اثرات تغذیه سطوح مختلف لیپیدول در استارتر بر عملکرد رشد، سلامتی، گوارش‌پذیری و فراسنجه‌های خونی و شکمبه‌ای گوساله‌های شیرخوار هلشتاین

چکیده

هدف از پژوهش حاضر بررسی اثر تغذیه سطوح مختلف لیپیدول (دارای لیزوفسفولیپیدهای فعال و لسیتین) به عنوان افزودنی خوراک استارتر بر عملکرد گوساله‌های شیرخوار هلشتاین می‌باشد. چهل راس گوساله هلشتاین (تغذیه شده با آغوز) از سن سه تا ۷۰ روزگی به صورت تصادفی در یک طرح کاملاً تصادفی مورد آزمایش قرار گرفتند. تیمارها شامل: ۱) کنترل (بدون افزودنی)؛ ۲) ۰/۰۵ درصد افزودنی لیپیدول؛ ۳) ۰/۱ درصد افزودنی لیپیدول و ۴) ۰/۲ درصد افزودنی لیپیدول در خوراک استارتر بر اساس ماده خشک بودند. در طول دوره آزمایش تمامی گوساله‌ها به صورت انفرادی نگه‌داری شدند و دسترسی آزاد به استارتر و آب تازه داشتند. ماده خشک مصرفی استارتر در گروه دریافت کننده ۰/۲ درصد لیپیدول بیشتر از سایر گروه‌ها در طول آزمایش بود (p<۰/۰۵). با افزایش سطح لیپیدول در جیره‌ها، گوارش‌پذیری چربی به صورت خطی افزایش یافت و تفاوت معنی‌داری بین گروه دریافت کننده ۰/۲ درصد لیپیدول و کنترل داشت (p<۰/۰۵). افزایش وزن روزانه (*ADG*) در بین گروه دریافت کننده ۰/۰۵ درصد و ۰/۲ درصد لیپیدول در دوره پس از شیرگیری تمایل به معنی‌داری داشت (p=۰/۰۸). همچنین، در روز ۲۸ ام آزمایش گوساله‌های تغذیه شده با ۰/۲ درصد لیپیدول غلظت‌های بالاتری از پروتئین کل و آلبومین را داشتند. گوساله‌های گروه شاهد غلظت‌های افزایش یافته‌ای از اسیدهای چرب غیر استریفه (*NEFA*) خون را در زمان از شیرگیری نسبت به گوساله‌های دریافت کننده لیپیدول نشان دادند. به طور کلی، بر اساس پژوهش حاضر افزودن ۰/۲ درصد مکمل لیپیدول بر اساس ماده خشک به استارتر گوساله‌های شیرخوار ممکن است باعث بهبود عملکرد گوساله‌ها در طول دوره پیش و بلافاصله پس از شیرگیری گردد.

کلمات کلیدی: گوساله‌های نژاد شیری، افزودنی خوراکی استارتر، مکمل لیپیدول، قابلیت هضم چربی

مقدمه

استراتژی‌ها و مدیریت تغذیه‌ای گوساله‌ها در طول دوره قبل از شیرگیری ممکن است بر عملکرد آن‌ها در طول زندگی و سودمندی صنعت گاو شیری مؤثر باشد. توسعه قسمت‌های انتهایی دستگاه گوارش یکی از چالش‌های اصلی گوساله‌های تازه متولد شده در مراحل اولیه زندگی است (Khan *et al*., 2016). گوساله‌های تازه متولد شده فاقد برخی از آنزیم‌های هضمی می‌باشند؛ به این معنی که هضم مواد مغذی و جذب چربی در این حیوانات به خودی خود محدود است (Jones and Heinrichs, 2017). اخیراً، بر اهمیت نقش‌های تغذیه‌ای، بیوشیمایی و فیزیولوژیکی چربی‌های جیره‌ای بر متابولیسم بدن حیوانات به خوبی تاکید شده است (Ogola *et al*., 2022). به طور معمول، هدف اصلی افزودن چربی در جیره استارتر به عنوان منبع انرژی و بهبود عملکرد گوساله است ولی مقدار چربی توصیه شده در خوراک استارتر محدودیت دارد و کمتر از پنج درصد ماده خشک می‌باشد (NASEM, 2021).

نتایج ضد و نقیضی در هنگام استفاده از چربی‌ها در جیره گوساله‌های شیر خوار گزارش شده است که نشان‌دهنده وجود چندین عامل مؤثر در پاسخ‌دهی گوساله‌ها به مکمل چربی می‌باشد. برای مثال، در پژوهشی Hill *et al*. (2015) کاهش گوارش‌پذیری ظاهری مواد مغذی و رشد را در گوساله‌های شیرخوار تغذیه شده با روغن سویا یا پیه گزارش کردند. از طرفی دیگر، اثرات مثبت تغذیه روغن سویا در جیره گوساله‌های شیرخوار تحت تنش سرمایی گزارش شده است (Ghasemi *et al*., 2017). از این رو، گزارش شده است که دلایل پاسخ متفاوت گوساله‌ها به افزودن مکمل چربی ممکن است به خاطر سطح مکمل چربی، پروفایل اسیدهای چرب، استراتژی‌های تغذیه‌ای و یا عوامل محیطی باشد (Kazemi- Bonchenari *et al*., 2020). علاوه بر این، مطابق با مطالعات جدید در گوساله‌های نژاد شیری، اثرات منفی مکمل چربی بر گوارش‌پذیری فیبر و سایر مواد مغذی و مصرف خوراک استارتر به عنوان یک مسئله جدی و حل نشده باقی می‌ماند (Yousefinejad *et al*., 2021; Ghorbani *et al*., 2020; Karimi *et al*., 2021)؛

به طوری که ویرایش هشتم نیازهای غذایی گاو شیری (NASEM, 2021)، وجود اثرات متناقض افزودن چربی به استارتر و پاسخ‌های متغیر در بین پژوهش‌ها را نشان‌دهنده ضرورت پژوهش‌های بیشتر بر روی عوامل مؤثر بر پاسخ‌دهی گوساله‌ها به مکمل چربی عنوان می‌کند.

تشکیل میسل که به دنبال هضم و امولاسیون ترکیب چربی اتفاق می‌افتد برای هضم و جذب چربی ضروری است (McFadden, 2019). افزایش دهنده‌های گوارش‌پذیری که با هدف اولیه حداکثر کردن جذب چربی‌ها هستند به عنوان امولسیفایرها دسته‌بندی می‌شوند (Josen *et al*., 2015). در اصل، امولسیفایرها ترکیبات دو قطبی هستند که قابلیت مخلوط سازی آب و چربی را دارند. لیزوفسفولیپیدها، گلیسروفسفولیپیدهایی هستند که فقط یکی از گروه‌های هیدروکسیلی اسکلت گلیسرولی استیله شده و دیگر زنجیره‌های آسیلی حضور ندارند (Al-Jebory *et al*., 2023). اثرات بالقوه لیزوفسفولیپیدها به خصوص لیزولستین‌ها، در مطالعات قبلی بر روی ماهی (Li *et al*., 2019)، جوجه گوشتی (Wealleans *et al*., 2020)، خوک (Kinh *et al*., 2022)، گاو گوشتی (Zhang *et al*., 2022) و گوساله‌های شیر خوار (Reis *et al*., 2021) بررسی شده است.

جیره‌های با مکمل لیزوفسفولیپید، ایمنی روده و سدهای فیزیکی را در ماهی‌های تغذیه شده با جیره‌های با چربی بالا بهبود می بخشد (Li *et al*., 2022). همچنین ثابت شده است که لیزوفسفولیپیدها در انواعی از فرایندهای بیولوژیکی مانند توسعه مویرگ‌ها، سیستم عصبی، میلین‌سازی، تولید مثل و سرطان شرکت می‌کنند و نقش مثبتی را در متابولیسم فسفولیپیدها دارند (Birgbauer and chun, 2006). از دیگر نقش‌های لیزوفسفولیپیدها تغییر در نفوذپذیری غشاء است که مناطق منفذ دار غشای سلول‌های روده‌ای را افزایش می‌دهد (Chen *et al*., 2019) و تنظیم افزایشی در بیان ژن‌های درگیر غشای سلول‌های روده‌ای دارد که بیانگر اثر نوتریژنومیک این ترکیبات می‌باشد (Brautingan *et al*., 2017). علاوه بر این، مطالعات جدیدتر نشان می‌دهند که لیزوفسفولیپیدها به عنوان پیامبرهای ثانویه قدرتمند داخل سلولی و گیرنده‌های بین سلولی ژن‌هایی هستند که در متابولیسم چربی و پروتئین نقش دارند (Tsukahara *et al*., 2017; Shanbhag *et al*., 2020).

لیزوفسفولیپیدها به دلیل خواص امولسیفایری، ایجاد غلظت‌های میسل ضروری پایین در مقایسه با نمک‌های صفراوی و لسیتین جذب چربی‌های جیره‌ای را افزایش می‌دهند (Zhao *et al*., 2015; Zubay, 1983). همچنین، گزارش شده که لیزولسیتین باعث بهبود بازده غذایی و عملکرد رشد در غیر نشخوارکنندگان می‌شود (Schwarzer and Adams, 1996). بر اساس یک مطالعه بر روی جوجه‌های گوشتی نژاد راس، استفاده از یک الی یک و نیم کیلوگرم در تن از مکمل لیزوفسفولیپید در جیره نسبت بازده غذایی را در مقایسه با گروه کنترل به طور معنی‌داری بهبود بخشید؛ اما اثرات محدودی بر روی صفات کیفیت لاشه داشت (Zampiga *et al*., 2016). در مطالعات مرتبط با ماهی، افزودن لیزولسیتین به جیره منجر به افزایش فعالیت لیپاز روده‌ای و کاهش مقدار لیپید در کبد شد (Li *et al*., 2022; Adhami *et al*., 2021).

در نشخوارکنندگان، لیزولسیتین به عنوان یک امولسیفایر به طور بالقوه از طریق افزایش دادن اثر متقابل آنزیم – سوبسترا بر تخمیر شکمبه‌ای مؤثر است (Rico *et al*., 2017). با فرض اثر متقابل چربی جیره با لیزوفسفولیپیدها، از آنجایی که انتظار می‌رود لیزولسیتین امولسیون‌سازی اسیدهای چرب را افزایش می‌دهد و آن‌ها را برای بیوهیدروژناسیون در دسترس‌تر می‌سازد و همچنین نرخ عبور آن‌ها از شکمبه را همراه با فاز مایع افزایش می‌دهد (Rico *et al*., 2017). در مطالعات بر روی گاو گوشتی، گزارش شده است که افزودن لیزوفسفولیپیدها به جیره باعث بهبود عملکرد رشد، قابلیت هضم ظاهری مواد مغذی و بازده غذایی بر اساس دوز مصرفی می‌گردد (Zhang *et al*., 2022). هر چند که مطالعات زیادی در مورد استفاده از مکمل لیزوفسفولیپید در نشخوارکنندگان وجود ندارد؛ با این حال، گزارش شده که فسفولیپیدها می‌توانند از تجزیه میکروبی فرار کرده و به روده کوچک برسند (Jenkins *et al*., 1989)؛ که اگر درست باشد، اثرات مثبت مشاهده شده در غیر نشخوارکنندگان می‌تواند در گاوهای شیری مورد انتظار باشد (Lee *et al*., 2019). با این حال، گوساله‌های شیرخوار شکمبه توسعه یافته‌ای ندارند و افزودن لیزوفسفولیپید به جیره آن‌ها ممکن است اثرات مشابه با حیوانات تک معده‌ای داشته باشد. در یک مطالعه (Reis *et al*., 2021) با افزودن روزانه ۴ گرم از مکمل

لیزولستین به جایگزین شیر با منبع چربی گیاهی، بهبود ضریب تبدیل غذایی و افزایش وزن روزانه و بدون تاثیر بر مصرف خوراک را گزارش کردند. علاوه بر این، هدف از پژوهش حاضر مطالعه اثرات بالقوه لیزوفسفولیپیدهای فعال در استارتر بر گوارش‌پذیری چربی، بازده غذایی و عملکرد رشد در گوساله‌های قبل از شیرگیری بود.

روش‌شناسی پژوهش

گوساله‌ها، جیره‌ها و مدیریت

پژوهش حاضر در یک مزرعه گاو شیری بزرگ با ۱۵۰۰ راس گاو دوشا واقع در جنوب شرق تهران، ایران (مجتمع دامداری و کشاورزی عباسی) و از خرداد تا مرداد سال ۱۴۰۰ انجام گردید. در این پژوهش، چهل راس گوساله نژاد هلشتاین (۲۴ راس ماده و ۱۶ راس نر) تغذیه شده با آغوز و با میانگین وزن اولیه ۴۰,۱۵±۷ کیلوگرم و در سن سه روزگی و در یک طرح کاملاً تصادفی با چهار جیره آزمایشی مورد آزمایش قرار گرفتند. جیره‌ها شامل: ۱) خوراک استارتر بدون مکمل لیپیدول، ۲) خوراک استارتر به اضافه ۰/۰۵ درصد مکمل لیپیدول بر اساس ماده خشک، ۳) خوراک استارتر به اضافه ۰/۱ درصد ماده لیپیدول بر اساس ماده خشک، ۴) خوراک استارتر به اضافه ۰/۲ درصد لیپیدول بر اساس ماده خشک بودند. هر چهار جیره آزمایشی از لحاظ سطح انرژی و پروتئین یکسان بودند و خوراک استارتر پایه بر اساس توصیه نیازهای غذایی گاو شیری (NRC, 2001) تنظیم گردید (جدول-۱).

جدول ۱. ترکیب شیمیایی و اجزای جیره‌های آزمایشی (گرم بر کیلوگرم)

اقلام	جیره‌های آزمایشی			
	۰ درصد لیپیدول	۰/۰۵ درصد لیپیدول	۰/۱ درصد لیپیدول	۰/۲ درصد لیپیدول
یونجه خرد شده	۵۰	۵۰	۵۰	۵۰
کاه گندم	۵۰	۵۰	۵۰	۵۰
جو	۹۰	۹۰	۹۰	۹۰
ذرت	۴۵۰	۴۴۹/۵	۴۴۹	۴۴۸
کنجاله سویا	۲۴۲	۲۴۲	۲۴۲	۲۴۲
کنجاله کلزا	۱۸	۱۸	۱۸	۱۸
پودر چربی کلسیمی[1]	۱۸	۱۸	۱۸	۱۸
تفاله چقندر خشک	۲۷	۲۷	۲۷	۲۷
سبوس گندم	۱۱	۱۱	۱۱	۱۱
جوش شیرین	۹	۹	۹	۹
اکسید منیزیم	۲	۲	۲	۲
نمک	۴/۷	۴/۷	۴/۷	۴/۷
کربنات کلسیم	۷/۳	۷/۳	۷/۳	۷/۳
دی کلسیم فسفات	۲	۲	۲	۲
پرمیکس ویتامین- معدنی[2]	۹	۹	۹	۹
بنتونیت	۹	۹	۹	۹
توکسین بایندر- چند جزئی	۱	۱	۱	۱
لیپیدول	۰	۰/۵	۱	۲
انرژی و ترکیب شیمیایی				
ماده خشک (درصد)	۸۹	۸۹	۸۹	۸۹

ویراستاری نشده

پروتئین خام (درصد)	۱۸/۸	۱۸/۸	۱۸/۸	۱۸/۸
چربی خام (درصد)	۴/۴	۴/۴	۴/۴	۴/۴
انرژی قابل متابولیسمی (مگا کالری/کیلوگرم)	۲/۹۳	۲/۹۳	۲/۹۳	۲/۹۳
انرژی خالص رشد (مگا کالری/کیلوگرم)	۱/۳۵	۱/۳۵	۱/۳۵	۱/۳۵
انرژی خالص شیردهی (مگا کالری/کیلوگرم)	۱/۹	۱/۹	۱/۹	۱/۹
NDF (درصد)	۱۷/۷	۱۷/۷	۱۷/۷	۱۷/۷
ADF (درصد)	۹/۹	۹/۹	۹/۹	۹/۹

۱) چربی استفاده شده پودر چربی کلسیمی پرشیافت پلاس محصول شرکت تعاونی کیمیا دانش الوند بود.
۲) هر کیلوگرم مکمل ویتامینی و معدنی حاوی ۱۰۰۰۰۰۰ واحد بین المللی ویتامین A، ۱۲۰۰۰۰ واحد بین الملل ویتامین D، ۴۰۰۰ واحد بین الملل ویتامینE، ۱۵۰ گرم کلسیم، ۴۰ گرم منیزیم، ۲۵ گرم گوگرد، ۸۰۰ میلی‌گرم آهن، ۲۵۰۰ میلی‌گرم مس، ۴۰۰۰ میلی‌گرم منگنز، ۵۰۰۰ میلی‌گرم روی، ۱۰۰ میلی‌گرم کبالت، ۱۰۰ میلی‌گرم ید، ۸۰ میلی‌گرم سلنیوم، ۱۵۰۰ میلی‌گرم آنتی اکسیدان بود.

گوساله‌ها در باکس‌های انفرادی ۲×۱/۲ متری بستر ریزی شده با کاه گندم نگه‌داری می‌شدند. بستر گوساله‌ها هر ۴۸ ساعت یک بار تعویض می‌شد. یک مکمل لیزوفسفولیپید با نام تجاری لیپیدول ساخته شده توسط شرکت Pathway کشور کره جنوبی مورد استفاده قرار گرفت. خوراک استارتر از روز چهارم به صورت آزاد (ad libitum) در اختیار گوساله‌ها قرار گرفت. همچنین از روز ۲۰ ام آزمایش خوراک استارتر با ۱۰ درصد علوفه (۵ درصد یونجه و ۵ درصد کاه) برای تشکیل یک نسبت کنسانتره به علوفه ۹۰ به ۱۰ مخلوط شد و تا پایان آزمایش دراختیار گوساله‌ها قرار گرفت. گوساله‌ها روزانه ۴ لیتر شیر کامل را در دو وعده و در ساعت‌های ۰۶۰۰ و ۱۶۰۰ از روز ۳ تا ۱۴ و سپس ۷ لیتر در روز را از روز ۱۵ تا ۵۳ و در نهایت ۳ لیتر در روز را از روز ۵۴ تا ۶۰ تولد دریافت کردند.

شیر کامل به صورت یک هفته در میان نمونه‌گیری می‌شد و جهت آنالیز ماده خشک، چربی، پروتئین، ازت اوره‌ای شیر و آفلاتوکسین M1 به یک آزمایشگاه دامپزشکی تجاری (آزمایشگاه مبنا، استان البرز) ارسال می‌گردید. شیر مصرفی گوساله‌ها دارای ۱۱ درصد ماده خشک، ۳/۴۱ درصد چربی، ۳/۲۱ درصد پروتئین، ۱۵ میلی‌گرم در دسی‌لیتر ازت اوره‌ای شیر و ۳۷ نانوگرم در لیتر آفلاتوکسین M1 بود. همچنین گوساله‌ها در تمام طول آزمایش دسترسی آزاد به آب تمیز داشتند. گوساله‌ها در ۶۰ روزگی از شیر گرفته و تا ۷۰ روزه‌گی در آزمایش نگه داشته شدند.

نمونه‌گیری، اندازه‌گیری و آنالیز آزمایشگاهی

پس مانده خوراک استارتر به صورت روزانه و در ساعت ۱۶۳۰ جمع‌آوری و ثبت می‌شد و خوراک تازه در ساعت ۱۷۰۰ در تمام طول آزمایش در اختیار گوساله‌ها قرار می‌گرفت. اندزه‌گیری وزن بدن به صورت یک هفته در میان و با استفاده از یک ترازوی الکتریکی که به صورت ماهانه کالیبره می‌شد، انجام می‌گردید. به منظور حداقل کردن اثر پر یا خالی بودن دستگاه گوارش بر روی وزن بدن، گوساله‌ها قبل از وعده خوراک عصر وزن‌کشی می‌شدند. افزایش وزن روزانه برای تمام طول آزمایش محاسبه گردید.

نمونه‌های خون از سیاهرگ جگولار هر گوساله به داخل لوله خون ۱۰ میلی‌لیتری خلاء حاوی ماده ضد انعقاد K2EDTA و حدود سه ساعت بعد از وعده خوراکدهی و در روزهای ۲۸، ۶۰ و ۷۰ آزمایش گرفته شد. نمونه‌های پلاسما با استفاده از یک سانتریفیوژ به مدت ۱۵ دقیقه با چرخش ۳۰۰۰ دور در دقیقه استخراج گردید و تا زمان آنالیز در دمای منفی ۲۰ درجه سانتی‌گراد نگه‌داری شد. نمونه‌های پلاسما جهت گلوکز، پروتئین کل، آلبومین، گلوبولین، تری‌گلیسرید و کلسترول و با استفاده از کیت‌های مربوطه و دستگاه الایزا پلت خوان (Auto analyzer DP 1200; United Kingdom) در آزمایشگاه مبنا (استان البرز) مورد آنالیز

ویراستاری نشده

قرار گرفت. اندازه‌گیری‌های بدنی شامل ارتفاع شانه، دور سینه، عرض پین و عرض هیپ مطابق با (Lesmeister and Heinrich, 2005) و با استفاده از یک متر نواری انجام شد.

وضعیت سلامتی گوساله‌ها مطابق با راهنمای اسکوردهی دانشگاه ویسکانسین و به صورت هفتگی انجام شد. در پایان آزمایش، مایع شکمبه‌ای (حدوداً ۳۰ میلی‌لیتر) از راه مری و با استفاده از یک پمپ خلاء بین ۳ الی ۴ ساعت پس از خوراک‌ریزی گرفته شد و pH شکمبه بلافاصله بعد از نمونه‌گیری با استفاده از یک pH متر دیجیتال (sentron, model A102-003) تعیین شد. سپس، به مقدار ۱۰ میلی‌لیتر از مایع شکمبه پس از فیلتر شدن از میان یک پارچه چهار لایه با ۲ میلی‌لیتر از متا فسفریک اسید (۲۵٪) مخلوط شد و به صورت منجمد در دمای منفی ۲۰ درجه سانتی‌گراد تا زمان سنجش ازت آمونیاکی ذخیره گردید. نمونه‌های مایع شکمبه در دمای آزمایشگاه یخ‌گشایی شد و سپس با استفاده از سانتریفیوژ به مدت ۲۰ دقیقه با چرخش ۲۰۰۰ دور در دقیقه همگن‌سازی انجام شد. در پایان، ازت آمونیاکی شکمبه محاسبه گردید(Smith and Morphy، 1993 updated, 2013).

در پایان آزمایش، نمونه‌های خوراک و مدفوع در سه روز متوالی جهت اندازه‌گیری گوارش‌پذیری ماده خشک، ADF، عصاره اتری با استفاده از روش خاکستر نامحلول در اسید جمع‌آوری گردید. در ابتدا، نمونه‌های مدفوع هر حیوان باهم مخلوط شد و به مقدار ۱۰۰ گرم به ازای هر راس در داخل کیسه‌های پلاستیکی منجمد شد و تا زمان انجام آنالیز در دمای منفی ۲۰ سانتی‌گراد نگه‌داری شد. سپس، نمونه‌های مدفوع منجمد در دمای اتاق یخ‌گشایی شد و همراه با نمونه‌های خوراک در دمای ۶۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۴۸ ساعت توسط یک آون (Gallen Camp; made in England) خشک گردید و برای عبور از یک الک یک میلی‌متری به وسیله یک آسیاب الکتریکی (Arthur hill thomas Co., philadelphia) آسیاب گردید. بعد از اینکه نمونه‌ها به طور کامل هم زده شد، شاخص‌های ذکر شده در بالا توسط آزمایشگاه مرکزی تغذیه دام گروه علوم دامی دانشکدگان کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران و مطابق با روش Van keulen and Young (1977) اندازه‌گیری شد.

$$\text{Total tract digestibility of nutrient} = 100-[100.(\frac{AIA\ in\ diet\ [\%]}{AIA\ in\ faeces\ [\%]}.\frac{Nutrient\ in\ faeses\ [\%]}{Nutrient\ in\ diet[\%]})]$$

آنالیز آماری

همه داده‌های جمع‌آوری شده با استفاده از نرم افزار SAS و ورژن ۹ و رویه‌های GLM و MIXED مورد آنالیز قرار گرفتند. برای اندازه‌های بدنی و وزن بدن، مقادیر اولیه به عنوان عامل کووریت در مدل آماری در نظر گرفته شدند. اثر جنس برای صفاتی که معنی‌دار بود، لحاظ گردید. تفاوت میانگین‌ها برای P-Value کمتر از ۰/۰۵ معنی‌دار و بین ۰/۰۵ تا ۰/۱ به عنوان تمایل به معنی‌داری گزارش گردید. مدل‌های زیر استفاده گردید:

1) $Y_{ij} = \mu + T_i + \beta(X_{ij} - \bar{X}) + e_i$

2) $Y_{ijk} = \mu + T_i + P_j + (T \times P)_{ij} + \beta(X_{ijk} - \bar{X}) + e_{ijk}$

مدل‌های ۱ و ۲ به ترتیب برای آنالیز داده‌های اندازه‌گیری شده فقط برای یک بار و تکرار شده در زمان در طول دوره آزمایشی، استفاده گردید. که Y متغیر وابسته است؛ μ میانگین کل، T برابر با اثر تیمار i است، i سطوح مختلف لیپیدول است. P اثر دوره j است؛ j دوره ۷۰ روزه است؛ $\beta(X_{ij} - \bar{X})$ عامل کووریت است؛ $(T \times P)_{ij}$ اثر متقابل بین سطح لیپیدول و زمان است؛ e_i و e_{ijk} خطای مدل هستند.

ویرایش شده

یافته‌های پژوهش

مصرف، عملکرد، گوارش‌پذیری

اثر جیره‌های آزمایشی بر روی ماده خشک مصرفی، گوارش‌پذیری ظاهری، افزایش وزن روزانه و وزن بدن گوساله‌ها در جدول-۲ گزارش شده است. گوساله‌های تغذیه شده با ۰/۲ درصد مکمل لیپیدول ماده خشک مصرفی بیشتری در مقایسه با سایر گروه‌ها داشتند (p<۰/۰۵). گوارش‌پذیری ماده خشک (p=۰/۰۳۵) همچنین برای تیمار ۰/۲ درصد مکمل لیپیدول بالاترین بود؛ که نشان‌دهنده همبستگی خوب بین این دو صفت می‌باشد. به طور جالب توجهی، گوارش‌پذیری ظاهری چربی خام یک افزایش خطی را با اضافه کردن مکمل لیپیدول نشان داد و بالاترین مقدار برای تیمار با ۰/۲ درصد مکمل لیپیدول بود (p<۰/۰۵). با این حال، گوارش‌پذیری ظاهری فیبر نامحلول در شوینده خنثی (ADF) تحت تاثیر مکمل لیپیدول قرار نگرفت (p>۰/۰۵).

وزن بدن در طول دوره مطالعه تحت تاثیر جیره‌های آزمایشی قرار نداشت. افزایش وزن روزانه گوساله‌های دریافت کننده ۰/۲ درصد مکمل لیپیدول در مقایسه با گروه دریافت کننده ۰/۱ درصد در دوره اوایل پس از شیرگیری تمایل به بهبود داشت (p=۰/۰۸)؛ نشان می‌دهد که مکمل لیپیدول اثر مثبت بیشتری بر روی این شاخص در دوره پس از شیرگیری نسبت به دوره قبل از شیرگیری دارد. همانطور که در جدول -۳ نیز نشان داده شده است، ارتفاع جدوگاه، عرض هیپ و عرض پین تحت تاثیر جیره‌های آزمایشی قرار نگرفت. در حالیکه در زمان از شیرگیری، صفت دور سینه در گروه دریافت کننده ۰/۱ درصد مکمل لیپیدول در مقایسه با سایر گروه‌ها تمایل به کاهش داشت (p=۰/۰۹).

جدول۲. حداقل میانگین مربعات ماده خشک مصرفی، قابلیت هضم ظاهری مواد مغذی، وزن بدن و افزایش وزن روزانه گوساله‌های تغذیه شده با جیره‌های با سطوح مختلف لیپیدول.

	لیپیدول					
	۰	۰/۰۵	۰/۱	۰/۲	SEM	P-value
وزن بدن (کیلوگرم)						
روز ۳	۴۰/۹	۳۸/۸	۳۸/۸	۴۲/۱	۱/۶	۰/۴۷
روز ۲۸	۴۶/۷	۴۵/۵۲	۴۵/۸۲	۴۶/۶۱	۰/۶۳	۰/۴۷
روز ۴۲	۵۶/۲۵	۵۴/۰۱	۵۴/۱۱	۵۶/۵۴	۱/۲۵	۰/۳۵
روز ۶۰	۶۷/۱۷	۶۴/۶۹	۶۴/۶۹	۸۶/۸۸	۲/۵	۰/۳۳
روز ۷۰	۸۴/۶۴	۸۵/۲۲	۸۱/۰۲	۸۹/۶	۱/۱۹	۰/۱۵
افزایش وزن روزانه (کیلوگرم)						
هفته سوم- چهارم	۰/۳۶	۰/۳۹	۰/۴۳	۰/۳۲	۰/۰۴۷	۰/۴۲
هفته پنجم- ششم	۰/۶۸	۰/۶۰	۰/۵۹	۰/۷۰	۰/۰۶۸	۰/۵۸
هفته هفتم - هشتم	۰/۷۷	۰/۷۶	۰/۷۶	۰/۸۹	۰/۰۷۸	۰/۶
پس از شیرگیری	۱/۲۵	۱/۴۷	۱/۱۶	۱/۴۸	۰/۱۰۰	۰/۰۸
کل دوره	۰/۶۸	۰/۶۸	۰/۶۳	۰/۷۵	۰/۰۳۶	۰/۱۶
ماده خشک مصرفی استارتر (گرم/ روز)						
هفته سوم- چهارم	۱۰۷/۱۶	۷۴/۷۵	۶۳/۶۵	۹۷/۶۹	۱۶/۴	۰/۲۳
هفته پنجم- ششم	۲۷۴/۱۵	۲۲۹/۵۷	۲۲۴/۷۷	۳۴۲/۹۵	۵۰/۷	۰/۳۳
هفته هفتم - هشتم	۶۱۶/۴۶	۶۲۲/۴۶	۵۳۳/۰۶	۸۳۰/۶۷	۸۸/۴	۰/۱۱
پس از شیرگیری	۱۴۲۷/۸	۱۴۹۶/۴۱	۱۳۷۲/۶۲	۱۶۶۰/۰۷	۱۱۲/۳	۰/۲۳
کل دوره	۴۶۰/۹۳[ab]	۴۵۷/۱۸[ab]	۴۱۷/۵۸[b]	۵۸۷/۴۶[a]	۴۲/۶	۰/۰۴
قابلیت هضم ظاهری (٪)						
ماده خشک	۷۴/۶[ab]	۷۳/۴[ab]	۶۹/۱[b]	۷۶/۸[a]	۱/۹۴	۰/۰۳۵
چربی خام	۷۰/۸[b]	۷۴/۵[ab]	۷۵/۳[ab]	۷۹/۲[a]	۲/۱۱	۰/۰۴۲

ویراستاری نشده

ADF	۴۵/۱	۵۰/۹	۳۷/۵	۴۶	۴/۹۲	۰/۲۱۳

جدول۳. حداقل میانگین مربعات اندازه‌های بدنی گوساله‌های تغذیه شده با سطوح مختلف افزودنی لیپیدول.

اندازه‌های بدنی (سانتی‌متر)	لیپیدول					
	۰	۰/۰۵	۰/۱	۰/۲	SEM	P-value
ارتفاع جدوگاه						
روز ۳	۶۶/۵	۶۴/۷	۶۴	۶۴/۸	۱/۴	۰/۳۷
روز ۲۸	۷۷/۲	۷۵	۷۶/۵	۷۶/۲	۱/۴	۰/۲۸
روز ۶۰	۹۲/۴	۹۲	۹۱/۱	۹۲/۴	۱/۴	۰/۵۲
کل دوره	۷۸/۷	۷۷/۲	۷۷/۲	۷۷/۸	۰/۸۲	۰/۵۴
عرض هیپ						
روز ۳	۱۹/۴۵	۱۹/۴	۱۹/۴	۱۹/۸	۵/۲۷	۰/۹۵
روز ۲۸	۲۳/۴	۲۲/۹۵	۲۲/۹۵	۲۳/۸	۵/۲۷	۰/۹۵
روز ۶۰	۴۴/۳۵	۴۴/۴۹	۴۴/۴۹	۴۵/۹۲	۶/۳	۰/۸۶
کل دوره	۲۹/۰۶	۲۸/۹۴	۲۸/۹۴	۲۹/۸۴	۳/۳	۰/۹۹
عرض پین						
روز ۳	۹/۷۵	۹/۴	۹/۷	۹/۵	۰/۸۷	۰/۷۷
روز ۲۸	۱۰/۹	۱۱/۲	۱۰/۵۵	۱۱/۲۵	۰/۸۷	۰/۵۷
روز ۶۰	۱۲/۶۹	۱۳/۲۴	۱۲/۷۸	۱۳/۳۳	۱/۰۳	۰/۷۰
کل دوره	۱۱/۱۱	۱۱/۲۸	۱۱/۰۱	۱۱/۳۶	۰/۵۸	۰/۷۰
دور سینه						
روز ۳	۷۹/۲	۷۷/۹	۷۸/۴	۷۹/۶	۰/۹۹	۰/۲۲
روز ۲۸	۸۴/۶	۸۴/۹	۸۳/۴	۸۴/۷	۰/۹۹	۰/۲۸
روز ۶۰	۱۰۱/۷	۱۰۰/۹	۱۰۰	۱۰۲/۴	۰/۹۹	۰/۰۹
کل دوره	۸۸/۵	۸۷/۹	۸۷/۳	۸۸/۹	۰/۲۱	۰/۵۷

شاخص‌های سلامتی

اثر تیمارهای آزمایشی بر روی شاخص‌های سلامت گوساله‌ها در جدول-۴ نشان داده شده است. هیچ تفاوت معنی‌داری در بین گوساله‌های تغذیه شده با جیره‌های آزمایشی بر روی دمای رکتوم، اسکور سرفه، اسکور گوش، اسکور ترشحات بینی و اسکور قوام مدفوع مشاهده نشد. اما اسکور گوش در گوساله‌های تیمار با ۰/۰۵ درصد مکمل لیپیدول بهتر از سایر تیمارها بود (p<۰/۰۵).

جدول٤. حداقل میانگین مربعات شاخص‌های سلامتی گوساله‌های تغذیه شده با سطوح مختلف لیپیدول.

شاخص های سلامتی	لیپیدول					
	۰	۰/۰۵	۰/۱	۰/۲	SEM	P-value
دمای رکتوم	۳۹/۲۸	۳۹/۲۱	۳۹/۲۹	۳۹/۲۶	۰/۰۶	۰/۸۱
اسکور سرفه	۱	۱	۱	۱,۰۳	۰/۰۱۶	۰/۳۷
اسکور گوش	۱/۰۲	۱	۱/۰۴	۱/۰۲	۰/۰۲	۰/۴۷
اسکور ترشحات بینی	۱	۱/۰۱	۱	۱	۰/۰۰۶	۰/۵۸
اسکور چشم	۱/۲۲[a]	۱/۰۱[b]	۱/۱۵[a]	۱/۱۸[a]	۰/۰۵۳	۰/۰۳
قوام مدفوع	۱/۲۵	۱/۱۶	۱/۲۴	۱/۲۳	۰/۰۶۵	۰/۷۴

فراسنجه‌های خونی و شکمبه‌ای

ویرایش نشده

اثر تیمارهای آزمایشی بر روی شاخص‌های خونی و شکمبه‌ای گوساله‌ها در جدول-۵ ارائه شده است. غلظت‌های گلوکز خونی برای تیمار با ۰/۲ درصد مکمل لیپیدول در زمان از شیرگیری (روز ۶۰) و زمان پایان آزمایش (روز ۷۰) بالاترین مقدار بود و تمایل به معنی‌داری داشت (p=۰/۰۸). با این حال، جیره‌های آزمایشی هیچ اثری بر روی غلظت‌های تری‌گلیسرید و کلسترول درطول آزمایش نداشت. در زمان از شیرگیری (روز ۶۰)، کاهش غلظت اسیدهای چرب غیر استریفه (NEFA) درگروه‌های دریافت کننده افزودنی لیپیدول در مقایسه با گروه کنترل تمایل به معنی‌داری را نشان داد (p=۰/۰۸). غلظت‌های پروتئین کل در گوساله‌های دریافت کننده ۰/۲ درصد افزودنی لیپیدول در سن ۲۸ روزگی بیشترین مقدار (p=۰/۰۶) و در سن ۶۰ روزگی کمترین مقدار (p=۰/۰۸) را در مقایسه با سایر گروه‌ها نشان داد؛ غلظت کاهش یافته پروتئین در زمان استرس از شیرگیری ممکن است به دلیل وزن بالای این گروه و نیاز نگهداری پروتئین بالاتر در آن‌ها باشد. با این حال، میانگین غلظت پروتئین پلاسما برای کل دوره آزمایش تفاوت معنی‌داری را نشان نداد. بیشترین غلظت‌های آلبومین (p=۰/۰۶) و گلوبولین (p=۰/۰۷) در سن ۲۸ روزگی متعلق به گروه دریافت کننده ۰/۲ درصد افزودنی لیپیدول بود. همانند غلظت پروتئین کل، غلظت گلوبولین در گروه دریافت کننده استارتر با ۰/۲ درصد افزودنی کاهش معنی‌داری را در زمان از شیرگیری نشان داد (p=۰/۰۱) که همبستگی بالایی دارند. اما میانگین غلظت گلوبولین تفاوت معنی‌داری را در کل آزمایش نشان نداد. هیچ تفاوت معنی‌داری در بین گوساله‌های تغذیه شده با جیره‌های آزمایشی برای pH و غلظت ازت آمونیاکی شکمبه مشاهده نشد.

جدول۵. حداقل میانگین مربعات فراسنجه‌های خونی و شکمبه‌ای گوساله‌های تغذیه شده با سطوح مختلف لیپیدول.

فراسنجه‌های خونی- شکمبه‌ای	لیپیدول					
	۰	۰/۰۵	۰/۱	۰/۲	SEM	P-value
گلوکز (میلی‌گرم/ دسی‌لیتر)						
روز ۲۸	۹۴/۹	۹۶/۸	۹۶/۱	۱۰۰	۳/۷۸	۰/۱۱
روز ۶۰	۸۴/۷	۸۷/۱	۸۹/۲	۹۱/۴	۳/۷۸	۰/۰۸
روز ۷۰	۷۷/۱	۷۹	۷۹/۲	۸۳/۶	۳/۷۸	۰/۰۸
کل دوره	۸۵/۵۷	۸۷/۶۳	۸۸/۱۷	۹۱/۹۷	۳/۵	۰/۳۳
تری‌گلیسرید (میلی‌گرم/ دسی‌لیتر)						
روز ۲۸	۳۱	۳۳/۹	۳۴/۳	۳۲/۴	۴/۰۵	۰/۴۲
روز ۶۰	۳۰/۱	۳۵/۶	۳۵/۱	۳۳/۴	۴/۰۵	۰/۱۸
روز ۷۰	۳۱/۱	۳۷/۳	۳۵/۵	۳۴/۴	۴/۰۵	۰/۱۳
کل دوره	۳۰/۷۳	۳۵/۶	۳۴/۹۶	۳۳/۴	۴/۱	۰/۶۲
کلسترول (میلی‌گرم/ دسی‌لیتر)						
روز ۲۸	۱۱۱/۷	۱۱۰/۶	۱۱۱/۹	۱۱۲/۵	۸/۰۹	۰/۸۱
روز ۶۰	۱۱۲	۱۱۲/۸	۱۱۰/۴	۱۰۹/۸	۸/۰۹	۰/۷۱
روز ۷۰	۱۱۰/۳	۱۰۷/۹	۱۰۹/۶	۱۰۹/۸	۸/۰۹	۰/۶۷
کل دوره	۱۱۱/۳۳	۱۱۰/۴۳	۱۱۰/۶۳	۱۱۰/۷	۷/۸۲	۰/۹۹
NEFA (میلی‌مول/لیتر)						
روز ۲۸	۰/۶۵۷	۰/۴۷۸	۰/۵۳۷	۰/۵۵۳	۰/۰۹	۰/۱۶
روز ۶۰	۰/۶۰۸	۰/۳۷۹	۰/۴۴۸	۰/۴۱۳	۰/۰۹	۰/۰۸
روز ۷۰	۰/۴۹۸	۰/۳۳۴	۰/۳۹۴	۰/۳۸۹	۰/۰۹	۰/۲۰
کل دوره	۰/۵۸۸	۰/۳۹۷	۰/۴۶۰	۰/۴۵۲	۰/۰۹	۰/۴۸
پروتئین کل (گرم/دسی‌لیتر)						
روز ۲۸	۶/۰۲	۵/۹۷	۵/۸۸	۶/۴۴	۰/۲	۰/۰۶
روز ۶۰	۶/۲۶	۶/۲۹	۶/۳۸	۵/۸۸	۰/۲	۰/۰۸
روز ۷۰	۶/۴۰	۵/۹۶	۶/۵۱	۶/۱	۰/۲	۰/۰۶
کل دوره	۶/۲۲	۶/۰۷	۶/۲۵	۶/۱۴	۰/۱۳	۰/۷۴
آلبومین (گرم/دسی‌لیتر)						

روز ۲۸	۳/۷۱	۳/۶	۳/۵۲	۳/۸۸	۰/۱۳	۰/۰۶
روز ۶۰	۳/۷۷	۳/۸۱	۳/۷۸	۳/۶۴	۰/۱۳	۰/۳۶
روز ۷۰	۳/۹۰	۳/۶۵	۳/۸۹	۳/۶۸	۰/۱۳	۰/۱۸
کل دوره	۳/۷۹	۳/۶۸	۳/۷۳	۳/۷۳	۰/۰۸	۰/۸۵
گلوبولین (گرم/دسی‌لیتر)						
روز ۲۸	۲/۳۱	۲/۳۷	۲/۳۶	۲/۵۶	۰/۱	۰/۰۷
روز ۶۰	۲/۴۹[ab]	۲/۴۸[ab]	۲/۶۰[a]	۲/۲۴[b]	۰/۱	۰/۰۱
روز ۷۰	۲/۵	۲/۳۱	۲/۶۲	۲/۴۲	۰/۱	۰/۱۵
کل دوره	۲/۴۳	۲/۳۸	۲/۵۲	۲/۴	۰/۰۹	۰/۳۵
شاخص‌های شکمبه‌ای						
ازت آمونیاکی (میلی‌گرم/ دسی‌لیتر)	۸/۹۵	۱۰/۴۷	۱۰/۴۹	۸/۳	۱/۷۷	۰/۷۳
pH	۶/۶۶	۶/۷۴	۶/۵۸	۶/۵۸	۰/۲۶	۰/۹۶

بحث

پژوهش حاضر اثر تغذیه سطوح مختلف لیپیدول به عنوان افزودنی خوراک استارتر بر روی رشد، سلامتی، قابلیت هضم مواد مغذی و پارامترهای خونی و شکمبه‌ای گوساله‌های شیرخوار هلشتاین بررسی کرد. بر اساس دانش ما، مطالعات کمی لیزوفسفولیپیدها را به عنوان افزودنی خوراکی در گوساله‌های شیری بررسی کرده است. بنابراین، به دلیل وجود اطلاعات کم درباره تغذیه لیزوفسفولیپیدها به گوساله‌ها، مطالعات انجام شده با حیوانات غیر نشخوارکننده و نشخوارکنندگان بالغ که از لیزوفسفولیپیدها یا لستین به عنوان افزودنی خوراکی استفاده کردند؛ جهت بحث کردن نتایج ما استفاده خواهد شد. ماده خشک مصرفی تحت تاثیر جیره‌های آزمایشی قرار گرفت و گروه دریافت کننده ۰/۲ درصد افزودنی لیپیدول ماده خشک مصرفی بالاتری در مقایسه با سایر گروه‌ها داشت.

اثر لیزوفسفولیپیدها به عنوان افزودنی خوراکی در سایر مطالعات بررسی شده است؛ در جوجه‌های گوشتی (Roy *et al.*, 2010)، در خوک (Sun and Kim, 2019) و گاو شیری (De Souza *et al.*, 2020) تفاوت معنی‌داری را بر روی ماده خشک مصرفی مشاهده نکردند. همچنین بر اساس مطالعه (Reis *et al.*, 2021) در گوساله‌ها مشاهده شد که لیزولستین در جایگزین شیر باعث بهبود افزایش وزن روزانه بدون تاثیر بر ماده خشک مصرفی می‌شود. در پژوهش حاضر، دلیل افزایش ماده خشک مصرفی در کل دوره می‌تواند حداقل در بخشی به وسیله افزایش در قابلیت هضم اسیدهای چرب و احتمالاً تغییر در غلظت کوله سیستوکاینین پلاسما توضیح داده شود. از طرف دیگر، در یک مطالعه بر روی گاوهای شیری (Rico *et al.*, 2017) فرض شده که لیزولستین احتمالاً با افزایش دادن امولاسیون اسیدهای چرب در شکمبه، باعث افزایش بیوهیدروژناسیون و نرخ عبور عبور آن‌ها به همراه فاز مایع گردد. بنابراین، افزایش بیوهیدروژناسیون اسیدهای چرب و نرخ عبور آن‌ها احتمالاً بتواند باعث تعدیل اثرات منفی اسیدهای چرب غیر اشباع بر روی استقرار میکروب‌های شکمبه، هضم فیبر و در نهایت توسعه شکمبه در گوساله‌های جوان گردد. با این حال، ماده خشک مصرفی در برخی دوره‌های پژوهش حاضر تحت تأثیر جیره‌های آزمایشی قرار نگرفت که با دیگر مطالعات ذکر شده در بالا مطابقت دارد.

افزایش وزن روزانه و وزن بدن در زمان از شیرگیری به عنوان دو شاخص کلیدی برای کمی کردن موفقیت برنامه پرورش گوساله‌ها شناخته شده است (Campolina *et al.*, 2021). افزایش وزن روزانه در گروه دریافت کننده ۰/۲ درصد لیپیدول تمایل به افزایش معنی‌داری را نشان داد (p=۰/۰۸). مطابق با پژوهش حاضر، مطالعات دیگر در جوجه‌های گوشتی (Brutingan *et al.*, 2017)، خوک (Papadopoulos *et al.*, 2014) و گوساله‌های شیرخوار (Reis *et al.*, 2021) نیز افزایش وزن روزانه بیشتری را در هنگام به کارگیری امولسیفایرهای خارجی نشان دادند. آن‌ها گزارش کردند که اثر مثبت ممکن است مرتبط با بهبود هضم و جذب اسیدهای چرب گیاهی و دیگر مواد مغذی باشد. همچنین، از آنجایی که جوجه گوشتی‌های تغذیه شده با امولسیفایرهای خارجی

بیان افزایشی ژن مربوط به ماتریکس خارج سلولی و تولید کلاژن و در نهایت بهبود صفات روده‌ای را داشتند که نشان می‌دهد این ترکیبات اثرات نوتریژنومیکس دارند (Brautingan *et al*., 2017). علاوه بر این، مطالعات جدیدتر نشان می‌دهند که لیزوفسفولیپیدها به عنوان پیامبرهای ثانویه قدرتمند داخل سلولی و گیرنده‌های بین سلولی ژن‌هایی هستند که در متابولیسم چربی و پروتئین نقش دارند (Tsukahara *et al*., 2017; Shanbhag *et al*., 2020) از طرف دیگر، در پژوهش حاضر افزایش وزن زمان قبل از شیرگیری تحت تاثیر جیره‌های آزمایشی قرار نگرفت احتمالاً به دلیل اینکه امولسیون‌سازی و هضم اسیدهای چرب با افزایش سن به دلیل افزایش مصرف استارتر و تغییر در پروفایل اسیدهای چرب که به روده کوچک می‌رسند، اهمیت بیشتری پیدا می‌کند. با این حال، افزایش وزن بدن گوساله‌ها تحت تاثیر جیره‌های آزمایشی قرار نگرفت؛ اگرچه، در اکثر مواقع گروه دریافت کننده ۰/۲ درصد لیپیدول از نظر عددی بیشترین وزن بدن را داشت.

در حیوانات غیر نشخوارکننده تغذیه لیزوفسفولیپیدها به عنوان افزودنی خوراک، بهبود هضم و جذب مواد مغذی به عنوان مهم‌ترین اثر مثبت استفاده از لیزوفسفولیپیدها گزارش شده است (Zampiga *et al*., 2016; Wang *et al*., 2019). در پژوهش حاضر، قابلیت هضم ظاهری چربی خام به طور خطی با افزایش یافتن سطح لیپیدول افزایش یافت و کمترین مقدار این شاخص در گروه کنترل (۷۰/۸ درصد) و بیشترین مقدار (۷۹/۲ درصد) در گروه با ۰/۲ درصد لیپیدول مشاهده شد (p=۰/۰۴۲). مطابق با پژوهش حاضر، Zhang *et al*., 2022 در گاوهای گوشتی، Haetinger *et al*., 2021 در جوجه‌های گوشتی، Wang *et al*., 2019 در خوک افزایش یافتن قابلیت هضم چربی خام را با مکمل کردن امولسیفایرهای خارجی گزارش کردند. از آنجایی که گوساله‌های جوان سیستم آنزیمی –گوارشی نابالغی داشته و فاقد برخی از آنزیم‌های هضمی هستند؛ هضم مواد مغذی و جذب چربی در آن‌ها به خودی خود محدود است (Jones and Heinrichs., 2017). بنابراین، مکانیسم‌های امولسیفایر خارجی (برای مثال: بهبود پایداری چربی، توانایی برای تشکیل میسل‌های کوچک‌تر و ایجاد ناحیه سطحی بیشتر برای آنزیم‌ها) می‌تواند به افزایش گوارش‌پذیری چربی در این حیوانات کمک کند. فعالیت آنزیم فسفولیپاز *A2* بر روی فسفولیپیدها منجر به جدا شدن یک اسید چرب و تولید لیزوفسفولیپید می‌شود (*Joshi et al., 2006*)؛ که در مقایسه با فسفولیپیدهای معمول مانند لسیتین و نمک‌های صفراوی دارای خاصیت آبدوستی بهتر و ارزش متعادل کننده آبدوست– چربی دوست بالاتری است (*Hasenhuettl and Hartl., 2008*). همچنین، لیزوفسفولیپیدها می‌توانند با تغییر در نفوذپذیری دو لایه سلولی، منافذ غشایی در روده را بزرگ کنند و باعث عبور حجم زیادی از مواد مغذی در سرتاسر غشاء شوند (*Arouri and Mourritsen, 2010*).

قابلیت هضم ماده خشک تیمار ۰/۱ درصد لیپیدول کاهش معنی‌داری را در مقایسه با سایر گروه‌ها نشان داد (p=۰/۰۳۵). مطابق با نتایج ما، Lee et al., 2019 نیز تمایل به کاهش معنی‌دار را در قابلیت هضم ظاهری ماده خشک و ماده آلی را با افزودن مکمل لیزوفسفولیپید در تغذیه گاوهای شیری گزارش کردند. همچنین در یک مطالعه آزمایشگاهی، گنجاندن سطوح بالایی از لیزولستین (۲ الی ۶ درصد ماده خشک) در جیره‌ها کاهش قابلیت هضم ماده آلی و فیبر را گزارش کرد (Jenkins *et al*., 1989). در مقابل، در مطالعه دیگر Huo *et al*., 2019 افزایش قابلیت هضم ماده آلی و ماده خشک را در بره‌های پرواری تغذیه شده با امولسیفایر خارجی به عنوان افزودنی خوراک گزارش کردند. در حالیکه در پژوهش حاضر قابلیت هضم فیبر نامحلول در شوینده اسیدی تحت تاثیر جیره‌های آزمایشی قرار نداشت؛ با این وجود قالیت هضم فیبر نامحلول در شوینده خنثی و اسیدی (ADF, NDF) در بره‌های پرواری کاهش یافته بود (Huo *et al*., 2019). علاوه بر این، ثابت شده است که افت مصرف ماده خشک قبل از زمان از شیرگیری منجر به توسعه ناکافی شکمبه و کاهش قابلیت هضم مواد مغذی در دوران پس از شیرگیری می‌شود (Terre *et al*., 2007). در پژوهش حاضر گروه دریافت کننده ۰/۱ درصد لیپیدول از لحاظ عددی مصرف استارتر پایینی داشت؛ این احتمال وجود دارد که مصرف ماده خشک و توسعه شکمبه به طور منفی تحت تأثیر قرار گرفته باشد.

اگرچه قابلیت هضم چربی خام با افزودن مکمل لیپیدول به استارتر گوساله‌ها بهبود یافت، اما اندازه‌های بدنی (ارتفاع جدوگاه، عرض هیپ، عرض پین و دور سینه) تحت تأثیر جیره‌های آزمایشی قرار نگرفت. در پژوهشی، Rincker *et al*. (2011) گزارش

ویراستاری نشده

کرد که رشد اسکلتی گوساله‌ها به طور معمول با سطح پروتئین جیره‌ها مرتبط است. همچنین، Reis *et al.* (2021) تفاوتی در اندازه‌های بدنی گوساله‌های تغذیه شده با مکمل لیزولستین در جایگزین شیر در مقایسه با گروه کنترل مشاهده نکردند و گزارش کردند که از آنجایی که لیزولستین با هضم چربی مرتبط است نه هضم پروتئین، بنابراین، احتمالاً آن تأثیری بر رشد اسکلتی گوساله‌ها ندارد.

شاخص‌های سلامتی از جمله دمای رکتوم، اسکور سرفه، اسکور گوش، اسکور ترشحات بینی و قوام مدفوع تحت تأثیر جیره‌های آزمایشی قرار نگرفت؛ در حالیکه اسکور چشم در تیمار با ۰/۰۵ درصد مکمل لیپیدول بهبود پیدا کرد. اگرچه توضیح اینکه لیزوفسفولیپیدها چگونه باعث بهبود اسکور سلامتی چشم می‌شوند سخت است. اما ثابت شده که لیزوفسفولیپیدها می‌توانند باعث بهبود یکپارچگی و مرفولوژی غشاهای روده‌ای در جوجه‌های گوشتی شوند (Chen *et al.*, 2019). مطابق با این، ممکن است که لیزوفسفولیپیدها بتوانند نقش مثبتی در سایر غشاهای بدنی بازی کنند. از طرف دیگر، شواهدی وجود دارد که لیزوفسفولیپیدها اثرات آنتی اکسیدانی را در جوجه‌های گوشتی دارند (Zangeneh *et al.*, 2018). با این حال، از آنجایی که پژوهش حاضر در فصل تابستان انجام شد، این شاخص می‌تواند تحت تأثیر افزایش جمعیت مگس در مزرعه باشد. قوام مدفوع در پژوهش حاضر برخلاف مطالعه Ries *et al.* (2021) با افزودن لیزوفسفولیپید بهبود نیافت؛ احتمالاً به دلیل تفاوت در روش مکمل کردن لیزوفسفولیپید (استارتر در مقابل جایگزین شیر) در جیره‌ها باشد. اخیراً، ثابت شده که مکمل لیزوفسفولیپید در جیره باعث افزایش فراوانی باکتری‌های مفید و کاهش فراوانی باکتری‌های مضر در فلور روده‌ای ماهی می‌شود (Lu *et al.*, 2022)؛ که می‌تواند با قوام بهتر مدفوع در گوساله‌ها نیز مرتبط باشد و مطالعات بیشتری برای اثبات آن ضروری است.

شاخص‌های انرژی با افزودن لیپیدول به استارتر گوساله‌ها بهبود پیدا کرد. غلظت گلوکز در گروه با ۰/۲ درصد لیپیدول نسبت به پروه کنترل در روزهای ۶۰ و ۷۰ آزمایش تمایل به افزایش معنی‌دار داشت (p=۰/۰۸). این گوساله‌ها بیشترین خوراک مصرفی را داشتند و غلظت بالای گلوکز در خون آن‌ها توجیه‌پذیر است. از طرف دیگر غلظت NEFA در تیمارهای با افزودنی لیپیدول در مقایسه با گروه کنترل تمایل به کاهش معنی‌دار داشت (p=۰/۰۸)؛ احتمالاً نشان می‌دهد که لیزوفسفولیپیدها نقش مثبتی در متابولیسم چربی، عملکرد کبد و مسیرهای مرتبط با انسولین در گوساله‌های نژاد شیری بازی می‌کند. در یک پژوهش،(2023) Ibarz *et al.* کاهش در کل چربی سرم و فسفولیپیدهای سرم را درماهی‌های سالمون که با جیره حاوی لیزوفسفولیپید تغذیه شده بودند را گزارش کردند؛ آن‌ها همچنین بیان متفاوتی از پروتئین‌ها (تنظیم افزایشی و کاهشی) در روده و کبد را مشاهده کردند.

مطابق با مطالعه Zanganeh *et al.* (2018) در جوجه‌های گوشتی و Reis *et al.*, 2021 در گوساله‌های شیرخوار تغذیه لیزوفسفولیپیدها اثری بر سطوح تری‌گلیسرید و کلسترول پلاسما نداشت که هم راستا با پژوهش حاضر می‌باشد. بر خلاف آن، مطالعات دیگر در جوجه‌های گوشتی (Roy *et al.*, 2010, Malapure *et al.*, 2011)، کاهش غلظت کلسترول را با افزودن امولسیفایر گزارش کردند. همچنین، Huang *et al.* (2007) ثابت کردند که لستین سویا ظرفیت کاهندگی غلظت‌های تری‌گلیسرید و کلسترول را دارد. با این حال، Egli and Blum. (1998) ثابت کردند که سطوح تری‌گلیسرید و کلسترول پلاسما تحت تأثیر جذب چربی است و در گوساله‌های شیرخوار سمینتال تغذیه شده با جیره با سطح بالای چربی افزایش می‌یابد. بنابراین، اینکه چه مکانیسم‌های واضحی در پشت این تغییرات در گونه‌های مختلف وجود دارد ناشناخته است. متاسفانه، ما تغییرات سطح انسولین و IGF1 را به عنوان عملکردی از مکمل لیپیدول اندازه‌گیری نکردیم و آن برای پژوهش‌های آینده توصیه می‌شود.

غلظت پروتئین کل پلاسما در روز ۲۸ آزمایش در گروه دریافت کننده ۰/۲ درصد لیپیدول در مقایسه با دیگر گروه‌ها تمایل به افزایش معنی‌دار داشت (p=۰/۰۶)؛ مطابق با نتایج ما، Reis *et al.*, (2021) دریافتند که لیزولستین تغذیه شده به گوساله‌ها، باعث غلظت‌های بالاتری از پروتئین کل در هفته پنجم و ششم می‌شود. در مطالعه دیگر، Che *et al.* (2023) با افزودن یک درصد لیزوفسفولیپید به خوراک، ثابت کردند که لیزوفسفولیپیدها علاوه بر بهبود هضم و جذب مواد مغذی، می‌تواند باعث حفظ پروتئین و افزایش فعالیت آنزیم‌های متابولیسمی گلیکولیپید کبد در ماهی گردد. با این حال، در مطالعه ما غلظت پروتئین کل در گروه

دریافت کننده ۰/۲ درصد لیپیدول در زمان انتقال از شیرگیری تمایل به کاهش معنی‌دار داشت (p=۰/۰۸)؛ که ممکن است به دلیل وزن بالای این گروه و افزایش نیاز نگهداری پروتئین در زمان استرس از شیرگیری باشد. همچنین در زمان از شیرگیری، همانند غلظت پروتئین کل، غلظت گلوبولین نیز در گروه دریافت کننده ۰/۲ درصد لیپیدول به طور معنی‌داری کاهش یافت (p=۰/۰۱) که همبستگی بالایی دارند. مطابق با پژوهش ما، Zanganeh *et al.* (2018) کاهش غلظت پروتئین کل را در جوجه‌های گوشتی تحت تنش حرارتی تغذیه شده با مکمل لیزولستین را گزارش کردند. اخیراً، Lee *et al.* (2019) افزایش بالقوه بهره‌مندی نیتروژن و افزایش عددی در دفع مشتقات پورینی در گاوهای شیری تغذیه شده با لیزوفسفولیپیدها را گزارش کردند. Attia *et al.* (2008) نیز گزارش کردند که فسفولیپیدها (منبع لیزوفسفولیپیدها) می‌تواند عملکرد کبد را در مرغ‌های تخم‌گذار بهبود دهد. Tagesson *et al.* (1985) بهبود بالقوه در نفوذپذیری ماکرومولکول‌هایی مانند پروتئین‌ها را در دستگاه گوارش موش‌های تغذیه شده با لیزوفسفولیپیدها به عنوان افزودنی خوراکی گزارش کردند. به طور کلی، احتمال این وجود دارد که لیزوفسفولیپیدهای تغذیه شده به گوساله‌ها در مطالعه ما به دلایلی مانند بهبود توسعه میکروبی شکمبه، بهبود عملکرد کبد و یا بهبود جذب پروتئین در دستگاه گوارش باعث تغییر شاخص‌های پروتئینی شود. افزایش غلظت‌های آلبومین (p=۰/۰۶) و گلوبولین (p=۰/۰۷) در گوساله‌های دریافت کننده استارتر با ۰/۲ درصد لیپیدول در روز ۲۸ مطالعه از دیگر یافته‌های این پژوهش می‌باشد که می‌تواند شاخصی از بهبود عملکرد کبد باشد. به دلیل نرخ رشد بالاتر و مصرف خوراک بیشتر و همچنین غلظت پروتئین بیشتر در گوساله‌های این گروه، غلظت‌های بالاتر گلوبولین و آلبومین در این گروه‌ها کاملاً نرمال است. با این حال، غلظت گلوبولین در زمان از شیرگیری در گروه دریافت کننده ۰/۲ درصد لیپیدول در مقایسه با گروه ۰/۱ درصد لیپیدول به طور معنی‌داری کاهش یافت (p=۰/۰۵).

از دیدگاه کاربردی در تغذیه گوساله، نگه داشتن pH بالاتر از ۶ برای تشکیل جمعیت کاربردی باکتری‌های سلولولایتیک ضروری است (Quigley *et al.*, 1992). در پژوهش حاضر pH شکمبه‌ای همه تیمارهای آزمایشی بالاتر ۶ از بود اما هیچ یک از pH شکمبه و غلظت ازت آمونیاکی تحت تأثیر جیره‌های آزمایشی قرار نگرفت. مطابق با نتایج ما، Kim *et al.* (2020) در یک مطالعه آزمایشگاهی نیز تفاوت معنی‌داری در هیچ کدام از شاخص‌های pH و غلظت‌های ازت آمونیاکی و کل اسیدهای چرب فرار با سطوح مختلف امولسیفایر در جیره مشاهده نکردند. در مطالعه‌ای، Lee *et al.* (2019) هیچ تفاوتی در pH، کل اسیدهای چرب فرار و غلظت ازت آمونیاکی شکمبه گاوهای تغذیه شده با سطوح مختلف لیزوفسفولیپید گزارش نکردند؛ در حالیکه، کاهش خطی در استات و افزایش خطی در غلظت والرات مشاهده شد. آن‌ها همچنین تمایل به کاهش در نسبت استات به پروپیونات را مشاهده کردند که نشانگر یک اثر منفی بر قابلیت هضم NDF می‌باشد. تفاوت معنی‌داری در غلظت ازت آمونیاکی شکمبه تیمارهای مختلف مشاهده نشد. مطابق با پژوهش حاضر اخیراً، Baraz et al., 2024 نیز تفاوت معنی‌داری در ازت آمونیاکی شکمبه گوساله‌های دریافت کننده سطوح مختلف مکمل لیپیدول گزارش نکردند.

نتیجه‌گیری و پیشنهادها

مطابق با نتایج پژوهش حاضر، نتیجه‌گیری می‌شود که مصرف ۰/۲ درصد لیپیدول بر حسب ماده خشک در خوراک استارتر می‌تواند باعث افزایش مصرف خوراک، افزایش قابلیت هضم ظاهری ماده خشک و چربی خام جیره، بهبود رشد، افزایش غلظت گلوکز و کاهش غلظت NEFA در پلاسما خون گوساله‌ها می‌شود. مطابق با نتایج مطالعه حاضر، اثرات مصرف سطوح بررسی شده افزودنی لیپیدول (۰، ۰/۵، ۱ و ۲ گرم در کیلوگرم استارتر) به جز قابلیت هضم چربی، در بقیه صفت‌ها خطی نبود. علاوه بر این، سطوح بالاتر این افزودنی به خصوص در جیره‌های با چربی خام بالاتر نیاز به مطالعات بیشتری دارد.

تشکر و قدردانی

ویرایش نشده

با سپاس از تمامی پرسنل محترم مجتمع دامداری و کشاورزی عباسی که در اجرای این آزمایش ما را یاری کردند. نویسندگان همچنین از شرکت pathway کشور کره جنوبی به خاطر حمایت مالی این طرح نهایت تشکر را دارد.

REFERENCES

Adhami, B., Amirkolaei, A. K., Oraji, H., Kazemifard, M., & Mahjoub, S. (2021). Effects of lysophospholipid on rainbow trout (Oncorhynchus mykiss) growth, biochemical indices, nutrient digestibility and liver histomorphometry when fed fat powder diet. Aquaculture Nutrition, 27(6), 1779-1788.

Al-Jebory, H. H., Qotbi, A. A. A., Al-Saeedi, M. K. I., Al-Khfaji, F. R., Ajafar, M., & Safaei, A. (2023). Biological activity of Lysophospholipids in poultry and ruminants: A review.

Arouri, A., & Mouritsen, O. G. (2013). Membrane-perturbing effect of fatty acids and lysolipids. Progress in lipid research, 52(1), 130-140

Birgbauer, E., & Chun, J. (2006). New developments in the biological functions of lysophospholipids. Cellular and Molecular Life Sciences CMLS, 63, 2695-2701.

Brautigan, D. L., Li, R., Kubicka, E., Turner, S. D., Garcia, J. S., Weintraut, M. L., & Wong, E. A. (2017). Lysolecithin as feed additive enhances collagen expression and villus length in the jejunum of broiler chickens. Poultry Science, 96(8), 2889-2898.

Che, M., Lu, Z., Liu, L., Li, N., Ren, L., & Chi, S. (2023). Dietary lysophospholipids improves growth performance and hepatic lipid metabolism of largemouth bass (Micropterus salmoides). Animal Nutrition, 13, 426-434.

Chen, C., Jung, B., & Kim, W. K. (2019). Effects of lysophospholipid on growth performance, carcass yield, intestinal development, and bone quality in broilers. Poultry Science, 98(9), 3902-3913.

Chen, X., Wang, Q., Guo, Z., Zhao, Y., Gao, Y., Yu, T., ... & Wang, G. (2019). Effects of dietary oxidized fish oil on growth performance and antioxidant defense mechanism of juvenile Rhynchocypris lagowski Dybowski. Aquaculture, 512, 734368.

De Souza, J., Westerrn, M., & Lock, A. L. (2020). Abomasal infusion of an exogenous emulsifier improves fatty acid digestibility and milk fat yield of lactating dairy cows. Journal of Dairy science, 103(7), 6167-6177.

Edwards- Webb, J. D. (1983). Digestive lipolysis in the preruminant calf. The abomasal hydrolysis of butter oil, coconut oil, palm oil and tallow. Journal of the Science of Food and Agriculture, 34(9), 930-936.

Egli, C. P., & Blum, J. W. (1998). Clinical, haematological, metabolic and endocrine traits during the first three months of life of suckling simmentaler calves held in a cow- calf operation 1. Journal of Veterinary Medicine Series A, 45(1- 10), 99-118.

Ghasemi, E., Azad-Shahraki, M., & Khorvash, M. (2017). Effect of different fat supplements on performance of dairy calves during cold season. Journal of Dairy science, 100(7), 5319-5328.

Ghorbani, H., Kazemi-Bonchenari, M., HosseinYazdi, M., & Mahjoubi, E. (2020). Effects of various fat delivery methods in starter diet on growth performance, nutrients digestibility and blood metabolites of Holstein dairy calves. Animal Feed Science and Technology, 262, 114429.

Haetinger, V. S., Dalmoro, Y. K., Godoy, G. L., Lang, M. B., De Souza, O. F., Aristimunha, P., & Stefanello, C. (2021). Optimizing cost, growth performance, and nutrient absorption with a bio-emulsifier based on lysophospholipids for broiler chickens. Poultry Science, 100(4), 101025.

Hill, T. M., Bateman II, H. G., Aldrich, J. M., Quigley, J. D., & Schlotterbeck, R. L. (2015). Inclusion of tallow and soybean oil to calf starters fed to dairy calves from birth to four months of age on calf performance and digestion. Journal of Dairy science, 98(7), 4882-4888.

Hasenhuettl, G. L., & Hartel, R. W. (Eds.). (2008). Food emulsifiers and their applications (Vol. 19, pp. 11-37). New York: Springer.

Huang, J., Yang, D., & Wang, T. (2007). Effects of replacing soy-oil with soy-lecithin on growth performance, nutrient utilization and serum parameters of broilers fed corn-based diets. Asian Australasian Journal of Animal Sciences, 20(12), 1880.

Huo, Q., Li, B., Cheng, L., Wu, T., You, P., Shen, S., ... & Sun, X. (2019). Dietary supplementation of lysophospholipids affects feed digestion in lambs. Animals, 9(10), 805.

Ibarz, A., Sanahuja, I., Nuez-Ortín, W. G., Martínez-Rubio, L., & Fernández-Alacid, L. (2023). Physiological Benefits of Dietary Lysophospholipid Supplementation in a Marine Fish Model: Deep Analyses of Modes of Action. Animals, 13(8), 1381.

Jansen, M., Nuyens, F., Buyse, J., Leleu, S., & Van Campenhout, L. (2015). Interaction between fat type and lysolecithin supplementation in broiler feeds. Poultry Science, 94(10), 2506-2515.

Jenkins, T. C., Gimenez, T., & Cross, D. L. (1989). Influence of phospholipids on ruminal fermentation in vitro and on nutrient digestion and serum lipids in sheep. Journal of Animal science, 67(2), 529-537.

Jones, C., and J. Heinrichs. 2017. Feeding the newborn dairy calf. Pennsylvania State University Cooperative Extension.
Karimi, A., Alijoo, Y. A., Kazemi-Bonchenari, M., Mirzaei, M., & Sadri, H. (2021). Effects of supplemental fat sources and forage feeding levels on growth performance, nutrient digestibility, ruminal fermentation, and nitrogen utilization in dairy calves. Animal, 15(4), 100179.
Kazemi-Bonchenari, M., Dehghan-Banadaky, M., Fattahnia, F., Saleh-Bahmanpour, A., Jahani-Moghadam, M., & Mirzaei, M. (2020). Effects of linseed oil and rumen undegradable protein: rumen degradable protein ratio on performance of Holstein dairy calves. British Journal of Nutrition, 123(11), 1247-1257.
Kertz, A. F., Hill, T. M., Quigley Iii, J. D., Heinrichs, A. J., Linn, J. G., & Drackley, J. K. (2017). A 100-Year Review: Calf nutrition and management. Journal of Dairy science, 100(12), 10151-10172.
Khan, M. A., Bach, A., Weary, D. M., & Von Keyserlingk, M. A. G. (2016). Invited review: Transitioning from milk to solid feed in dairy heifers. Journal of Dairy science, 99(2), 885-902.
Kim, H., Kim, B., Cho, S., Kwon, I., & Seo, J. (2020). Dietary lysophospholipids supplementation inhibited the activity of lipolytic bacteria in forage with high oil diet: an in vitro study. Asian-Australasian Journal of Animal Sciences, 33(10), 1590.
Kinh, L. V., Vasanthakumari, B. L., Sugumar, C., Thanh, H. L. T., Thanh, N. V., Wealleans, A. L., ... & Loan, N. V. T. H. (2022). Effect of a Combination of Lysolecithin, Synthetic Emulsifier and Monoglycerides on the Apparent Ileal Digestibility, Metabolizable Energy and Growth Performance of Growing Pigs. Animals, 13(1), 88.
Lee, C., Morris, D. L., Copelin, J. E., Hettick, J. M., & Kwon, I. H. (2019). Effects of lysophospholipids on short-term production, nitrogen utilization, and rumen fermentation and bacterial population in lactating dairy cows. Journal of Dairy science, 102(4), 3110-3120.
Lesmeister, K. E., & Heinrichs, A. J. (2005). Effects of adding extra molasses to a texturized calf starter on rumen development, growth characteristics, and blood parameters in neonatal dairy calves. Journal of Dairy science, 88(1), 411-418.
Li, B., Li, Z., Sun, Y., Wang, S., Huang, B., & Wang, J. (2019). Effects of dietary lysolecithin (LPC) on growth, apparent digestibility of nutrient and lipid metabolism in juvenile turbot Scophthalmus maximus L. Aquaculture and Fisheries, 4(2), 61-66.
Li, S., Luo, X., Liao, Z., Liang, M., Xu, H., Mai, K., & Zhang, Y. (2022). Effects of lysophosphatidylcholine on intestinal health of turbot fed high-lipid diets. Nutrients, 14(20), 4398.
Lu, Z., Yao, C., Tan, B., Dong, X., Yang, Q., Liu, H., ... & Chi, S. (2022). Effects of Lysophospholipid Supplementation in Feed with Low Protein or Lipid on Growth Performance, Lipid Metabolism, and Intestinal Flora of Largemouth Bass (Micropterus salmoides). Aquaculture Nutrition, 2022.
Malapure, C. D., Kawitkar, S. B., Deshmukh, G. B., Bendale, L. N., & Patankar, R. B. (2011). Influence of dietary supplementation of phospholipids and lysophospholipids on performance of broilers. Indian Journal of Animal Nutrition, 28(3), 316-319.
McFadden, J. W. (2019). Dietary lecithin supplementation in dairy cattle. On line.
Mine, Y., Chiba, K., & Tada, M. (1993). Effect of phospholipids on conformational change and heat stability of ovalbumin. Circular dichroism and nuclear magnetic resonance studies. Journal of Agricultural and Food chemistry, 41(2), 157-161.
NASEM (National Academies of Sciences, Engineering and Medicine), 2021. Nutrient Requirements of Dairy Cattle. The National Academies Press, Washington, DC, USA.
National Research Council. (2001). Nutrient requirements of dairy cattle: 2001. National Academies Press.
Ogola, O. E. (2022). Physiological responses of broiler chickens to exogenous emulsifier supplementation in tallow-incorporated reduced-energy diets.
Palhares Campolina, J., Gesteira Coelho, S., Belli, A. L., Samarini Machado, F., R. Pereira, L. G., R. Tomich, T., ... & Magalhães Campos, M. (2021). Effects of a blend of essential oils in milk replacer on performance, rumen fermentation, blood parameters, and health scores of dairy heifers. PLoS One, 16(3), e0231068.
Papadopoulos, G. A., Müller, K., Schertling, D., & Di Benedetto, M. (2014). Supplementation of lysolecithin in combination with a multi-non-starch polysaccharides enzyme improves the feed efficiency during the post-weaning period in piglets. Acta Agriculturae Scandinavica, Section A—Animal Science, 64(2), 130-136.
Quigley III, J. D., Steen, T. M., & Boehms, S. I. (1992). Postprandial changes of selected blood and ruminal metabolites in ruminating calves fed diets with or without hay. Journal of Dairy Science, 75(1), 228-235.
Reis, M. E., Toledo, A. F., da Silva, A. P., Poczynek, M., Fioruci, E. A., Cantor, M. C., ... & Bittar, C. M. M. (2021). Supplementation of lysolecithin in milk replacer for Holstein dairy calves: Effects on growth performance, health, and metabolites. Journal of Dairy Science, 104(5), 5457-5466.
Rico, J. E., De Souza, J., Allen, M. S., & Lock, A. L. (2017). Nutrient digestibility and milk production responses to increasing levels of palmitic acid supplementation vary in cows receiving diets with or without whole cottonseed. Journal of Animal science, 95(1), 436-446.

Rincker, L. D., VandeHaar, M. J., Wolf, C. A., Liesman, J. S., Chapin, L. T., & Nielsen, M. W. (2011). Effect of intensified feeding of heifer calves on growth, pubertal age, calving age, milk yield, and economics. Journal of Dairy science, 94(7), 3554-3567.
Roy, A., Haldar, S., Mondal, S., & Ghosh, T. K. (2010). Effects of supplemental exogenous emulsifier on performance, nutrient metabolism, and serum lipid profile in broiler chickens. Veterinary Medicine international, 2010.
Schwarzer, K., & Adams, C. A. (1996). The influence of specific phospholipids as absorption enhancer in animal nutrition. Lipid/Fett, 98(9), 304-308.
Shanbhag, K., Mhetre, A., Khandelwal, N., & Kamat, S. S. (2020). The lysophosphatidylserines—an emerging class of signalling lysophospholipids. The Journal of Membrane biology, 253, 381-397.
Smith, F.E. and T.A. Murphy. March 10, 1993. AMMONIA NITROGEN IN RUMEN FLUID AND AMMONIA NITROGEN RELEASE; Up-dated September 2013.
Sun, H. Y., & Kim, I. H. (2019). Evaluation of an emulsifier blend on growth performance, nutrient digestibility, blood lipid profiles, and fecal microbial in growing pigs fed low energy density diet. Livestock Science, 227, 55-59.
Tagesson, C., Franzen, L., Dahl, G., & Weström, B. (1985). Lysophosphatidylcholine increases rat ileal permeability to macromolecules. Gut, 26(4), 369-377.
Terré, M., Devant, M., & Bach, A. (2007). Effect of level of milk replacer fed to Holstein calves on performance during the preweaning period and starter digestibility at weaning. Livestock Science, 110(1-2), 82-88.
Tsukahara, T., Matsuda, Y., & Haniu, H. (2017). Lysophospholipid-related diseases and PPARγ signaling pathway. International Journal of Molecular Sciences, 18(12), 2730.
Van Keulen, J. Y. B. A., & Young, B. A. (1977). Evaluation of acid-insoluble ash as a natural marker in ruminant digestibility studies. Journal of Animal Science, 44(2), 282-287.
Wang, Q. Q., Long, S. F., Hu, J. X., Li, M., Pan, L., & Piao, X. S. (2019). Effects of dietary lysophospholipid complex supplementation on lactation performance, and nutrient digestibility in lactating sows. Animal Feed Science and Technology, 251, 56-63.
Wealleans, A. L., Buyse, J., Scholey, D., Van Campenhout, L., Burton, E., Di Benedetto, M., ... & Jansen, M. (2020). Lysolecithin, but not lecithin, improves nutrient digestibility and growth rates in young broilers. British poultry science, 61(4), 414-423.
Zampiga, M., Meluzzi, A., & Sirri, F. (2016). Effect of dietary supplementation of lysophospholipids on productive performance, nutrient digestibility and carcass quality traits of broiler chickens. Italian Journal of Animal Science, 15(3), 521-528.
Zangeneh, S., Torki, M., Lotfollahian, H., & Abdolmohammadi, A. (2018). Effects of dietary supplemental lysophospholipids and vitamin C on performance, antioxidant enzymes, lipid peroxidation, thyroid hormones and serum metabolites of broiler chickens reared under thermoneutral and high ambient temperature. Journal of Animal physiology and animal nutrition, 102(6), 1521-1532.
Zhang, M., Bai, H., Zhao, Y., Wang, R., Li, G., Zhang, G., & Zhang, Y. (2022). Effects of Dietary Lysophospholipid Inclusion on the Growth Performance, Nutrient Digestibility, Nitrogen Utilization, and Blood Metabolites of Finishing Beef Cattle. Antioxidants, 11(8), 1486.
Zhao, P. Y., & Kim, I. H. (2017). Effect of diets with different energy and lysophospholipids levels on performance, nutrient metabolism, and body composition in broilers. Poultry Science, 96(5), 1341-1347.
Zhao, P. Y., H. L. Li, M. M. Hossain, and I. H. Kim. 2015. Effect of emulsifier (lysophospholipids) on growth performance, nutrient digestibility and blood profile in weanling pigs. Anim. Feed Sci.
Zubay, G. (1983). Biochemistry Reading MA.

The effects of feeding different levels of Lipidol as starter feed additive on growth performance, health, fat digestibility and blood and ruminal parameters of Holstein calves

Abstract

The aim of this study was to evaluate the effect of feeding different levels of lipidol (containing active lysophospholipids and lecithin) as starter feed additive on performance of Holstein calves. Forty colostrum fed calves from 3 days of age were randomly assigned to a completely randomized design on d 3 of age. Treatments included starter feed without lipidol (STL0) and 0.05% (STL0.5), 0.1% (STL1) and 0.2% (STL2) lipidol as DM basis. All calves were housed individually and had free

access to starter feed and fresh water throughout the study. Dry matter intake from starter diet was greater in STL2 group than the other groups (p = 0.04) throughout the study. Fat digestibility increased linearly as the lipidol concentration increased, with significant difference between STL2 and control groups (P < 0.05). Average daily gain (ADG) tended to be significant difference in calves fed STL0.5 and STL2 diet (p= 0.08) during the early post weaning period. Glucose concentration tended to be increased in STL2 calves relative to other counterparts (p = 0.08). Also, a greater concentration of total protein and albumin was found for STL2 calves on d 28. Control calves had elevated levels of NEFA in the plasma samples than those fed lipidol additive on d 60 of study, indicating the effectiveness of this additive on fat metabolism and energy. Overall, it can be concluded that supplementing pre-weaned calves starter diet with 0.2 % lipidol as DM may improve the performance of calves during pre and early post-weaning periods.

Key words: dairy calves, starter feed additive, lipidol supplementation, fat digestion

Extended Abstract

Introduction

Nutritional strategies and feeding management of calves during the pre-weaning period may affect their lifetime performance and future productivity of dairy industry. Contradictory results have been reported for the use of fats in the diet of suckling calves, which indicates the existence of several factors affecting the response of calves to fat supplements. The main purpose of fat supplementation in a starter diet is to serve as a concentrated source of energy and improve calf performance; but, the amount of fat that is recommended in starter feed is less than 5 percent of DM basis according to NASEM 2021. Emulsifiers are amphiphilic substances with capable of mixing lipids and water. Lysophospholipids (LPLs) are glycerophospholipids that only one of the hydroxyl groups of the glycerol backbone is acylated and the other acyl chain is absent. The potential effects of LPLs specially lysolecithins, have been studied previously in nonruminant animals and their positive effects on nutrients digestion and absorption is reported. We hypothesized that supplementing starter diet with active LPLs could improve fat digestion and growth performance of pre-weaned calves.

Materials and Methods

The present study was conducted in a large dairy farm with 1,500 milking cows located in the south-east of Varamin, Tehran, Iran (Abbasi Agriculture and Animal Husbandry Complex) from April to July 2021. In this experiment, a total of forty colostrum fed Holstein calves (24 female; 16 male) with 3-d-old and 40.15 ± 7 kg of initial BW were tested in a completely randomized design with four experimental diets and 10 replications per treatment. Treatments included starter feed without lipidol (STL0) and 0.05% (STL0.5), 0.1% (STL1) and 0.2% (STL2) lipidol as DM basis. All the 4 diets were isocaloric and isonitrogenous and the basal starter diet was adjusted based on the dietary recommendations of dairy cows (NRC, 2001). Starter feed refusals were collected and recorded daily at 1630 h and fresh starter fed 1700 h throughout the experiment. Measurements of BW were taken at every other week using an electronic balance which was calibrated monthly. Faeces and feed samples were taken at the end of the experiment for 3 consecutive days to measure the digestibility of dry matter, ADF and Eter extract (EE) using the acid-insoluble ash method. First, Per animal fecal samples were pooled and 100 g/ head was frozen in plastic bags at – 20°C until subsequent analysis. All collected data were analyzed using SAS software version 9 and GLM and MIXED procedures.

Results and discussion

The present study evaluated the effect of feeding different levels of lipidol as starter feed additive on growth, health, nutrient digestibility, and blood and ruminal parameters in Holstein young calves. To our best knowledge, there are few studies examined LPLs as a feed additive in dairy calves. Thus, because of a few information about LPL in calves, studies with non ruminant animals and mature ruminant that fed LPL or lecithin as feed additive are used to discuss our results. The results showed that dry matter intake from starter was higher in STL2 group than the other groups (p = 0.04) throughout experimental period. Apparent digestibility of dry matter was higher for calves fed STL2 than other groups. Also, Lipidol consumption linearly increased fat digestibility (P = 0.042). At early post-weaning, the highest daily weight gain was in calves fed STL0.5 and STL2 diet (p = 0.08). There was no significant difference between health indicators (except eye score) and ruminal parameters. Glucose concentration tended to be increase significantly in STL2 relative to other treatments (p = 0.08). Also, the concentration of total protein and albumin in STL2 was higher than other groups on d 28. Control calves had higher concentration of NEFA in the plasma samples than those fed lipidol additive on d 60 of study, indicating the effectiveness of this additive on fat metabolism. According to the results of the present study, it is concluded that consumption of 0.2 % of lipidol as DM basis of starter feed can increase feed intake, increase the apparent digestibility of dry matter and dietary crude fat, improve growth, increase glucose concentration and decrease NEFA concentration in the blood plasma of calves. According to the results of the present study, the effects of consuming the studied levels of lipidol additive (0.5, 1 and 2 g / kg

of starter feed) are not linear in other traits, except for the crude fat digestibility in the diet. Therefore, higher levels of this additive and especially in diets containing more crude fat need to be investigated.

ویراستاری نشده