieve the requested level of non-fiber carbohydrates. Diets were fed as Mixed Ration (TMR) 37:63 forage to concentrate ratio and were offered three times daily ad libitum (0800, 1600 and 2400 h) for 10% refusals and cows had free access to fresh water. Data were analyzed in a changeover design using the mixed procedure of SAS Institute Inc (2003). The model included fixed effects of treatment and period, random effect of cow and residual error. Least squares means procedure (LSMEANS) was used to detect the difference between dietary treatments.

Results and Discussion The glucose absorption is less when the animal uses the diet with low NFC level and then the glucose intake in hepatic portal vein increase. So, the less portion of glucose is provided to make production (e.g Milk) in animal tissues and as a result, the animal production decreases. With the supply of protein requirements and also the increase of fermentable carbohydrates, due to the synchronizing availability of protein and energy for ruminal microorganisms, their growth will increase which leads the VFA production to increase. The more production of VFA results in more supply of glucose and then energy in ruminants. So it seems that, the growth of NFC will cause to increase the production. Increasing the dietary nonfiber carbohydrate enhanced dry matter intake, body weight, milk production, fat corrected milk production (FCM 3.5%), protein percentage, lactase and solid nonfat (SNF) while, the fat percentage decreased significantly. Although, by increasing NFC the BW increased, the treatments had not any significant effects on that. DMI percentage of body weight was not affected by treatments. The amount of total milk protein was increased by growth in nonfiber carbohydrate. Increasing level of NFC led to significant increase in CP, NFC, DM and OM digestion. The pH of the rumen is the key factor in normal and stable function of it. Because the fermentation and physiologic function of the rumen influences ruminal microbial population. The pH value and the quantity of ammonia N in rumen fluid are substantial parameters to reflect the ruminal fermentation. Ruminal pH and ammonia were decreased by increasing the NFC in which the decrease in treatments for ammonia was

1- MSc. Student of Animal Nutrition, Department of Animal Sciences, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Iran,

2- Professor of Animal Sciences Department, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Iran,

3- Professor of Pure Mathematics Department, Faculty of Mathematics, Ferdowsi University of Mashhad, Iran,

4- Professor of Agronomy Department, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Iran.

(*- Corresponding Author Email: absalin@yahoo.com)

significant.

Conclusion Results showed that increasing nonfiber carbohydrate significantly increased milk production and milk protein percentage. It seems that diet of lactating cows in early lactation should contain over 36% NFC on DM bases.

Keywords: DMI, Lactating dairy cows, NFC, Performance.