



تاثیر اسیدلینولیک کنژوگه بر بیان ژنهای هدف در گاو در سوخت و ساز چربی اووسایت بالغ شدهی گوسفند در شرایط برون تنی

حمید دلداری^۱، زربخت انصاری پیرسرای^۲ و مریم رویان^۳

۱- دانشیار گروه علوم دامی، دانشکده علوم دامی و شیلات، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، (نویسنده مسوول: h.deldar@sanru.ac.ir)

۲- دانشیار گروه علوم دامی، دانشکده علوم دامی و شیلات، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری

۳- مدیریت شمال کشور، پژوهشکده بیوتکنولوژی کشاورزی ایران (ABRII)، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی (AREEO)، رشت، ایران

تاریخ دریافت: ۹۷/۱/۲۱ تاریخ پذیرش: ۹۷/۲/۲۶

صفحه: ۱۰۰ تا ۱۰۷

چکیده

در این پژوهش تاثیر اسیدلینولیک کنژوگه بر بیان ژنهای هدف در گاو در سوخت و ساز چربی اووسایت بالغ شدهی گوسفند در شرایط برون تنی مورد بررسی قرار گرفت. بلوغ برون تنی اووسایتها در چهار غلظت متفاوت شامل غلظت صفر (شاهد)، غلظت های ۵۰، ۱۰۰ و ۲۰۰ میکرومولار اسیدلینولیک کنژوگه و در پنج تکرار انجام شد. پس از بلوغ برون تنی اووسایتها، باروری برون تنی و رشد نمو رویان برای تمامی گروههای آزمایشی انجام و مورد ارزیابی قرار گرفت. یافتههای حاصل از این پژوهش نشان داد که غلظت ۵۰ میکرومولار اسیدلینولیک کنژوگه نسبت به تیمار شاهد، شمار اووسایتهایی را که گامه متافاز میوز ۲ رسیدند را به طور معنی دار افزایش داد ($1/94 \pm 85/3$ درصد در مقابل $3/04 \pm 68$ درصد). اما با افزایش غلظت اسیدلینولیک کنژوگه در محیط تکامل برون تنی اووسایت، نرخ تکامل برون تنی در غلظت ۲۰۰ میکرومول برابر $1/45 \pm 35/6$ درصد به دست آمد. بیشترین درصد نرخ کلیواژ و بلاستوسیت در غلظت ۵۰ میکرومول دیده شد، همچنین غلظت ۲۰۰ میکرومول اسید لینولیک کنژوگه به طور معنی داری ($p \leq 0/05$) نرخ کلیواژ و درصد بلاستوسیت را کاهش داد ($32/87$ و $13/69$ درصد). غلظت ۵۰ میکرومولار اسید لینولیک کنژوگه افزایش معنی دار ($p \leq 0/05$) دو برابری و غلظت های زیاد اسیدلینولیک کنژوگه بیان نسبی ژنهای پرلیپین ۲ و لیپاز حساس به هورمون را نسبت به تیمار شاهد به طور معنی داری ($p \leq 0/05$) کاهش داد. از سوی دیگر بیان نسبی ژن کارنیتین پالمیتویل ترانسفراز ۱ تحت تاثیر غلظت های مختلف اسیدلینولیک کنژوگه قرار نرفت ($p > 0/05$). در نتیجه می توان گفت که غلظت های اندک اسیدلینولیک کنژوگه تاثیر مثبت اما غلظت های بیش از اندازه اسیدلینولیک کنژوگه در محیط برون تنی بلوغ تخمک برای تکامل تخمک زیان بار بوده و موجب توقف بلوغ برون تنی اووسایت گوسفند و کاهش تولید رویان برون تنی شد.

واژه های کلیدی: اسیدلینولیک کنژوگه، بلوغ برون تنی اووسایت، رشد و نمو رویان، سوخت و ساز چربی

مقدمه

لیپید درون سلولی نقش مهمی در نمو اووسایت ایفا می کند (۲۳،۷،۲۱،۲۲). در سیتوپلاسم اووسایت پستانداران، قطرات لیپیدی فراوانی است که میان گونه ها از نظر مقدار متفاوت است (در خوک خیلی زیاد است و بعد نشخوارکنندگان و در موش خیلی کم است) (۲۲،۱۸). تری گلیسرید لیپید اصلی در اووسایت پستانداران بوده و منبع انرژی قوی برای بلوغ اووسایت و رشد رویان قبل جایگزینی فراهم می کند (۳). مشخص شده است که اسیدهای چرب با پیوندهای دوگانه نقش به سزایی در رشد و نمو تخمک و رویان دارند و اسید لینولیک فراوان ترین اسید چرب مایع فولیکولی می باشد که حدود ۳۰ درصد از کل اسیدهای چرب مایع فولیکولی را تشکیل می دهد (۱). در پژوهش های زیادی تایید شده که اکسیداسیون اسیدچرب، منبع ATP لازم برای بلوغ اووسایت و نمو رویان است (۲۲،۳،۷). مهار بتا اکسیداسیون نیز بر شروع تقسیمات میوزی اثر گذاشته و از رشد و نمو رویان و اووسایت در موش، گاو و خوک جلوگیری می کند (۲۱،۵،۹،۱۱). ثابت شده است که افزودن اسیدهای چرب به محیط کشت بلوغ اووسایت نشخوارکنندگان موجب بهتر شدن رشد، نمو اووسایت و تولید رویان با کیفیت شده است (۱۹،۱۳). اسیدهای چرب تاثیر به سزایی بر افزایش عملکرد تولید مثلی دارند و این

تاثیرات به خصوص در اسیدچرب غیراشباع نوع امگا۳ و امگا۶ ثابت شده است (۱۴). کاهش باروری گاوهای هلشتاین طی ماه های تابستان به دلیل پایین بودن محتوای اسیدلینولیک غشاء اووسایتهاست (۲۵). همچنین کشت کمپلکس اووسایت کومولوس گاو با اسید چرب لینولیک اسید البته در غلظت $50 \mu M$ سبب افزایش درصد اووسایت های رسیده به متافاز ۲ و افزایش درصد رویان تقسیم شده و نرخ بلاستوسیت شده، همچنین بر اثرات مهارکننده بلوغ اووسایت غلبه کرده و سبب افزایش نرخ بلوغ می شود (۱۵). لیپاز حساس به هورمون (HSL) یک لیپاز خنثی درون سلولی است که تجزیه چربی ها را بر عهده دارد و دی گلیسریدها سوبسترای اصلی آن هستند. لیپاز حساس به هورمون به عنوان یک آنزیم محدودکننده برای تجزیه چربی ها است. این آنزیم در اووسایتها و سلول های تیکا و گرانولوزا و فولیکول های بالغ، وجود دارد و بیان آن در طول پس روی فولیکولی کاهش می یابد (۴). پرلیپین ۲ به عنوان یک پروتیین تنظیمی قطره های چربی در طول بلوغ اووسایت هستند. الیس و همکاران (۶) نیز گزارش کرده اند که ژن های CPT1 و CPT2 در سلول های گرانولوزا و همچنین بخش های دیگر تخمدانی مانند جسم زرد، فولیکول، سلول کومولوس و اووسایت نابالغ گاو بیان شده است. این مطالعات نشان می دهد

ساخته شد و برای بیان نسبی ژن‌های موردنظر تا زمان انجام واکنش‌های Real Time PCR در دمای ۲۰- درجه سانتی‌گراد قرار داده شد. سپس واکنش Real Time PCR با استفاده از آغازگرهای اختصاصی در دستگاه چرخه حرارتی با تابش نوری کوربت (Corbet) انجام شد. و برای هر یک از نمونه‌ها چرخه آستانه (C_T) در دستگاه Real Time PCR تعیین شد. بیان ژن *YWHAZ* به عنوان بیان ژن رفرنس مورد استفاده قرار گرفت و برای اندازه‌گیری بیان ژن از روش Livak استفاده شد. آنالیز آماری داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SAS انجام شد. برای تجزیه داده‌ها از رویه GLM استفاده شد و مقایسه میانگین‌ها نیز با آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد انجام شد. پژوهش در قالب طرح کاملاً تصادفی با چهار تیمار، در ۵ تکرار انجام شد. معادله ریاضی مدل آماری به صورت $Y_{ij} = \mu + T_i + e_{ij}$ بود؛ که Y_{ij} : مقدار عددی تکرار j از تیمار i ، μ : میانگین داده‌ها، T_i : اثر تیمار i و e_{ij} : اثر عوامل باقی‌مانده است.

نتایج و بحث

نتایج پژوهش حاضر نشان داد که غلظت‌های مختلف اسید لینولیک کنژوگه بر تکامل برون‌تنی، رشد و نمو رویان تا گامه بلاستوسیست و بیان ژن‌های مرتبط با متابولیسم چربی در اووسایت تاثیر معنی‌دار داشته به‌طوری که در غلظت‌های کم (تا ۵۰ میکرومول) تأثیری مثبت و در غلظت‌های زیاد (۱۰۰ و ۲۰۰ میکرومول) تأثیری نامطلوب و دور از انتظار در فرآیند تکامل برون‌تنی اووسایت گوسفند داشته است. در بررسی تکامل برون‌تنی اووسایت و تعیین نرخ بلوغ برون‌تنی اووسایت گوسفند در غلظت‌های مختلف اسیدلینولیک کنژوگه، از ۶۱۶ کمپلکس اووسایت-کومولوس در تیمارهای مختلف استفاده شد (جدول ۱). غلظت ۵۰ میکرومولار اسیدلینولیک کنژوگه نسبت به تیمار شاهد شمار اووسایت‌هایی را که گامه متافاز میوز ۲ رسیدند را به طور معنی‌دار ($p \leq 0.05$) افزایش دهد ($1/94 \pm 85/3$ در مقابل $3/04 \pm 68$). اما با افزایش غلظت اسیدلینولیک کنژوگه از ۵۰ به ۱۰۰ یا ۲۰۰ میکرومول در محیط تکامل برون‌تنی اووسایت شاهد کاهش نرخ تکامل برون‌تنی اووسایت بودیم به‌طوری که در غلظت ۱۰۰، درصد تکامل برابر $1/70 \pm 62$ و در غلظت ۲۰۰ میکرومول درصدی برابر $1/45 \pm 35/6$ به‌دست آمد که تقریباً نصف تیمار شاهد بود ($p \leq 0.05$). این یافته‌ها نشان دادند که غلظت‌های زیاد اسیدلینولیک کنژوگه با ایجاد توقف در گامه‌های GVBD و متافاز میوز-۱ (جدول ۱) منجر به کاهش رسیدن اووسایت‌ها به گامه متافاز میوز ۲ شدند و نرخ تکامل اووسایت را نسبت به گروه شاهد به طور معنی‌داری کاهش یافت.

که اکسیداسیون اسیدچرب در اووسایت بیشتر از سلول‌های کومولوس اتفاق می‌افتد. حال سوال این است که آیا افزودن اسید لینولیک کنژوگه به عنوان یک آنتی‌اکسیدان می‌تواند بر سوخت و ساخت اسیدهای چرب اووسایت تأثیر داشته باشد و مسیر مصرف چربی‌ها در سلول‌های کومولوس را فعال کند؟ از طرفی آیا فعال‌شدن این مسیر تحت تأثیر این اسیدچرب می‌تواند بر رشد و نمو رویان تأثیر گذار باشد؟

مواد و روش‌ها

برای تهیه‌ی کمپلکس اووسایت کومولوس، تخمدان‌های میش از کشتارگاه صنعتی جمع‌آوری و پس از آن، درون فلاسک آب در دمای ۳۵-۳۰ درجه سانتی‌گراد به همراه ۱۰۰ واحد بین‌المللی پنی‌سیلین به آزمایشگاه منتقل شدند. کمپلکس اووسایت کومولوس در محیط TCM-HEPES از درون فولیکول‌های تخمدان به‌وسیله برش دادن جدا و کمپلکس‌هایی که سه لایه کومولوس یا بیشتر داشتند، با سه بار شستشو وارد محیط کشت بلوغ اووسایت شدند. کشت اووسایت‌ها در محیط کشت شامل TCM-199^۱ به همراه ۲۵۰ نانوگرم در میلی‌لیتر hMG^۲، ۱۰ درصد FCS^۳، ۱۱ میکروگرم در میلی‌لیتر پیرووات، ۲/۲ میکروگرم در میلی‌لیتر سدیم بیکربنات، ۵۰ میکروگرم در میلی‌لیتر پنی‌سیلین و استرپتومایسین انجام شد. درون هر پلیت ۶۰ میلی متری، نه قطره ۵۰ میکرولیتری از محیط کشت قرار داده‌شد که روی قطره‌ها با روغن معدنی گرم پوشانده شدند. در هر قطره محیط کشت ۵۰ میکرولیتری، ۹-۱۱ کمپلکس اووسایت کومولوس قرار داده‌شد. و درون انکوباتوری با ۵ درصد CO₂، دارای ۹۸ درصد رطوبت نسبی در دمای ۳۸/۵ درجه سانتی‌گراد فرآیند بلوغ را سپری نمودند. پس از ۲۴ ساعت اووسایت‌ها به مرحله بلوغ رسیدند. اووسایت‌های بالغ شده، در قطرات محیط لقاح برون‌تنی حاوی هپارین همراه با اسپرم‌های ذوب‌شده از یک قوچ برای انجام لقاح برای مدت ۲۰-۱۸ ساعت در شرایط اتمسفری ۵ درصد CO₂ و حداکثر رطوبت قرار گرفتند. پس از انجام لقاح برون‌تنی، برای جداکردن سلول‌های کومولوس و اسپرم‌های اضافی، زایگوت‌های احتمالی به مدت ۳ دقیقه ورتکس شدند. پس از ورتکس کردن و شستشوی زایگوت‌های احتمالی در محیط کشت، زایگوت‌ها برای مدت شش روز و در شرایط اتمسفری بلوغ برون‌تنی درون انکوباتور CO₂، کشت داده شدند. به منظور بررسی بیان نسبی ژن‌های پریلیپین^۲، لیپاز حساس به هورمون، کارنیتین پالمیتویل ترانسفراز^۱، RNA کل، از کومولوس دست کم ۵۰ اووسایت لخت شده در هر تیمار جدا شد. از کیت (RNeasy Micro Kit) و بر مبنای دستورالعمل شرکت سازنده (QIAGEN)، جداسازی RNA کومولوس‌ها، صورت گرفت. از کیت QuantiTec Reves Transcription (QIAGEN, 205311) و براساس پروتکل مربوطه، cDNA

جدول ۱- تکامل برون تنی اووسایت‌های گوسفند در غلظت‌های مختلف اسید لینولئیک کنژوگه

Table 1. Maturation of sheep oocyte in different concentrations of conjugated linoleic acid

اسید لینولئیک کنژوگه (میکرومول)	شمار اووسایت	GV	GVBD	MI	MII
صفر	۱۴۶	۴/۳±۰/۲۳ ^a	۱۲/۶±۰/۸۷ ^b	۱۶±۰/۸۷ ^c	۶۸±۳/۰۴ ^b
۵۰	۱۵۲	۳/۶±۰/۳۱ ^a	۳±۰/۷۳ ^d	۸±۰/۵۲ ^d	۸۵/۳±۱/۹۴ ^a
۱۰۰	۱۵۷	۵/۶±۰/۴۲ ^a	۹±۰/۶۰ ^c	۲۳/۳±۰/۶۲ ^b	۶۲±۱/۷۰ ^b
۲۰۰	۱۶۱	۱۱/۶±۰/۴۴ ^b	۲۱/۶±۰/۳۳ ^a	۴۱±۰/۴۴ ^a	۳۵/۶±۱/۴۵ ^c

اعداد با حروف نامتشابه در هر ستون، داری اختلاف معنی دار در سطح ۰/۰۵ است. GV: گامه جرمینال ویزیکل؛ GVBD: خارج شدن از گامه جرمینال ویزیکل؛ MI: گامه متافاز میوز ۱؛ MI1: گامه متافاز میوز ۲.

حساس به هورمون، کارنتین پالمیتویل ترانسفراز (۱) در اووسایت نیز در غلظت‌های مختلف اسیدلینولئیک کنژوگه مورد بررسی قرار گرفتند (شکل ۱). نتایج نشان داد که غلظت ۵۰ میکرومولار اسیدلینولئیک کنژوگه افزایش معنی‌دار ($p \leq 0.05$) دو برابری را در بیان نسبی ژن پریلیپین ۲ نسبت به تیمار شاهد ایجاد کرد. از سوی دیگر غلظت‌های زیاد اسیدلینولئیک کنژوگه بیان نسبی ژن پریلیپین ۲ را به طور معنی‌داری ($p \leq 0.05$) کاهش داد. همین اتفاق برای بیان نسبی ژن لیپاز حساس به هورمون رخ داد. غلظت‌های زیاد اسیدلینولئیک کنژوگه کاهش چشمگیر و غلظت ۵۰ میکرومولار افزایش معنی‌داری ($p \leq 0.05$) نسبت به گروه شاهد داشتند. از سوی دیگر بیان نسبی ژن کارنتین پالمیتویل ترانسفراز ۱ تحت تاثیر غلظت‌های مختلف اسیدلینولئیک کنژوگه قرار نگرفت و هیچکدام از تیمارها نسبت به گروه شاهد تفاوت معنی‌دار نداشتند ($p > 0.05$).

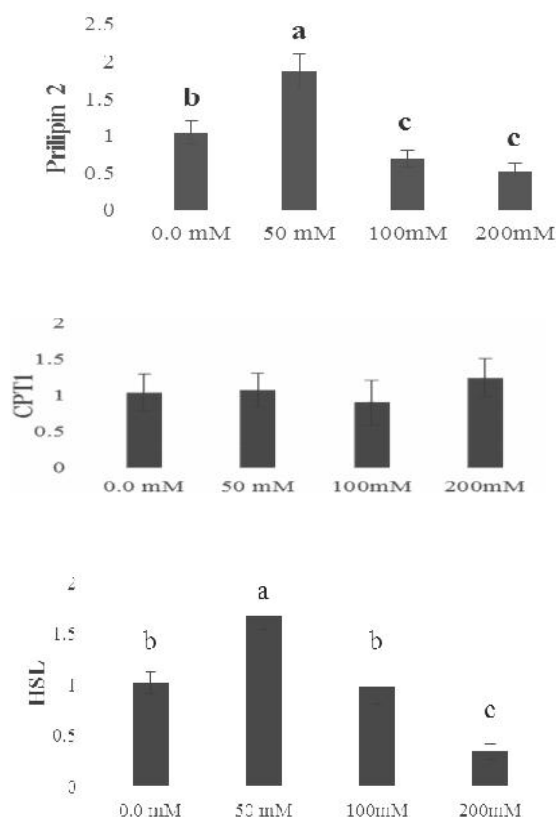
در ادامه آزمایش تکامل برون تنی اووسایت، تعداد ۵۶۳ اووسایت وارد آزمایش تولید برون تنی رویان شدند که در محیط تکامل برون تنی اووسایت از غلظت‌های مختلف اسیدلینولئیک کنژوگه استفاده شده بود (جدول ۲). نتایج این پژوهش نشان داد که غلظت ۵۰ میکرومول اسیدلینولئیک کنژوگه (۷۶/۹۲ درصد) بیشترین و غلظت ۲۰۰ میکرومولار اسیدلینولئیک کنژوگه (۳۲/۸۷ درصد) کمترین درصد کلیواژ را نسبت به گروه شاهد (۶۷/۴۰ درصد) ایجاد کردند. درصد بلاستوسیت نیز در غلظت ۵۰ میکرو مولار اسید لینولئیک کنژوگه (۳۶/۶۳ درصد) تفاوت معنی‌داری ($p \leq 0.05$) با گروه شاهد داشت. این در حالی است که با افزایش غلظت اسیدلینولئیک کنژوگه، درصد بلاستوسیت‌ها در غلظت ۲۰۰ میکرومولار (۱۳/۶۹ درصد) کاهش چشمگیر و معنی‌داری نسبت به تیمار شاهد داشت. در پایان تکامل اووسایت‌ها، بیان نسبی ژن‌های درگیر در متابولیسم چربی (پریلیپین ۲، لیپاز

جدول ۲- نرخ رویان برون تنی گوسفند در غلظت‌های مختلف اسید لینولئیک کنژوگه

Table 2. In vitro embryonic development of sheep oocytes in different concentrations of conjugated linoleic acid

اسید لینولئیک کنژوگه (میکرومول)	شمار اووسایت	درصد کلیواژ (تعداد)	درصد بلاستوسیت (تعداد)
صفر	۱۳۵	۶۷/۴۰ ^b (۹۱)	۲۹/۶۲ ^b (۴۰)
۵۰	۱۴۳	۷۶/۹۲ ^a (۱۱۰)	۳۶/۶۳ ^a (۵۲)
۱۰۰	۱۳۹	۵۳/۹۵ ^c (۷۵)	۲۴/۴۶ ^b (۳۴)
۲۰۰	۱۴۶	۳۲/۸۷ ^c (۴۸)	۱۳/۶۹ ^c (۲۰)

اعداد با حروف نامتشابه در هر ستون، داری اختلاف معنی دار در سطح ۰/۰۵ است.



شکل ۱- بیان نسبی ژن‌ها درگیر در سوخت و ساز چربی اووسایت (پرلیپین ۲، لیپاز حساس به هورمون (HSL)، کارنیتین پالمیتویل ترانسفراز (CPT1)) در غلظت‌های متفاوت اسید لینولیک کنژوگه (میکرومول). اعداد مختلف با حروف نامتشابه در هر ستون، دارای اختلاف معنی‌دار در سطح ۰/۰۵ است.

Figure 1. The relative gene expressions related to lipid metabolism in oocyte in diferent concentrations of conjugated linoleic acid.

اووسایت غلبه کرده و سبب بهبود نرخ بلوغ می‌شود (۱۵). پژوهش‌های اندکی تاثیر اسید لینولیک کنژوگه را بر بلوغ و تولید برون تنی رویان پستانداران بررسی کردند به همین خاطر مجبور هستیم که تاثیر سایر اسیدهای چرب مشابه با اسید لینولیک کنژوگه همانند اسید لینولیک و اسید لینولنیک را بر رشد و نمو رویان در نظر بگیریم. لینولنیک اسید، اسید چرب غالب در مایع فولیکولی گاو بوده، کشت کمپلکس اووسیت کومولوس با آن به طور واضحی سبب مهار گسترش کومولوس و به دنبال آن مهار نمو اووسیت به مرحله متافاز ۲ میوزی و کم شدن درصد رویان و بلاستوسیت تقسیم شده می‌شود (البته در غلظت $100 \mu\text{M}$)، در نتیجه مکمل لینولنیک اسید در غلظت بالا سبب تغییر در مکانیسم مولکولی تنظیم‌کننده بلوغ اووسیت و در نتیجه مهار پیشرفت میوزی شد (۱۶). در آزمایش حاضر، با افزایش غلظت اسید لینولیک کنژوگه از ۵۰ به ۱۰۰ یا ۲۰۰ میکرومول در محیط تکامل برون تنی اووسایت شاهد کاهش نرخ تکامل برون تنی اووسایت بودیم به طوری که در غلظت ۱۰۰، درصد تکامل برابر $62 \pm 1/70$ و در غلظت ۲۰۰ میکرومول درصدی برابر

نتایج پژوهش حاضر نشان داد که غلظت‌های مختلف اسیدلینولیک کنژوگه بر تکامل برون‌تنی، رشد و نمو رویان تا گامه بلاستوسیت و بیان ژن‌های مرتبط با متابولیسم چربی در اووسایت تاثیر معنی‌دار داشت. غلظت ۵۰ میکرومولار اسیدلینولیک کنژوگه نسبت به تیمار شاهد به خوبی توانست شمار اووسایت‌هایی را که گامه متافاز میوز ۲ رسیدند را به طور معنی‌دار ($p \leq 0/05$) افزایش دهد ($85/3 \pm 1/94$) در مقابل $68 \pm 3/04$. اسیدهای چرب تاثیر شگفت‌انگیزی بر افزایش عملکرد تولید مثلی دارند و این تاثیرات به خصوص در اسیدچرب غیر اشباع نوع امگا۳ و امگا۶ ثابت شده است (۱۴). کاهش باروری گاوهای هولشتاین طی ماه‌های تابستان به دلیل پایین‌بودن محتوای اسیدلینولیک غشاء اووسایت‌ها می‌باشد، در حالی که محتوای اسیدلینولیک چندان تغییر فصلی ندارد (۲۵). مشابه نتایج به‌دست آمده در این پژوهش، کشت کمپلکس اووسیت کومولوس گاو با اسیدچرب اسیدلینولیک، البته در غلظت $50 \mu\text{M}$ سبب افزایش درصد اووسایت‌های رسیده به متافاز ۲ و افزایش درصد رویان تقسیم شده و نرخ بلاستوسیت شده، همچنین بر اثرات مهارکننده‌ی بلوغ

یافته‌های به‌دست آمده از پژوهش حاضر نشان داد که غلظت‌های مختلف اسیدهای چرب ژل رویال بر بیان نسبی ژن‌های کارنیتین پالمیتویل ترانسفراز ۱ (CPT1)، لیپاز حساس به هورمون (HSL) و پرلیپین ۲ در اووسایت تاثیرگذار بودند. غلظت‌های زیاد اسید لینولیک کنژوگه کاهش چشمگیر و غلظت ۵۰ میکرومولار افزایش معنی‌داری ($p \leq 0.05$) نسبت به گروه شاهد داشتند. در راستای نتایج به‌دست آمده در پژوهش حاضر، کشت اووسایت گاو و خوک با مهارکننده CPT1 نیز بر نمو رویان اثر می‌گذارد و سبب کاهش نمو رویان می‌شود (۲۱). نتایج پژوهش ما هم نشان داد که غلظت‌های زیاد اسید چرب موجب کاهش چشمگیر بیان آنزیم‌های درگیر در متابولیسم چربی در اووسایت شده که منجر به کاهش نرخ بلوغ برون تنی اووسایت شده است. به روشنی درک شده است که CPT1 در COC موش در مرحله بلوغ قبل از تخم‌کریزی در شرایط درون‌تنی بیان می‌شود (۱۲). الیس و همکاران (۶) نیز گزارش کرده‌اند که ژن‌های CPT1 و CPT2 در سلول‌های گرانولوزا و هم‌چنین بخش‌های دیگر تخمدانی مانند جسم زرد، فولیکول، سلول کومولوس و اووسایت نابالغ گاو بیان شده است. این مطالعات نشان می‌دهد که اکسیداسیون اسیدچرب در اووسایت بیشتر از سلول‌های کومولوس اتفاق می‌افتد. با توجه به پژوهش‌های پیشین و نتایج پژوهش حاضر می‌توان نتیجه‌گیری کرد که اسید چرب تا غلظت ۵۰ میکرومول توانست بیان ژن‌ها را افزایش دهد و غلظت‌های زیاد احتمالاً تاثیرات نامطلوب بر بیان ژن‌ها و بلوغ برون‌تنی اووسایت داشت. افزایش تجزیه چربی‌ها سبب توانایی اووسایت برای رشد می‌شود (۲۰، ۲۲، ۲۳) که این موضوع نشان‌دهنده اهمیت تجزیه چربی‌های درون‌سلولی در گونه‌های اهلی است (۸، ۷). از سوی دیگر نشان داده شده است که با مهار تجزیه چربی‌ها، رشد و تعداد سلول‌های رویان کاهش می‌یابد (۲۲). پرلیپین در اووسایت نقش تنظیم‌کننده ذخیره‌های چربی اووسایت قبل از تخم‌کریزی را بر عهده دارد و این نشان‌دهنده جنبه مهم بلوغ سیتوپلاسمی اووسایت است (۲۴). پرلیپین ۲ به‌عنوان یک پروتئین تنظیمی قطره‌های چربی در طول بلوغ اووسایت هستند. در اووسایت پستانداران یک سری ذخیره‌های چربی درون‌سلولی وجود دارد که برای نمو رویان ضروری است و در خوک و گاو این ذخیره‌ها در طول بلوغ و همزمان با انجام تجزیه چربی‌ها کاهش می‌یابد و منجر به تامین انرژی لازم برای نمو رویان قبل از لانه‌گزینی می‌شود (۲۴). لیپاز حساس به هورمون (HSL) یک لیپاز خنثی درون‌سلولی است که تجزیه چربی‌ها را بر عهده دارد و دی‌گلیسریدها سوبسترای اصلی آن هستند. لیپاز حساس به هورمون به عنوان یک آنزیم محدودکننده برای تجزیه چربی‌ها است. این آنزیم در اووسایت‌ها و سلول‌های تیکا و گرانولوزا و فولیکول‌های بالغ، وجود دارد و بیان آن در طول پس‌روی فولیکولی کاهش می‌یابد (۵). پس می‌توان گفت که کاهش بیان ژن‌های درگیر در متابولیسم چربی منجر به کاهش تکامل برون‌تنی اووسایت و کاهش رشد و نمو رویان خواهد شد که همین نتیجه در پژوهش ما نیز به چشم می‌خورد.

۳۵/۶±۱/۴۵ به دست آمد که تقریباً نصف تیمار شاهد بود! از طرف دیگر در غلظت ۲۰۰ میکرومول اسید لینولیک کنژوگه ۴۱ درصد اووسایت‌ها در گامه متافاز میوز-۱ متوقف شدند در حالی که این توقف در غلظت ۵۰ میکرو مولار تنها ۸ درصد بود یعنی نصف تیمار شاهد (جدول ۱). یافته‌های ما نشان دادند که غلظت‌های زیاد اسید لینولیک کنژوگه با ایجاد توقف در گامه‌های GVBD و متافاز میوز-۱ منجر به کاهش رسیدن اووسایت‌ها به گامه متافاز میوز ۲ شدند و نرخ تکامل اووسایت را نسبت به گروه شاهد به طور معنی‌داری کاهش دادند مشابه نتایج ما افزایش غلظت اسید لینولیک کنژوگه تا غلظت ۱۰۰ میکرومولار موجب دژنره شدن تخمک‌ها و کاهش نرخ بلوغ تخمک شده است (۱۶، ۱۵). افزودن اسید لینولیک در همه غلظت‌ها (۵۰، ۱۰۰ و ۲۰۰ میکرومول)، سبب افزایش تجمع تری آسیل گلیسرول در قطرات لیپیدی سیتوپلاسمی و در نتیجه با افزایش محتوای لیپیدی خنثی ذخیره شده در قطرات لیپیدی، سبب بهبود کیفیت اووسایت شد؛ هم‌چنین با جهت‌یابی به سمت مسیر ساخت تری آسیل گلیسرول و افزایش درجه‌ی غیراشباع فسفولیپیدهای غشاء، اووسایت از اثرات سمی حاصل از لیپید محافظت می‌شد (۲). لینولیک اسید و آلفا- لینولیک اسید بر پخش شدن و فعالیت میتوکندریایی در اووسیت گاو موثر بوده به این صورت که، لینولیک اسید سبب تاخیر در دوباره پخش شدن میتوکندری از اطراف شده، و موجب کاهش درصد اووسیت با میتوکندریایی دور هسته‌ای و افزایش غلظت ROS می‌شود که با کم شدن نرخ بلوغ هسته‌ای مرتبط است. آلفا- لینولیک اسید هیچ اثری بر پخش شدن میتوکندریایی نداشته و سبب کاهش غلظت ROS و در نتیجه افزایش نرخ بلوغ هسته‌ای شد. پس آلفا- لینولیک اسید را می‌توان به عنوان یک افزودنی برای سیستم IVF^۱ که سبب بهبود بلوغ اووسیت می‌شود در نظر گرفت (۱۷). مشخص شده است که اسیدهای چرب با پیوندهای دوگانه نقش به‌سزایی در رشد و نمو تخمک و رویان دارند. اسید لینولیک فراوان‌ترین اسید چرب مایع فولیکولی می‌باشد که حدود ۳۰ درصد از کل اسیدهای چرب مایع فولیکولی را تشکیل می‌دهد. پژوهش‌های پیشین نشان دادند که غلظت‌های زیاد اسید لینولیک بلوغ هسته تخمک گاو را متوقف می‌کند و آن را در گامه GV نگه می‌دارد (۱۶) و از طرفی نشان داده شده است که تخمک کشت داده شده در محیط کشتی که دارای ۱۰۰ میکرومولار اسید لینولیک بود نرخ بلوغ تخمک را به طور معنی‌داری کاهش داد و بر این اساس مشخص شده است که حضور اسید لینولیک در غلظت‌های زیاد پیش از گامه GVBD موجب توقف بلوغ هسته تخمک می‌شود. پژوهش‌های پیشین نشان دادند که اگر اسید لینولیک بعد از مرحله GVBD به محیط کشت اضافه شود، مهار بلوغ هسته‌ای اووسایت برگشت‌پذیر می‌شود. در این حالت اسید لینولیک هیچ تاثیری بر بلوغ اووسایت نداشت (۱۵). این یافته‌ها نشان می‌دهد که، احتمال دارد اسید لینولیک در مراحل اولیه کشت قبل از GVBD اثر سمی داشته و در مراحل بعدی تا مرحله MII در تنظیم بلوغ هسته‌ای اثر غیر سمی نشان دهد (۱۶).

اووسایت و رویان بیان ژن‌های درگیر در متابولیسم چربی نیز تحت تاثیر غلظت‌های زیاد اسید چرب محیط قرار گرفتند و کاهش چشمگیری نسبت به تیمار شاهد داشتند.

تشکر و قدرانی

از دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری در حمایت مالی و فراهم آوردن هزینه‌های طرح پژوهشی با شماره ۰۳-۱۳۹۴-۰۳ سپاسگزاری می‌شود.

بر اساس یافته‌های این پژوهش نشان داده شد که اسید لینولیک کنژوگه در غلظت ۵۰ میکرومولار تاثیر مطلوب و قابل توجهی بر بلوغ برون‌تنی اووسایت و تولید برون‌تنی رویان کوسفند داشت. اما با افزایش غلظت اسید چرب در محیط بلوغ برون‌تنی اووسایت (غلظت‌های ۱۰۰ و ۲۰۰ میکرومولار)، نرخ بلوغ و رشد و نمو رویان به شدت نسبت به تیمار شاهد کاهش نشان داد. این نشان می‌دهد که غلظت‌های زیاد اسید چرب در محیط کشت برون‌تنی اووسایت تاثیر نامطلوبی بر کیفیت اووسایت و تولید رویان بی‌کیفیت دارد. از سوی دیگر و هم راستا با رشد و نمو

منابع

1. Aardema, H., P.A.L. M. Vos, F. Lolicato, B.A.J. Roelen, H.M. Knijn, A.B. Vaandrager, J.B. Helms, and B.M. Gadella. 2011. Oleic acid prevents detrimental effects of saturated fatty acids on bovine oocyte developmental competence. *Biology Of Reproduction*, 85: 62-69.
2. Carro, M., J. Buschiazzi, G.L. Ríos, G.M. Oresti and R.H. Alberio. 2013. Linoleic acid stimulates neutral lipid accumulation in lipid droplets of maturing bovine oocytes. *Theriogenology*, 79: 687-694.
3. Cetica, P., L. Pintos, G. Dalvit and M. Beconi and M. 2002. Activity of key enzymes involved in glucose and triglyceride catabolism during bovine oocyte maturation in vitro. *Reproduction*, 124: 675-681.
4. Dunning, K.R., K. Cashman, D.L. Russell, J.G. Thompson, R.J. Norman and R.L. Robker. 2010. Beta oxidation is essential for mouse oocyte developmental competence. *Biology Of Reproduction*, 83: 909-918.
5. Dunning, K.R., D.L. Russell and R.L. Robker. 2014. Lipids and oocyte developmental competence: the role of fatty acids and beta-oxidation. *Reproduction*, 148: 15-27.
6. Elis, S., A. Desmarchais, V. Maillard, S. Uzbekova, Ph. Monget and J. Dupont. 2015. Cell proliferation and progesterone synthesis depend on lipid metabolism in bovine granulosa cells. *Theriogenology*, 83: 840-853.
7. Ferguson, E.M. and H.J. Leese. 1999. Triglyceride content of bovine oocytes and early embryos. *Reproduction*, 116, 373-378.
8. Ferguson, E.M. and H.J. Leese. 2006. A potential role for tryglyceride as an energy sources during bovine oocyte maturation and early embryo development. *Molecular Reproduction and Development*, 73: 1195-1201.
9. Leese, H.J. and E.M. Ferguson. 1999. Embryo metabolism. In: Jansen R, Mortimer D(eds). *Towards Reproductive Certainty*. New York: Parthenon, 360-366.
10. Ferreira, E.M., A.A. Vireque, P.R. Adona, F.V. Meirelles, R.A. Ferriani and P.A.A.S Navarro. 2009. Cytoplasmic maturation of bovine oocytes: structural and biochemical modifications and acquisition of developmental competence. *Theriogenology*, 71: 836-848.
11. Flynn, T.J. and N. Hillman. 1980. The metabolism of exogenous fatty acids by preimplantation mouse embryos developing in vitro. *Journal of embryology and experimental morphology*, 56: 157-168.
12. Gentile, L., M. Monti, V. Sebastiano, V. Merico, R. Nicolai, M. Calvani, S. Garagna, C.A. Redi and M. Zuccotti. 2004. Single-cell quantitative RT-PCR analysis of Cpt1b and Cpt2 gene expression in mouse antral oocytes and in preimplantation embryos. *Cytogenetic and Genome Research*, 105: 215-221.
13. Lapa, M., C.C. Marques, S.P. Alves, M.I. Vasques, M.C. Baptista, I. Carvalhais, M.S. Pereira, A.E.M. Horta1, R.J.B. Bessa and R.M. Pereira. 2011. Effect of trans-10 cis-12 conjugated linoleic acid on Bovine Oocyte Competence and Fatty Acid Composition. *Reproduction in Domestic Animals*, 46: 904-910.
14. Leroy, J.L.M.R., R.G. Sturmey, V. Van Hoeck, J. De Bie, P.J. McKeegan and P.E.J. Bols. 2013. Dietary lipid supplementation on cow reproductive performance and oocyte and embryo viability: a real benefit? *Animal reproduction*, 3: 258-267.
15. Marei, W.F., D.C. Wathes and A.A. Fouladi-Nashta. 2009. The Effect of linolenic acid on bovine oocyte maturation and development. *Biology Of Reproduction*. 81: 1064-1072.
16. Marei, W.F., D.C. Wathes and A.A. Fouladi-Nashta. 2010. Impact of linoleic acid on bovine oocyte maturation and embryo development. *Reproduction*, 139: 979-988.
17. Marei, W.F., D.C. Wathes and A.A. Fouladi-Nashta. 2012. Differential effects of linoleic and alpha-linolenic fatty acids on spatial and temporal mitochondrial distribution and activity in bovine oocytes. *Reproduction. Fertility and Development*, 24: 679-690.

18. McEvoy, T.G., G.D. Coull, P.J. Broadbent, J.S. Hutchinson and B.K. Speake. 2000. Fatty acid composition of lipids in immature cattle, pig and sheep oocytes with intact zona pellucida. *Journal of Reproduction and Fertility*, 118: 163-170.
19. Pereira, R.M., M.C. Baptista, M.I. Vasques, A.E.M. Horta, P.V. Portugal, R.J.B. Bessa, E. Chagas and J. Silva. 2007. Cryosurvival of bovine blastocysts is enhanced by culture with trans-10 cis-12 conjugated linoleic acid (10t,12c CLA). *Animal Reproduction Science*, 98: 293-301.
20. Sirard, M.A., F. Richard, P. Blondin and C. Robert. 2006. Contribution of the oocyte to embryo quality. *Theriogenology*, 65: 126-136.
21. Sturmey, R.G., P.J. O'Toole and H.J. Leese. 2006. Fluorescence resonance energy transfer analysis of mitochondrial lipid association in the porcine oocyte. *Reproduction*, 132: 829-837.
22. Sturmey, R.G. and H.J. Leese. 2003. Energy metabolism in pig oocytes and early embryos. *Reproduction*, 126: 197-204.
23. Sturmey, R.G., A. Reis, H.J. Leese and T.G. McEvoy. 2009. Role of fatty acids in energy provision during oocyte maturation and early embryo development. *Reproduction of Domestic Animals*, 44: 50-58.
24. Yang, X., K.R. Dunning, L.L.Wu, T.R. YHickey, R.J. Norman, D.L. Russell, X. Liang and R.L. Robker. 2010. Identification of Perilipin-2 as a lipid droplet protein regulated in oocytes during maturation. *Reproduction, Fertility and Development*, 22: 1262-1271.
25. Zeron, Y., A. Ocheretny, O. Kedar, A. Borochoy, D. Sklan and A. Arav. 2001. Seasonal changes in bovine fertility: relation to developmental competence of oocytes, membrane properties and fatty acid composition of follicles. *Reproduction*, 121: 447-454.

Effect of Conjugated Linoleic Acid On Gene Expressions Involved in Lipid Metabolism in *In Vitro* Matured Sheep Oocytes

Hamid Deldar¹, Zarbakh Ansari Pirsaraei² and Maryam Royan³

1- Associate Professor, Department of Animal Science, Sari Agricultural Sciences and Naural Sciences University
(Corresponding Author: h.deldar@sanru.ac.ir)

2- Associate Professor, Department of Animal Science, Sari Agricultural Sciences and Naural Sciences University

3- North Region Branch, Agricultural Biotechnology Research Institute of Iran (ABRII), Agricultural Research,
Education and Extension Organization (AREEO), Rasht, IRAN

Received: April 10, 2018

Accepted: May 16, 2018

Abstract

The aim of this study was to investigate the effect of different concentrations of conjugated linoleic acid (CLA) on *in vitro* maturation (IVM) and lipid metabolism-related genes in oocytes. *In vitro* maturation of oocyte was performed in the presence of control (0.0), 50, 100, and 200 μ M CLA. Nuclear status and mRNA abundance of selected genes were evaluated following 24 h of IVM. Following the IVM, fertilization and embryo culture were carried out in all groups and embryonic development was examined. The addition of 50 μ M CLA to the maturation media yielded a higher number of oocytes at MII stage in comparison to the control group (85.3 ± 1.94 versus 68.0 ± 3.04). Higher concentration of CLA (200 μ M) was significantly decreased ($P < 0.05$) the maturation rate of oocyte (35.6 ± 1.45). Cleavage, and blastocyte rate were higher in the 50 μ M CLA group in comparison to the control one. Also, the 200 μ M CLA were significantly decreased the cleavage and blastocyst rate (32.87 and 13.69, respectively). The relative expression of perilipin-2 and hormone sensitive lipase were significantly increased following the addition of 50 μ M CLA to the maturation media. Higher concentrations of CLA were significantly dropped the mRNA abundance of both perilipin-2 and hormone sensitive lipase gene in the oocyte. The CPT-1 mRNA abundance was not influenced by the addition of different concentrations of CLA to the maturation media. It seems that the 50 μ M CLA yielded a higher number of embryo in comparison to the higher concentration of CLA and excessive concentrations of CLA had undesirable effect on oocyte maturation and embryo development of ovine oocyte.

Keywords: Conjugated linoleic acid, *in vitro* maturation, Embryo development, Lipid metabolism