دامستیک؛ دوره ۲۳، شماره ۳ (شماره ۲۷ پیاپی): ۳۱-۲۳

نشریهٔ علمی- ترویجی (حرفه‌ای)

دامِستیک

انجمن علمی- دانشجویی گروه مهندسی علوم دامی دانشگاه تهران؛ زمستان ۱۴۰۲

https://domesticsj.ut.ac.ir/article_97113.html

مقاله علمی- ترویجی

مروری بر فعالیت بیولوژیکی لیزوفسفولیپیدها و تاثیر آن بر عملکرد نشخوارکنندگان

میلاد زینعلی[۱]

[۱] دانشجوی کارشناسی ارشد تغذیه دام، گروه مهندسی علوم دامی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه رازی، کرمانشاه، ایران

https://doi.org/10.22059/domesticsj.2024.369241.1142

چکیده

لیزوفسفولیپیدها برای نیازهای سلول‌های موجودات زنده بسیار مهم هستند؛ زیرا جزء ساختار ضروری سلول‌ها بوده و همچنین نقش اصلی آن‌ها در تأمین انرژی مورد نیاز سلول‌های اپیتلیال روده است. گوساله‌های شیرخوار به دلیل ترشح کم نمک‌های صفراوی، حداکثر استفاده را از چربی جیره نمی‌کنند، بنابراین افزودن امولسیفایرهای (امولسیون کننده) چربی در تغذیهٔ گوساله‌ها بسیار ضروری است. در نشخوارکنندگان بالغ نیز لیزوفسفولیپیدها عملکرد گاو و گوسفند را بهبود می‌بخشند. بسیاری از مطالعات بهبود کیفیت شیر و گوشت تولید شده از گاو و گوسفند را نشان داده‌اند، زیرا لیزوفسفولیپیدها به نشخوارکنندگان اجازه می‌دهد تا مواد غذایی متعادلی مصرف کنند که تمام نیازهای تغذیه‌ای را برآورده می‌کند. بنابراین، محیط شکمبه را با کاهش تغییرات در pH شکمبه و بهبود تخمیر شکمبه، بدون کاهش وزن در طول دورهٔ شیردهی و بروز اسیدوز، تثبیت می‌کند. در این مقاله مروری علاوه بر نقش مهم لیزوفسفولیپیدها در متابولیسم چربی‌ها، پروتئین‌ها و مواد معدنی، مطالعات انجام شده در خصوص تأثیر لیزوفسفولیپیدها در تغذیهٔ نشخوارکنندگان بررسی شدند.

کلمات کلیدی: امولسیفایر، چربی، عملکرد رشد، گوساله شیرخوار، لیزوفسفولیپید

***نویسنده مسئول:** miladzeynali4@gmail.com

بخش: تغذیه دام **دبیر تخصصی:** صادق فرضی

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۰۹/۲۲ **تاریخ بازنگری:** ۱۴۰۲/۱۰/۲۰ **تاریخ پذیرش:** ۱۴۰۲/۱۰/۲۸ **تاریخ انتشار آنلاین:** ۱۴۰۲/۱۲/۰۶

رفرنس‌دهی: زینعلی، م. مروری بر فعالیت بیولوژیکی لیزوفسفولیپیدها و تاثیر آن بر عملکرد نشخوارکنندگان. *علمی- ترویجی (حرفه‌ای) دامِستیک*، ۱۴۰۲؛ ۲۳(۳): ۳۱-۲۳.

مقدمه

یکی از چالش‌های مهم برای گوساله‌های شیرخوار، توسعهٔ قسمت انتهایی دستگاه گوارش است (Khan *et al.*, 2016). گوساله‌های شیرخوار فاقد آنزیم‌های گوارشی خاصی هستند. بنابراین، هضم مواد مغذی و جذب لیپیدها خود محدود شونده هستند (Jones and Heinrichs, 2017). هضم چربی در گوساله‌ها از دهان شروع می‌شود، جایی که لیپاز بزاق چربی شیر را هیدرولیز می‌کند. با این حال، تنها ۳۰ درصد از کل چربی قبل از رسیدن به روده کوچک هیدرولیز می‌شود (Davis and Drackley, 1998). هنگامی که چربی به روده کوچک می‌رسد، لیپازهای لوزالمعده، لیزولسیتین و نمک‌های صفراوی میسل‌ها را تشکیل می‌دهند و قابلیت هضم چربی شیر را تا حدود ۹۷ درصد به حداکثر می‌رساند (Thornsberry *et al.*, 2016). در یک مطالعه Haetinger و همکاران (۲۰۲۱) گزارش کرده‌اند که محدودیت فعالیت لیپاز ممکن است از تشکیل میسل‌های مخلوط در مجرای روده جلوگیری کند و در نتیجه هضم چربی و جذب مواد مغذی را کاهش دهد. بنابراین، افزودن امولسیفایرهای خوراکی به جیره غذایی برای بهبود هضم و جذب چربی ضروری است.

از آنجایی که نشخوارکنندگان شیرخوار با حجم بالایی از جیرهٔ مایع در هر وعدهٔ تغذیه می‌شوند، اهمیت امولسیفایر برای متابولیسم و جذب چربی بسیار مهم است. یکی از ویژگی‌های کلیدی هضم چربی در دستگاه گوارش، تشکیل میسل است که پس از هضم و امولسیون سازی پیچیدهٔ لیپید اتفاق می‌افتد (McFadden, 2019). نمک‌های صفراوی به عنوان امولسیفایر عمل می‌کنند، یک امولسیون را تثبیت می‌کنند و از همجوشی گلبول‌های فاز پراکنده در دستگاه گوارش جلوگیری می‌کنند (Siyal *et al.*, 2017). در واقع، امولسیفایرهای مصنوعی از فاز هیدرولیز لسیتین مشتق شده‌اند و عملکرد مشابهی دارند (Zhang *et al.*, 2011).

لیزوفسفولیپیدها، به عنوان افزودنی خوراک، به طور گسترده در جیرهٔ حیوانات غیر نشخوارکننده برای بهبود تولید و کارآیی خوراک استفاده شده است. طبق مطالعات Zhao و همکاران (۲۰۱۵) و Brautigan و همکاران (۲۰۱۷)، افزایش در عملکرد رشد، بازده خوراک، و جذب مواد مغذی در طیور تغذیه شده با جیره‌های مکمل با لیزوفسفولیپیدها مشاهده شد. مطالعات نشان داده‌اند که لیزوفسفولیپیدها به دلیل خاصیت امولسیون کنندگی آن باعث افزایش جذب چربی در جیرهٔ غذایی شده و بیان ژن‌های مختلف مانند *GAS6* و *RAMP2* را در اپیتلیوم روده تنظیم می‌کند (Brautigan *et al.*, 2017). با وجود چنین یافته‌هایی، تحقیقات کمی در مورد تأثیر گنجاندن لیزوفسفولیپیدها در جیرهٔ غذایی در نشخوارکنندگان وجود دارد. به عنوان افزودنی‌های خوراک، لیزوفسفولیپید نسبت بازده خوراک و عملکرد رشد را در گاوهای شیری و بره بهبود بخشید (Gallo *et al.*, 2019). Reis و همکاران (۲۰۲۱) دریافتند که گنجاندن لیزوفسفولیپیدها به عنوان افزودنی‌های خوراک در جایگزین‌های شیر میانگین افزایش روزانه، بازده خوراک و امتیاز مدفوع گوساله‌های شیری را افزایش می‌دهد. مکمل لیزوفسفولیپیدها در جیره به طور خطی باعث افزایش تولید شیر، بازده خوراک و بازده پروتئین و چربی شیر گاوهای شیری شد (Lee *et al.*, 2019). علاوه بر این، گزارش شده است که فسفولیپیدها (منبع لیزوفسفولیپیدها) در شکمبه می‌توانند از تخریب میکروبی فرار کرده و امولسیون شدن را در رودهٔ کوچک افزایش دهند (Jenkins *et al.*, 1989). با این حال، مطالعات در مورد ارزیابی اثر لیزوفسفولیپیدها برای بهبود رشد و مصرف خوراک گوساله‌های شیرخوار کمیاب است.

علاوه بر این، لیزوفسفولیپید و دارای ظرفیت بالاتری برای تشکیل میسل است. تشکیل میسل کوچکتر بسیار مهم بوده و منجر به جذب بالاتر چربی و حتی مواد مغذی می‌شود (Li *et al.*, 2019). در مطالعات متعدد، استفاده از جیرهٔ حاوی لیزوفسفولیپید منجر به افزایش قابلیت هضم چربی و جذب کلسترول از میسل شده است (Taghavizadeh *et al.* 2020). همچنین، افزودن ۰/۱ درصد لیزو و ۲۰۰ میلی‌گرم گزیلاناز به جیره حاوی کربوهیدرات منجر به افزایش قابلیت استفاده از پروتئین، چربی و افزایش بازده رشد در جوجه شده است (Hosseini *et al.*, 2018). از این‌رو، استفاده از لیزوفسفولیپید می‌تواند با تأثیر بر چسبندگی و در نهایت، افزایش هضم‌پذیری، قابلیت استفاده از کربوهیدرات را افزایش دهد. جمعیت میکروبی روده که به عنوان یک مانع مهم در میزبان عمل می‌کند، مشخص شده است که بر سلامت حیوانات تأثیر می‌گذارد. جمعیت میکروبی روده عامل مهمی در عملکردهای تغذیه‌ای، متابولیک و ایمونولوژیک است و در عین حال بر عملکرد رشد و بازده خوراک دام نیز تأثیر دارد (Sidhu and van der Poorten, 2017). ترکیب جمعیت میکروبی روده به شدت تحت تأثیر جیره غذایی، سن

حیوان، ژنتیک میزبان و افزودنی خوراک است (Plaizier *et al.*, 2017). Jang و همکاران (۲۰۲۰) گزارش کردند که مکمل لیزوفسفولیپیدها در جیرهٔ گاوهای شیرده باعث افزایش نسبت (فیرمیکوت‌ها) *Firmicutes* به (باکتریوئیدها) *Bacteroidetes* و بهبود سلامت روده می‌شود. علاوه بر این، Qiu و همکاران (۲۰۲۱) نشان دادند که مکمل کولین، به عنوان یکی از اجزای اصلی لیزوفسفولیپیدها، می‌تواند عملکرد رشد و سلامت روده خوکچه‌های از شیر گرفته شده را با تغییر جمعیت میکروبی و متابولیت‌های روده افزایش دهد. بنابراین، روشن شدن بیشتر اثرات لیزوفسفولیپیدها در جیرهٔ گوساله‌های شیرخوار بر جمعیت میکروبی روده و اسهال از اهمیت قابل توجهی برخوردار است.

فسفولیپیدها

فسفولیپیدها اجزای ضروری اکثر غشاهای بیولوژیکی هستند. آن‌ها یک سر قطبی آب‌دوست و یک ناحیهٔ آب‌گریز غیر قطبی دارند. گروه‌های مختلف سر قطبی، جایگزین‌های اسیدهای چرب و منطقهٔ ایزومرهای آن‌ها مسئول تنوع ساختاری فسفولیپیدها هستند. هنگامی که در ساختارهای منظم مونتاژ می‌شوند، سه ناحیهٔ ساختاری منحصر به فرد دارند: (الف) یک سر قطبی آب‌دوست، (ب) ناحیه سطحی با قطبیت متوسط و (ج) ناحیه آب‌گریز غیر قطبی (D'Arrigo and Servi, 2010). فسفولیپیدها علاوه بر عملکرد بیولوژیکی، اهداف عملی مختلفی مانند امولسیون سازی در غذا و دارو، ایجاد لیپوزوم برای لوازم آرایشی و دارو رسانی دارند (Uhumwangho and Okor, 2005).

لیزوفسفولیپیدها

لیزوفسفولیپیدها بیوسورفکتانت‌های طبیعی هستند که به جذب لیپیدها کمک می‌کنند (Silva, 2009). استفاده از آن‌ها به دلیل راندمان بالاتر خوراک، مقدار بیشتری انرژی و رشد حیوان را فراهم می‌کنند. رسوب چربی در لاشه به عنوان بافت چربی در حفظ انرژی، کارآمدتر از رسوب پروتئین در بافت عضلانی است (Garrett, 1980). با این حال، هزینهٔ بیشتری دارد، زیرا در مقایسه با بافت عضلانی، محتوای آب کمی دارد. از آنجایی که گوشت بر اساس وزن به فروش می‌رسد، رسوب چربی روی لاشه باعث افزایش هزینه‌ها در سیستم تولید می‌شود. با این حال، حداقل پوشش چربی لاشه برای جلوگیری از آسیب به لاشه در طول خنک شدن پس از کشتار توصیه می‌شود. مصرف لیزوفسفولیپید یک استراتژی امیدوارکننده برای تقویت ایمنی و کاهش مصرف آنتی بیوتیک در گوساله‌های شیرخوار است. در غیر نشخوارکنندگان، نشان داده شده است که لیزوفسفولیپید در سازوکارهای باکتری‌کشی کلیدی در سلول‌های ایمنی، مانند نوتروفیل‌ها، دخیل است و در برابر عوارض و مرگ و میر ناشی از عفونت سیستمیک محافظت می‌کند (Smani *et al.*, 2015). سازوکارهایی که لیزوفسفولیپید باعث ایجاد این اثرات می‌شود در جوندگان و انسان‌ها مورد توجه قرار گرفته است (Liu *et al.*, 2020)، در حالی که درک ما از این که چگونه لیزوفسفولیپید بر عملکرد ایمنی تأثیر می‌گذارد، در گوساله‌های شیرخوار ناشناخته باقی مانده است.

فعالیت بیولوژیکی لیزوفسفولیپیدها در نشخوارکنندگان

حداکثر استفاده از چربی جیره برای بازدهی بالاتر بسیار مهم است. هنگامی که چربی جیرهٔ غذایی وارد دستگاه گوارش آبی می‌شود، نمک‌های صفراوی به عنوان یک امولسیفایر عمل می‌کنند، لیپیدها را به قطرات ریز می‌شکنند و برهمکنش لیپاز با چربی را افزایش می‌دهند. برای اینکه لیپیدها از روده عبور کرده و جذب شوند، لیپاز آن‌ها را هیدرولیز می‌کند (Khonyoung *et al.*, 2015). با این حال، به دلیل تولید ناکافی نمک صفراوی در گوساله، استفاده از چربی محدود شده است (Noy and Sklan, 1998). از این رو، یک رویکرد برای پرداختن به این موضوع، ارائه امولسیفایرهای خوراکی در جیره‌ها است. فسفولیپاز A2 یک اسید چرب آبگریز را از فسفولیپیدها جدا می‌کند و لیزوفسفولیپیدها را تشکیل می‌دهد که به نام‌های لیزولسیتین، لسیتین اصلاح شده آنزیمی و لسیتین هیدرولیز شده نیز شناخته می‌شود (Joshi *et al.*, 2006). در مقایسه با امولسیفایرهای محبوب مانند لسیتین و نمک‌های صفراوی، لیزوفسفولیپیدها دارای ویژگی‌های آب دوست بهتر و ارزش متعادل کننده آبدوست-لیپوفیل بالاتری هستند (Hasenhuettl and Hartel, 2008). در نتیجه، می‌توان کارآیی هضم چربی را با کاهش اندازهٔ قطرات چربی و تثبیت میسل‌ها در روده کوچک بهبود بخشید و در عین حال زیست فراهمی چربی را در پرندگان افزایش داد (Schwarzer and Adams, 1996). علاوه بر این، گنجاندن لیزوفسفولیپیدها نفوذپذیری دو لایهٔ سلولی را تغییر می‌دهد و منافذ غشایی را در غشای سلولی روده بزرگ می‌کند و باعث هجوم بزرگ‌تری از میکرو و ماکرو مولکول‌ها در سراسر غشای سلولی می‌شود

(Arouri and Mouritsen, 2010). لیزوفسفولیپید بهترین افزودنی خوراک برای بهبود انتقال و جذب مواد مغذی است؛ زیرا عملکرد امولسیون سازی و اصلاح غشای سلولی را ترکیب می‌کند که منجر به بهبود قابلیت هضم مواد مغذی می‌شود. افزایش سطح برای جذب مواد مغذی در رودۀ بزرگ با افزایش ارتفاع پرز و به حداقل رساندن آسیب سلولی تنها دو مورد از مزایای لیزوفسفولیپیدها در استفاده از مواد مغذی است که با بهبود سلامت روده مرتبط است (Boontiam *et al.*, 2017).

یکی از منابع اصلی انرژی برای نشخوارکنندگان، لیزوفسفولیپیدها هستند و برای رشد و تأمین انرژی شکمبه بسیار مهم هستند. بسیاری از مطالعات اخیراً موضوع ارزش تغذیه علوفه‌ای برای تولید گوشت گاو سالم‌تر را مطرح کرده‌اند. طبق مطالعات Cho و همکاران (۲۰۱۲) کیفیت علوفه ممکن است بر کیفیت گوشت تأثیر بگذارد و علوفۀ خوب می‌تواند عملکرد لاشه، رنگ گوشت و رسوب چربی داخل عضلانی را افزایش دهد. علاوه بر این، قابلیت هضم شکمبه و عملکرد حیوان به طور مستقیم با کیفیت علوفه مرتبط است. زیست فراهمی مواد مغذی در جیره یک عنصر کلیدی در تعیین درآمد خانوارهای کشاورز در نظر گرفته شد؛ همچنین می‌توان فرض کرد که افزایش زیست فراهمی جیره‌های کنسانتره باعث افزایش میزان علوفه در جیره‌های مصرفی در مرحلۀ پرواربندی می‌شود. محققان بر این باورند که لیزوفسفولیپیدها ممکن است در تحریک فعالیت غشاهای بیولوژیکی دخیل بوده و انتقال درشت مغذی‌ها را از طریق غشای سلولی افزایش می‌دهند (Koo and Noh, 2007). به نظر می‌رسد، بازسازی دولایۀ لیپیدی غشا مکانیسمی است که لیزوفسفولیپیدها سیالیت غشا و نفوذپذیری مواد مغذی را از طریق غشا تغییر می‌دهند (Tagesson *et al.*, 1985). مطالعات کمتری در رابطه با چگونگی تأثیر لیزوفسفولیپیدها بر تغذیۀ نشخوارکنندگان وجود دارد (Xing *et al.*, 2004). بررسی‌هایی در مورد تأثیر لیزوفسفولیپیدها بر تخمیر شکمبه در شرایط آزمایشگاهی انجام شده است. با این حال، تحقیقات کمی در مورد چگونگی تأثیر لیزوفسفولیپیدها بر عملکرد گوشت گاو وجود داشت (Cho *et al.*, 2012).

متابولیسم لیزوفسفاتیدیل کولین و تعدیل ایمنی

لیزوفسفاتیدیل کولین‌ها لیزوفسفولیپیدهای زیست فعالی هستند که از یک زنجیرۀ گلیسرول، یک زنجیره آسیلی چرب منفرد که از نظر طول کربن و میزان اشباع متفاوت است و فسفوکولین تشکیل شده‌اند. لیزوفسفاتیدیل کولین را می‌توان از طریق اعمال لیزوفسفاتیدیل کولین آسیل ترانسفراز و در دسترس بودن آسیل کوآنزیم A به فسفاتیدیل کولین تبدیل کرد. در روش دیگر، لیزوفسفاتیدیل کولین ممکن است توسط لیزوفسفولیپازها تجزیه شود. در غیرنشخوارکنندگان، غلظت و نوع لیزوفسفاتیدیل کولین به شدت به وضعیت بافت و بیماری بستگی دارد (Liu *et al.*, 2020). لیزوفسفاتیدیل کولین نقش‌های زیادی در تنظیم عملکرد سلولی و توسعه بیماری ایفا می‌کند (Liu *et al.*, 2020). به عنوان مثال، به طور کلی فرض بر این است که لیزوفسفاتیدیل کولین یکی از اجزای کلیدی صفرا می‌باشد که به امولسیون سازی لیپیدهای خنثی در روده کمک می‌کند. لیزوفسفاتیدیل کولین همچنین جزء اجزای کلیدی غشاهای سلولی و لیپوپروتئین‌ها از جمله جزء اصلی لیپوپروتئین‌های با چگالی کم آسیب دیده اکسیداتیو است. علاوه بر این، لیزوفسفاتیدیل کولین در دفع گلوکز تحریک شده با انسولین، بسیج یون کلسیم اندوتلیال، تکثیر سلولی و آپوپتوز، و عملکرد سلول‌های ایمنی از جمله کموتاکسی، فاگوسیتوز، مهاجرت و التهاب نیز دخیل است (Liu *et al.*, 2020). در گاوهای شیری، اطلاعات ما از لیزوفسفاتیدیل کولین ابتدایی است. گزارش شده است که وضعیت لیزوفسفاتیدیل کولین خون در هنگام زایمان در گاوهای شیری در حال گذار از بارداری به شیردهی کمتر است (Rico *et al.*, 2021)؛ به این علت که تجویز اندوتوکسین غلظت لیزوفسفاتیدیل کولین در خون را در گاوهای شیرده کاهش می‌دهد. همچنین، گرمای شدید لیزوفسفولیپید را در گوساله‌های هلشتاین پس از شیرگیری که استرس گرمایی را تجربه می‌کنند، افزایش می‌دهد (McFadden *et al.*, 2019). با این حال، اهمیت این یافته‌ها نامشخص است. از آنجایی که گاو انتقالی التهاب را تجربه می‌کند (Bradford *et al.*, 2015)، اندوتوکسمی باعث فعال شدن سیستم ایمنی می‌شود و استرس گرمایی با اختلال در پاسخ ایمنی سلولی مشخص می‌شود (Bagath *et al.*, 2019).

اثر مکمل لیزوفسفولیپیدها بر عملکرد نشخوارکنندگان

Kim و همکاران، (۲۰۲۰) در یک آزمایش در مورد استفاده از باکتری‌های لیپولیتیک و تأثیر آن‌ها بر لیزوفسفولیپیدها و رسیدن به مکمل لیزوفسفولیپید گزارش شد که آن‌ها اثرات ضد میکروبی روی چندین باکتری سلولولیتیک و لیپولیتیک داشتند،

بدون این که تفاوت معنی‌داری در تجزیه‌پذیری مواد مغذی (ماده خشک و الیاف نامحلول در شوینده خنثی) وجود داشته باشد. تعداد کلی باکتری‌ها، نشان می‌دهد که مکمل لیزوفسفولیپید ممکن است فعالیت آنزیمی باکتری‌های شکمبه را افزایش دهد، بنابراین، مکمل لیزوفسفولیپید ممکن است به عنوان یک عامل ضد میکروبی به جای امولسیفایر در شکمبه موثرتر باشد. He و همکاران (۲۰۲۰) خاطرنشان کردند که مکمل غذایی لیزوفسفولیپیدها عملکرد رشد نشخوارکنندگان را بهبود می‌بخشد و ممکن است تولید شیر را در گاوهای شیری افزایش دهد. جیره‌های کاملا مخلوط (TMR) به طور فزاینده‌ای در سیستم‌های تولید نشخوارکنندگان استفاده می‌شود؛ با این حال، اثرات مکمل لیزوفسفولیپید در جیره‌های کاملا مخلوط برای گاوهای شیری قبلا گزارش نشده بود، در این مطالعه، به گاوهای شیری جیره‌های کاملا مخلوط حاوی صفر یا ۰/۵ گرم لیزوفسفولیپید در یک کیلوگرم جیره تغذیه کردند و متوجه شدند که لیزوفسفولیپیدها باعث افزایش تولید شیر و مواد مغذی یا بهبود کیفیت شیر نمی‌شوند. اگرچه افزودنی خوراکی برخی پارامترهای بیوشیمیایی پلاسما را تغییر داد که ممکن است برای سلامت حیوانات مفید باشد. Farahmandpour و همکاران (۲۰۲۲) گزارش دادند که افزودن مکمل لیزوفسفولیپید به جیرهٔ بره‌های پرواری تأثیر معنی‌داری بر مصرف خوراک روزانه داشت و استفاده از مکمل لیزوفسفولیپید ۰/۷۵ درصد باعث افزایش مصرف خوراک (۱۵۹۰ گرم در روز) شد. ۰/۷۵ درصد مکمل لیزوفسفولیپید در جیره باعث کاهش ارزش عددی ضریب تبدیل خوراک شد، امّا این کاهش معنی‌دار نبود. گروهی که مکمل لیزوفسفولیپید دریافت کرده بودند، وزن نهایی بالاتری (۵۴/۲۰ کیلوگرم) نسبت به گروه کنترل داشت؛ ماده خشک و قابلیت هضم پروتئین خام در گروه‌های تجربی تفاوت معنی‌داری نداشت.

Zhang و همکاران، (۲۰۲۲a) نشان دادند که مکمل غذایی با لیزوفسفولیپید به طور خطی میانگین افزایش روزانه، قابلیت هضم ماده خشک، پروتئین خام و عصاره اتری را افزایش و ضریب تبدیل خوراک را کاهش داد. افزایش خطی در ابقای نیتروژن و کاهش سطح نیتروژن ادراری و مدفوعی با افزایش دوزهای مکمل لیزوفسفولیپید مشاهده شد. گاوهای نر تغذیه شده با لیزوفسفولیپید افزایش خطی در گلوتاتیون پراکسیداز و لیپاز کبدی، فعالیت و کاهش سطح کلسترول، تری‌گلیسرید و مالون دی آلدئید را نشان دادند. Zhang و همکاران، (۲۰۲۲b) دریافتند که مکمل جیرهٔ گاو گوشتی با لیزوفسفولیپید می‌تواند عملکرد رشد، راندمان خوراک و قابلیت هضم ظاهری را ارتقا دهد، که ممکن است با تغییر فراوانی نسبی جمعیت باکتریایی، غلظت کل اسیدهای چرب فرار مرتبط باشد. یافته‌های مطالعهٔ فوق بینش‌های ضروری را در مورد استفاده از لیزوفسفولیپید به عنوان یک محرک رشد در گاو گوشتی ارائه می‌دهد و بیانگر این امر است که دستکاری جمعیت میکروبی روده می‌تواند یک استراتژی کارآمد برای بهبود وزن نهایی در صنعت گاو گوشتی باشد. علاوه بر این، بر این اساس، مقدار ۰/۷۵ گرم بر کیلوگرم لیزوفسفولیپید ممکن است سطح مکمل بهینه برای جیره‌های پایانی گاو گوشتی باشد. Tewari و همکاران (۲۰۲۱) اثر مکمل لسیتین بر هضم خوراک، خون و پارامترهای شکمبه در گوساله‌های آمیخته را بررسی کردند. جیره‌ها مبتنی بر کاه گندم تغذیه شده با مخلوط کنسانتره حاوی صفر، ۸ و ۱۲ درصد لسیتین بودند. ماده خشک، ماده آلی و پروتئین خام مصرفی با افزایش سطوح لسیتین تمایل به کاهش داشت. همچنین، با افزایش سطوح لسیتین جیره قابلیت هضم ماده خشک، ماده آلی، کربوهیدرات کل و انرژی ناخالص به طور غیرمعنی‌داری کاهش یافت، در حالی که قابلیت هضم پروتئین خام و عصاره اتری تمایل به افزایش داشت. قابلیت هضم NDF و ADF در گروه‌های حاوی لسیتین به طور معنی‌داری کمتر از گروه کنترل بود. افزایش وزن بدن و میانگین افزایش روزانه با افزایش سطح لسیتین کاهش یافت. درصد ابقای نیتروژن و کلسیم تمایل به کاهش داشت، در حالی که ابقای فسفر به طور معنی‌داری با سطح گنجاندن لسیتین کمتر شد. تولید متان در سطح ۱۲ درصد به طور قابل توجهی کمتر از گروه سطح صفر و سپس ۸ درصد بود. نتایج فراسنجه‌های بیوشیمیایی سرم تفاوت معنی‌داری را بین گروه‌ها نشان نداد. غلظت کلسترول و اوره خون در گروه ۱۲ درصد به طور معنی‌داری بیشتر از گروه کنترل بود. فراسنجه‌های شکمبه و جمعیت میکروبی در گروه ۸ درصد نسبت به گروه شاهد به طور معنی‌داری کاهش نشان دادند.

Reis و همکاران (۲۰۲۱) در پژوهشی به بررسی اثرات مکمل لیزولسیتین در جایگزین شیر برای گوساله‌های شیری هلشتاین بر عملکرد رشد، سلامتی و متابولیت‌های خونی پرداختند. گوساله‌های هلشتاین به دو گروه ۱۶ رأسی تقسیم شدند که گروه اول جایگزین شیر شاهد و گروه دوم جایگزین شیر حاوی ۴ گرم

در روز لیزولستین دریافت کردند. وزن و فراسنجه‌های خون به صورت هفتگی نمونه برداری شد و آزمایش قبل از شیر گرفتن در سن ۵۶ روزگی به پایان رسید. مکمل لیزولستین میانگین افزایش روزانه و راندمان خوراک را افزایش داد. گوساله‌های دریافت کنندهٔ لیزولستین وزن نهایی بدن بالاتری در روز ۵۶ داشتند. جالب توجه است، مصرف کل ماده خشک در گروه لیزولستین با وجود بهبود میانگین افزایش روزانه معنی‌دار نبود. غلظت گلوکز خون، آلبومین، کراتینین، تری‌گلیسیرید و کلسترول تحت تأثیر لیزولستین قرار نگرفت. در واقع، تنها پروتئین تام سرم با لیزولستین و سن در هفته ۵ و ۶ اثر متقابل معنی‌داری داشت. علاوه بر این، گوساله‌های شاهد نمرهٔ مدفوع غیرطبیعی بیشتری در هر روز معین در طول دورهٔ خطر اسهال از روز ۱ تا ۲۸ داشتند. گنجاندن لیزولستین به عنوان یک افزودنی در جایگزین شیر با دوز ۴ گرم در روز عملکرد و امتیاز مدفوع گوساله، قبل از شیر گرفتن را بهبود بخشید. Song و همکاران (۲۰۱۵) تأثیر مکمل لیزوفسفولیپید بر بهبود مصرف علوفه و عملکرد رشد در تلیسه‌ها را ارزیابی کردند. تیمارها شامل شاهد، ۰/۳ درصد لیزوفسفولیپید و ۰/۵ درصد لیزوفسفولیپید بودند. بهبود قابل توجهی در قابلیت هضم مواد مغذی در گروه لیزوفسفولیپید در مقایسه با گروه شاهد مشاهده شد. هیچ اثر معنی‌داری با مکمل لیزوفسفولیپید بر عملکرد رشد مشاهده نشد. با این حال، جالب است که وزن لاشهٔ بیشتری در گروه لیزوفسفولیپید که در آن افزایش روزانهٔ کمتری مشاهده شد، به دست آمد. اگرچه اثر معنی دار نبود، امّا کاهش شدید ضخامت چربی زیرجلدی در گروه لیزوفسفولیپید مشاهده شد. بنابراین، نتایج مطالعه نشان داد که گنجاندن لیزوفسفولیپید در جیرهٔ تلیسه‌ها می‌تواند عملکرد لاشه و کیفیت گوشت را با افزایش شاخص لاشه و شاخص کیفیت گوشت بهبود بخشد. نتایج همچنین نشان می‌دهد که سطح ۰/۳ درصد ممکن است با توجه به اثربخشی اقتصادی کارآمدتر از سطح ۰/۵ درصد باشد.

Lee و همکاران (۲۰۱۹) اثرات لیزوفسفولیپیدها بر تولید، استفاده از نیتروژن و تخمیر شکمبه و جمعیت باکتریایی در گاوهای شیری را مورد ارزیابی قرار دادند. افزودن لیزوفسفولیپیدها به جیره، مصرف ماده خشک را تغییر نداد، امّا تولید شیر را به صورت خطی افزایش داد که منجر به افزایش راندمان خوراک و بازده پروتئین و چربی شیر شد. با این حال، قابلیت هضم ماده خشک و ماده آلی برای گروه لیزوفسفولیپیدها کمتر از شاهد بود. افزایش خطی در ترشح نیتروژن شیر و کاهش دفع نیتروژن از طریق ادرار با افزایش لیزوفسفولیپیدها در جیرهٔ غذایی مشاهده شد. همچنین، کاهش جزئی در نسبت استات در شکمبه برای گروه لیزوفسفولیپید گزارش شد. نسبت به جیره مکمل با مونسین، تعداد کمی از باکتری‌ها در شکمبه با افزایش لیزوفسفولیپید تحت تأثیر قرار گرفتند. در نتیجه، لیزوفسفولیپید یک افزودنی بالقوهٔ خوراک است که می‌تواند تولید شیر و اجزای تشکیل دهنده آن و استفاده از نیتروژن جیره را افزایش دهد. De Souza و همکاران در سال ۲۰۲۰ اثر تزریق شیردانی یک امولسیفایر خوراکی بر قابلیت هضم اسیدهای چرب و تولید چربی شیر در گاوهای شیرده را بررسی کردند. تیمارها شامل تزریق ۳ سطح ۱۵، ۳۰ و ۴۵ گرم در روز امولسیفایر بودند. افزایش دوز تزریق امولسیفایر قابلیت هضم کل اسیدهای چرب و اسید چرب ۱۶ کربنی را افزایش داد؛ همچنین، نسبتاً باعث کاهش مصرف ماده خشک و افزایش تولید چربی شیر شد. تیمارها تأثیری بر تولید شیر نداشتند. در نتیجه، تزریق کوتاه‌مدت یک امولسیفایر خوراکی قابلیت هضم اسیدهای چرب و واکنش‌های تولید چربی شیر را هنگامی که گاوها با جیره حاوی مکمل‌های چربی اشباع تغذیه شدند، بهبود بخشید. اکثر اندازه‌گیری‌های هضم و تولید به صورت درجه دوم پاسخ دادند زیرا بالاترین دوز امولسیفایر خوراکی (۴۵ گرم در روز) مصرف ماده خشک را کاهش داد.

نتیجه‌گیری کلی

به طورکلی مشخص شد که لیزوفسفولیپیدها نقش عمده‌ای در بهبود عملکرد تولیدی و فیزیولوژیکی نشخوارکنندگان دارند، زیرا باعث افزایش عملکرد، هضم چربی و بهبود کیفیت گوشت می‌شوند. بنابراین، توصیه می‌شود لیزوفسفولیپیدها به جیرهٔ غذایی نشخوارکنندگان جوان (۴ گرم در روز) و حیوانات شیری (۰/۵ درصد) اضافه شوند.

منابع

Arouri, A., and Mouritsen, O. G. (2013). "Membrane-perturbing effect of fatty acids and lysolipids." *Progress in Lipid Research*, 52(1), 130-140.

Bagath, M., Krishnan, G., Devaraj, C., Rashamol, V. P., Pragna, P., and et al. (2019). "The impact of heat stress on the immune system in dairy cattle: A review." *Research in Veterinary Science*, 126, 94-102.

Hosseini, S. M., Nourmohammadi, R., Nazarizadeh, H., and Latshaw, J. D. (2018). "Effects of lysolecithin and xylanase supplementation on the growth performance, nutrient digestibility and lipogenic gene expression in broilers fed low-energy wheat-based diets." *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*, 102(6), 1564-1573.

Jang, K. B., Purvis, J. M., and Kim, S. W. (2020). "Supplemental effects of dietary lysophospholipids in lactation diets on sow performance, milk composition, gut health, and gut-associated microbiome of offspring." *Journal of Animal Science*, 98(8), skaa227.

Jenkins, T. C., Gimenez, T., and 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 Heinrichs, J. (2017). "*Feeding the newborn dairy calf*." Pennsylvania State University Cooperative Extension.

Joshi, A., Paratkar, S. G., and Thorat, B. N. (2006). "Modification of lecithin by physical, chemical and enzymatic methods." *European Journal of Lipid Science and Technology*, 108(4), 363-373.

Khan, M. A., Bach, A., Weary, D. M., and 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.

Khonyoung, D., Yamauchi, K., and Suzuki, K. (2015). "Influence of dietary fat sources and lysolecithin on growth performance, visceral organ size, and histological intestinal alteration in broiler chickens." *Livestock Science*, 176, 111-120.

Kim, H., Kim, B., Cho, S., Kwon, I., and 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.

Koo, S. I., and Noh, S. K. (2007). "Green tea as inhibitor of the intestinal absorption of lipids: potential mechanism for its lipid-lowering effect." *The Journal of Nutritional Biochemistry*, 18(3), 179-183.

Lee, C., Morris, D. L., Copelin, J. E., Hettick, J. M., and 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.

Li, B., Li, Z., Sun, Y., Wang, S., Huang, B., and et al. (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.

Liu, P., Zhu, W., Chen, C., Yan, B., Zhu, L., and et al. (2020). "The mechanisms of lysophosphatidylcholine in the development of diseases." *Life Sciences*, *247*, 117443.

Boontiam, W., Jung, B., and Kim, Y. Y. (2017). "Effects of lysophospholipid supplementation to lower nutrient diets on growth performance, intestinal morphology, and blood metabolites in broiler chickens." *Poultry Science*, 96(3), 593-601.

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

Cho, S. B., Lee, S. M., and Kim, E. J. (2012). "Effect of different forages on growth performance, meat production and meat quality of Hanwoo steers: Meta-analysis." *Journal of the Korean Society of Grassland and Forage Science*, 32(2), 175-184.

Chun, J., and Rosen, H. (2006). "Lysophospholipid receptors as potential drug targets in tissue transplantation and autoimmune diseases." *Current Pharmaceutical Design*, 12(2), 161-171.

Davis, C. L., and Drackley, J. K. (1998). "*The development, nutrition, and management of the young calf*." Iowa State University Press.

De Souza, J., Westerrn, M., and 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.

Farahmandpour, M., Teymori, A., and Kazemifard, M. (2022). "Effects different levels of Lysophospholipid on growth performance, nutrient digestibility, carcass characteristics, some blood parameters and hepatic enzymes in crossbred Zell-Afshari fattening male lambs." *Journal of Ruminant Research*, 10(3), 1-18.

Gallo, S. B., Brochado, T., Brochine, L., Passareli, D., Costa, S. F., and et al. (2019). "Effect of biosurfactant added in two different oil source diets on lamb performance and ruminal and blood parameters." *Livestock Science*, 226, 66-72.

Garrett, W. N. (1980). "Factors influencing energetic efficiency of beef production." *Journal of Animal Science*, 51(6), 1434-1440.

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

Hasenhuettl, G. L., and Hartel, R. W. (Eds.). (2008). "*Food emulsifiers and their applications*." Springer, No. 19, New York.

He, Y., Zhong, R., Cheng, L., You, P., Li, Y., and et al. (2020). "Effects of the supplementation of lysophospholipids through pelleted total mixed rations on blood biochemical parameters and milk production and composition of mid-lactation dairy cows." *Animals*, 10(2), 215.

Tagesson, C., Franzen, L., Dahl, G., and Weström, B. (1985). "Lysophosphatidylcholine increases rat ileal permeability to macromolecules." *Gut*, 26(4), 369-377.

Taghavizadeh, M., Shekarabi, S. P. H., Mehrgan, M. S., and Islami, H. R. (2020). "Efficacy of dietary lysophospholipids (Lipidol™) on growth performance, serum immuno-biochemical parameters, and the expression of immune and antioxidant-related genes in rainbow trout (Oncorhynchus mykiss)." *Aquaculture*, 525, 735315.

Tewari, D., Chaturvedi, V. B., Chaudhary, L. C., Verma, A. K., and Chaudhary, S. K. (2021). "Dietary supplementation of rice bran crude lecithin affect feed digestion, blood and rumen profile in crossbred calves."

Thornsberry, R. M., Wood, D., Kertz, A. F., and Hutcheson, D. (2016). "Alternative ingredients in calf milk replacer: A review for bovine practitioners." *The Bovine Practitioner*, 65-88.

Uhumwangho, M. U., and Okor, R. S. (2005). "Current trends in the production and biomedical applications of liposomes: a review." *Journal of Medicine and Biomedical Research*, 4, 9-21.

Xing, J. J., Van Heugten, E., Li, D. F., Touchette, K. J., Coalson, J. A., and et al. (2004). "Effects of emulsification, fat encapsulation, and pelleting on weanling pig performance and nutrient digestibility." *Journal of Animal Science*, 82(9), 2601-2609.

Zhang, M., Bai, H., Zhao, Y., Wang, R., Li, G., and et al. (2022a). "Effects of Dietary Lysophospholipid Inclusion on the Growth Performance, Nutrient Digestibility, Nitrogen Utilization, and Blood Metabolites of Finishing Beef Cattle." *Antioxidants*, 11(8), 1486.

Zhang, M., Bai, H., Zhao, Y., Wang, R., Li, G., and et al. (2022b). "Effects of supplementation with lysophospholipids on performance, nutrient digestibility, and bacterial communities of beef cattle." *Frontiers in Veterinary Science*, 9, 927369.

Zhang, B., Haitao, L., Zhao, D., Guo, Y., and Barri, A. (2011). "Effect of fat type and lysophosphatidylcholine addition to broiler diets on performance, apparent digestibility of fatty acids, and apparent metabolizable energy content." *Animal Feed Science and Technology*, 163(2-4), 177-184.

Zhao, P. Y., Li, H. L., Hossain, M. M., and Kim, I. H. (2015). "Effect of emulsifier (lysophospholipids) on growth performance, nutrient digestibility and blood profile in weanling pigs." *Animal Feed Science and Technology*, 207, 190-195.

McFadden, J. W. (2019). "*Dietary lecithin supplementation in dairy cattle*."

Noy, Y., and Sklan, D. (1998). "Metabolic responses to early nutrition." *Journal of Applied Poultry Research*, 7(4), 437-451.

Parrill, A. L. (2008). "Lysophospholipid interactions with protein targets." *Biochimica et Biophysica Acta (BBA)-Molecular and Cell Biology of Lipids*, 1781(9), 540-546.

Plaizier, J. C., Li, S., Danscher, A. M., Derakshani, H., Andersen, P. H., and et al. (2017). "Changes in microbiota in rumen digesta and feces due to a grain-based subacute ruminal acidosis (SARA) challenge." *Microbial Ecology*, 74, 485-495.

Qiu, Y., Liu, S., Hou, L., Li, K., Wang, L., and et al. (2021). "Supplemental choline modulates growth performance and gut inflammation by altering the gut microbiota and lipid metabolism in weaned piglets." *The Journal of Nutrition*, 151(1), 20-29.

Reis, M. E., Toledo, A. F. D., da Silva, A. P., Poczynek, M., Fioruci, E. A., and et al. (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., Saed Samii, S., Zang, Y., Deme, P., Haughey, N. J., and et al. (2021). "Characterization of the plasma lipidome in dairy cattle transitioning from gestation to lactation: Identifying novel biomarkers of metabolic impairment." *Metabolites*, 11(5), 290.

Schwarzer, K., and Adams, C. A. (1996). "The influence of specific phospholipids as absorption enhancer in animal nutrition." *Lipid/Fett*, 98(9), 304-308.

Sidhu, M., and van der Poorten, D. (2017). "The gut microbiome." *Australian Family Physician*, 46(4), 206-211.

Silva Junior, A. D. (2009). "Interações químico-fisiológicas entre acidificantes, probióticos, enzimas e lisofosfolipídios na digestão de leitões." *Revista Brasileira de Zootecnia*, 38, 238-245.

Siyal, F. A., El-Hack, M. E. A., Alagawany, M., Wang, C., Wan, X., and et al. (2017). "Effect of soy lecithin on growth performance, nutrient digestibility and hepatic antioxidant parameters of broiler chickens." *International Journal of Pharmacology*, 13(4), 396-402.

Smani, Y., Domínguez-Herrera, J., Ibáñez-Martínez, J., and Pachón, J. (2015). "Therapeutic efficacy of lysophosphatidylcholine in severe infections caused by Acinetobacter baumannii." *Antimicrobial Agents and Chemotherapy*, 59(7), 3920-3924.

Song, W. S., Yang, J., Hwang, I. H., Cho, S., and Choi, N. J. (2015). "Effect of dietary lysophospholipid (LIPIDOL TM) supplementation on the improvement of forage usage and growth performance in Hanwoo heifer." *Journal of The Korean Society of Grassland and Forage Science*, 35(3), 232-237.

Publisher Note
Animal Science Students Scientific Association, Campus of Agriculture and Natural Resources at the University of Tehran

Submit Your Manuscript:
https://domesticsj.ut.ac.ir/contacts?_action=loginForm

Domestic; 23 (3): 23-31

Scientific-Extensional (Professional) Journal

Domestic

Animal Science Students Scientific Association at the University of Tehran, Winter 2024

https://domesticsj.ut.ac.ir/article_97113.html

Scientific-Extensional Article

A review on the biological activity of lysophospholipids and its effect on ruminant performance

Milad Zeynali[1*]

[1] M.Sc. Student of Animal Nutrition, Department of Animal Science, Faculty of Agriculture, Razi University, Kermanshah, Iran

https://doi.org/10.22059/domesticsj.2024.369241.1142

Abstract

Lysophospholipids (LPL) are very important for the needs of the cells of living organisms: because they are an essential structural component of the cells, as well as their main role in providing the energy needed by the intestinal epithelial cells. Due to low secretion of bile salts, dairy calves do not make maximum use of fat in their diet, so adding fat emulsifiers in feeding calves is very necessary. In adult ruminants, LPL improves the performance of cattle and sheep. Many studies have shown improved quality of milk and meat produced from cattle and sheep, as LPL allow ruminants to consume a balanced diet that meets all nutritional requirements. Therefore, it stabilizes the rumen environment by reducing changes in rumen pH and improving rumen fermentation, without weight loss during the lactation period and the occurrence of acidosis. In this review article, in addition to the important role of LPL in the metabolism of fats, proteins, and minerals, the studies conducted on the effect of LPL in ruminant nutrition were reviewed.

Keyword(s): Dairy calves, Emulsifier, Fat, Growth performance, Lysophospholipid

***Corresponding Author E-mail:** miladzeynali4@gmail.com

Section: Animal Nutrition **Associate Editor:** Sadegh Farzi

Received: 13 Dec 2023 **Revised:** 10 Jan 2024 **Accepted:** 18 Jan 2024 **Published online:** 25 Feb 2024

Citation: Zeynali, M. A review on the biological activity of lysophospholipids and its effect on ruminant performance. *Professional Journal of Domestic*, 2024; 23(3): 23-31.