بررسی اثر جایگزینی نشاسته‌ی جو با تفاله‌ی چغندر و افزودن دانه‌ی برشته‌ی کانولا بر هیستومورفومتری شکمبه، نگاری و فراسنجه‌های تخمیر شکمبه‌ای بره‌های تغذیه شده با جیره‌های پرکنسانتره

صادق اسدالهی[۱*]، نعیم عرفانی‌مجد[۲]، محسن ساری[۳]، مرتضی چاجی[۴] و مرتضی مموئی[۴]

تاریخ دریافت: ۹۳/۶/۲۲ تاریخ پذیرش: ۹۳/۹/۳

خلاصه

به منظور بررسی اثرات جایگزینی بخشی از نشاسته‌ی جو با تفاله‌ی چغندر قند، با و یا بدون دانه‌ی برشته‌ی کانولا بر خصوصیات هیستومورفومتری شکمبه، نگاری و فراسنجه‌های تخمیری، ۲۴ رأس بره‌ی نر نژاد عربی در قالب طرح کاملاً تصادفی با آرایش فاکتوریل ۲×۲ به مدت ۸۴ روز مورد استفاده قرار گرفت. تیمارهای آزمایشی عبارت بودند: نشاسته‌ی جو، نشاسته‌ی جو همراه با دانه‌ی برشته‌ی کانولا، تفاله‌ی چغندر قند و تفاله‌ی چغندر قند با دانه‌ی برشته‌ی کانولا. جیره‌های مورد استفاده حاوی ۹۰ درصد کنسانتره و ۱۰ درصد علوفه بودند. جایگزینی بخشی از نشاسته‌ی جو با تفاله‌ی چغندر قند موجب افزایش معنی‌دار ارتفاع و ضخامت پرزها، ضخامت بافت پوششی، طبقه‌ی عضلانی و کل دیواره‌ی شکمبه شد. افزودن دانه‌ی برشته‌ی کانولا به جیره‌ها افزایش معنی‌دار فراسنجه‌های ارتفاع پرز و ضخامت بافت پوششی را موجب گردید. هم‌چنین اثر متقابل جیره‌ها در ارتباط با ارتفاع پرز و ضخامت بافت پوششی معنی‌دار بود. جایگزینی بخشی از نشاسته‌ی جو با تفاله‌ی چغندر قند موجب افزایش معنی‌دار ارتفاع، ضخامت و تعداد چین‌ها، ضخامت بافت پوششی، طبقه‌ی عضلانی و ضخامت کل دیواره نگاری شده بود. افزودن دانه‌ی برشته‌ی کانولا به جیره‌های حاوی نشاسته و تفاله‌ی چغندر قند افزایش معنی‌دار شاخص‌های تعداد چین، ضخامت بافت پوششی و دیواره‌ی عضلانی نگاری را به دنبال داشت. در جیره‌های حاوی نشاسته‌ی جو در مقایسه با جیره‌های دارای تفاله‌ی چغندر قند، کاهش معنی‌دار pH مایع شکمبه مشاهده گردید. افزودن دانه‌ی برشته‌ی کانولا افزایش معنی‌دار pH مایع شکمبه را در پی داشت. جایگزینی بخشی از نشاسته‌ی جو با تفاله‌ی چغندر قند افزایش غلظت استات و کاهش غلظت پروپیونات، بوتیرات و ایزوبوتیرات را موجب گردید. روند مشابهی با افزودن دانه‌ی برشته‌ی کانولا به جیره‌ها برای فراسنجه‌های غلظت استات، پروپیونات و بوتیرات مشاهده گردید. به طور کلی نتایج نشان داد، جایگزینی بخشی از نشاسته‌ی جو با تفاله‌ی چغندر قند و نیز افزودن چربی از منبع دانه‌ی برشته‌ی کانولا به این جیره‌ها موجب بهبود ساختار بافتی شکمبه- نگاری می‌گردد.

کلمات کلیدی: دانه‌ی برشته‌ی کانولا، تفاله‌ی چغندر قند، فراسنجه‌های تخمیری، هیستومورفومتری شکمبه نگاری، بره پرواری

مقدمه

بافت پوششی شکمبه عهده‌دار چندین وظیفه‌ی فیزیولوژیکی مهم، شامل جذب مواد مغذی و انتقال آن‌ها، متابولیسم اسیدهای چرب زنجیر کوتاه و باز چرخ اوره است (Aschenbach and Gäbel 2000, Aschenbem et al. 2002). رشد و تکامل طبیعی ساختار بافتی شکمبه، با مصرف مواد مغذی صورت گرفته و به جذب اسیدهای چرب فرار وابسته است (Krause and Oetzel, 2006). مصرف نشاسته توسط حیوان و تخمیر شکمبه‌ای آن با تولید اسیدهای چرب فرار می‌تواند موجب رشد و تکامل ساختار بافت شکمبه و نگاری شود (Zitnan et al. 2003).

[۱*] دانشجوی دکتری تغذیه، دانشکده علوم دامی و صنایع غذایی، دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی رامین خوزستان E-mail: sadg102@yahoo.com (نویسنده‌ی مسئول)

[۲] استاد گروه علوم پایه، دانشکده دامپزشکی، دانشگاه شهید چمران اهواز

[۳] استادیار گروه علوم دامی، دانشکده علوم دامی و صنایع غذایی، دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی رامین خوزستان

[۴] دانشیار گروه علوم دامی، دانشکده علوم دامی و صنایع غذایی، دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی رامین خوزستان

Lane and Jesse در سال ۱۹۹۷با تزریق اسیدهای چرب فرار به میزان ۵۰ درصد انرژی خالص مورد نیاز به شکمبه بره‌های شیرخوار نشان دادند که با افزایش تراکم اسیدهای چرب زنجیر کوتاه، ارتفاع پرزها و چین‌ها و هم‌چنین ضخامت بافت پوششی شکمبه و نگاری افزایش می‌یابد. رشد و نمو پرزهای مخاط شکمبه‌ی گوساله‌ها با افزایش مصرف کنسانتره افزایش می‌یابد (Zitnan et al. 2005). اگرچه تولید بیش از حد اسیدهای چرب فرار، موجب افزایش توانایی جذب پرزها و چین‌های شکمبه و نگاری می‌گردد، اما تجمع ناگهانی اسیدهای چرب فرار در شکمبه منجر به کاهش pH شکمبه و تغییرات بافتی آن می‌شود (Zitnan et al. 2003). تغذیه‌ی دام‌ها با جیره‌های با کنسانتره‌ی بالا می‌تواند مشکلات متابولیکی از جمله اسیدوز را موجب گردد. اگرچه تحمل نشخوارکنندگان به اسیدوز تحت حاد موجب عدم نمایش بالینی بیماری می‌شود، ولی این وضعیت در طولانی مدت تغییرات بافت شکمبه و نگاری را به دنبال خواهد داشت (Aschenbem et al. 2000). جذب از شکمبه و نگاری به ساختار مورفولوژی آن بستگی دارد و تغییر در مورفولوژی زمینه‌ساز اختلال در اعمال بافت‌های مذکور است (Zitnan et al. 2003) . برای جلوگیری از مشکلات متابولیکی، یکی از راهبردها افزایش اسیدهای چرب فرار در شکمبه با حداقل تأثیر منفی روی حیوان، استفاده از منابع کربوهیدراتی است که در زمان طولانی‌تری و با ملایمت بیش‌تر نسبت به نشاسته تخمیر شده و علاوه بر داشتن مزایای نشاسته، اثرات منفی تخمیر آن را به دنبال ندارند. پکتین در مقایسه با نشاسته و قندها لاکتات تولید نکرده یا میزان لاکتات حاصل شده از تخمیر آن کم است (Sniffen et al. 1992, Bergman 1990). هم‌چنین نسبت استات به پروپیونات تولید شده با استفاده از پکتین در مقایسه با نشاسته بالاتر است (Ben-Ghedalia et al. 1989). از جمله مواد خوراکی حاوی پکتین که به دلیل الیاف قابل حل با پتانسیل تخمیر آرام در تغذیه‌ی دام مورد استفاده قرار گرفته است می‌توان به تفاله‌ی چغندر قند اشاره کرد (Ben-Ghedalia et al. 1989). از طرفی، هدف اصلی استفاده از منابع چربی در جیره‌ی نشخوارکنندگان افزایش تراکم انرژی است. به دلیل اثرات نامطلوب روغن‌های آزاد بر تخمیر شکمبه، استفاده از دانه‌های روغنی از مقبولیت بیش‌تری برخوردار بوده و دانه‌ی کانولا در سال‌های گذشته به عنوان منبع چربی برای نشخوارکنندگان مورد استفاده قرار گرفته است (Andrade and Schmidly 2006). دانه‌ی کانولا حاوی ۴۰ درصد روغن است که اصولاً شامل ۴۱ درصد اسید اولئیک، ۲۵ درصد اسیدلینولنیک و ۱۴ درصد اسید لینولئیک است (Andrade and Schmidly 2006).

بررسی‌های انجام شده نشان داده است که تا کنون در خصوص تأثیر منابع کربوهیدراتی مانند نشاسته جو و تفاله‌ی چغندر قند با افزودن چربی به جیره‌های بره‌های پرواری تغذیه شده با جیره‌های پر کنسانتره بر هیستومورفومتری بافت شکمبه و نگاری مطالعه‌ای صورت نگرفته است، بنابراین هدف از مطالعه‌ی حاضر بررسی جایگزینی بخشی از نشاسته‌ی جو با تفاله‌ی چغندر قند با و یا بدون دانه برشته‌ی کانولا بر هیستومورفومتری بافت شکمبه و نگاری، تغییرات تراکم اسیدهای چرب فرار و pH شکمبه بود.

مواد و روش کار

این تحقیق بر روی ۲۴ رأس بره‌ی نر نژاد عربی با میانگین سن ۱۰±۱۱۸روز و میانگین وزن زنده ۲/۵±۲۳/۷ کیلوگرم به مدت ۹۹ روز (شامل ۱۵ روز دوره‌ی عادت-پذیری و ۸۴ روز طول دوره‌ی آزمایش) در ایستگاه تحقیقاتی و آموزشی دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی رامین خوزستان واقع در ۳۴ کیلومتری شمال شرقی شهر اهواز صورت گرفت. شرایط تغذیه و مدیریت پرورش بره‌های انتخاب شده قبل از انجام آزمایش یکسان بود. حیوانات به صورت تصادفی به چهار تیمار و شش تکرار تقسیم شده، به جایگاه‌های انفرادی منتقل و در ابتدای دوره‌ی عادت‌پذیری، دام‌ها با داروی ضدانگل آلبندازول

برضد انگل‌های داخلی درمان و با واکسن آنتروتوکسمی مایه‌کوبی شدند.

در این آزمایش بخشی از نشاسته‌ی جو با تفاله‌ی چغندر قند جایگزین گردید و دو جیره حاصل شده با و بدون دانه‌ی برشته‌ی کانولا مورد استفاده قرار گرفت. بنابراین چینش تیمارها به صورت فاکتوریل ۲×۲ بوده و تیمارهای آزمایشی عبارت بودند از ۱- نشاسته‌ی جو، ۲- نشاسته‌ی جو همراه با دانه‌ی برشته‌ی کانولا، ۳- تفاله‌ی چغندر قند، ۴- تفاله‌ی چغندر قند با دانه‌ی برشته‌ی کانولا. سطح استفاده از دانه‌ی برشته‌ی کانولا ۷ درصد ماده‌ی خشک جیره (NRC, ۲۰۰۷) بود که افزایش ۲/۶ درصدی عصاره‌ی اتری این جیره‌ها را موجب گردید. دانه‌های کانولا به مدت ۱۵۰ دقیقه در آون‌های مخصوص در دمای ۱۵۰ درجه‌ی سانتی‌گراد حرارت داده شد و سپس با خاموش کردن آون، ذخیره‌سازی حرارتی به مدت ۹۰ دقیقه صورت پذیرفت، به طوری که دمای خروجی از آون ۱۲۰ درجه‌ی سانتی‌گراد بود. سپس دانه‌ی کانولا با آسیاب چکشی با اندازه‌ی توری به میزان ۱ میلی‌متر آسیاب و در ترکیب جیره‌ی مورد استفاده قرار گرفت. در تمامی جیره‌های آزمایشی نسبت علوفه ثابت و برابر ۱۰ درصد ماده‌ی خشک جیره در نظر گرفته شد. مواد خوراکی تشکیل دهنده و ترکیب شیمیایی جیره‌های آزمایشی در جدول ۱ ارائه شده است. تنظیم جیره‌ها با استفاده از جدول احتیاجات مواد مغذی نشخوارکنندگان کوچک (NRC,۲۰۰۷) صورت گرفته و جیره‌ها به صورت کاملاً مخلوط روزانه در دو نوبت (ساعت ۶ صبح و ۶ عصر) و آب، به صورت آزاد در اختیار بره‌ها قرار می‌گرفت. پس از اتمام زمان آزمایش از هر تیمار ۳ رأس بره که به میانگین وزن تیمارها نزدیک بود، انتخاب و جهت کشتار به کشتارگاه مجتمع منتقل شد. پس از کشتار بره‌ها، بلافاصله محوطه‌ی شکمی باز و دستگاه گوارش از ناحیه‌ی مری تا انتهای قولون جدا و خارج گردید. نمونه‌گیری بافتی از شکمبه و نگاری، انجام گرفت و نمونه‌هایی به ضخامت حداکثر ۰/۵ سانتی‌متر از قسمت شکمی بافت‌ها، جدا و در ظروف نمونه‌گیری حاوی فرمالین بافر ۱۰ درصد قرار داده شد. نمونه‌ها به آزمایشگاه بافت‌شناسی دانشکده‌ی دامپزشکی دانشگاه شهید چمران اهواز منتقل شدند. پس از تهیه‌ی مقاطع پارافینی و رنگ‌آمیزی با هماتوکسیلین - ائوزین، اندازه‌گیری شاخص‌های مورد مطالعه (در هر گروه ۳ نمونه و از هر نمونه ۴ برش بافتی و در هر برش بافتی حداقل ۴ میدان میکروسکوپی شمارش و اندازه‌گیری گردید) در بزرگ‌نمایی‌های مختلف با استفاده از میکروسکوپ دیجیتال (Dino capture)، لنز دیجیتال (Dino capture) و نرم افزار (Dino capture1) صورت پذیرفت. مطالعات میکرومتری شامل ارتفاع، ضخامت، تعداد پرزها و چین‌ها و هم‌چنین ضخامت لایه-های بافت پوششی، عضلانی و ضخامت کل دیواره بودند.

برای اندازه‌گیری pH و اسیدهای چرب زنجیر کوتاه مایع شکمبه، در هفته‌ی پایانی آزمایش، پیش از غذادهی نوبت صبح (ساعت صفر)، ۲، ۴ و ۸ ساعت پس از غذادهی، مایع شکمبه از طریق لوله‌ی دهانی گرفته شده و پس از حذف ۵۰ میلی‌لیتر اول آن و تصفیه‌ی آن با پارچه‌ی کتانی ۴ لایه، اندازه‌گیری pH با استفاده از pH متر دیجیتال (WTW مدل ۳۱۱۶ ساخت کشور آلمان) انجام شد. سپس برای اندازه‌گیری اسیدهای چرب فرار نمونه‌ای معادل ۲۵ میلی‌لیتر از آن با اسیدسولفوریک ۵۰ درصد به نسبت ۱ میلی‌لیتر به ۲۰ میکرولیتر مخلوط و به آزمایشگاه منتقل و تا زمان آنالیز در دمای ۲۰- درجه‌ی سانتی‌گراد نگهداری شد. برای تعیین الگوی اسیدهای چرب فرار مایع شکمبه، ابتدا نمونه‌های مایع شکمبه به مدت ۴ ساعت در دمای ۴ درجه‌ی سانتی‌گراد یخ‌گشایی شده و سپس با دستگاه ورتکس همگن شدند. در ادامه، اندازه‌گیری اسیدهای چرب فرار با استفاده از روش Ichihara and Fukubayashi 2010 و دستگاه کروماتوگرافی گازی (Varian 3600 Star; Varian Specialties, Midland, ON, Canada) و ستون FFAP با طول ۳۰ متر و سطح مقطع ۰/۲۵ میکرون و انتخاب گاز نیتروژن به عنوان گاز حامل، انجام شد.

جدول ۱: مواد خوراکی تشکیل دهنده و ترکیب شیمیایی جیره‌های آزمایشی در ماده‌ی خشک

ماده خوراکی (درصد)	جیره‌های آزمایشی			
	نشاسته جو		تفاله چغندر قند	
	بدون دانه برشته کانولا	با دانه برشته کانولا	بدون دانه برشته کانولا	با دانه برشته کانولا
علوفه خشک یونجه	۱۰	۱۰	۱۰	۱۰
جو آسیاب شده	۶۴	۶۲	۲۸	۲۶
تفاله خشک چغندر قند	۰	۰	۳۶	۳۶
دانه کانولای برشته شده	۰	۷	۰	۷
سبوس گندم	۴	۴	۰	۰
کنجاله سویا	۱۰	۱۲	۱۴/۲	۱۶/۲
کنجاله کانولا	۱۰	۳	۱۰	۳
پودر سنگ آهک	۱/۲	۱/۲	۱/۰	۱/۰
نمک	۰/۲	۰/۲	۰/۲	۰/۲
مکمل مواد معدنی و ویتامینی[1]	۰/۶	۰/۶	۰/۶	۰/۶
ترکیب شیمیایی (درصد)				
ماده خشک [2]	۹۲/۵	۹۳/۶	۹۳/۷	۹۴/۳
ماده آلی[2]	۹۰/۸	۹۰/۲	۸۹/۹	۹۰/۰
پروتئین خام [2]	۱۸/۳	۱۷/۲	۱۸/۵	۱۸/۰
دیواره سلولی (NDF) [2]	۲۴/۰	۲۳/۰	۳۲/۰	۳۲/۰
دیواره سلولی منهای همی‌سلولز (ADF) [2]	۱۱/۶	۱۱/۱	۱۷/۱	۱۶/۶
کربوهیدات غیر فیبری[3](NFC)	۲۴	۲۳	۳۲	۳۲
چربی[2]	۲/۵	۵/۱	۲/۰	۴/۶
انرژی قابل متابولیسم[4] (مگاکالری در کیلوگرم ماده) خشک)	۲/۸۳	۲/۹۷	۲/۷۶	۲/۸۲

[1]هر کیلوگرم مکمل حاوی ۶۰۰ هزار واحد بین المللی ویتامین A، ۲۰۰ هزار واحد بین المللی ویتامین D، ۲۰۰ میلی‌گرم ویتامین E، ۲۵۰۰ میلی‌گرم آنتی‌اکسیدان، ۱۹۵ گرم کلسیم، ۸۰ گرم فسفر، ۲۱۰۰۰ میلی‌گرم منیزیم، ۲۲۰۰ میلی‌گرم منگنز، ۳۰۰۰ میلی‌گرم آهن، ۳۰۰ میلی‌گرم مس، ۳۰۰ میلی‌گرم روی، ۱۰۰ میلی‌گرم کبالت، ۱۲میلی‌گرم ید و ۱/۱ میلی‌گرم سلنیوم.

[2]از طریق اندازه‌گیری در آزمایشگاه به دست آمده است.

[3]محاسبه شده از طریق NFC= 100 -(% CP +% ash +% NDF+% EE)

[4]محاسبه شده بر اساس تراکم انرژی مواد خوراکی.

تجزیه و تحلیل داده‌ها

تجزیه و تحلیل داده‌های مربوط به تغییرات بافتی در قالب مدل آماری طرح فاکتوریل بر پایه‌ی طرح کاملاً تصادفی، رویه GLM، (مدل ۱) و داده‌های وابسته به اسیدهای چرب فرار (VFA) و pH، در قالب مدل طرح کاملاً تصادفی با اندازه‌گیری تکراری، رویه Mixed با در نظر گرفتن اثر تصادفی برای زمان و مدل متقارن مرکب[1]

1- Compound symmetry

(مدل ۲) و به کارگیری نرم‌افزار SAS (نسخه ۹/۲، ۲۰۰۵) صورت گرفت. مقایسه‌ی میانگین‌ها با استفاده از روش دانکن در سطح اطمینان ۹۵ درصد صورت گرفت. معادلات مدل آنالیز داده‌ها به صورت زیر می‌باشد:

مدل (۱) $Y_{ijk} = \mu + N_i + R_j + (N\times R)_{i\times j} + \alpha_{ijk}$

مدل (۲) $_{ijk} = \mu + A_j + D_k + (A*D)_{ik} + \alpha_{ijk}$

که در مدل‌های بالا: Y_{ijk} = متغیر وابسته؛ μ = میانگین کل؛ N_i = منبع کربوهیدرات قابل حل در شوینده خنثی؛ R_j = اثر افزودن دانه‌ی برشته‌ی کانولای؛ $N\times R$=اثر متقابل جیره‌های آزمایشی؛ A_j = اثر جیره‌های آزمایشی (منبع کربوهیدرات قابل حل در شوینده خنثی، افزودن دانه‌ی برشته‌ی کانولا و اثر متقابل جیره‌های آزمایشی)؛ D_k = اثر زمان؛ $(A*D)_{ik}$= اثر متقابل جیره در زمان و α_{ijk} = خطای باقیمانده است.

نتایج

تأثیر جیره‌های آزمایشی بر ساختار هیستومورفومتری شکمبه و نگاری در جدول ۲ آمده است. تغذیه‌ی بره‌ها با جیره‌های دارای تفاله‌ی چغندر قند در مقایسه با جیره‌های حاوی نشاسته‌ی جو افزایش معنی‌دار (p<۰/۰۱) ارتفاع و ضخامت پرزها، ضخامت بافت پوششی پرزها، طبقه‌ی عضلانی و هم‌چنین ضخامت کل دیواره‌ی شکمبه را در پی‌داشت. جیره‌های حاوی دانه‌ی برشته‌ی کانولا به طور معنی‌دار موجب افزایش ارتفاع پرز و ضخامت بافت پوششی شده بود (p<۰/۰۱). هم‌چنین ارتفاع پرز و ضخامت بافت پوششی نیز تحت اثر متقابل جیره‌ها قرار گرفته بود (p<۰/۰۱). تیمارهای آزمایشی تأثیر معنی‌داری بر تعداد پرزهای شکمبه نداشتند (p>۰/۰۵).

جدول ۲: مقایسه‌ی تغییرات هیستومورفومتری پرزهای شکمبه و چین‌های نگاری تحت تأثیر جیره‌های آزمایشی مختلف (میکرومتر)

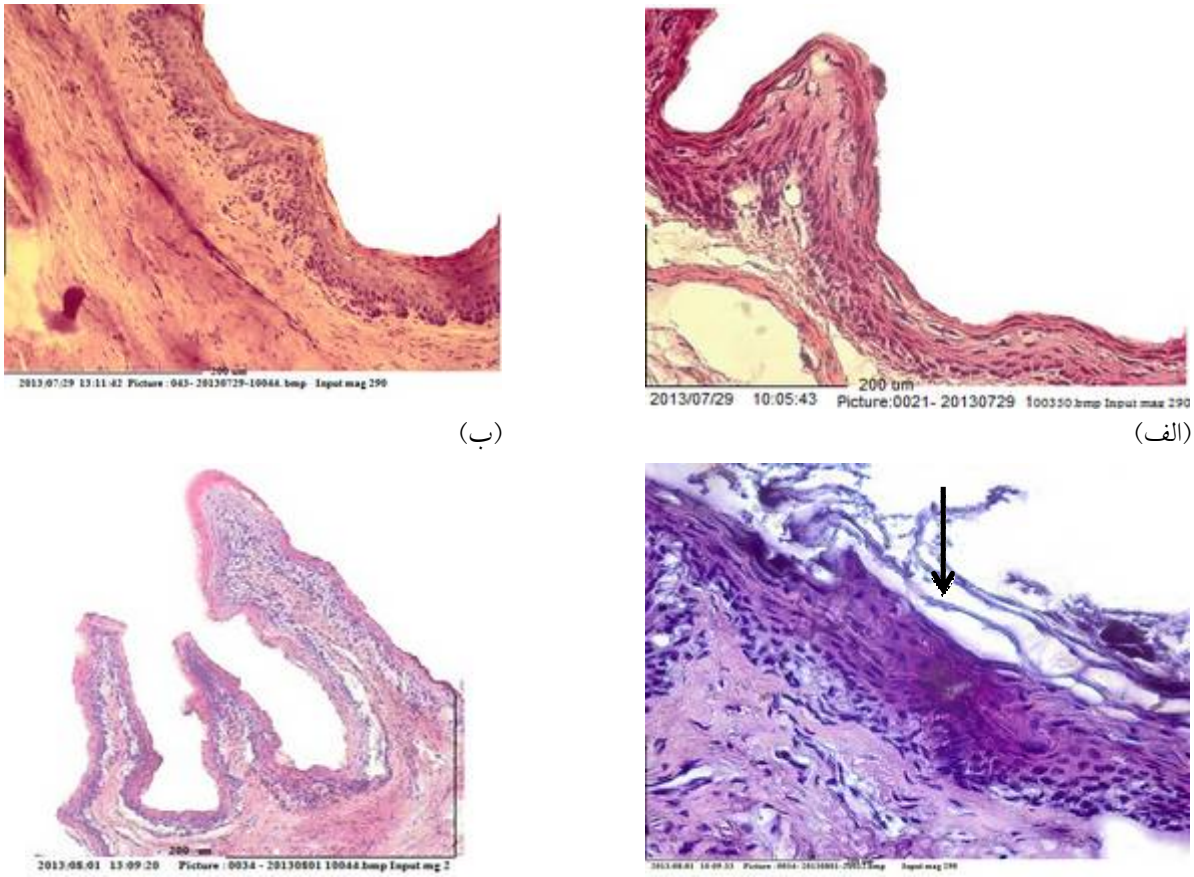
شرح اجزاء بافت	جیره‌های آزمایشی				S. E	مقایسات[1]		
	نشاسته جو		تفاله چغندرقند					
	بدون دانه برشته کانولا	با دانه برشته کانولا	بدون دانه برشته کانولا	با دانه برشته کانولا		NDSC	RCS	NDSC* RCS
شکمبه								
ارتفاع پرز	۷۷۲/۹^{a}	۸۳۶/۸^{b}	۹۴۶/۸^{c}	۱۱۷۰/۱^{d}	۱۶/۴	۰/۰۰۷	۰/۰۰۳	۰/۰۲۰
ضخامت پرز	۲۲۶/۵^{a}	۲۲۰/۱^{a}	۲۴۹/۱^{b}	۲۴۵/۴^{b}	۱۱/۸	۰/۰۴	۰/۷۷	۰/۲۹
تعداد پرز در 100µ طول مخاط	۰/۴۱	۰/۴۳	۰/۳۵	۰/۳۸	۰/۰۲	۰/۵۴	۰/۷۵	۰/۵۵
ضخامت بافت پوششی	۵۵/۶^{a}	۵۸/۴^{a}	۸۴/۵^{b}	۱۱۳/۴^{c}	۱۱/۴	۰/۰۰۳	۰/۰۰۱	۰/۰۳
طبقه عضلانی	۶۶۶/۳^{a}	۷۰۹/۳^{a}	۸۱۶/۸^{c}	۷۴۵/۶^{c}	۲۱/۵	۰/۰۳	۰/۷۷	۰/۱۱
ضخامت کل دیواره	۸۱۸/۶^{a}	۸۶۴/۴^{a}	۹۹۷/۷^{b}	۹۵۸/۶^{b}	۲۲/۳	۰/۰۰۵	۰/۱۴	۰/۳۹
نگاری								
ارتفاع چین	۶۸۴^{a}	۷۶۵^{b}	۸۵۰^{c}	۸۴۴^{c}	۱۷/۱	۰/۰۴	۰/۱۹	۰/۱۰
ضخامت چین	۲۰۷/۴^{a}	۲۰۲/۸^{a}	۱۷۸/۱^{b}	۱۸۹/۸^{b}	۱۴/۳	۰/۰۳	۰/۵۴	۰/۷۵
تعداد چین در 100µ طول مخاط	۰/۴۲^{a}	۰/۴۳^{a}	۰/۴۸^{b}	۰/۵۱^{b}	۰/۰۱	۰/۰۱	۰/۰۳	۰/۷۹
ضخامت بافت پوششی	۵۷/۷^{a}	۶۰/۸^{a}	۶۷/۹^{b}	۷۰/۵^{b}	۱۳/۲	۰/۰۳	۰/۰۲	۰/۷۶
طبقه عضلانی	۵۲۹/۴^{a}	۷۰۸/۵^{b}	۷۳۴/۶^{d}	۷۲۰/۵^{c}	۲۳/۲	۰/۰۳	۰/۰۴	۰/۱۰
ضخامت کل دیواره	۶۸۳/۳^{a}	۷۸۶/۵^{b}	۹۰۳/۵^{d}	۸۸۴/۶^{c}	۲۵/۸	۰/۰۰۸	۰/۱۷	۰/۴۴

[1] مقایسات؛ NDSC[1]، مقایسه‌ی جیره‌های حاوی نشاسته‌ی جو با جیره‌های حاوی تفاله‌ی چغندر قند؛ RCS[2]، مقایسه‌ی جیره‌های حاوی دانه‌ی برشته‌ی کانولای همراه نشاسته‌ی جو یا تفاله‌ی چغندر قند با جیره‌های بدون دانه‌ی برشته‌ی کانولا؛ اثر متقابل RCS*NDSC

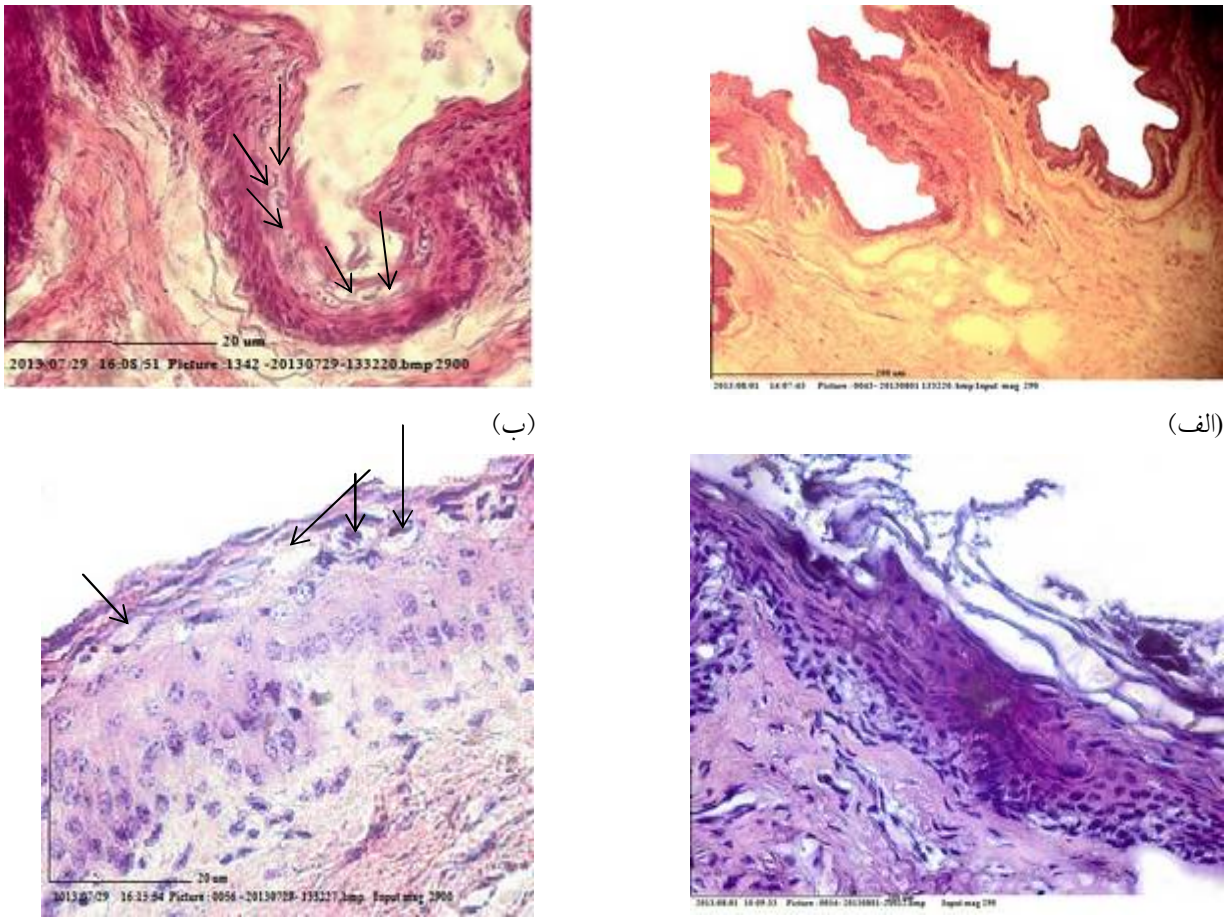
1- Neutral detergent soluble carbohydrate source
2- Roasted canola seed

کاهش ضخامت چین‌های نگاری با کاهش سطح فیبر جیره مشاهده گردید. جایگزین نمودن نشاسته‌ی جو با تفاله‌ی چغندر قند افزایش معنی‌دار ارتفاع و تعداد چین‌ها و هم‌چنین ضخامت بافت پوششی، طبقه‌ی عضلانی و ضخامت کل دیواره نگاری شده بود. در نتیجه افزودن دانه‌ی برشته‌ی کانولا، افزایش در تعداد چین و ضخامت بافت پوششی مشاهده گردید ($P<۰/۰۱$). سایر خصوصیات هیستومورفومتری چین‌های نگاری تحت تأثیر جیره‌های آزمایشی قرار نگرفتند ($P>۰/۰۵$).

بررسی ساختار بافتی شکمبه نشان داد که در مقایسه با سه تیمار دیگر، مخاط شکمبه در بره‌های تغذیه شده با جیره‌های حاوی تفاله‌ی چغندر قند با دانه‌ی برشته‌ی کانولا در مقایسه با دیگر بره‌ها بیش‌تر شاخی شده و به طور محسوسی ضخامت بافت پوششی افزایش یافته بود (تصویر ۱). هم‌چنین تجمع واکوئل‌های چربی در سطح بافت پوششی مخاط شکمبه بره‌های تغذیه شده با جیره‌های بدون دانه‌ی برشته‌ی کانولا (بره‌های تغذیه شده با نشاسته جو و بره‌های تغذیه شده با تفاله‌ی چغندر قند) در مقایسه با بره‌های تغذیه شده با جیره‌های حاوی دانه‌ی برشته‌ی کانولا مشهود بود (تصویر ۲).



تصویر ۱: نمای میکروسکوپی دیواره‌ی شکمبه، افزایش لایه‌ی شاخی بافت پوششی در مخاط شکمبه (فلش) در بره‌های تغذیه شده با تفاله‌ی چغندر قند به همراه دانه‌ی برشته‌ی کانولا (پ) در مقایسه با بره‌های تغذیه شده با نشاسته به همراه دانه‌ی برشته‌ی کانولا (الف)، بره‌های تغذیه شده با نشاسته بدون دانه‌ی برشته‌ی کانولا (ب) و بره‌های تغذیه شده با تفاله‌ی چغندر قند بدون دانه‌ی برشته‌ی کانولا (ت) قابل توجه است (H&E, X100).



(الف) (ب)

(پ) (ت)

تصویر ۲: نمای میکروسکوپی دیواره‌ی شکمبه، تجمع واکوئل‌های چربی در سطح بافت پوششی مخاط شکمبه (فلش) بره‌های تغذیه شده با نشاسته‌ی جو (ب) وتفاله‌ی چغندر قند بدون منبع چربی (ت) در مقایسه با بره‌های تغذیه شده با نشاسته به همراه منبع چربی (الف) و بره‌های تغذیه شده با تفاله‌ی چغندر قند به همراه منبع چربی (پ) قابل توجه است (H&E, X100).

pH شکمبه

میانگین pH شکمبه بره‌های تغذیه شده با جیره‌های آزمایشی در قبل از غذادهی (ساعت صفر) و ۲، ۴، و ۸ ساعت پس از مصرف غذا در جدول ۳ آمده است. اثر جیره‌های حاوی تفاله‌ی چغندر قند با و بدون افزودن دانه‌ی برشته‌ی کانولا بر میانگین pH شکمبه معنی‌دار بود (P<۰/۰۱). بره‌های تغذیه شده با جیره‌ی حاوی تفاله‌ی چغندر قند، میانگین pH شکمبه بالاتری در مقایسه با حیوانات تغذیه شده با جیره با نشاسته‌ی جو داشتند و این اختلاف در ۲، ۴ و ۸ ساعت پس از خوراک‌دهی نیز مشاهده گردید. افزودن دانه‌ی برشته‌ی کانولا به جیره، افزایش pH شکمبه را به دنبال داشت و این افزایش در جیره با نشاسته‌ی جو نسبت به جیره با تفاله‌ی چغندر قند به میزان قابل توجهی بیش‌تر بود که معنی‌دار شدن اثر متقابل منبع کربوهیدرات با دانه‌ی برشته‌ی کانولا شده را به دنبال داشت. PH شکمبه در زمان‌های مختلف نمونه-برداری به طور معنی‌داری با هم تفاوت داشت (P<۰/۰۱).

جدول ۳: pH مایع شکمبه بره‌های تغذیه شده با جیره‌های آزمایشی

	نشاسته جو		تفاله چغندر قند			مقایسات[1]					
	بدون دانه برشته کانولا	با دانه برشته کانولا	بدون دانه برشته کانولا	با دانه برشته کانولا	SE	NDSC	RCS	RCS*NDSC	زمان	جیره	جیره× زمان
میانگین pH	۵/۳۴[a]	۶/۶۵[d]	۶/۲۲[b]	۶/۵۲[c]	۰/۱۵۳	۰/۰۰۰۲	۰/۰۲۴	۰/۰۰۷	۰/۰۰۱	/۰۰۱	۰/۰۰۰۱
ساعت صفر[2]	۵/۵۴	۶/۵۲	۶/۱۶	۶/۵۰	۰/۱۳۰	۰/۷۵	۰/۶۶	۰/۵۳	--	--	--
۲	۵/۰۴[a]	۶/۴۴[c]	۶/۱۹[b]	۶/۴۸[c]	۰/۱۲۳	۰/۰۰۰۱	۰/۰۳	۰/۰۱	--	--	--
۴	۵/۳۱[a]	۶/۶۸[d]	۶/۳۸[b]	۶/۷۲[c]	۰/۱۱۳	۰/۰۰۱	۰/۰۱	۰/۰۳	--	--	--
۸	۵/۵۰[a]	۶/۹۸[d]	۶/۱۸[b]	۶/۴۰[c]	۰/۱۳۶	۰/۰۰۰۷	۰/۰۲	۰/۰۰۱	--	--	--

[1]مقایسات؛ NDSC، مقایسه‌ی جیره‌های حاوی نشاسته با جیره‌های حاوی تفاله‌ی چغندر قند؛ RCS، مقایسه‌ی جیره‌های حاوی دانه‌ی برشته‌ی کانولا با جیره‌های بدون دانه‌ی برشته‌ی کانولا؛ اثر متقابل RCS*NDSC؛ [2] pH مایع شکمبه در ساعات مختلف پس از غذادهی

الگوی اسیدهای چرب فرار

الگوی اسیدهای چرب با زنجیر کوتاه، غلظت کل اسیدهای چرب زنجیر کوتاه و نسبت استات به پروپیونات در جدول ۴ آمده است. تغذیه‌ی حیوانات با جیره‌های حاوی تفاله‌ی چغندر قند در مقایسه با جیره‌های با نشاسته از منبع جو، موجب افزایش معنی‌دار غلظت استات شد (P<۰/۰۵). افزودن چربی به جیره، کاهش معنی‌دار غلظت استات را در زمان‌های مختلف به دنبال داشت (P<۰/۰۰۱). تغذیه‌ی حیوانات با جیره‌های حاوی نشاسته‌ی جو در مقایسه با جیره‌های دارای تفاله‌ی چغندر قند در ساعات مختلف نمونه‌برداری به طور معنی‌داری غلظت پروپیونات را افزایش داد (P<۰/۰۱). افزودن دانه برشته‌ی کانولا به جیره، موجب افزایش میانگین غلظت پروپیونات در زمان‌های مختلف شد (P<۰/۰۰۱). جایگزینی نشاسته‌ی جو با تفاله‌ی چغندر قند موجب افزایش معنی‌دار نسبت استات به پروپیونات شد (P<۰/۰۱) و افزودن دانه‌ی برشته‌ی کانولا تأثیر معنی‌داری بر این شاخص نداشت (P>۰/۰۵). اثر متقابل جیره‌ها در رابطه با میانگین غلظت بوتیرات نیز معنی‌دار نبود (P>۰/۰۵). افزودن دانه‌ی برشته‌ی کانولا به جیره کاهش معنی‌دار غلظت بوتیرات را به دنبال داشت (P>۰/۰۵). جایگزینی نشاسته با فیبر قابل حل افزایش معنی‌دار غلظت ایزوبوتیرات را در زمان‌های مختلف به دنبال داشت و افزودن دانه‌ی کانولا تأثیر معنی‌داری بر غلظت این اسید چرب کوتاه زنجیر نداشت. غلظت کل اسیدهای چرب فرار نیز تحت تأثیر تیمارها قرار نگرفت (P>۰/۰۵).

جدول ۴: اسیدهای چرب فرار مایع شکمبه بره‌های تغذیه شده با جیره‌های آزمایشی (میلی‌گرم درصد)

اسید چرب	نشاسته جو		تفاله چغندر قند			مقایسات[1]					
	بدون دانه برشته کانولا	با دانه برشته کانولا	بدون دانه برشته کانولا	با دانه برشته کانولا	SE	NDSC	RCS	RCS*NDSC	زمان	جیره	جیره× زمان
استات	۳۳۶/۲^{a}	۳۰۵/۳^{a}	۴۲۸/۴^{b}	۴۱۲/۳^{b}	۸/۵	<۰/۰۰۱	۰/۰۰۱	۰/۵۹	<۰/۰۰۱	<۰/۰۰۱	<۰/۰۰۰۱
ساعت صفر[2]	۲۹۲/۳^{b}	۲۰۸/۳^{a}	۳۶۵/۰^{c}	۳۵۴/۷^{c}	۱۱	<۰/۰۰۱	۰/۰۰۱	۰/۷۴	--	--	--
۲	۳۶۶/۰^{a}	۳۵۹/۳^{a}	۴۳۹/۲^{b}	۴۲۲/۳^{b}	۸/۶	<۰/۰۰۱	۰/۰۰۱	۰/۶۴	--	--	--
۴	۳۴۵/۰^{a}	۳۳۹/۰^{a}	۴۸۹/۷^{b}	۴۶۶/۷^{b}	۵/۶	<۰/۰۰۱	۰/۰۰۱	۰/۰۴	--	--	--
۸	۳۴۱/۷^{a}	۳۱۴/۳^{b}	۴۱۹/۳^{c}	۴۰۵/۵^{c}	۹/۱	۰/۰۰۹	۰/۰۰۷	۰/۸۹	--	--	--
پروپیونات	۲۵۷/۳^{a}	۲۶۵/۵^{a}	۱۹۲/۵^{b}	۲۰۲/۸^{b}	۸/۳	<۰/۰۰۱	۰/۰۰۰۱	۰/۶۳	<۰/۰۰۱	<۰/۰۰۱	<۰/۰۰۱
ساعت صفر	۲۴۴/۳^{a}	۲۳۵/۳^{a}	۱۵۲/۰^{b}	^{c}۱۷۳/۰	۷/۴	<۰/۰۰۱	۰/۰۰۰۱	۰/۵۵	--	--	--
۲	۳۱۵/۰^{c}	۲۸۴/۷^{b}	۲۰۷/۷^{a}	۲۰۹/۱^{a}	۵/۵	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱	۰/۶۶	--	--	--
۴	۲۵۱/۳^{b}	۲۸۱/۳^{c}	۲۳۸/۷^{a}	۲۴۰/۷^{a}	۸/۶	<۰/۰۰۱	<۰/۰۰۱	۰/۵۶	--	--	--
۸	۲۱۸/۳^{b}	۲۵۸/۷^{c}	۱۷۱/۴^{a}	۱۸۸/۴^{a}	۴/۷	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۱	۰/۶۴	--	--	--
بوتیرات	۶۴/۹^{a}	۵۴/۱^{a}	۷۰/۴^{b}	۶۰/۱^{a}	۵/۸	۰/۳۳	۰/۰۴	۰/۲۷	<۰/۰۰۱	۰/۰۰۱	۰/۰۱
ساعت صفر	۶۱/۷^{b}	۵۱/۵^{a}	۶۹/۰^{b}	۵۳/۸^{a}	۵/۵	۰/۱۳	۰/۳۴	۰/۰۰۱	--	--	--
۲	۶۷/۳^{a}	۵۷/۰^{a}	۷۱/۸^{b}	۶۳/۸^{a}	۴/۹	۰/۰۳	۰/۰۰۴	۰/۰۳	--	--	--
۴	۶۶/۳^{b}	۵۵/۰^{a}	۷۳/۷^{b}	۵۶/۰^{b}	۶/۱	۰/۴۷	۰/۵۳	۰/۰۴	--	--	--
۸	۶۳/۳^{b}	۵۳/۰^{a}	۶۷/۰^{b}	۶۶/۷^{b}	۶/۶	۰/۶۴	۰/۰۹	۰/۷۰	--	--	--
ایزوبوتیرات	۱۷/۱^{a}	۱۴/۵^{a}	۲۱/۸^{b}	۱۶/۷^{a}	۳/۳	۰/۰۲	۰/۷۸	۰/۳۳	۰/۵۱	۰/۴۱	۰/۳۳
ساعت صفر	۱۶/۳^{a}	۱۴/۸^{a}	۲۳/۰^{b}	۱۵/۳^{a}	۳/۳	۰/۰۲	۰/۷۳	۰/۱۵	--	--	--
۲	۱۸/۳^{a}	۱۶/۰^{a}	۲۱/۰^{b}	۱۷/۷^{a}	۵/۴	۰/۰۳	۰/۷۷	۰/۲۱	--	--	--
۴	۱۷/۳^{a}	۱۴/۳^{b}	۲۲/۳^{a}	۱۷/۷^{a}	۲/۸	۰/۰۴	۰/۷۱	۰/۱۵	--	--	--
۸	۱۶/۶^{b}	۱۳/۰^{a}	۲۰/۷^{b}	۱۶/۰^{a}	۲/۳	۰/۰۰۱	۰/۸۳	۰/۱۱	--	--	--
کل اسید چرب فرار	۶۶۸/۱	۶۴۶/۴	۷۱۳/۱	۶۹۱/۹	۲۳/۳	۰/۵۲	۰/۴۳	۰/۴۸	--	---	---
	۱/۳۴^{a}	۱/۱۲^{a}	۲/۲^{b}	۲/۰۳^{b}	۰/۰۳	<۰/۰۰۱	۰/۱۳	۰/۳۱	<۰/۰۰۱	<۰/۰۰۱	<۰/۰۰۱

[1]مقایسه‌ها؛ NDSC، مقایسه‌ی جیره‌های حاوی نشاسته با جیره‌های حاوی تفاله‌ی چغندر قند؛ RCS، مقایسه‌ی جیره‌های حاوی دانه‌ی برشته‌ی کانولا با جیره‌های بدون دانه‌ی برشته‌ی کانولا؛ اثر متقابل RCS*NDSC؛ [2]الگوی اسیدهای چرب فرار در ساعات مختلف پس از غذادهی

بحث

حضور و جذب اسیدهای چرب فرار، کلید اصلی توسعه‌ی بافت‌های شکمبه و نگاری می‌باشد (Zitnan et al. 2003). Lane and Jesse در سال ۱۹۹۷ با تزریق داخل شکمبه‌ای غلظت‌های فیزیولوژیک اسیدهای چرب فرار به

میزان ۵۰ درصد انرژی خالص مورد نیاز بره‌ها از سن ۲ تا ۶ هفته، نشان دادند که تحریک توسعه‌ی بافت شکمبه‌ای تحت تأثیر اسیدهای چرب فرار قرار دارد. در مطالعه‌ای دیگر نشان داده شد که جیره‌های حاوی سطح بالای کنسانتره، موجب افزایش تولید اسیدهای چرب فرار و تحریک توسعه‌ی پرزهای شکمبه و چین‌های نگاری می‌شود و در نتیجه‌ی جذب اسیدهای چرب فرار در این وضعیت افزایش می‌یابد (Wang et al. 2009). افزایش ارتفاع، پهنا و تعداد پرزها و چین‌ها موجب افزایش سطح جذب و جلوگیری از انباشت اسیدهای چرب فرار در شکمبه و جلوگیری از اسیدوز حاد و تحت حاد در حیوانات می‌گردد (Krause and Oetzel 2006, Wang et al. 2009). هنگامی که اسیدهای چرب فرار به طور ناگهانی افزایش می‌یابند، توانایی پرزها و چین‌ها شکمبه – نگاری در جذب اسیدهای چرب فرار شکمبه کاهش یافته، و در نتیجه pH شکمبه کاهش می‌یابد (Gozho et al. 2005). سازوکارهای فوق در توافق با نتایج این آزمایش است که در آن جیره‌های حاوی فیبر قابل حل در شوینده‌ی خنثی در مقایسه با جیره‌های حاوی نشاسته‌ی بالا، موجب افزایش ارتفاع، ضخامت پرز و چین و هم‌چنین افزایش ضخامت بافت پوششی، بافت عضلانی و کل دیواره‌ی بافت شکمبه و نگاری شده‌اند و در این جیره‌ها میانگین pH شکمبه نیز بالاتر بوده است. ضخامت بالاتر دیواره‌ی عضلانی و کل دیواره‌ی شکمبه نگاری بره‌های تغذیه شده با جیره‌های حاوی فیبر قابل حل در شوینده‌ی خنثی نسبت به جیره‌های با نشاسته‌ی بالا هم‌چنین می‌تواند در نتیجه‌ی توان سایشی بالاتر این جیره‌ها باشد (Baldwin et al. 2004). در آزمایشی توسط Mach و همکاران در سال ۲۰۰۶ تأثیر سه سطح کربوهیدارت غیر فیبری (ذرت، جو و ملاس چغندر قند) با دو منبع چربی (دانه‌ی کانولا و دانه‌ی بزرک) بر خصوصیات بافت شکمبه گوساله‌های پرواری بررسی شد. نتایج نشان داد که تعداد پرز و میانگین سطح پرز تحت تأثیر منبع چربی، سطح کربوهیدرات غیر فیبری و نیز اثر متقابل این دو عامل قرار نمی‌گیرد که در رابطه با شاخص تعداد پرز در توافق با یافته‌های آزمایش حاضر است. مطالعات مشابهی که اثر متقابل منبع کربوهیدرات را با افزودن چربی بر خصوصیات بافتی شکمبه و نگاری بررسی کرده باشد، در دست نیست.

جذب اسیدهای چرب فرار از شکمبه به دو عامل اساسی طول زنجیره‌ی اسید چرب و pH شکمبه بستگی دارد (Baldwin et al. 2004). افزایش طول زنجیره‌ی اسید چرب رابطه‌ی مستقیمی با جذب آن‌ها دارد. بوتیرات سریع‌تر از پروپیونات جذب و استات با سرعت کم‌تری جذب می‌شود. هم‌چنین کاهش pH موجب افزایش جذب اسیدهای فرار می‌شود (Bannin et al. 2012). در آزمایش حاضر نیز تجمع واکوئل‌های چربی به دلیل عدم جذب در سطح بافت پوششی مخاط شکمبه به ویژه بره‌های مصرف کننده‌ی جیره‌های با نشاسته‌ی بالا دیده می‌شود. در این حیوانات طول کم‌تر پرزها نسبت به گروه‌های دیگر، موقعیت را برای کاهش جذب اسیدهای چرب فرار از دیواره‌ی شکمبه فراهم می‌سازد و pH پایین‌تر مایع شکمبه از این سازوکار حمایت می‌کند.

از نکات حائز اهمیت که در بررسی‌های بافت شکمبه در تحقیق حاضر مشاهده گردید (تصویر ۱)، افزایش لایه‌ی شاخی بافت پوششی مخاط شکمبه در بره‌های دریافت کننده‌ی جیره‌های حاوی تفاله‌ی چغندر قند با دانه‌ی برشته‌ی کانولا در مقایسه با گروه‌های دیگر مورد مطالعه بود. با توجه به این که مطالعه‌ی مشابهی که اثر متقابل الگوی کربوهیدرات قابل حل در شوینده‌ی خنثی از منبع تفاله‌ی چغندر قند با افزودن چربی را بر ویژگی‌های بافتی شکمبه مورد بررسی قرار داده باشد در دست نیست، جمع‌بندی در این رابطه نیازمند پژوهش‌های بیش‌تری می‌باشد.

pH شکمبه نشان دهنده‌ی توازن بین تخمیر کربوهیدرات‌ها، جذب و استفاده از اسیدهای چرب فرار و تولید بافر می‌باشد (Krause and Oetzel 2006). در صورتی که سرعت تولید اسیدهای چرب فرار در نتیجه‌ی

فراهمی بیش از اندازه‌ی پیش ماده‌های قابل تخمیر شکمبه از سرعت جذب بیش‌تر باشد، توان حیوان برای بافر نمودن شکمبه محدود شده و ممکن است pH شکمبه کاهش قابل توجهی از خود نشان دهد (Nagaraja and Titgemeyer 2007). هماهنگ با نتیجه‌ی آزمایش حاضر افزایش pH شکمبه با افزایش چربی جیره در شرایط استفاده از دانه‌های روغنی (Nagalakshmi et al. 2003, Kucuk et al. 2004) گزارش شده است. چربی در جیره به طور عمده جایگزین بخشی از نشاسته می‌گردد و اثرات مشاهده شده با افزودن دانه‌ی برشته‌ی کانولا در مطالعه‌ی حاضر می‌تواند نتیجه‌ای از کاهش سطح نشاسته **در** این جیره‌ها باشد. تفاوت در فراسنجه‌های تخمیری بین جیره‌ها، منعکس کننده‌ی تفاوت ترکیب شیمیایی و تجزیه‌پذیری شکمبه‌ای آن‌هاست (Saro et al. 2014). تراکم استات، پروپیونات و بوتیرات در بره‌های تغذیه شده با جیره‌های با نشاسته‌ی بالا ۲ ساعت پس از غذادهی به اوج خود رسیده بود (جدول ۴) در حالی که این اسیدهای چرب فرار در جیره‌های با فیبر محلول بالا، افزایش ملایم‌تر نشان داده و ۴ ساعت پس از غذادهی به بیش‌ترین مقدار خود رسید. این موضوع ممکن است به دلیل تجزیه سریع‌تر نشاسته نسبت به تفاله‌ی چغندر قند در جیره‌ها باشد (Ørskov and MacLeod 1993). افزایش ناگهانی و تجمع اسیدهای چرب فرار منجر به کاهش pH شکمبه شده و می‌تواند با آسیب بافت شکمبه در جیره‌های با نشاسته‌ی بالا موجب کاهش توان جذب اسیدهای چرب فرار شده باشد (Mentschel et al. 2001). چسبیدن میکروارگانیسم‌ها به پیش ماده‌های فیبری یکی از مهم‌ترین ملزومات تجزیه‌ی فیبر در شکمبه، پیش از شروع فعالیت میکروب‌ها برای تولید آنزیم‌های تجزیه کننده فیبر است. مدت زمان مورد نیاز بدین منظور و تأخیر در تولید آنزیم‌های تجزیه کننده فیبر احتمالاً توضیح دهنده‌ی اختلاف مشاهده شده بین جیره‌های با منابع مختلف کربوهیدرات در رابطه با زمان اوج تولید اسیدهای چرب فرار پس از غذادهی می‌باشد (Giraldo et al. 2008, Martin et al. 1993). مطالعات نشان داده‌اند که نشاسته غلظت استات در شکمبه را به طور نسبی کاهش داده در حالی که پکتین (Heldt et al. 1999, Sutton 1977) افزایش غلظت استات در شکمبه به دنبال دارد (Broderick et al. 2002) که با نتایج تحقیق حاضر در توافق است. Ben-Ghedalia و همکاران در سال ۱۹۸۹ دو جیره غنی از پکتین (از منبع تفاله مرکبات خشک شده) و غنی از نشاسته (از منبع جو) را در تغذیه‌ی قوچ‌های کانولاگذاری شده مورد استفاده قرار داده و افزایش در نسبت استات را در جیره با پکتین بالا مشاهده نمودند. در مطالعه‌ی دیگری توسط Lechartier و Peyraud در سال ۲۰۱۱ در گاوهای شیرده گزارش گردید که تغذیه با جیره‌های حاوی نشاسته با تجزیه‌پذیری سریع، کاهش سهم استات نسبت به پروپیونات را در پی داشت. این محققین دلیل این امر را کاهش فعالیت باکتری‌های تجزیه کننده فیبر دانسته و بیان داشتند که با کاهش pH مایع شکمبه جمعیت باکتری‌های تجزیه کننده فیبر کاهش یافته و در نتیجه مقدار استات تولید شده کم‌تر خواهد شد. سازوکار مذکور در توافق با آزمایش حاضر است که با جایگزینی بخشی از نشاسته با الیاف قابل حل در شوینده خنثی غلظت استات نسبت به پروپیونات افزایش یافته است. مطالعات دیگر نیز کاهش در نسبت مولی استات را با کاهش در pH گزارش نموده‌اند (Penner et al. 2009). Calsamiglia و همکاران در سال ۲۰۰۸ بیان نموده‌اند که pH کنترل کننده ۹۸ درصد تغییرات استات می‌باشد. هم‌چنین کاهش خطی نسبت مولی استات با افزایش طول مدت تخمیر در pH نامطلوب (۵/۴) ارتباط قوی بین این دو فراسنجه را نشان می‌دهد. مکانیسم مذکور در توافق با نتایج تحقیق کنونی است که در آن با کاهش pH سهم تولید استات در جیره‌های حاوی نشاسته کم‌تر گردیده است. در یک مطالعه تأثیر منابع مختلف چربی به میزان شش درصد ماده‌ی خشک بر تخمیر شکمبه‌ای گوسفندان بررسی شد و نتایج نشان داد که استفاده از چربی موجب کاهش غلظت مولی استات می‌گردد (Wachira et al.

2000). نتایج این تحقیق با نتایج تحقیق کنونی سازگار است که در آن سهم مولی استات در جیره‌های حاوی منبع چربی کم‌تر از جیره‌های بدون چربی است. Suarez و همکاران در سال ۲۰۰۶ بیان نمودند که بیش‌تر باکتری‌های تجزیه کننده‌ی فیبر تولید کننده‌های استات می‌باشند و کاهش در غلظت استات می‌تواند نتیجه‌ی تأثیر منفی چربی روی باکتری‌های تجزیه کننده فیبر باشد.

Hristov و همکاران در سال ۲۰۰۵ اثرات روغن کتان را بر تخمیر شکمبه‌ای مطالعه کردند و نشان دادند که افزودن مکمل چربی موجب افزایش غلظت مولی پروپیونات در شکمبه می‌گردد که هماهنگ با نتایج تحقیق حاضر است.

چندین مطالعه نشان دادند که میزان تولید بوتیرات و کل اسیدهای چرب فرار تحت تأثیر جایگزینی نشاسته با فیبر قابل حل قرار نگرفته‌اند (Bannink et al. 2012, Calsamiglia et al. 2008) که در تطابق با یافته‌های آزمایش حاضر می‌باشد. Cao و همکاران در سال ۲۰۰۹ تأثیر جیره‌های حاوی روغن بر فراسنجه‌های تخمیری شکمبه گوسفند را مطالعه کردند. نتایج نشان داد که استفاده از چربی در جیره‌ها موجب کاهش مولار بوتیرات شکمبه می‌گردد. آنان دلیل این موضوع را به کاهش جمعیت پرتوزوآیی در نتیجه تأثیر منفی چربی شکمبه بر پرتوزوآها ذکر نموده‌اند. نتایج این تحقیق در توافق با نتایج پژوهش حاضر است که در آن استفاده از چربی موجب کاهش غلظت مولار بوتیرات شده است. Anguita و همکاران در سال ۲۰۰۷ با بررسی اثر منابع مختلف کربوهیدرات بر تخمیر سکومی خوک‌های در حال رشد نشان دادند که جیره‌های حاوی تفاله‌ی چغندر قند در مقایسه با سایر جیره‌ها موجب افزایش اسیدهای چرب فرار شاخه‌دار شد، که در توافق با نتایج تحقیق کنونی است. نسبت استات به پروپیونات می‌تواند به عنوان شاخصی که مجموعه اثرات pH و نوع جیره بر استات و پروپیونات را در خود جای داده است مورد توجه قرار گیرد. Ariza و همکاران در سال ۲۰۰۱ اثرات کربوهیدرات‌ها از منابع تفاله مرکبات و ذرت پوست کنده را روی تخمیر میکروبی در محیط کشت پیوسته دو جریانه را مورد مطالعه قرار دادند. نتایج نشان داد که نسبت استات به پروپیونات در جیره‌های حاوی تفاله مرکبات بالاتر بود. آنان دلیل این موضوع را رشد باکتری-های سلولتیک که موجب تولید بیش‌تر استات در نتیجه تجزیه فیبر دانسته‌اند. سازوکار فوق در توافق با نتایج آزمایش حاضر است که در آن جیره‌های حاوی فیبر قابل حل در شوینده‌ی خنثی از نسبت بالاتر استات به پروپیونات برخوردار می‌باشند.

نتایج این مطالعه نشان داد که جیره‌های حاوی تفاله‌ی چغندر قند در مقایسه با جیره‌های حاوی نشاسته‌ی جو با افزایش شاخص‌هایی چون ارتفاع و ضخامت پرزهای شکمبه و چین‌های نگاری، امکان جذب بیش‌تر اسیدهای چرب را فراهم نمودند. افزایش pH محیط شکمبه با جایگزین نمودن نشاسته با فیبر محلول و نیز افزودن چربی به جیره‌ها از یک طرف خود تحت تأثیر الگوی تخمیر جیره و اسیدهای چرب فرار تولیدی قرار گرفت و از طرف دیگر می‌توان با اثرگذاری بر توسعه شکمبه – نگاری و مانع رخدادهایی همانند اسیدوز، بر تخمیر شکمبه اثرگذار باشد. اثرات متقابل مشاهده شده بین منبع کربوهیدرات و افزودن چربی بر برخی از فراسنجه‌های بافتی و نیز تخمیر شکمبه‌ای این پیشنهاد را مطرح می‌سازد که احتمالاً در جیره‌های پر کنسانتره که بخش بیش‌تر آن‌ها از کربوهیدرات‌های با سرعت تخمیر بالا تشکیل شده است، توسعه‌ی بافتی و تخمیر شکمبه، تنها تحت تأثیر منبع کربوهیدرات نبوده و به دلیل محدویت اطلاعات موجود جمع‌بندی در این رابطه به پژوهش‌های بیش‌تری نیاز دارد.

منابع

Andrade, P.V.D. and Schmidely, PH. (2006). Influence of percentage of concentrate in combination with rolled canola seeds on performance, rumen fermentation and milk fatty acid composition in dairy goats. Livestock Science, 104 : 77- 90.

Anguita, M.; Gasa, J.; Nofrarias, M.; Martín-Orúe, S.M. and Perez J.F. (2007). Effect of coarse ground corn, sugar beet pulp and wheat bran on the voluntary intake and physicochemical bran on the voluntary intake and physicochemical. Livestock Science, 107: 182-191.

Ariza, P.; Bach, A.; Stern, M.D. and Hall, M.B. (2001). Effects of carbohydrates from citrus pulp and hominy feed on microbial fermentation in continuous culture. Journal of Animal Science, 79: 2713-2718.

Aschenbach, J.R. and Gäbel, G. (2000). Effect and absorption of histamine in sheep rumen: significance of acidotic epithelial damage. Journal of Animal Science, 78: 464-470.

Aschenbach, J.R.; Borau, T. and Gäbel, G. (2002). Glucose uptake via SGLT-1 is stimulated by ß2 adrenoceptors in the ruminal epithelium of sheep. The Journal of Nutrition, 132: 1254-1257.

Baldwin, R.L.; McLeod, K.R.; Klotz, J.L. and Heitmann, R.N. (2004). Rumen development, intestinal growth and hepatic metabolism in the pre and post weaning ruminant. Journal of Dairy Science 87: E55-E65.

Bannink, A.; Gerrits, W.J.J.; France, J. and Dijkstra, J. (2012). Variation in rumen fermentation and the rumen wall during the transition period in dairy cows. Animal Feed Science and Technology, 172: 80-940.

Ben-Ghedalia, D.; Yosef, E.; Miron, J. and Est, Y. (1989). The effects of starch and pectin rich diets on quantitative aspects of digestion in sheep. Journal of Animal Feed Science, 24: 289-298.

Bergman, E.N. (1990). Energy contributions of volatile fatty acids from the gastrointestinal tract in various species. Physiological Review, 70 (2): 567-590.

Broderick, G.A.; Mertens, D.R. and Simons, R. (2002). Efficacy of carbohydrate sources for milk production by cows fed diets based on alfalfa silage. Journal of Dairy Science, 85: 1767-1776.

Calsamiglia, S.; Cardozo, P.W.; Ferret, A. and Bach, A. (2008). Changes in rumen microbial fermentation are due to a combined effect of type of diet and pH. Journal of Animal Science, 86: 702-711.

Cao, Y.; Takahashi, T.; Horighuchi, K-i. (2009). Effects of addition of food by-products on the fermentation quality of a total mixed ration with whole crop rice and its digestibility, preference, and rumen fermentation in sheep. Animal Feed Science and Technology, 151: 1-11.

Giraldo, L.A.; Tejido, M.L.; Ranilla, M.J. and Carro, M.D. (2008). Effects of exogenous fibrolytic enzymes on in vitro ruminal fermentation of substrates with different forage: concentrate ratios. Animal Feed Science and Technology, 141: 306-325.

Gozho, G.N.; Plaizier, J.C.; Krause, D.O.; Kennedy, A.D. and Wittenberg, K.M. (2005). Subacute ruminal acidosis induces ruminal lipopolysaccharide endotoxin release and triggers an inflammatory response. Journal of Dairy Science, 88: 1399-1403.

Heldt, J.S.; Cochran, R.C.; Stokka, G.L.; Farmer, C.G.; Mathis, C.P.; Titgemeyer, E.C. and Nagaraja, T. G. (1999). Effects of different supplemental sugars and starch fed in combination with degradable intake protein on lowquality forage use by beef steers. Journal of Animal Science, 77: 2793-2802.

Hristov, A.N.; Kennington, L.R.; McGuire, M.A. and Hunt, C.W. (2005). Effect of diets containing linoleic acid- or oleic acid-rich oils on ruminal fermentation and nutrient digestibility, and performance and fatty acid composition of adipose and muscle tissues of finishing cattle. Journal Animal Science, 83: 1312-1321.

Ichihara, K. and Fukubayashi, Y. (2010). Preparation of fatty acid methyl esters for gas-liquid chromatography. Journal of Lipid Research, 51: 635-640.

Krause, K.M. and Oetzel, G.R. (2006). Understanding and preventing subacute ruminal acidosis in dairy herds: a review. Animal Feed Science and Technology, 126: 215-236.

Kucuk, O.; Hess, W. and Rule, D.C. (2004). Soybean oil supplementation of a high-concentrate diet does not affect site and extent of organic matter, starch, neutral detergent fiber, or nitrogen digestion, but influences both ruminal metabolism and intestinal flow of fatty acids in limit-fed lambs. Journal of Animal Science, 82 (10): 2985-2992.

Lane, M.A. and Jesse, B.W. (1997). Effect of volatile fatty acid infusion in development of the rumen epithelium in neonatal sheep. Journal of Dairy Science, 80: 740-746.

Lechartier, C. and Peyraud, J.L. (2011). The effects of starch and rapidly degradable dry matter from concentrate on ruminal digestion in dairy cows fed corn silage-based diets with fixed forage proportion. Journal Dairy Science, 94: 2440-2454.

Mach, N.; Devent, M. and Bach, A. (2006). Rumen fermentation parameters and rumen papillae characteristics in finishing bulls as affected by nonfibrous carbohydrate level and lipid source of the diet. Journal of Animal and Vererinary Advances, 5 (3): 220-225.

Martin, C.; Michalet-Doreau, B.; Fonty, G. and Williams, A. (1993). Postprandial variations in the activity of polysaccharide-degrading enzymes of fluid- and particle-associated ruminal microbial populations. Current Microbiology, 27: 223-228.

Mentschel, J.; Leiser, R.; Mulling, C.; Pfarrer, C. and Claus, R. (2001). Butyric acid stimulates rumen mucosa development in the calf mainly by a reduction of apoptosis. Archiv fur Tierernahrung. 55: 85-102.

Nagalakshmi, D.; Sastry, V.R. And Pawde, A. (2003). Rumen fermentation patterns and nutrient digestion in lambs fed cotton seed meal supplemental diets. Animal Feed Science and Technology, 103: 1–14.

Nagaraja, T.G. and Titgemeyer, E.C. (2007). Ruminal acidosis in beef Cattle: the current microbiological and nutritional outlook. Journal of Dairy Science, 78: E17-E38.

NRC. (2007). Nutrient Requirements of lamb. 7th ed, National Academy Press. Washington, DC. U.S.A.

Orskov, E.R. and MacLeod, N.A. (1993). Effect of level of input of different proportions of volatile fatty acids on energy utilization in growing ruminants. The British Journal of Nutrition. 70: 679-687.

Penner, G.B.; Aschenbach, J.R.; Gabel, G.; Rackwitz, R. and Oba, M. (2009). Epithelial capacity for apical uptake of short chain fatty acids is a key determinant for intraruminal pH and the susceptibility to subacute ruminal acidosis in sheep. The Journal of Nutrition,139: 1714-1720.

Saro, C.; Ranilla, M.J.; Tejido, M.L. and Carro, M.D. (2014). Influence of forage type in the diet of sheep on rumen microbiota and fermentation characteristics. Livestock Science, 160: 52-59.

SAS. (2005). Version 9.1 SAS. STAT user's guide. Statistical Analysis Systems Institute, Cary, NC, USA.

Sniffen, C. J.; O'Connor, J. D.; Van Soest, P. J.; Fox, D. G. and Russell, J.(1992). A carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets. II. Carbohydrate and protein availability. Journal of Animal Science, 70: 3562-3577.

Suarez, B.J.; Van Reenen, C.G.; Gerrits, W.J.J.; Stockhofe, N.; van Vuuren, A.M. and Dijkstra, J. (2006). Effects of supplementing concentrates differing in carbohydrate composition in veal calf diets: II. Rumen development. Journal of Dairy Science, 89: 4376-4386.

Sutton, J.D. (1977). Ruminant function and the utilisation of readily fermentable carbohydrates by dairy cows. Tropical Animal Production, 4: 1-12.

Wachira, A.M.; Sinclair, L.A.; Wilkinson, R.G.; Hallet, H.; Enser, M. and Wood, J.D. (2000). Rumen biohydrogenation of *n*-3 polyunsaturated fatty acids and their effects on microbial efficiency and nutrient digestibility in sheep. Journal of Agricultural Science Combridge, 135: 419-428.

Wang, Y.H.; Xua, M.; Wang, F.N.; Yu, Z.P.; Yao, J.H.; Zan, L.S. and Yang, F.X. (2009). Effect of dietary starch on rumen and small intestine morphology and digesta pH in goats. Livestock Science, 122: 48-52.

Zitnan, R.; Kuhla, S.; Nurnberg, K.; Schonhusen, U.; Ceresnakova, Z.; Sommer, A. et al. (2003). Influence of the diet on the morphology of ruminal and intestinal mucosa and on intestinal carbohydrate levels in cattle. Veterinary Medicine-Czech, 48: 177-182.

Zitnan, R.; Kuhla, S.; Sanftleben, P.; Bilska, A.; Schneider, F. et al. (2005). Diet induced ruminal papillae development in neonatal calves not correlating with rumen butyrate. Veterinary Medicine-Czech, 50, 472-479.

Effect of replacing barley starch by beet pulp and addition of the roasted canola seed on reticulo- rumen histology tissue and fermentation parameters of lambs fed by high concentrate diets

Asadollahi, S.[1]; Erfanimajed, N.[2]; Sari, M.[3]; Chaji, M.[4] and Mamouei, M.[4]

Received: 13.09.2014 Accepted: 24.11.2014

Abstract

In order to investigate the effect of partial replacement of barley starch with neutral detergent soluble fiber with or without roasted canola seed on histomorphometry of lamb rumen, reticulum and rumen fermentation parameters, 24 Arabian male lambs were used for 84 days in a completely randomized design with a 2×2 factorial arrangement of treatments. Dietary treatments were, 1) starch of barley, 2) starch of barley with roasted canola seed 3) beet pulp and 4) beet pulp with roasted canola seed. Forage:conceantrat ratio was 10: 90 for all diets. Partial replacement of starch with beet pulp led to increase thickness of the epithelium, tunica muscularis and the rumen wall ($p<0.01$). Interactions between carbohydrate source with roasted canola seed were significantly associated with villus height and thickness of the epithelium, and addition of the roasted canola seed to the diet with high soluble fiber lead to significant increases in both parameters compared with high starch diets. Partial replacement of starch with soluble fiber increased height, thickness and number of folds, the thickness of the epithelium, muscular floor and the reticulum wall ($p<0.01$). Addition of canola seed was followed by increase in the number of folds, the thickness of the epithelium and muscular wall in the reticulum. High starch diets decreased rumen pH and addition of canola seed increased this parameter. Partial replacement of starch with soluble fiber and addition of roasted canola seed increased acetate concentration and decreased concentration of propionate, butyrate, and isobutyrate. The results of this study showed that partial replacement of starch with neutral detergent soluble fiber and addition of fat from roasted canola seed could affect the histological structure of reticulo- rumen and increased absorption of volatile fatty acids, prevent their accumulation in the rumen and provide a more favorable pH when animals fed by high concentrate diets.

Key worde: Roasted canola seed, Beet pulp, Fermentation parameter, Reticulo-rumen Histomorphometry, Fattening lambs

1- PhD Student of Nutrition, Faculty of Animal Science and Food Technology, Ramin University of Agriculture and Natural Resources of Khouzestan, Iran
2- Professor, Department of Basic Sciences, Faculty of Veterinary Medicine, Shahid Chamran University of Ahvaz, Iran
3- Assistant Professor, Department of Animal Sciences, Faculty of Animal Science and Food Technology, Ramin University of Agriculture and Natural Resources of Khouzestan, Iran
4- Associate professor, Department of Animal Sciences, Faculty of Animal Science and Food Technology, Ramin University of Agriculture and Natural Resources of Khouzestan, Iran
Corresponding Author: Asadollahi, S., E-mail: sadg102@yahoo.com