15(3) 41-48, Autumn 2023

Journal of Animal Environment
(AEJ)
Journal homepage: http://www.aejournal.ir

Original Research Paper

Effects of starch and protein sources of starter on ruminal volatile fatty acids, blood metabolite and body gain of Holstein calves

Amin Akbarian [1], Mohammad Chamani [1*], Parvin Shawrang [2], Ali Asghar Sadeghi [1]

[1] *Department of Animal Science, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran*
[2] *Nuclear Agriculture Research School, Nuclear Science and Technology Research Institute, Karaj, Iran*

Key Words

Acetate
Glucose
Propionate
Ruminal pH
Weight gain

Abstract

Introduction: There is limited information concerning the interaction between grain and protein sources in starter diets on rumen fermentation profile and calf performance. It was hypothesized that calves would respond differently to various grain sources when fed with starter diets containing different protein sources. The objective of current study was to investigate the interactions between grain sources (corn vs barley) and protein sources (soybean meal vs. canola meal) on rumen fermentation profiles and calves' growth.

Materials & methods: In a 2×2 factorial experiment, 40 calves (5 female and 5 male) were randomly assigned to four treatments to receive starter diets consisting 1. ground corn and soybean meal, 2. ground corn and canola meal, 3. ground barley and soybean meal, and 4. ground barley and canola meal. Volatile fatty acids, blood metabolite and calves' growth were assessed for 65 days

Results: Corn grain had no significant effect when included by soybean meal and canola meal, but barley grain resulted in higher total volatile fatty acids when canola meal included instead of soybean meal. The lowest starter intake was found for calves received barley-canola meal and the highest was for those received corn-soybean meal. Calves fed with starter diets containing corn soybean meal had greater average daily gain compared with calves fed barley canola meal.

Conclusion: The results revealed that corn grain is better than barley and soybean meal is better than canola meal for calves starter formulation. The best composition was corn-soybean meal and the worst one was barley-canola meal which had the poorest effect on calves' growth.

* Corresponding Author's email: m.charnani@gmail.com, m.chamanii@srbiau.ac.ir
Received: 22 May 2022; Reviewed: 22 June 2022; Revised: 24 August 2022; Accepted: 25 September 2022
(DOI): 10.22034/AEJ.2022.359343.2870

مقاله پژوهشی

ارزیابی اثر منابع نشاسته‌ای و پروتئینی جیره آغازین بر غلظت اسیدهای چرب فرار شکمبه، متابولیت‌های خون و افزایش وزن گوساله‌های هلشتاین

امین اکبریان[1]، محمد چمنی[1]، پروین شورنگ[2]، علی‌اصغر صادقی[1]*

[1] گروه علوم دامی، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

[2] پژوهشکده کشاورزی هسته‌ای، پژوهشگاه علوم و فنون هسته‌ای، کرج، ایران

کلمات کلیدی

استات
پروپیونات
گلوکز
pH شکمبه
افزایش وزن

چکیده

مقدمه: در خوراک آغازین گوساله معمولاً از دانه ذرت و کنجاله سویا استفاده می‌شود و اخیراً کنجاله کانولا و دانه جو هم توصیه شده‌اند. هدف از انجام این تحقیق تعیین اثرات اصلی ومتقابل افزودن دانه ذرت یا دانه جو به خوراک آغازین باکنجاله سویا یا کنجاله کانولا بر الگوی اسیدهای چرب فرار شکمبه و افزایش وزن گوساله‌ها بود.

مواد و روش‌ها: در یک آزمایش فاکتوریل ۲×۲ تعداد ۴۰ گوساله هلشتاین در سن سه روزگی به‌طور تصادفی جیره‌های آزمایشی شامل دانه ذرت آسیاب‌شده-کنجاله سویا، دانه‌ذرت آسیاب‌شده-کنجاله کانولا، دانه جو آسیاب‌شده-کنجاله سویا و دانه جوآسیاب‌شده-کنجاله کانولا دریافت کردند. اسیدهای چرب فرار شکمبه متابولیت‌های خونی، مقدار مصرف خوراک آغازین و افزایش وزن گوساله‌ها ارزیابی شد.

نتایج: دانه ذرت با دو منبع پروتئینی تفاوتی در غلظت کل اسیدهای چرب فرار نشان نداد ولی دانه جو-کنجاله کانولا سبب افزایش غلظت کل اسیدهای چرب فرار نسبت به دانه جو-کنجاله سویا شد. کم‌ترین خوراک مصرفی به تیمار دریافت‌کننده دانه جو-کنجاله کانولا و بیش‌ترین مقدار به تیمار دریافت کننده دانه ذرت-کنجاله سویا تعلق داشت. بیش‌ترین افزایش وزن به تیمار دریافت‌کننده ذرت-کنجاله سویا و کم‌ترین افزایش وزن به تیمار دریافت‌کننده جو-کنجاله کانولا تعلق داشت.

بحث و نتیجه‌گیری: نتایج تحقیق حاضر نشان داد که دانه ذرت بر دانه جو و کنجاله سویا برکنجاله کانولا برای تنظیم خوراک آغازین گوساله‌ها برتری‌دارد. ترکیب دانه‌ذرت-کنجاله سویا بهترین و ترکیب دانه‌جو-کنجاله کانولا ضعیف‌ترین‌عملکرد را در گوساله‌ها نشان داد.

* پست الکترونیکی نویسنده مسئول: m.charnani@gmail.com, m.chamanii@srbiau.ac.ir

تاریخ دریافت: ۱ خرداد ۱۴۰۱؛ تاریخ داوری: ۱ تیر ۱۴۰۱؛ تاریخ اصلاح: ۲ شهریور ۱۴۰۱؛ تاریخ پذیرش: ۳ مهر ۱۴۰۱
(DOI): 10.22034/AEJ.2022.359343.2870

مقدمه

در خوراک آغازین گوساله‌ها معمولا از دانه ذرت آسیاب شده و کنجاله سویا به‌عنوان منبع نشاسته‌ای و پروتئینی استفاده می‌شود (۱). آزمایش‌های متعددی، اخیراً نشان داده است استفاده از کنجاله کانولا اثرات بهتری نسبت به کنجاله سویا در دستگاه گوارش و سلامتی گوساله‌ها و سایر حیوانات دارد (۲، ۳، ۴، ۵). هم‌چنین مشخص شده است کنجاله کانولا سبب کاهش التهاب در دستگاه گوارش و بهبود توانایی حیوانات جوان در مقابل عوامل بیماریزا می‌شود (۴). دانه ذرت به‌دلیل این‌که دارای ساختار گرانولی پوشیده شده به‌وسیله پروتئین‌های آبگریز است و در شکمبه با سرعت کم‌تری تخمیر می‌شود و مشکلات اسیدوز ایجاد نمی‌کند بیش‌تر در خوراک آغازین گوساله استفاده می‌شود (۶). از دانه جو به‌دلیل ساختار گرانولی در دسترس که میکروب‌های شکمبه خیلی سریع آن را تخمیر می‌کنند کم‌تر در خوراک آغازین به‌عنوان منبع عمده نشاسته‌ای استفاده می‌شود (۶). آزمایش‌های اخیر نشان داده‌اند از دانه جو به‌عنوان منبع نشاسته‌ای می‌توان در تنظیم خوراک آغازین و خوراک خشک گوساله‌ها استفاده کرد و دارای اثرات مفید و اقتصادی نسبت به دانه ذرت است (۷). هرچندنوع دانه غلات و سطح استفاده از آن در توسعه پرزهای شکمبه، سلامتی و افزایش وزن گوساله اهمیت دارد، ولیکن اثر منبع پروتئینی و خصوصیات فیزیکی و شیمیایی آن نیز در این رابطه مهم هستند (۸). نوع منبع پروتئینی می‌تواند بر فرآیند تخمیر و رشد میکروب‌ها و هم‌چنین کاهش التهابات اثرگذار باشد (۹). اثرات جداگانه منابع نشاسته‌ای و منابع پروتئینی در خوراک آغازین گوساله‌ها مورد بررسی قرار گرفته است و به اثرات متقابل احتمالی بین این منابع پرداخته نشده است. مطالعاتی درباره اثرات جایگزینی کنجاله کانولا با کنجاله سویا (۱) یا با کنجاله کتان (۴) و هم‌چنین به‌عنوان تنها منبع پروتئینی (۸) در خوراک آغازین گوساله‌ها انجام شده است و نتایج این مطالعات نشان داد که می‌توان از کنجاله کانولا در خوراک آغازین گوساله استفاده کرد. در مورد منابع نشاسته‌ای نیز مطالعات مختلفی انجام شده‌اند (۱۱، ۱۰، ۷، ۶) و نتایج متناقضی در این باره وجود دارد. Khan و همکاران (۶) گزارش کرد که استفاده از دانه ذرت نسبت به دانه‌های جو، یولاف و گندم در خوراک آغازین دارای اثرات بهتری در مصرف ماده خشک و رشد گوساله‌ها است. مطالعه دیگری استفاده از دانه جورا در خوراک آغازین دارای اثرات بهتر نسبت به دانه ذرت قلمداد کرده است (۷). در مطالعات انجام شده به اثرات متقابل بین منابع نشاسته‌ای و علوفه (۱۰) و هم‌چنین اثرات متقابل با درصد پروتئین (۷) پرداخته شده است، ولی درباره اثرات متقابل نوع منبع نشاسته‌ای و نوع منبع پروتئینی گزارشی یافت نشد. یکی از پرسش‌های مهم اما بدون پاسخ در رابطه با خوراک آغازین گوساله این است که آیا بین نوع دانه غلات با نوع منبع پروتئینی در تخمیر شکمبه‌ای و افزایش وزن گوساله اثر متقابل وجود دارد و کدام نوع دانه غلات با کدام منبع پروتئینی بهترین اثر را بر الگوی اسیدهای چرب فرار شکمبه برجای می‌گذارد؟ هدف از انجام این آزمایش تعیین اثر افزودن منابع نشاسته‌ای (دانه ذرت در مقابل دانه جو) در خوراک آغازین و بررسی اثرات اصلی و متقابل آن‌ها با نوع منبع پروتئینی (کنجاله سویا در مقابل کنجاله کانولا) بر الگوی اسیدهای چرب فرار در شکمبه گوساله‌ها پیش و پس از شیرگیری آن‌ها بود.

مواد و روش‌ها

گوساله، جایگاه و جیره‌های آزمایشی: تحقیق حاضر در شرکت کشت و صنعت فکا شهرستان اصفهان و طی اوج زایش‌ها انجام شد. از تعداد ۴۰ گوساله نر و ماده نژاد هلشتاین در یک آزمایش فاکتوریل ۲×۲ بر پایه طرح کاملاً تصادفی استفاده شد و در هر تیمار ۵ گوساله نر و ۵ گوساله ماده وجود داشت. گوساله‌های مورد آزمایش در طی ۱۴ روز به‌ترتیب تولد و پس از وزن‌کشی و با مصرف آغوز از روز سوم با دسترسی آزاد به جیره آغازین و آب وارد طرح شدند. از سه روزگی گوساله‌ها در جایگاه‌های دائمی (۱/۲×۲متر) با بستر مت لاستیکی که روزانه تمیز می‌شد قرار گرفتند. در تمام مراحل آزمایش بستر گوساله‌ها از مت لاستیکی فراهم شده تا از ایجاد خطا در نتایج به‌دلیل مصرف فیبر بستر جلوگیری شود. مواد خوراکی مورد مطالعه در این تحقیق کنجاله سویا (رقم ویلیامز)، کنجاله کانولا (رقم هیبرید)، دانه ذرت (برزیلی) و دانه جو (روسی) بود. کنجاله دانه‌های روغنی از کارخانه روغن‌نباتی داخلی و دانه ذرت و جو از کارخانه تولید خوراک دام ناردانه تهیه و نمونه‌برداری شدند. کنجاله سویا و کنجاله کانولا به‌صورت پلت شده در خوراک آغازین استفاده گردید. گوساله‌ها در سن سه روزگی به‌طور تصادفی جیره‌های آزمایشی شامل دانه ذرت آسیاب شده-کنجاله سویا، دانه ذرت آسیاب شده-کنجاله کانولا، دانه جو آسیاب شده-کنجاله سویا و دانه جو آسیاب شده-کنجاله کانولا دریافت کردند. جیره‌ها با استفاده از نرم‌افزار CNCPS تنظیم شدند و از نظر انرژی و پروتئین یکسان در نظر گرفته شد. اجزاء و ترکیب شیمیایی جیره‌های آزمایشی در جدول ۱ نشان داده شده است. گوساله‌ها از روز سوم بعد از تولد مقدار ۴ لیتر شیر (۱۰٪ وزن تولد) را دوبار در روز در ساعت‌های ۹ و ۱۸ دریافت می‌کردند و گوساله‌ها از هنگام ورود به طرح از روز چهارم دسترسی آزاد به جیره آغازین آزمایشی داشتند و در سن ۵۱ روزگی، بعد از سه‌روز تک‌وعده‌ای کردن (۲ لیتر شیر در روز) از شیر

گرفته شدند. گوساله‌ها طی اجرای آزمایش دسترسی آزاد به آب داشتند. آزمایش تا روز ۶۵ بعد از شروع آزمایش ادامه یافت و خوراک مصرفی و افزایش وزن پس از شیرگیری مورد ارزیابی قرار گرفت.

جدول ۱: اجزاء و ترکیب شیمیایی جیره‌های آزمایشی

جیره‌های آزمایشی (درصد ماده خشک)				
اجزا جیره	ذرت- سویا	ذرت- کانولا	جو- سویا	جو- کانولا
ذرت	۵۵	۵۰/۸	-	-
جو	-	-	۵۲/۲	۵۱
کنجاله سویا	۲۲	-	۲۲/۷	-
کنجاله کانولا	-	۲۹	-	۲۸/۷
فول فت سویا	۳	۵/۵	۲/۵	۵/۷
سبوس گندم	۷/۸	۳	۹/۵	۲/۷
پودر چربی	۰/۶۵	۱	۱	۱
کربنات کلسیم	۱/۸	۱/۴	۲/۳	۱/۶
دی‌کلسیم فسفات	۰/۴	۰/۴	۰/۴	۰/۴
جوش شیرین	۰/۱۵	۰/۱۵	۰/۱۵	۰/۱۵
نمک	۰/۳	۰/۳	۰/۳	۰/۳
مکمل معدنی- ویتامینه	۱/۲	۱/۲	۱/۲	۱/۲
ملاس	۱/۷	۱/۳	۱/۷	۱/۳
یونجه	۶	۶	۶	۶
ترکیب شیمیایی جیره‌های آزمایشی (٪)				
ماده خشک	۰/۸۹	۰/۹	۰/۸۹	۰/۸۹
پروتئین خام	۱۸/۱۹	۱۸/۲۷	۱۸/۴	۱۸/۴۹
الیاف نامحلول در شوینده خنثی	۱۸/۷	۱۶/۸	۲۱/۵	۲۳/۷
الیاف نامحلول در شوینده اسیدی	۱۰/۹	۱۲/۲	۱۱/۷	۱۳/۶
کربوهیدرات‌های غیرالیافی	۵۵/۸	۵۹/۲	۵۳/۴	۵۶/۳
چربی خام	۴	۵/۶	۴/۵	۵/۹
کلسیم	۰/۷	۰/۷	۰/۷	۰/۷
فسفر	۰/۵	۰/۴۸	۰/۴۷	۰/۵
انرژی قابل متابولیسم (Mcal/Mg)	۲/۸۵	۲/۸۵	۲/۸۵	۲/۸۵
انرژی خالص برای رشد (Mcal/Mg)	۱/۹	۱/۹	۱/۹	۱/۹

توزین گوساله‌ها: مصرف خوراک آغازین تمامی گوساله‌ها به‌طور روزانه اندازه‌گیری شد و خوراک تازه هر روز در اختیار گوساله‌ها قرار می‌گرفت و وزن‌کشی به‌طور هفتگی انجام شد.

نمونه‌گیری مایع شکمبه و آنالیز اسیدهای چرب فرار: در روز ۳۵ و ۶۵ پس از شروع آزمایش چهار ساعت بعد از تغذیه صبح نمونه مایع شکمبه با استفاده از پمپ خلا گرفته شد، pH شکمبه بلافاصله با استفاده از دستگاه pHمتر (MI 8318, Hanna Instruments, Clujnapoca, Romania) تعیین شد. نمونه‌های مایع شکمبه از پارچه متقال دو لایه عبور داده شدند و با نسبت ۴ به ۱ با متافسفریک اسید جهت توقف فعالیت میکروبی و هم‌چنین تثبیت ترکیبات فرار مخلوط شده و در دمای ۲۰- درجه سلسیوس نگه‌داری شدند و اسیدهای چرب فرار به روش Fenner (۱۲) با استفاده از دستگاه گاز کروماتوگرافی (Chrompack International B.V., Middelburg, The Netherlands) آنالیز شدند.

نمونه‌گیری خون و آنالیز ترکیبات: در روز ۳۵ و ۴۸ پس از شروع آزمایش نمونه‌های خون از سیاهرگ گردن نیم ساعت قبل از تغذیه خوراک صبح در لوله‌های خلاء (۱۰ میلی‌لیتری) بدون ماده ضد انعقاد گرفته شدند. این نمونه‌ها در ۲۵۰۰×g برای ۱۵ تا ۲۰ دقیقه سانتریفوژ شدند و سرم در لوله‌های ۱/۵ میلی‌لیتری ریخته و در ۲۰- درجه سلسیوس تا زمان آنالیز برای گلوکز، نیتروژن اوره‌های خون (BUN). آسپارتات آمینو ترانسفراز (AST)، آلانین آمینو ترانسفراز (ALT) و بتا هیدروکسی بوتیریک اسید (BHBA) نگه‌داری شدند. غلظت پلاسمایی گلوکز، BUN، AST، ALT با استفاده از دستگاه اندازه‌گیری کننده بیوشیمیایی اتوماتیک (Technicon RA-1000; Bayer, Tarrytown, NY, USA) و کیت‌های تجاری (Pars Azmoon Co, Tehran, Iran) براساس روش پیشنهادی شرکت سازنده اندازه‌گیری شدند و هم‌چنین غلظت BHBA با استفاده از کیت تجاری (Randox Laboratories Ltd, Ardomore, UK) دستگاه اتوآنالایزر اندازه‌گیری شد.

آنالیز آماری: آنالیز آماری با استفاده از رویه مختلط (MIXED) در نرم‌افزار SAS (۱۳) انجام شد که اثر جنس گوساله به‌عنوان اثر تصادفی در مدل قرار داده شد. داده‌های عملکردی به‌صورت اندازه‌گیری‌های تکرار شونده آنالیز شدند:

$$Y_{ijkl}=\mu+S_i+P_j+W_k+S_i\times P_j+S_i\times W_k+P_j\times W_k+S_i\times P_j\times W_k+\beta(X_{k}-X)+\varepsilon_{ijkl}$$

که در آن: Y پارامتر وابسته؛ μ میانگین؛ S_i اثر منبع نشاسته‌ای عمل‌آوری شده (جو و ذرت i =)؛ Pj اثر منبع پروتئین عمل‌آوری شده (کنجاله سویا و کنجاله کانولا = j)، Wk اثر هفته k ام)؛ S_i×P_j اثر متقابل منبع نشاسته و پروتئین؛ S_i×W_k اثر متقابل منبع نشاسته و هفته؛ P_j×W_k اثر متقابل منبع پروتئین و هفته؛ S_i×P_j×W_k اثر متقابل منبع نشاسته و پروتئین و هفته؛ β(X_k-X) کوواریت می‌باشد (تنها وزن اولیه برای داده‌های تغییر وزن)؛ ε_ijkl خطای کلی می‌باشد.

نتایج

داده‌های مربوط به اثر منابع نشاسته‌ای و پروتئینی بر pH و غلظت اسیدهای چرب فرار شکمبه‌ای در جدول ۲ نشان داده شده است. اثر تیمارهای آزمایشی بر pH شکمبه در روزهای ۳۵ و ۶۵ معنی‌داری نبود. در این دو دوره افزودن دانه ذرت با دو منبع پروتئینی تفاوتی در غلظت کل اسیدهای چرب فرار نشان نداد ولی افزودن دانه جو با کنجاله کانولا سبب افزایش غلظت کل اسیدهای چرب فرار نسبت به افزودن دانه جو با کنجاله سویا شد (P<۰/۰۵). اثرات نوع دانه غلات و نوع منبع پروتئینی بر غلظت استات معنی‌دار بود ولی اثرات متقابل معنی‌دار نبود. افزودن جو سبب کاهش غلظت استات و افزودن کنجاله کانولا سبب افزایش غلظت استات در دو دوره مورد اندازه‌گیری شد. افزودن جو سبب افزایش غلظت پروپیونات و افزودن کنجاله کانولا سبب کاهش غلظت پروپیونات در دو دوره مورداندازه‌گیری شد. در هر دو دوره اثر متقابل برای غلظت پروپیونات معنی‌دار نبود. اثرات اصلی و متقابل برای غلظت بوتیرات معنی‌دار نبود. اثر تیمارهای آزمایشی بر متابولیت‌های خونی در جدول ۳ گزارش شده است. غلظت گلوکز و غلظت نیتروژن اوره‌ای خون تحت تاثیر اثرات اصلی و متقابل منابع نشاسته‌ای و پروتئینی قرار نگرفت. منبع پروتئینی تمایل به تغییر معنی‌دار غلظت BHBA داشت و کنجاله کانولا غلظت آن را نسبت به کنجاله سویا افزایش داد. اثرات متقابل منابع نشاسته‌ای و پروتئینی بر متغیر مزبور یافت نشد. اثر نوع دانه غلات و منبع پروتئینی در روز ۳۵ بر فعالیت AST تمایل به معنی‌داری داشت و در روز ۶۵ اثر معنی‌داری نداشت. دانه جو و کنجاله کانولا تمایل به افزایش فعالیت آنزیم مذکور در روز ۳۵ داشت. اثر نوع دانه غلات بر فعالیت آنزیم کبدی ALT در روز ۳۵ تمایل به تغییر معنی‌دار داشت، دانه جو سبب افزایش فعالیت این آنزیم در مقایسه با دانه ذرت شد. اثر متقابل بین نوع دانه غلات و منبع پروتئینی مشاهده نگردید. در جدول ۴ افزایش وزن روزانه و مصرف خوراک آغازین قبل و پس از شیرگیری گزارش شده است. مصرف خوراک آغازین قبل از شیرگیری تحت تاثیر نوع منبع پروتئینی قرار گرفت. افزودن کنجاله سویا سبب افزایش معنی‌دار مصرف خوراک آغازین در گوساله‌ها قبل و بعد از شیرگیری و در کل دوره نسبت به کنجاله کانولا شد.اثر دانه غلات تمایل به معنی‌داری داشت و در گوساله‌های دریافت‌کننده جیره بر پایه ذرت-کنجاله سویا تمایل به افزایش داشت. اثر متقابل منبع نشاسته‌ای و پروتئینی برای مصرف خوراک پیش از شیرگیری و در کل دوره معنی‌دار بود و پس از شیرگیری تمایل به معنی‌داری داشت. کم‌ترین خوراک مصرفی به تیمار دریافت‌کننده دانه جو-کنجاله کانولا و بیش‌ترین مقدار به تیمار دریافت‌کننده دانه ذرت-کنجاله سویا بود.

جدول ۲: اثر منبع نشاسته‌ای و منبع پروتئینی بر فراسنجه‌های تخمیری در شکمبه گوساله‌ها

فراسنجه	تیمارهای آزمایش				SEM	P-value		
	دانه ذرت		دانه جو					
	کنجاله سویا	کنجاله کانولا	کنجاله سویا	کنجاله کانولا		S	P	S×P
pH شکمبه								
روز ۳۵	۵/۲۶	۵/۳۴	۵/۳۷	۵/۴۶	۰/۱۲	۰/۳۸	۰/۱۵	۰/۸۸
روز ۶۵	۵/۶۵	۵/۷۸	۵/۶۸	۵/۷۹	۰/۰۹	۰/۲۱	۰/۵۷	۰/۶۹
غلظت کل اسیدهای چرب فرار، میلی‌مولار								
روز ۳۵	۱۳۱/۸	۱۰۶/۴	۱۳۰/۶	۱۱۵/۹	۱۰/۴	۰/۰۶	۰/۰۴	۰/۱۶
روز ۶۵	۱۴۱/۷	۱۲۴/۶	۱۴۱	۱۳۹/۳	۸/۶	۰/۰۸	۰/۰۵	۰/۲۱
استات، میلی‌مولار								
روز ۳۵	۴۸/۳۷	۵۴/۸	۴۵/۲	۵۱/۳۸	۱/۰۹	۰/۰۷	۰/۰۵	۰/۱۷
روز ۶۵	۴۹/۸	۵۲/۷	۴۴/۹	۴۸/۹۱	۰/۹۸	۰/۰۴	۰/۰۸	۰/۱۴
پروپیونات، میلی‌مولار								
روز ۳۵	۴۰/۷	۳۴/۷۷	۴۳/۷۵	۳۹/۰۴	۱/۲۸	۰/۰۳	۰/۰۷	۰/۲۴
روز ۶۵	۳۸/۵۲	۳۶/۷۶	۴۳/۰۷	۴۰/۹۳	۰/۷۸	۰/۰۶	۰/۰۵	۰/۲۹
بوتیرات، میلی‌مولار								
روز ۳۵	۷/۹۵	۸/۳۵	۷/۸۴	۹/۹۱	۸/۱۵	۰/۳۸	۰/۷۹	۰/۲۴
روز ۶۵	۶/۸۵	۸/۵۵	۵/۱۴	۷/۴۵	۶/۷۸	۰/۴۱	۰/۲۴	۰/۱۵

SEM: اشتباه معیار میانگین، S: اثر منبع نشاسته‌ای، P: اثر منبع پروتئینی، S × P: اثر متقابل بین منبع نشاسته‌ای و منبع پروتئینی

جدول ۳: اثر منبع نشاسته‌ای و منبع پروتئینی بر متابولیت‌های خونی گوساله‌ها

متابولیت	تیمارهای آزمایش				SEM	P-value		
	دانه ذرت		دانه جو					
	کنجاله سویا	کنجاله کانولا	کنجاله سویا	کنجاله کانولا		S	P	S×P
گلوکز mg /dl								
روز ۳۵	۱۰۴/۱	۹۸/۲	۱۰۶/۳	۱۰۲/۳	۳/۶	۰/۱۶	۰/۶۴	۰/۷۱
روز ۴۸	۸۴/۹	۸۳/۶	۹۱/۱	۸۵/۱	۴/۵	۰/۳۹	۰/۱۹	۰/۲۸
mg / dl BUN								
روز ۳۵	۲۵/۹	۲۶/۴	۲۵/۲	۲۷/۳	۱/۵	۰/۳۴	۰/۲۷	۰/۶۶
روز ۴۸	۲۳/۸	۲۵/۴	۲۴/۸	۲۶/۵	۱/۹	۰/۲۱	۰/۱۹	۰/۸۱
m.mol/1 BHBA								
روز ۳۵	۰/۰۸	۰/۱۲	۰/۱۱	۰/۱۲	۰/۰۶	۰/۴۹	۰/۰۹	۰/۴۳
روز ۴۸	۰/۱۰	۰/۱۴	۰/۱۱	۰/۱۵	۰/۰۸	۰/۴۸	۰/۱۸	۰/۵۶
U/L AST								
روز ۳۵	۳۲/۷	۴۵/۲	۳۹/۴	۵۱/۶	۵/۳	۰/۰۸	۰/۰۹	۰/۲۹
روز ۴۸	۳۹/۴	۵۳/۴	۴۵/۴	۵۱/۲	۴/۶	۰/۱۷	۰/۵۶	۰/۶۸
U/L ALT								
روز ۳۵	۱۴/۳	۱۹/۰۹	۱۵/۱	۲۱/۴	۲/۷	۰/۰۹	۰/۱۶	۰/۴۳
روز ۴۸	۱۷/۲	۲۰/۴	۱۸/۷	۲۰/۵	۲/۹	۰/۳۶	۰/۳۹	۰/۷۱

SEM: اشتباه معیار میانگین، S: اثر منبع نشاسته‌ای، P: اثر منبع پروتئینی، S × P: اثر متقابل بین منبع نشاسته‌ای و منبع پروتئینی

میانگین افزایش وزن روزانه برای دوره‌های قبل و بعد از شیرگیری و کل دوره تحت تاثیر نوع منبع پروتئینی قرار گرفت و نوع دانه غلات بر این فراسنجه در دوره پیش از شیرگیری و کل دوره دارای اثر معنی‌دار و بعد از شیرگیری دارای تمایل به تاثیر معنی‌دار داشت. افزودن کنجاله سویا به خوراک آغازین سبب افزایش وزن روزانه بیش‌تر گوساله‌ها در مقایسه با کنجاله کانولا شد. در کل دوره اثر نوع دانه غلات تمایل به معنی‌داری داشت و افزودن دانه ذرت سبب افزایش وزن روزانه بیش‌تر نسبت به دانه جو در گوساله‌ها شد. اثر متقابل بین منبع نشاسته‌ای و پروتئینی برای افزایش وزن بعد از شیرگیری معنی‌دار بود و طی دوره پیش از شیرگیری و در کل دوره تمایل به معنی‌داری داشت. بیش‌ترین افزایش وزن به تیمار دریافت کننده ذرت-کنجاله سویا و کم‌ترین افزایش وزن متعلق به تیمار دریافت کننده جو-کنجاله کانولا تعلق داشت.

جدول ۴: اثر منبع نشاسته‌ای و منبع پروتئینی بر میانگین مصرف خوراک آغازین و افزایش وزن روزانه گوساله‌ها

عملکرد	تیمارهای آزمایشی				SEM	P-value		
	دانه ذرت		دانه جو					
	کنجاله سویا	کنجاله کانولا	کنجاله سویا	کنجاله کانولا		S	P	S×P
مصرف خوراک آغازین، گرم / روز								
قبل از شیرگیری	۵۲۲	۳۷۸	۴۲۹	۳۴۹	۶۵	۰/۰۸	۰/۰۱	۰/۰۴
بعد از شیرگیری	۲۱۸۶	۱۸۶۰	۱۸۹۸	۱۶۱۷	۱۱۴	۰/۳	۰/۰۱	۰/۱۰
کل دوره	۸۴۴	۷۳۳	۷۹۴	۶۴۷	۷۱	۰/۰۹	۰/۰۴	۰/۰۵
میانگین افزایش وزن روزانه، گرم / روز								
قبل از شیرگیری	۴۱۵	۳۲۹	۳۶۳	۳۱۱	۳۴	۰/۰۹	۰/۰۵	۰/۰۷
بعد از شیرگیری	۹۸۶	۷۷۱	۷۸۶	۶۸۴	۹۱	۰/۰۵	۰/۰۳	۰/۰۴
کل دوره	۵۲۵	۴۱۰	۴۵۳	۳۸۷	۳۵	۰/۰۸	۰/۰۱	۰/۰۷

SEM: اشتباه معیار میانگین، S: اثر منبع نشاسته‌ای، P: اثر منبع پروتئینی، S × P: اثر متقابل بین منبع نشاسته‌ای و منبع پروتئینی

بحث

در مطالعه حاضر اثرات اصلی و متقابل نوع دانه غلات و منبع پروتئینی بر pH شکمبه گوساله‌ها معنی‌دار نبود. مقادیر pH یافت شده در مطالعه حاضر با یافته‌های Anderson و همکاران، مبنی بر پائین بودن pH شکمبه گوساله‌های شیرخوار از ۶ تا ۱۰ هفته اول بعداز تولد (۱۴) هم‌سویی دارد. pH شکمبه گوساله معمولاً در حدود ۵/۵ می‌باشد که دلیل آن کامل نشدن توسعه بافت اپیتلیوم برای جذب اسیدهای چرب فرار و تولید مقادیر زیاد این اسیدها بر اثر مصرف خوراک کنسانتره‌ای است. با توجه به زیادتر بودن غلظت کل اسیدهای چرب فرار در تیمارهایی که دانه جو دریافت کردند انتظار می‌رفت pH شکمبه کم‌تر از تیمارهای دریافت‌کننده دانه ذرت باشد ولی تفاوت معنی‌دار مشاهده نشد. یافته تحقیق حاضر با یافته مطالعه دیگر هم‌خوانی دارد، در مطالعه این محققان دانه جو سبب افزایش معنی‌دار تولید اسیدهای چرب فرار شد گرچه اثری بر pH شکمبه گوساله‌ها مشاهده نکردند (۷). در مطالعه حاضر اثر دانه غلات بر تولید اسیدهای چرب فرار در شکمبه تمایل به معنی‌داری داشت ولیکن نوع منبع پروتئینی اثر معنی‌داری داشت ولی اثر متقابل معنی‌دار نبود. بنابر یافته‌های این تحقیق دانه جو تمایل به افزایش تولید اسیدهای چرب بیش‌تری نسبت به ذرت دارد. این یافته موافق با گزارش Kazemi-Bonchenari و همکاران (۷) و مخالف با یافته Khan و همکاران (۶) است، Kazemi Bonchenari و همکاران، گزارش کردند افزودن جو به خوراک آغازین سبب افزایش غلظت اسیدهای چرب فرار تولیدی در شکمبه در مقایسه با دانه ذرت می‌شود (۷). دلیل این اثر به دردسترس بودن گرانول‌های نشاسته و قابلیت تخمیر بیش‌تر دانه جو مربوط می‌شود (۱۵، ۱۶). دلیل تناقض در یافته‌های این تحقیق و سایر محققان به متفاوت بودن اندازه ذرات دانه غلات، واریته مورد استفاده و سایر اقلام جیره بر می‌گردد. در مطالعه Kazemi-Bonchenari و همکاران، هر چند دانه جو سبب افزایش معنی‌دار تولید اسیدهای چرب فرار شد ولی اثری بر pH شکمبه گوساله‌ها مشاهده نکردند (۷). دلیل این موضوع به مقدار پروتئین جیره و نوع منبع پروتئینی و اثراتی است که این عوامل بر قدرت بافری شکمبه و هم‌چنین عوامل دیگری نظیر توسعه یافتگی بافت پوششی شکمبه بر می‌گردد (۶، ۷). گوساله‌ها با مصرف خوراک آغازین حاوی جو و کنجاله کانولا مقادیر زیادتری اسیدچرب فرار در مقایسه با خوراک حاوی جو کنجاله سویا تولید کردند. دلیل این موضوع به هم‌زمانی آزاد شدن انرژی جو و آزاد شدن نیتروژن کنجاله کانولا می‌تواند مربوط باشد. به‌نظر می‌رسد جو با کنجاله کانولا از نظر هم‌زمانی آزاد شدن انرژی و نیتروژن در گوساله‌ها هم‌خوانی دارد (۷). اثر دانه غلات بر غلظت استات در روز ۳۵ تمایل به معنی‌داری داشت و اثر نوع منبع پروتئینی در این دوره بر غلظت استات معنی‌دار بود. برعکس در روز ۶۵ اثر دانه غلات بر فراسنجه مذکور معنی‌دار و اثر منبع پروتئینی تمایل به معنی‌داری داشت. در هر دو دوره اثر متقابل نوع دانه غلات و منبع پروتئینی معنی‌دار نبود. در کل دانه ذرت سبب افزایش و دانه جو سبب کاهش غلظت استات شد. دلیل این یافته ممکن است به سرعت آزاد کردن انرژی تخمیری و فعالیت میکروارگانیسم‌های تجزیه کننده الیاف مربوط باشد (۷). دانه جو به دلیل ساختار گرانولی که دارد سریعاً در شکمبه تخمیر می‌شود و فراورده‌های حاصل از تخمیر می‌تواند جذب شده باشد (۱۵، ۱۶). از طرفی به‌دلیل آزاد شدن سریع انرژی تخمیری در دانه جو، رشد میکروب‌های فیبرولیتیک با تاخیر مواجه می‌شود. دلیل این موضوع دردسترس نبودن کافی و هم‌زمان انرژی و نیتروژن می‌تواند باشد که این مطلب در تیمار جو و کنجاله سویا در تحقیق حاضر مشاهده می‌شود. بر عکس این حالت در تیمار جو و کنجاله کانولا با تامین هم‌زمان نیتروژن تولید اسیدهای چرب فرار و تولید اسیداستیک افزایش می‌یابد. اثر دانه غلات بر غلظت پروپیونات شکمبه در روز ۳۵ معنی‌داری بود و اثر نوع منبع پروتئینی در این دوره بر غلظت استات تمایل به معنی‌دار داشت. در روز ۶۵ اثر دانه غلات و منبع پروتئینی تمایل به معنی‌داری داشت. در هر دو دوره اثر متقابل بین نوع دانه غلات و منبع پروتئینی معنی‌دار نبود. در کل دانه جو سبب افزایش غلظت پروپیونات شد و بین منابع پروتئینی کنجاله سویا تمایل به افزایش پروپیونات داشت. دانه جو به‌دلیل داشتن گرانول‌های دردسترس سرعت تخمیرپذیری زیادتری دارد و در شکمبه اسیدلاکتیک تولید می‌شود که متعاقب آن باکتری‌های مصرف‌کننده لاکتات آن‌را به پروپیونات تبدیل می‌کنند (۱۵، ۱۶، ۷). کنجاله سویا به‌عنوان منبع مهم پپتیدی سبب افزایش مخزن پپتیدی شکمبه می‌شود و باکتری‌های آمیلولیتیک برای رشد به این مخزن پپتیدی علاوه بر آمونیاک نیاز دارند (۱). به‌نظر می‌رسد کنجاله سویا سبب افزایش رشد باکتری‌های آمیلولیتیک می‌شود و از این طریق تولید پروپیونات را افزایش داده است. غلظت گلوکز خون گوساله‌های دریافت‌کننده خوراک آغازین حاوی جو از نظر عددی بیش‌تر از غلظت این متابولیت در گوساله‌های دریافت کننده دانه ذرت بود و البته اثرات معنی‌دار نبود. با توجه به زیادتر بودن غلظت پروپیونات در شکمبه گوساله‌های دریافت‌کننده جو انتظار می‌رفت که گلوکز خون در این گوساله‌ها بیش‌تر باشد. گزارشی، نشان داد که تغذیه جو به گوساله‌ها سبب افزایش غلظت انسولین می‌شود (۱۷). به‌نظر می‌رسد پروپیونات تولیدی در شکمبه در افزایش ترشح انسولین موثر باشد. انسولین سبب ورود گلوکز به داخل سلول‌ها و تنظیم غلظت گلوکز خون می‌شود. تمایل به بیش‌تر بودن غلظت BHBA در خون گوساله‌های دریافت‌کننده کنجاله کانولا

نسبت به کنجاله سویا به بیش‌تر تولید شدن اسیدبوتیریک در شکمبه ممکن است مربوط باشد. البته تفاوت معنی‌داری بین غلظت اسید بوتیریک شکمبه گوساله‌ها مشاهده نشد، در مورد غلظت BHBA نیز تمایل به افزایش مشاهده شد. آنزیم‌های کبدی به‌عنوان شاخصی از سلامت کبد در نشخوارکنندگان مورد بررسی قرار می‌گیرند (۱۸). این آنزیم‌ها دارای فعالیت بالایی در سیتوزول سلول‌های کبدی می‌باشند و با نکروز شدن و یا آسیب‌های حاد و مزمن سلول‌های کبدی، سطح سرمی این آنزیم‌ها در سرم به‌دلیل تراوش به خون افزایش می‌یابد. زیاد بودن فعالیت آنزیم‌های AST و ALT در سرم خون گوساله‌های دریافت‌کننده جو و کنجاله کانولا ممکن است به اثرات دیگر این مواد خوراکی به‌ویژه اثرات التهابی آن مربوط باشد. البته اثرات معنی‌داری از اثرات اصلی و متقابل بر این فراسنجه‌ها مشاهده نشد و تمایل به افزایش معنی‌دار مشاهده شد. در مطالعه حاضر افزودن جو سبب تمایل به کاهش مصرف خوراک آغازین شد و افزودن کنجاله کانولا سبب کاهش معنی‌دار این متغیر عملکردی گردید. گزارش‌های متناقضی درباره اثر دانه غلات بر مقدار مصرف خوراک آغازین گوساله‌ها وجود دارد (۶، ۱۰، ۱۱). در گزارش Khan و همکاران، دلیل کاهش یافتن مصرف خوراک آغازین حاوی دانه جو به کاهش یافتن pH شکمبه نسبت داده شده است (۶). در مطالعه حاضر تفاوتی در pH شکمبه گوساله‌ها مشاهده نشد. اندازه ذرات، عمل‌آوری دانه، منبع پروتئینی و درصد پروتئین خوراک بر pH شکمبه گوساله‌ها می‌تواند اثرگذار باشد و در گزارش‌های مورد اشاره مطلبی درباره این موارد ارائه نشده است. البته در تحقیق حاضر اثرات منبع پروتئینی بر pH شکمبه معنی‌دار نبود. افزودن دانه جو با کنجاله کانولا به خوراک آغازین سبب افزایش غلظت کل اسیدهای چرب فرار در مقایسه با افزودن دانه ذرت با کنجاله کانولا شد ولی این افزایش سبب کاهش pH شکمبه نشد. مقدار مصرف خوراک آغازین حاوی دانه ذرت در آزمایش حاضر نسبت به دانه جو بیش‌تر بود که یکی از دلایل آن به خوش‌خوراکی خوراک بر می‌گردد. میانگین کل دوره برای افزایش وزن روزانه تحت تاثیر نوع دانه غلات قرار گرفت. گوساله‌هایی که دانه ذرت دریافت کردند افزایش وزن کل دوره بیش‌تری در مقایسه با دانه جو نشان دادند. دلیل این امر به بیش‌تر بودن خوراک آغازین مصرفی در کل دوره مربوط می‌شود. یافته‌های تحقیق حاضر با گزارش محققانی هم‌سو می‌باشد که دریافتند افزودن دانه ذرت به خوراک گوساله‌ها سبب بهتر شدن میانگین رشد گوساله می‌شود (۱۹). سایر محققان یافته‌ای برخلاف این مطلب مشاهده کردند و گزارش دادند که افزودن جو سبب افزایش وزن گوساله‌ها در مقایسه با دانه ذرت می‌شود (۷). دلیل یافته‌های متناقض به نوع دانه غلات، نوع عمل‌آوری و منبع و سطح پروتئین جیره می‌تواند مرتبط باشد. در تحقیق حاضر مشخص شد که نوع منبع پروتئینی اثر معنی‌داری بر افزایش وزن گوساله‌ها پیش و پس از شیرگیری دارد. کنجاله سویا سبب افزایش وزن بیش‌تری در هر سه دوره نسبت به کنجاله کانولا می‌شود. افزودن کنجاله کانولا سبب کاهش یافتن این متغیر عملکردی شد. این نتایج با یافته‌های محققانی موافقت دارد که دریافتند با افزودن کنجاله کانولا به خوراک آغازین گوساله‌ها کاهش خوراک مصرفی و افزایش وزن روزانه و کاهش بازده خوراک رخ می‌دهد و دلیل این کاهش را به‌وجود گلوکوزینولات‌ها در کنجاله کانولا و کاهش خوش‌خوراکی آن مرتبط دانسته‌اند (۱، ۸). نتایج تحقیق حاضر نشان داد که دانه ذرت بر دانه جو و کنجاله سویا بر کنجاله کانولا برای تنظیم خوراک آغازین گوساله‌ها برتری دارد. ترکیب دانه ذرت-کنجاله سویا بهترین و ترکیب جو-کنجاله کانولا ضعیف‌ترین عملکرد را ایجاد نمود.

تشکر و قدردانی

از معاونت محترم پژوهش و فناوری دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات تهران به سبب تایید و تصویب رساله دکتری و شرکت کشت و صنعت فکای اصفهان برای فراهم کردن شرایط انجام این تحقیق تشکر و قدردانی می‌شود. این مقاله مستخرج از رساله دکتری آقای امین اکبریان دانشجوی دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران می‌باشد.

منابع

1. **Burakowska, K., Penner, G.B., Korytkowski, Ł., Flaga, J., Kowalski, Z.M. and Górka, P., 2021.** Canola meal or soybean meal as protein source and the effect of microencapsulated sodium butyrate supplementation in calf starter mixture. I. Performance, digestibility, and selected blood variables. J Dairy Sci. 104(6): 6646-6662. doi: 10.3168/jds.2020-19779.
2. **Hong, J., Ndou, S.P., Adams, S., Scaria, J. and Woyengo, T.A., 2020.** Canola meal in nursery pig diets: growth performance and gut health. J Animal Sci. 98(11): 338. doi: 10.1093/jas/skaa338.
3. **Hong, J., Ariyibi, S., Antony, L., Scaria, J., Dilberger-Lawson, S., Francis, D. and Woyengo, T.A., 2021.** Growth performance and gut health of Escherichia coli challenged weaned pigs fed canola meal-containing diet. J Animal Sci. 99(8): 196. doi: 10.1093/jas/skab196.
4. **Melendez, P., Ramirez, R., Marin, M.P., Duchens, M. and Pinedo, P., 2020.** Comparison between linseed expeller and canola expeller on concentrate intake, and circulating inflammatory mediators in Holstein calves. Anim Nut. 6(1): 47-53.
5. **Velayudhan, D.E., Hossain, M.M., Regassa, A. and Nyachoti, C.M., 2018.** Effect of canola meal inclusion as a major protein source in gestation and lactation sow diets with or without enzymes on reproductive performance, milk composition, fecal bacterial profile

and nutrient digestibility. Anim Feed Sci Technol. 241(1): 141-150.

6. **Khan, M.A., Lee, H.J., Lee, W.S., Kim, H.S., Kim, S.B., Park, S.B., Baek, K.S., Ha, J.K. and Choi, Y.J., 2008.** Starch source evaluation in calf starter: II. Ruminal parameters, rumen development, nutrient digestibilities, and nitrogen utilization in Holstein calves. J. Dairy Sci. 91(1): 1140-1149.

7. **Kazemi-Bonchenari, M., Mirzaei, M., HosseinYazdi, M., Moradi, M.H., Khodaei-Motlagh, M. and Pezeshki, A., 2020.** Effects of a grain source (corn versus barley) and starter protein content on performance, ruminal fermentation, and blood metabolites in Holstein dairy calves. Animals (Basel). 10(10): 1722-1728. doi: 10.3390/ani10101722.

8. **Hadam, D.J., Kański, K., Burakowska, G.B., Penner, Z.M. and Kowalski, P.G., 2016.** Short communication: Effect of canola meal use as a protein source in a starter mixture on feeding behavior and performance of calves during the weaning transition. J Dairy Sci. 99(2): 1247-1252. doi: 10.3168/jds.2015-10399.

9. **van Niekerk, K., Middeldorp, M., Guan, L.L. and Steele, M.A., 2021.** Preweaning to postweaning rumen papillae structural growth, ruminal fermentation characteristics, and acute-phase proteins in calves. J Dairy Sci. 104(3): 3632-3645. doi:10.3168/jds.2020. 19003.

10. **Mirzaei, M., Khorvash, M., Ghorbani, G.R., Kazemi-Bonchenari, M. and Ghaari, M.H., 2017.** Growth performance, feeding behavior, and selected blood metabolites of Holstein dairy calves fed restricted amounts of milk: No interactions between sources of finely ground grain and forage provision. J. Dairy Sci. 100(1): 1086-1094.

11. **Dennis, T.S., Suarez-Mena, F.X., Hill, T.M., Quigley, J.D. and Schlotterbeck, R.L., 2017.** Effects of egg yolk inclusion, milk replacer feeding rate, and low-starch (pelleted) or high-starch (texturized) starter on Holstein calf performance through 4 months of age. J. Dairy Sci. 100(1): 8995-9006.

12. **Fenner, H., 1965.** Method for determining total volatile bases in rumen fluid by steam distillation. J. Dairy Sci. 48(1): 249-251.

13. **SAS. 1999.** Statistical Analysis System user's guide (6th edition). SAS Institute Inc., Raleigh, North Carolina, USA.

14. **Anderson, K.L., Nagaraja, T.G., Morrill, J.L., Avery, T.B., Galitzer, S.J. and Boyer, J.E., 1987.** Ruminal microbial development in conventionally or early weaned calves. J Anim Sci. 64(1): 1215-1226.

15. **Silveira, C., Oba, M., Yang, W.Z. and Beauchemin, K.A., 2007.** Selection of barley grain affects ruminal fermentation, starch digestibility, and productivity of lactating dairy cows. J Dairy Sci. 90(6): 2860-2869. doi: 10.3168/jds.2006-771.

16. **Punia, S., 2020.** Barley starch: Structure, properties and in vitro digestibility-A review. Int J Biol Macromol. 155(1): 868-875. doi: 10.1016/j.ijbiomac.

17. **Lane, M.A. and Jesse, B.W., 1997.** Effect of volatile fatty acid infusion on development of the rumen epithelium in neonatal sheep. J. Dairy Sci. 80(1): 740-746.

18. **Stojević, Z., Pirsljin, J., Milinković-Tur, S., Zdelar Tuk, M. and Beer Ljubic, B., 2005.** Activities of AST, ALT and GGT in clinically healthy dairy cows during lactation and in the dry period. Veterinarski Arhiv. 75(1): 67-73.

19. **Khan, M.A., Lee, H.J., Lee, W.S., Kim, H.S., Kim, S.B., Ki, K.S., Park, S.J., Ha, J.K. and Choi, Y.J., 2007.** Starch source evaluation in calf starter: i. Feed consumption, body weight gain, structural growth, and blood metabolites in Holstein calves. J Dairy Sci. 90(11): 5259-5268. doi:10.3168/jds.2007-0338.