نشریه پژوهشهای علوم دامی ایران
جلد ۱۰، شماره ۲، تابستان ۱۳۹۷، ص. ۲۲۳-۲۰۹

Iranian Journal of Animal Science Research
Vol. 10, No. 2, Summer 2018, p. 209-223

اثرات اسید چرب لینولئیک کونژوگه (CLA) در جیره مرغان تخم‌گذار بر عملکرد تولید و صفات کیفی تخم‌مرغ در دما و زمان‌های مختلف نگهداری آن

سیدعلی میرقلنج[1*]- لیلا فتح الله زاده[2]- روح الله کیانفر[3]- مجید علیایی[3]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۰۹/۲۳
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۶/۰۳/۱۳

چکیده

در آزمایشی، اثرات سطوح مختلف اسید چرب لینولئیک کونژوگه[4] در جیره مرغان تخم‌گذار پس از دوره تولک بری بر عملکرد تولید و صفات کیفی تخم‌مرغ در دما و زمان‌های مختلف نگهداری تخم‌مرغ مورد ارزیابی قرارگرفت. در آزمایش اول، تعداد ۶۰ قطعه مرغ تخم‌گذار لگهورن در سن ۷۸ هفتگی در قالب طرح کاملاً تصادفی به ۳ تیمار با ۵ تکرار اختصاص داده شدند. در جیره شاهد، از CLA استفاده نشد ولی در جیره‌های ۲ و ۳ به‌ترتیب از ۰/۲۵ درصد و ۰/۵ درصد CLA خالص استفاده شد. نتایج نشان داد در کل دوره (۴ هفته)، درصد تولید و توده تخم‌مرغ پرندگانی که با ۰/۵ درصد CLA تغذیه شده بودند، نسبت به تیمارهای دیگر به‌طور معنی‌داری افزایش یافت ولی صفات کیفی تخم‌مرغ‌ها تحت تاثیر قرار نگرفت. در آزمایش دوم، نمونه‌هایی از تخم‌مرغ در دماهای اتاق و یخچال در زمان‌های مختلف نگهداری و بررسی کیفیت داخلی آنها نشان داد با افزایش سطح CLA و کاهش دما و زمان نگهداری، واحد هاو افزایش و pH سفیده کاهش یافت. اثرات متقابل سطح CLA با زمان و دمای نگهداری روی pH سفیده معنی‌دار بود و در تخم‌مرغ‌هایی که در دما و مدت زمان بالای نگهداری، از CLA در جیره استفاده شده بود، pH سفیده پایین‌تر از تیمارهای بدون CLA بود. نتیجه‌گیری می‌شود که استفاده از CLA تا سطح ۰/۵ درصد جیره در دوره پس از تولک، توانست علاوه برتاثیر مثبت بر عملکرد تولید، تغییرات pH و واحد هاو تخم‌مرغ‌ها را در طول دما و زمان‌های مختلف تا حدودی کنترل کند.

واژه‌های کلیدی: تولک بری، دمای نگهداری، لینولئیک کنژوگه، مرغ تخم‌گذار، واحد هاو

مقدمه

لینولئیک اسید کونژوگه یا CLA به گروهی از ایزومرهای موضعی و هندسی اسید چرب لینولئیک (۱۸:۲ n-۶) گفته می‌شود که پیوندهای دوگانه به‌وسیله یک پیوند منفرد از یکدیگر جدا می‌شوند. ایزومرهای سیس-۹، ترانس-۱۱ و ترانس-۱۰، سیس-۱۲ از اهمیت بیشتری برخوردارند (۱۴). برای مثال فعالیت ضد سرطانی سیس -۹، ترانس-۱۱ تولیدشده توسط بیفیدوباکتریوم بریو بر سرطان روده بزرگ به اثبات رسیده است (۹). فرآورده‌های دامی مانند شیر و محصولات لبنی دارای بیشترین مقادیر CLA می‌باشند که این CLA از محصولات حد واسط بیوهیدروژناسیون اسیدهای چرب بلند زنجیر غیراشباع است که توسط باکتری‌های موجود در شکمبه مانند باکتری بی‌هوازی *بوتیری ویبریوفیبروسولونس* انجام می‌شود (۲۵). یکی از چالش‌های اصلی در زمینه CLA، ابداع روشی مناسب برای تولید انبوه ایزومرهای CLA است. اسید لینولئیک کنژوگه تجاری حاصل از ایزومریزاسیون قلیایی لینولئیک اسید در شرایط تجاری است که می‌تواند در محیط‌های آبی و یا در مجاورت حلال‌های مختلف با استفاده از کاتالیزور تولید شود. گزارشات محدودی درمورد اثرات سطوح مختلف CLA بر عملکرد تولید در مرغان تخم‌گذار وجود دارد. چریان و همکارانش (۸) نشان دادند استفاده از ۰/۲۵ درصد CLA در جیره مرغان تخم‌گذار نتوانسته تأثیری بر عملکرد تولید تخم‌مرغ داشته باشد ولی برخی دیگر از تحقیقات اثرات مثبت آن را بر صفات تخم‌گذاری مرغان تخم‌گذار گزارش کرده‌اند (۱). در مورد اثرات استفاده از CLA بر صفات کیفی تخم‌مرغ مرغان تخم‌گذار نیز محققانی مانند بلوک باشی و ارهان (۵) تغییرات معنی‌داری را در

۱- استادیار گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ارومیه (استادیار سابق گروه علوم دامی دانشگاه تبریز)
۲- دانش‌آموخته کارشناسی ارشد تغذیه طیور دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز
۳- استادیار گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز
(*- نویسنده مسئول: Email: a_mirghelenj@yahoo.com)
DOI: 10.22067/ijasr.v10i2.60928
4- Conjugated linoleic acid (CLA)

صفات کیفیت داخلی تخم‌مرغ‌ها در اثر افزودن ۰/۵ درصد CLA به جیره، گزارش نکردند. برخی از محققان نیز تأثیر مثبت CLA را در بر حفظ کیفیت داخلی تخم‌مرغ، در مدت زمان‌های نگهداری تخم‌مرغ در دمای اتاق گزارش کرده‌اند (۱). بهترین شرایط برای نگهداری تخم‌مرغ، نگهداری به مدت حداکثر ۲ روز پس از تولید فارغ از دمای نگهداری و یا نگهداری در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد یخچال است که در دمای یخچال نیز افت واحد هاو یا کیفیت تخم‌مرغ از روز سوم وجود دارد ولی شیب آن کند است (۱). افزایش دما و زمان نگهداری، می‌تواند از طریق پروتئولیز پروتئین سفیده، از دست دادن آب و شکستن برخی از پیوندهای دی‌سولفیدی بین پروتئین‌های سفیده منجر به کاهش ارتفاع سفیده و واحد هاو شود (۱۲، ۱۳ و ۱۷). تخم‌مرغ pH سفیده در تخم‌مرغ تازه گذاشته شده بین ۷/۶ تا ۸/۵ است. با افزایش طول مدت زمان نگهداری تخم‌مرغ در انبار، pH می‌تواند حتی تا ۹/۷ افزایش یابد و این افزایش pH به دلیل خروج گاز دیاکسید کربن از روزنه‌های پوسته تخم‌مرغ است. با افزایش pH، قوام سفیده غلیظ کمتر شده و کیفیت داخلی تخم‌مرغ نیز کاهش می‌یابد. گزارش شده که استفاده از CLA در جیره مرغ تخم‌گذار می‌تواند سرعت روند این تغییرات pH و کیفیت سفیده را کندتر کند (۱، ۶ و ۱۳). چون مرغان تخم‌گذار پس از دوره تولک دچار افت عملکرد تولید و کیفیت داخلی تخم‌مرغ می‌شوند، فرض این تحقیق بر این است که استفاده از اسید چرب کنژوگه، اثر مثبت بر کاهش افت عملکرد و مخصوصاً کیفیت داخلی تخم‌مرغ مرغان تخم‌گذار نژاد لگهورن سویه Hy-Line داشته باشد.

مواد و روش‌ها

در این تحقیق از دو آزمایش استفاده شد. در آزمایش اول، ۶۰ قطعه مرغ تخم‌گذار بالغ لگهورن سویه Hy-line پس از دوره تولک بری و در سن۷۸ هفتگی و به مدت ۴ هفته استفاده شد. به مدت یک هفته قبل از شروع آزمایش، مرغ‌ها به دان پایه مورد استفاده و شرایط آزمایشی و قفس‌ها عادت‌دهی شدند و در این مدت یکنواخت‌سازی وزن مرغ‌ها در قفس انجام گرفت. یکنواخت‌سازی مرغ‌ها بر اساس وزن مرغ، وضعیت تاج و فاصله استخوان‌های عانه صورت گرفت. در شروع آزمایش نیز ۶۰ قطعه مرغ در قالب طرح کاملاً تصادفی به ۱۵ گروه به‌صورت ۳ تیمار با ۵ تکرار و به داخل هر قفس نیز ۴ مرغ اختصاص داده شد. مکمل خالص CLA محصول شرکت Reflex nutrition تهیه شد. این محصول با خلوص بالای ۹۰ درصد دارای ۵۰ درصد ایزومر سیس۹-ترانس۱۱ و ۵۰ درصد ترانس ۱۰-سیس۱۲ است. جیره‌های آزمایشی بر پایه ذرت-کنجاله سویا مطابق توصیه‌های مندرج در کاتالوگ سویه Hy-line فرموله شد (جدول ۱) به‌طوری‌که در جیره شاهد، از CLA استفاده نشد ولی در جیره‌های ۲ و ۳ به‌ترتیب از ۰/۲۵ درصد و ۰/۵ درصد CLA خالص استفاده شد. کلیه جیره‌های آزمایشی نیز به مدت ۴ هفته در اختیار مرغان تخم‌گذار قرار گرفت.

روشنایی سالن حدود ۳۰ لوکس با ۱۶ ساعت روشنایی و ۸ ساعت تاریکی بود و مرغ‌ها روزانه در دو نوبت بر اساس انرژی قابل متابولیسم دریافتی یکسان برای همه جیره‌ها، جیره‌های آزمایشی را دریافت کردند. هر هفته پس از جمع‌آوری تخم‌مرغ‌ها، مصرف خوراک، درصد تولید تخم‌مرغ، میانگین وزن و توده تخم‌مرغ رکوردبرداری شد. در انتهای دوره، پس از جمع‌آوری تخم‌مرغ‌ها، درصد تولید تخم‌مرغ، میانگین وزن و توده تخم‌مرغ رکوردبرداری شد. هر دو هفته یکبار نیز تخم‌مرغ‌ها جهت بررسی کیفیت داخلی تخم‌مرغ‌ها جمع‌آوری شد. برای محاسبه درصد زرده و سفیده، ابتدا باید زرده و سفیده هر تخم‌مرغ توزین می‌شد. برای توزین زرده، باید زرده از شالاز و سفیده کاملا جداسازی می‌شد. بدین منظور شالاز توسط گیره گرفته شده و به صورت دستی، سفیده جدا شده و توزین شد و سپس توسط ترازوی الکترونیکی، وزن زرده محاسبه و سپس بر اساس وزن تخم‌مرغ اولیه، درصد وزن سفیده و زرده تعیین شد. پس از تعیین وزن دقیق هر تخم‌مرغ، تخم‌مرغ شکسته و زرده و سفیده آنها جدا و سفیده‌ها به درون بشقاب صاف و تمیز منتقل شدند و سپس توسط نوک ارتفاع‌سنج (دستگاه هاو) در فاصله یک سانتی‌متری از انتهای زرده قرار گرفته و ارتفاع متناسب سفیده محل برخورد با انتهای سه پایی تنظیم و عدد مربوطه قرائت و برحسب میلی‌متر گزارش گردید. پس از تعیین ارتفاع سفیده و بر اساس وزن همان تخم‌مرغ، طبق رابطه (۱) زیر واحد هاو محاسبه شد (۱۱):

رابطه ۱: $$HU = \log (AH - 1.7\, EW^{0.37} + 7.57)$$

HU واحد هاو، AH ارتفاع سفیده بر حسب میلی‌متر، EW وزن تخم‌مرغ بر حسب گرم

رنگ زرده تخم‌مرغ با استفاده از مقیاس رنگ رش ارزیابی شد. این وسیله دارای تعدادی برگه رنگ استاندارد از زرد روشن تا قرمز نارنجی و شماره‌گذاری شده از از شماره ۱ تا ۱۵ است. پس از شکستن تخم‌مرغ‌ها و جدا کردن زرده و سفیده، زرده تخم‌مرغ‌ها داخل بشقاب صاف قرار داده شده و بودند رنگ آنها بر اساس مقیاس رش تعیین شد (۳). برای تعیین pH زرده و سفیده نیز ابتدا pH متر توسط بافر ۷ و ۱۱ کالیبره و سپس حدود ۲ گرم زرده را در داخل بشر ریخته و ۹ برابر آن آب مقطر ریخته شد. در واقع زرده ۱۰ برابر رقیق شد و سپس توسط همزن برقی پنج دقیقه به هم زده شد تا یکنواخت شود، سپس زمانی‌که کف ایجاد شده در بالای زرده تقریباً از بین رفت سنسور pHمتر در داخل آن قرار گرفته و زمانی‌که عدد موجود در pH متر ثابت شد آن عدد گزارش گردید.

جدول ۱- اجزای تشکیل‌دهنده و ترکیب شیمیایی جیره‌های آزمایشی

Table 1- Feed ingredients and composition of experimental diets

اجزای جیره (%) Feed ingredients (%)	صفر ٪ CLA (شاهد) 0 % CLA (control)	CLA ٪ ۰/۲۵ 0.25% CLA	CLA ٪ ۰/۵ 0.5% CLA
دانه ذرت Corn grain	60.16	60.16	60.16
کنجاله سویا Soybean meal	23.01	23.01	23.01
سبوس گندم Wheat bran	3.36	3.36	3.36
روغن سویا Soy oil	1.47	1.22	0.97
مکمل CLA CLA supplement	0	0.25	0.5
دی کلسیم فسفات Dicalcium phosphate	1.36	1.36	1.36
صدف معدنی Oyster shells	9.52	9.52	9.52
نمک معمولی Common salt	0.22	0.22	0.22
بی‌کربنات سدیم Sodium bicarbonate	0.1	0.1	0.1
دی ال-متیونین Dl-Methionine	0.19	0.19	0.19
ال- لیزین هیدروکلراید L-Lysine HCL	0.01	0.01	0.01
پیش‌مخلوط ویتامینی[1] Vitamin premix	0.3	0.3	0.3
پیش‌مخلوط مواد معدنی[2] Mineral premix	0.3	0.3	0.3
ترکیب شیمیایی Chemical composition			
انرژی قابل سوخت وساز (کیلوکالری بر کیلوگرم) ME (kcal/kg)	2700	2700	2700
پروتئین خام (٪) Crude protein (%)	16	16	16
کلسیم (٪) Calcium (%)	4.00	4.00	4.00
فسفر قابل دسترس (٪) Available phosphorus	0.38	0.38	0.38
متیونین (٪) Methionine (%)	0.45	0.45	0.45
متیونین+سیستین (٪) Met+Cys (%)	0.72	0.72	0.72
لیزین(٪) Lysine (%)	0.79	0.79	0.79
ترئونین (٪) Threonine (%)	0.58	0.58	0.58
تریپتوفان (٪) Tryptophan (%)	0.22	0.22	0.22
تعادل آنیون-کاتیون جیره (میلی‌اکی والان بر کیلوگرم) Dietary anion cation balance (Meq/kg)	204	204	204

[1] میزان ویتامین‌های تأمین شده در هر کیلوگرم خوراک: A، ۱۰۰۰۰ IU؛ D3، ۲۵۰۰ IU؛ E، ۱۰ IU؛ B1، ۲/۲ میلی‌گرم؛ B2، ۴ میلی‌گرم؛ B3، ۸ میلی‌گرم؛ B6، ۲ میلی‌گرم؛ B9، ۰/۵۶ میلی‌گرم؛ B12، ۰/۰۱۵ میلی‌گرم؛ کولین کلراید، ۲۰۰ میلی‌گرم.

[2] میزان مواد معدنی تأمین شده در هر کیلوگرم خوراک: منگنز، ۸۰ میلی‌گرم؛ آهن، ۵۰ میلی‌گرم؛ روی، ۶۰ میلی‌گرم؛ مس، ۱۲ میلی‌گرم؛ ید، ۱ میلی‌گرم؛ و سلنیوم، ۰/۱۵ میلی‌گرم.

[1] Supplied vitamins per kilogram of diet: mg: A, 10000 IU, D3 2500 IU, E 10 IU, B1 2.2 mg, B2 4 mg, B3 8mg, B6 2 mg, B9 0.56 mg, B12, 0.015 mg, Cholin 200mg.

[2] Supplied minerals per kilogram of diet: Mn, 80 mg, Fe 50 mg, Zn 60 mg, Cu 12 mg, Se 0.15 mg.

pH سفیده نیز مانند pH زرده، اندازه گرفته شد و شاخص زرده نیز از تقسیم ارتفاع زرده به عرض زرده ضربدر ۱۰۰ حاصل شد (۱۰). برای اندازه‌گیری درصد وزن پوسته در پایان دوره آزمایش ۳ تخم‌مرغ از هر تکرار به آزمایشگاه انتقال داده و بعد از توزین به دقت شکسته و پوسته‌ها به خوبی جدا و شسته شد و به مدت ۱۲ ساعت در دمای محیط و سپس به مدت ۷۲ ساعت در دمای ۶۵ درجه سانتی‌گراد در داخل آون نگهداری شد پس از بیرون آوردن از آون و سرد شدن وزن پوسته‌ها اندازه‌گیری شد و وزن به‌دست آمده بر وزن اولیه تخم‌مرغ تقسیم گردید تا درصد وزن پوسته به‌دست بیاید. تخم‌مرغ‌های که در مرحله قبلی وزن پوسته آنها به‌دست آمده بود، از مقطع (سر و ته و وسط) به‌وسیله دستگاه میکروسنج مخصوص با دقت ۰/۰۰۱ میلی‌متر ضخامت پوسته اندازه‌گیری شد و میانگین سه عدد به‌دست آمده به‌عنوان ضخامت پوسته آن تخم‌مرغ ثبت شد. مدل آماری برای تجزیه و تحلیل داده‌های آزمایش اول به‌صورت رابطه ۲ است:

رابطه ۲: $Y_{ij}= \mu + T_i + e_{ij}$

Y_{ij}=مقدار هر مشاهده

μ=میانگین مشاهدات

T_i=اثر تیمار

e_{ij} = اشتباه آزمایشی مربوط به مشاهده

در آزمایش دوم، برای بررسی اثرات CLA بر ماندگاری کیفیت داخلی تخم‌مرغ‌ها در دما و زمان‌های مختلف نگهداری، در پایان دوره آزمایشی، نمونه‌های تخم‌مرغ از تکرارهای گروه شاهد و گروهی که اثرات مفیدی در عملکرد تولید تخم‌مرغ داشت (سطح ۰/۵ درصد CLA) جمع‌آوری و در دماهای اتاق (۲۵ درجه سانتی‌گراد) و یخچال (۴ درجه سانتی‌گراد)، در زمان‌های مختلف (یک روز، یک هفته و یک ماه پس از تولید)، نگهداری و مهم‌ترین صفات کیفی داخلی تخم‌مرغ شامل ارتفاع سفیده، واحد هاو، ارتفاع زرده، pH سفیده و زرده اندازه‌گیری شد. برای آزمایش تعیین کیفیت تخم‌مرغ‌ها در دما و زمان‌های مختلف نیز مدل آماری به‌صورت زیر است:

رابطه ۳: $y_{ijk} = \mu + A_i + B_j + C_k + (AB)_{ij} + (BC)_{jk} + (AC)_{ik} + (ABC)_{ijk} + \varepsilon_{ijk}$

y_{ijk} = k اُمین مشاهده مربوط به j اُمین سطح فاکتور B و i اُمین سطح فاکتور A

A_i = اثر i اُمین سطح عامل A

B_j= اثر j اُمین سطح عامل B

$(AB)_{ij}$= اثر متقابل عامل A و B

$(BC)_{ik}$= اثر متقابل عامل B و C

$(AC)_{ik}$= اثر متقابل عامل A و C

$(ABC)_{ij}$= اثر متقابل عامل A و B و C

ε_{ijk} = خطای آزمایشی با میانگین صفر و واریانس می‌باشند.

فاکتور A همان سطح CLA، فاکتور B همان دمای نگهداری و فاکتور C همان زمان نگهداری بود.

در پایان، داده‌های حاصله با استفاده از نرم‌افزار آماری SAS 9.2 (۱۹) مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت و برای مقایسه تفاوت بین میانگین‌ها از آزمون توکی استفاده گردید.

نتایج و بحث

عملکرد تولید

اثرات سطوح مختلف CLA در جیره پس از تولک بری مرغان تخم‌گذار بر شاخص‌های عملکرد تولید در کل دوره در جدول ۲ نشان داده شده است. نتایج جدول ۲ نشان می‌دهد که درکل دوره تولید، درصد تولید تخم‌مرغ و توده تخم‌مرغ پرندگانی که در جیره آنها از ۰/۵ درصد CLA استفاده شده بود نسبت به جیره‌های شاهد و ۰/۲۵ درصد CLA به‌طور معنی‌داری بیشتر بود ($P<0/05$). در صورتی‌که مصرف خوراک و وزن تخم‌مرغ پرندگان تحت تاثیر درصد CLA جیره قرار نگرفت ($P>0/05$). چریان و همکاران (۸) گزارش کردند که استفاده از ۰/۲۵ درصد CLA در جیره مرغان تخم‌گذار جوان نتوانست تاثیر معنی‌داری بر عملکرد تولید تخم‌مرغ داشته باشد. کاچالدورا و همکاران (۷) با استفاده از ۰/۳ درصد CLA در جیره مرغان تخم‌گذار جوان تاثیر معنی‌داری بر عملکرد تولید تخم‌مرغ گزارش نکردند ولی آن و همکاران (۱) نشان دادند که با استفاده از ۱/۵ درصد CLA در جیره مرغان تخم‌گذار جوان، عملکرد تولید تخم‌مرغ به‌طور معنی‌داری بهبود یافت که موافق نتایج آزمایش ما است. آنها گزارش کردند که حتی با بالا بردن سطح آن به ۳ درصد جیره، تولید تخم‌مرغ کاهش یافت که این امر نشان‌دهنده اثرات منفی این اسید چرب در سطوح بالاتر است. با توجه به اینکه ثابت شده که CLA یک خاصیت ضدلیپوژنیکی دارد که این کار را از طریق کاهش لیپوپروتئین لیپاز و پروتئین باندکننده اسیدچرب اعمال می‌کند و باعث می‌شود جذب و انتقال اسیدهای چرب کاهش یابد، بدین ترتیب انتقال چربی‌ها از کبد به تخمدان برای زرده‌سازی تخم‌مرغ کاهش می‌یابد (۱۶). دو دلیل احتمالی برای این بهبود عملکرد وجود دارد یکی اینکه CLA استفاده شده در این آزمایش خلوص بسیار بالایی داشته (بالای ۹۰ درصد) در صورتی‌که خلوص CLA در تحقیقات مختلف پایین و در حدود ۶۰ درصد بوده است. ثانیاً تحقیقات گذشته عملکرد مرغان جوان یا قبل از دوره تولک را مورد بررسی قرار داده‌اند، در حالی که در تحقیق حاضر از مرغ‌های مسن تخم‌گذار و در دوره پس از تولک استفاده شده است. با توجه به اینکه تولک‌بری اجباری می‌تواند با

افزایش استرس، عملکرد سیستم تخمگذاری مرغ را تحت تاثیر قرار داده و باعث کاهش تخم‌گذاری شود (۲۱). استفاده از ۰/۵ درصد CLA در جیره مرغان تخم‌گذار پس از دوره تولک‌بری، توانسته این ضعف تخم‌گذاری را پوشش داده و تولید تخم‌مرغ نسبت به گروه شاهد را افزایش دهد.

جدول ۲- اثرات سطوح مختلف CLA در جیره پس از تولک مرغان تخم‌گذار بر عملکرد تولید در کل دوره (۴ هفته)

Table 2- Effects of different levels of CLA in post-molting diet of laying hens on production performance in total period (4 weeks)

سطوح CLA جیره (٪) Dietary CLA levels (%)	Egg production (%) درصد تولید تخم‌مرغ (٪)	Egg weight (g) وزن تخم‌مرغ (گرم)	Egg mass (g) توده تخم‌مرغ (گرم)	Feed intake (g/b/d) مصرف خوراک (گرم/پرنده/روز)	FCR (g/g) ضریب تبدیل غذایی (گرم/گرم)
صفر ٪ CLA (شاهد) 0 % CLA(control)	70.25[b]	63.85	44.92[b]	101.65	2.28[a]
CLA ٪ ۰/۲۵ 0.25% CLA	68.09[b]	65.58	45.01[b]	101.45	2.26[a]
CLA ٪ ۰/۵ 0.5% CLA	74.55[a]	65.57	48.88[a]	101.85	2.09[b]
اشتباه استاندارد میانگین SEM	1.332	0.594	0.917	0.271	0.044
سطح معنی‌داری P-value	P<0.05	0.061	P<0.05	0.489	P<0.05

[a,b] میانگین‌های با حداقل یک حرف غیر مشابه در هر ستون، از نظر آماری تفاوت معنی‌داری دارند (P<۰/۰۵).

[a,b] Means within same column with different superscripts differ (P<0.05).

در این آزمایش، در کل دوره تولید، میان وزن تخم‌مرغ پرندگانی که در جیره آنها از ۰/۲۵ یا ۰/۵ درصد CLA استفاده شده بود نسبت به جیره شاهد تفاوت معنی‌داری مشاهده نگردید (P>0/05). بلوک باشی و ارهان در سال ۲۰۰۵ (۶) گزارش کردند که استفاده از ۰/۵ درصد CLA در جیره توانست وزن تخم‌مرغ مرغان تخم‌گذار را در سن بالا به‌طور معنی‌داری افزایش دهد و کی و همکاران در سال ۲۰۱۱ (۱۸) گزارش کردند که سطح بالای ۱ درصد CLA جیره وزن تخم‌مرغ را کاهش می‌دهد ولی در بیشتر تحقیقات، سطوح بالاتر CLA نیز نتوانسته تاثیر معنی‌داری بر وزن تخم‌مرغ داشته باشد (۱ و ۶). توده تخم‌مرغ نیز حاصل‌ضرب درصد تولید در وزن تخم‌مرغ است. با توجه به اینکه اختلاف بین درصد تولید گروه دریافت‌کننده ۰/۵ درصد CLA با دیگر تیمارها معنی‌دار بود ولی وزن تخم‌مرغ بین تیمارهای مختلف اختلاف معنی‌داری نداشت، مشاهده شد که در کل دوره، اختلاف معنی‌داری بین توده تخم‌مرغ تیمارهای مختلف مشاهده شد (P<0/05) و توده تخم‌مرغ پرندگانی که جیره حاوی ۰/۵ درصد CLA دریافت کرده بودند نسبت به گروه شاهد و گروه ۰/۲۵ درصد CLA افزایش معنی‌داری نشان داد. در این آزمایش، مصرف خوراک پرندگان نیز تحت تاثیر درصد CLA جیره قرار نگرفت (P>0/05) و ضریب تبدیل غذایی پرندگانی که جیره حاوی ۰/۵ درصد CLA دریافت کرده بودند نسبت به گروه شاهد و گروه ۰/۲۵درصد CLA کاهش معنی‌داری نشان داد. برخی از تحقیقات، موافق با این آزمایش حتی در سطوح بالاتر CLA نیز کاهش مصرف خوراک پرندگان را گزارش نکرده‌اند (۸ و ۱۸) ولی آن و همکاران (۱) و شانگ و همکاران (۲۱) کاهش مصرف خوراک پرنده‌ها را با افزایش میزان CLA جیره گزارش کرده‌اند.

صفات کیفی داخلی تخم‌مرغ

نتایج اثرات سطوح مختلف CLA در جیره پس از تولک مرغان تخم‌گذار بر صفات کیفی داخلی تخم‌مرغ در دو هفته اول و دوم در جدول ۳ نشان داده شده است. نتایج نشان می‌دهد که در هیچ‌یک از دوره‌های تولیدی پس از دوره تولک‌بری، استفاده از CLA تا سطح ۰/۵ درصد جیره مرغان تخم‌گذار، نتوانسته بر درصد زرده و سفیده، pH زرده و سفیده، ارتفاع زرده، واحد هاو، رنگ زرده و شاخص زرده تاثیر معنی‌داری داشته باشد (P>0/05) با اینکه نتایج جدول نشان می‌دهد که با افزایش میزان CLA در جیره، ارتفاع واحد هاو از ۷۲/۷ در گروه شاهد به ۷۸/۳ در گروه ۰/۵ درصد CLA رسید ولی این اثر معنی‌دار نبود.

در این آزمایش، میزان pH سفیده نیز که یکی از معیارهای صفت کیفی داخلی تخم‌مرغ بوده و با افزایش زمان نگهداری تخم‌مرغ دچار تغییر می‌شود، با افزایش میزان CLA در جیره، تغییر معنی‌داری نشان نداد.

جدول ۳- اثرات سطوح مختلف CLA در جیره پس از تولک مرغان تخمگذار بر صفات کیفی داخلی تخم‌مرغ

Table 3- Effects of different levels of CLA in post-molting diet of laying hens on egg internal quality traits

صفات Traits	صفر ٪ CLA (شاهد) 0 % CLA(control)	CLA ٪ ۰/۲۵ 0.25% CLA	CLA ٪ ۰/۵ 0.5% CLA	SEM اشتباه استاندارد میانگین	P-value سطح معنی‌داری
			دو هفته اول First two weeks		
درصد سفیده Albumen percent	59.01	58.70	58.21	2.32	0.97
درصد زرده Yolk percent	27.59	27.03	27.57	1.61	0.375
pH سفیده Albumen pH	9.12	9.05	9.03	0.104	0.191
pH زرده Yolk pH	6.25	6.27	6.28	0.053	0.932
ارتفاع زرده (میلیمتر) Yolk height (mm)	1.58	1.56	1.56	0.029	0.859
واحد هاو Haugh unit	86.46	85.38	84.51	0.619	0.125
مقیاس رش Roche scale	9.00	9.00	8.90	0.079	0.329
شاخص زرده Yolk index	37.1	37.3	36.9	0.549	0.911
			دو هفته دوم Second two weeks		
درصد سفیده Albumen percent	55.8	58.1	57.4	1.89	0.610
درصد زرده Yolk percent	28.17	28.73	29.25	1.72	0.841
pH سفیده Albumen pH	9.34	9.36	9.36	0.097	0.712
pH زرده Yolk pH	6.34	6.35	6.38	0.053	0.712
ارتفاع زرده (میلی‌متر) Yolk height (mm)	1.61	1.62	1.58	0.032	0.262
واحد هاو Haugh unit	72.7	74.1	78.3	0.611	0.194
مقیاس رش Roche scale	10.2	10.1	10.1	0.085	0.388
شاخص زرده Yolk index	34.1	36.9	38.1	0.712	0.555

[a-b] میانگین‌های با حداقل یک حرف غیر مشابه در هر ستون، از نظر آماری تفاوت معنی‌داری دارند (P<۰/۰۵).

[a-b] Means within same column with different superscripts were different (P<0.05).

بلوک باشی و ارهان (۶) نشان دادند که با افزایش سطح CLA به ۰/۵ درصد جیره، تغییرات معنی‌داری در درصد سفیده، درصد زرده، pH سفیده و pH زرده تخم‌مرغ مشاهده نگردید که موافق با نتایج آزمایش حاضر است که با افزایش سطح CLA به ۰/۵ درصد جیره، در هیچ‌یک از دوره‌های اول و دوم ارزیابی کیفی، تغییرات معنی‌داری در درصد سفیده، درصد زرده، pH سفیده و pH زرده و رنگ زرده (مقیاس رش) تخم‌مرغ مشاهده نشد (P>0/05). اگرچه شانگ و همکاران (۲۱) گزارش کردند که با افزایش CLA جیره در مرغان تخم‌گذار، درصد سفیده و زرده تخم‌مرغ، به‌طور خطی کاهش می‌یابد ولی دراین آزمایش تغییر معنی‌داری در درصد سفیده و زرده تخم‌مرغ

گروه‌های مختلف مشاهده نگردید.

صفات کیفی خارجی تخم‌مرغ

نتایج اثرات سطوح مختلف CLA در جیره پس از تولک مرغان تخم‌گذار بر برخی از صفات کیفی خارجی تخم‌مرغ در دو هفته اول و دوم در جدول ۴ نشان داده شده است.

جدول ٤- اثرات سطوح مختلف CLA در جیره پس از تولک مرغان تخم‌گذار بر صفات کیفی داخلی تخم‌مرغ

Table 4- Effects of different levels of CLA in post-molting diet of laying hens on egg external quality traits

صفات Traits	صفر ٪ CLA (شاهد) 0 % CLA(control)	CLA ٪ ۰/۲۵ 0.25% CLA	CLA ٪ ۰/۵ 0.5% CLA	SEM اشتباه استاندارد میانگین	P-value سطح معنی‌داری
			دو هفته اول First two weeks		
طول تخم‌مرغ (سانتی‌متر) Egg length (cm)	5.92	5.93	5.92	0.051	0.998
عرض تخم‌مرغ (سانتی‌متر) Egg width (cm)	4.41	4.45	4.38	0.039	0.493
سطح تخم‌مرغ (میلی‌متر مربع) Egg surface (mm^2)	199.4	203.9	205.0	2.26	0.211
وزن مخصوص تخم‌مرغ (گرم بر سانتی‌متر مکعب) Egg specific gravity (g/cm^3)	1.088	1.086	1.086	0.003	0.859
درصد پوسته (٪) Shell percent (٪)	10.14	10.18	10.13	0.083	0.459
ضخامت پوسته (میلی‌متر) Shell thickness (mm)	0.632	0.716	0.710	0.024	0.055
			دو هفته دوم Second two weeks		
طول تخم‌مرغ (سانتی‌متر) Egg length (cm)	5.78	5.70	5.92	0.085	0.227
عرض تخم‌مرغ (سانتی‌متر) Egg width (cm)	4.30	4.34	4.40	0.062	0.537
سطح تخم‌مرغ (میلی‌متر مربع) Egg surface (mm^2)	195.1	193.3	202.2	3.30	0.169
وزن مخصوص تخم‌مرغ (گرم بر سانتی‌متر مکعب) Egg specific gravity (g/cm^3)	1.09	1.09	1.08	0.001	0.396
درصد پوسته (٪) Shell percent (٪)	10.36	10.31	10.09	0.102	0.215
ضخامت پوسته (میلی‌متر) Shell thickness (mm)	0.780	0.866	0.908	0.022	0.072

[a-b] میانگین‌های با حداقل یک حرف غیر مشابه در هر ستون، از نظر آماری تفاوت معنی‌داری دارند (P<۰/۰۵).

[a-b] Means within same column with different superscripts were different (P<0.05).

نتایج نشان می‌دهد در هیچ‌یک از دوره‌های تولیدی پس از دوره تولک‌بری، استفاده از CLA تا سطح ۰/۵ درصد جیره مرغان تخم‌گذار نتوانست بر طول و عرض تخم‌مرغ، وزن مخصوص تخم‌مرغ، حجم و سطح تخم‌مرغ، وزن پوسته و ضخامت پوسته تاثیر معنی‌داری داشته باشد. ولی با افزایش میزان CLA در جیره، ضخامت پوسته تخم‌مرغ روند افزایشی نشان می‌دهد که این نشانگر اثر غیر معنی‌دار این اسیدچرب بر ضخامت پوسته تخم‌مرغ پس از دوره تولک است.

ضخامت پوسته تخم‌مرغ یکی از شاخص‌های اصلی در نگهداری سالم تخم‌مرغ خوراکی در انبار است و با افزایش آن، علاوه بر اینکه تبخیر آب به کندی صورت می‌گیرد بلکه از نظر حمل و نقل سالم این ماده خوراکی نیز حائز اهمیت است. بلوک باشی و ارهان در سال ۲۰۰۵ (۶) نشان دادند با افزودن ۰/۵درصد CLA به جیره مرغان تخم‌گذار، وزن پوسته تحت تاثیر قرار نمی‌گیرد که این موافق با نتایج آزمایش حاضر است.

صفات کیفی تخم‌مرغ در دما و زمان‌های مختلف نگهداری

اثرات اصلی سطح کنژوگه (۲ سطح)، زمان نگهداری (۳ زمـان) و دمای نگهداری (۲ دما) تخم‌مرغ بر مهم‌ترین صفات کیفی تخم‌مرغ‌ها در جدول ۵ ارائه شده است. سفیده تخم‌مرغ، حاوی مقدار بـالایی آب (حدود ۹۰ درصد) بوده و نشان داده شده است کـه در طـی نگهـداری تخم‌مرغ در انبار و با گذشت زمان نگهداری به دلیل از دست دادن آب از طریق پوسته، مقدار آب سفیده کاهش و در نتیجه درصد سـفیده در کل تخم‌مرغ کمتر مـی‌شـود. از طرفـی نیـز هرچـه دمـای نگهـداری افزایش یابد، این کاهش آب و درصد سفیده، بیشتر کـاهش مـی‌یابـد (۱۲ و ۲۲). استفاده ازاسیدچرب لینولئیک کنژوگه، بـه دلیـل نفـوذ در غشای زرده و افزایش نفوذپذیری آن نسبت به برخی از یون‌هـا و آب، باعث جابه‌جایی مقدار بیشتری از آب از سفیده به زرده شده و این نیـز به نوبه خود، درصد آب و در نتیجه درصد سفیده تخـم‌مـرغ را بیشـتر کاهش می‌دهد (۵). نتایج جدول ۵ نیز نشان می‌دهد کـه بـا افـزایش زمان نگهداری، به دلیل تبخیر آب از پوسـته، درصـد سـفیده بـه‌طـور معنی‌داری کاهش یافته است (P<0/05) و با افزایش سطح CLA در جیره نیز، اگرچه درصد سفیده به‌طور عددی کاهش نشـان داده اسـت ولی معنی‌دار نمی‌باشد. این نتایج مطابق با نتـایج آن و همکـاران (۱) است.

جدول ۵- اثرات اصلی سطوح CLA، مدت زمان نگهداری و دمای نگهداری بر صفات کیفی داخلی تخم‌مرغ

Table 5- Effects of main effects of CLA levels, storage duration times and temperatures on egg internal quality traits

تیمار Treatment	درصد سفیده (٪) Albumen percent (%)	واحد هاو Haugh unit	pH سفیده Albumen pH	ارتفاع زرده Yolk height (cm)	pH زرده Yolk pH
اثر اصلی سطح CLA **Main effects of CLA**					
0 % CLA CLA صفر درصد	43.34	67.05	9.20[a]	1.38[a]	6.50[b]
0.5 % CLA CLA ۰/۵ درصد	42.73	69.66	9.10[b]	1.43[b]	6.64[a]
اشتباه استاندارد میانگین SEM	1.12	1.02	0.022	0.013	0.027
سطح معنی‌داری p-value	0.702	0.105	P<0.05	P<0.05	P<0.01
اثر اصلی مدت زمان نگهداری **Main effects of storage duration time**					
۱ روز پس از تولید 1day after storage	57.08[a]	76.79[a]	9.15[c]	1.55[a]	6.36[b]
۷ روز پس از تولید 7day after storage	40.37[b]	61.20[b]	9.22[b]	1.47[b]	7.59[a]
۳۰ روز پس از تولید 30day after storage	31.65[c]	59.78[c]	9.36[a]	1.21[c]	7.79[a]
اشتباه استاندارد میانگین SEM	1.37	1.24	0.028	0.016	0.039
سطح معنی‌داری p-value	P<0.01	P<0.01	P<0.01	P<0.01	P<0.01
اثر اصلی دمای نگهداری **Main effects of storage temperature**					
۴ درجه سانتی‌گراد 4ºC	42.54	76.50[a]	9.20[b]	1.62[a]	6.46[b]
۲۷ درجه سانتی‌گراد 27ºC	43.50	55.21[b]	9.28[a]	1.20[b]	6.70[a]
اشتباه استاندارد میانگین SEM	1.12	1.02	0.022	0.013	0.026
سطح معنی‌داری p-value	0.539	P<0.01	P<0.05	P<0.01	P<0.01

[a,b,c] میانگین‌های با حداقل یک حرف غیر مشابه در هر ستون، از نظر آماری تفاوت معنی‌داری دارند (P<۰/۰۵).

[a,b,c] Means within same column with different superscripts were different (P<0.05).

ارتفاع سفیده، یکی از عوامل بسیار مهم در تعیین کیفیت داخلی یک تخم‌مرغ می‌باشد ولی مولفه‌های به‌وجود آورنده و تغییردهنده آن به‌طور کامل درک نشده است (۲۶). اگرچه کاهش مقدار آن با افزایش زمان نگهداری تخم‌مرغ به تأیید رسیده است (۱۷ و ۲۲). به دلیل تاثیر مستیقم وزن تخم‌مرغ بر ارتفاع سفیده، برای ارزیابی کیفیت داخلی تخم‌مرغ، از واحد هاو به‌جای ارتفاع سفیده استفاده می‌شود تا بر اساس وزن تخم‌مرغ تصحیح شود (۱۱). با گذشت زمان ذخیره تخم‌مرغ، ارتفاع سفیده و واحد هاو تخم‌مرغ کاهش می‌یابد که در این صورت سفیده تخم‌مرغ به دلیل قوام نداشتن سفیده همانند آب روی میز پخش می‌شود (۲۲). نتایج جدول ۵ نشان می‌دهد اثرات اصلی سطوح CLA بر واحد هاو سفیده معنی‌دار نیست ولی با افزایش زمان و دمای نگهداری تخم‌مرغ، واحد هاو به‌طور معنی‌داری کاهش نشان می‌دهد (P<0/01)که این امر نشان‌دهنده تاثیر معنی‌دار زمان و دما بر پروتئولیز اوموسین و شکستن برخی از پیوندهای دی‌سولفیدی بین پروتئین‌های سفیده است که منجر به کاهش ارتفاع سفیده می‌گردد (۱۷ و ۲۴) ولی نفوذ اسیدهای چرب کنژوگه جیره در غشای زرده و انتقال یون و آب بین زرده و سفیده، اگرچه باعث افزایش عددی واحد هاو شد، ولی این افزایش از نظر آماری معنی‌دار نبود. افزایش سطح CLA، باعث افزایش معنی‌دار ارتفاع زرده شد (جدول ۵) که احتمالاً نفوذ آب از سفیده به زرده، ارتفاع آن را افزایش داده است.

مقدار pH سفیده در تخم‌مرغ تازه گذاشته شده بین ۷/۶ تا ۸/۵ است. با افزایش طول مدت زمان‌نگهداری تخم‌مرغ در انبار، pH تخم‌مرغ می‌تواند تا ۹/۷ یا حتی بیشتر افزایش یابد و این افزایش pH به دلیل خروج گاز دی‌اکسیدکربن از روزنه‌های پوسته تخم‌مرغ است (۱). برخی از محققان گزارش کردند که در زمان‌های نگهداری طولانی‌مدت تخم‌مرغ در انبار، به‌دلیل انتقال یون‌ها بین سفیده و زرده تخم‌مرغ و تغییرات pH زرده و سفیده، احتمالاً کیفیت داخلی تخم‌مرغ می‌تواند کاهش یابد (۱ و ۲۳) ولی استفاده از CLA در جیره مرغ تخم‌گذار می‌تواند سرعت روند این تغییرات را کندتر کند (۱ و ۱۵). داده‌های مرتبط با اثرات اصلی درجدول ۵ نشان داد که اثرات اصلی سطحCLA روی pH سفیده و pH زرده معنی‌دار است (P<0/01) و با افزایش سطح CLA جیره، pH سفیده کاهش معنی‌داری نشان می‌دهد. افزایش دما و زمان نگهداری نیز باعث افزایش معنی‌داریpH سفیده شده و کیفیت تخم‌مرغ کاهش یافته است. پس در این آزمایش، با افزایش میزان CLA جیره، pH سفیده کاهش و pH زرده افزایش نشان داد ولی با افزایش مدت زمان نگهداری تخم‌مرغ، pH سفیده و زرده افزایش و با افزایش دمای نگهداری نیز، pH زرده و سفیده هر دو افزایش یافتند که این نتایج مطابق با نتایج آزمایش بلوک باشی و ارهان (۶) بود. آنها نیز طی آزمایشی نشان دادند که در سطح ۰/۵ درصد CLA جیره، با نگهداری تخم‌مرغ‌ها، درصد سفیده کاهش، pH سفیده کاهش و pH زرده افزایش یافت.

جدول ٦- اثرات متقابل سطوح CLA و مدت زمان نگهداری بر صفات کیفی داخلی تخم‌مرغ

Table 6- Interaction effects of CLA levels and storage times on egg internal quality traits

تیمار Treatment	درصد سفیده(٪) Albumen percent (%)	واحد هاو Haugh unit	pH سفیده Albumen pH	ارتفاع زرده Yolk height (cm)	pH زرده Yolk pH
صفردرصد CLA*۱روز 0% CLA*1d	65.96	73.24	9.12^{c}	1.54^{a}	6.34^{c}
صفردرصد CLA*۷روز 0% CLA*7d	40.09	63.44	9.14^{c}	1.36^{b}	6.65^{bc}
صفردرصد CLA*۳۰روز 0% CLA*30d	32.98	62.46	9.35^{a}	1.26^{c}	6.76^{b}
۰/۵درصد CLA*۱روز 0.5% CLA*1d	57.22	78.34	9.11^{c}	1.57^{a}	6.39^{c}
۰/۵درصد CLA*۷روز 0.5% CLA*7d	40.65	68.96	9.11^{c}	1.58^{a}	6.43^{c}
۰/۵درصد CLA*۳۰روز 0.5% CLA*30d	30.32	66.95	9.28^{b}	1.16^{d}	7.31^{a}
اشتباه استاندارد میانگین SEM	1.94	1.76	0.019	0.023	0.053
سطح معنی‌داری p-value	0.665	0.082	P<0.05	P<0.01	P<0.05

^{a,b,c,d}میانگین میانگین‌های با حداقل یک حرف غیر مشابه در هر ستون، از نظر آماری تفاوت معنی‌داری دارند (P<۰/۰۵).

^{a,b,c} Means within same column with different superscripts were different (P<0.05).

جدول ۷- اثرات متقابل سطوح CLA و دمای نگهداری بر صفات کیفی داخلی تخم‌مرغ

Table 7- Interaction effects of CLA levels and storage temperature on egg internal quality traits

تیمار Treatment	درصد سفیده (%) Albumen percent	واحد هاو Haugh unit	pH سفیده Albumen pH	ارتفاع زرده Yolk height (cm)	pH زرده Yolk pH
صفردرصد CLA*۴درجه سانتی‌گراد 0% CLA*4ºC	40.89	78.72	9.21[b]	1.62[a]	6.44
صفردرصد CLA*۲۷درجه سانتی‌گراد 0% CLA*27ºC	45.79	55.31	9.37[a]	1.15[c]	6.60
۰/۵درصد CLA*۴درجه سانتی‌گراد 0.5% CLA*4ºC	44.20	74.27	9.20[b]	1.62[a]	6.49
۰/۵درصد CLA*۲۷درجه سانتی‌گراد 0.5% CLA*27ºC	41.26	65.06	9.20[b]	1.25[b]	6.80
اشتباه استاندارد میانگین SEM	1.58	1.44	0.032	0.019	0.047
سطح معنی‌داری p-value	0.517	0.157	P<0.05	P<0.05	0.086

[a,b,c] میانگین‌های با حداقل یک حرف غیر مشابه در هر ستون، از نظر آماری تفاوت معنی‌داری دارند (P<۰/۰۵).

[a,b,c] Means within same column with different superscripts differ (P<0.05).

جدول ۸- اثرات متقابل زمان و دمای نگهداری بر صفات کیفی داخلی تخم‌مرغ

Table 8- Interaction effects of storage time and temperature on egg internal quality traits

تیمار Treatment	درصد سفیده (%) Albumen percent	واحد هاو Haugh unit	pH سفیده Albumen pH	ارتفاع زرده Yolk height	pH زرده Yolk pH
۱روز*۴درجه سانتی‌گراد 1d * 4ºC	56.40	78.04[a]	9.14[b]	1.54[b]	6.37[d]
۱روز*۲۷درجه سانتی‌گراد 1d * 27ºC	57.77	75.54[a]	9.15[b]	1.57[b]	6.36[d]
۷روز*۴درجه سانتی‌گراد 7d * 4ºC	40.98	75.75[a]	9.11[b]	1.61[ab]	6.50[c]
۷روز*۲۷درجه سانتی‌گراد 7d * 27ºC	39.77	46.92[b]	9.33[a]	1.33[c]	6.68[b]
۳۰روز*۴درجه سانتی‌گراد 30d * 4ºC	30.26	75.71[a]	9.36[a]	1.71[a]	7.53[a]
۳۰روز*۲۷ درجه سانتی‌گراد 30d * 27ºC	33.04	44.44[b]	9.36[a]	1.71[a]	7.55[a]
اشتباه استاندارد میانگین SEM	1.38	1.37	0.053	0.035	0.026
سطح معنی‌داری p-value	0.584	P<0.01	P<0.01	P<0.01	P<0.01

[a,b,c,d] میانگین‌های با حداقل یک حرف غیر مشابه در هر ستون، از نظر آماری تفاوت معنی‌داری دارند (P<۰/۰۵).

[a,b,c,d] Means within same column with different superscripts were different (P<0.05).

با نگاهی به جداول ۶، ۷ و ۸ می‌توان مشاهده نمود که هیچ‌یک از اثرات متقابل سطح CLA با مدت زمان، سطح CLA با دمای نگهداری و زمان نگهداری با دمای نگهداری روی درصد سفیده معنی‌دار نبوده است (P>0/05) که این امر نشانگر این موضوع است که در تخم‌مرغ‌هایی که در دما و زمان‌های متفاوتی نگهداری شده بودند، استفاده از CLA به میزان ۰/۵ درصد جیره، نتوانست تغییر معنی‌داری در درصد سفیده و احتمالاً تغییر آب سفیده داشته باشد. همچنین نتایج جداول ۶، ۷ و ۸ نشان داد که اثرات متقابل سطح CLA با مدت زمان نگهداری و سطح CLA با دمای نگهداری بر روی واحد هاو نیز معنی‌دار نیست (P>0/05) و در تخم‌مرغ‌هایی که

در دما و زمان‌های متفاوتی نگهداری شده بودند، استفاده از CLA به میزان ۰/۵ درصد جیره، نتوانست تغییر معنی‌داری در ارتفاع سفیده و واحد هاو داشته باشد که احتمالاً نفوذ اسیدهای چرب کنژوگه جیره در غشای زرده نتوانسته باعث تغییری در واحد هاو شود ولی اثرات متقابل دما و زمان‌های نگهداری بر روی واحد هاو معنی‌دار بود که این امر نشان می‌دهد که با افزایش زمان نگهداری (خصوصاً در زمان‌های ۷ و ۳۰ روز)، کاهش دما به‌خوبی می‌تواند تغییرات واحد هاو را تحت‌تاثیر قرار داده و کاهش دهد. همچنین می‌توان فهمید که اثرات متقابل سطح CLA با مدت زمان، سطح CLA با دمای نگهداری و زمان نگهداری با دمای نگهداری بر روی ارتفاع زرده معنی‌دار است و این نشان می‌دهد که نفوذپذیری غشای ویتلین و افزایش آب زرده، ارتفاع زرده را نسبت به ارتفاع سفیده بیشتر تحت تاثیر قرار می‌دهد.

نتایج جداول ۶، ۷ و ۸ نشان می‌دهد که اثرات متقابل سطح CLA با مدت زمان، سطح CLA با دمای نگهداری و زمان نگهداری با دمای نگهداری بر روی pH سفیده معنی‌دار بوده است ($P<0/05$) که این امر نشانگر این موضوع است که در تخم‌مرغ‌هایی که در دما و زمان‌های متفاوتی نگهداری شده بودند، استفاده از CLA به میزان ۰/۵ درصد جیره، توانست pH سفیده را تحت تاثیر قرار دهد. با نگاهی به جدول می‌توان دریافت که در تخم‌مرغ‌هایی که در زمان طولانی‌تر (۳۰ روز) نگهداری شده بودند، استفاده از ۰/۵ درصد CLA در جیره، توانست به‌طور معنی‌داری pH سفیده را تحت تاثیر قرار داده و کاهش دهد ($P<0/05$) (جدول ۶) و به‌طور مشابه در تخم‌مرغ‌هایی که در دمای بالاتر (۲۷ درجه سانتی‌گراد) نگهداری شده بودند نیز استفاده از ۰/۵ درصد CLA در جیره، توانست به‌طور معنی‌داری pH سفیده را کاهش دهد ($P<0/01$) (جدول ۷) و کمترین مقادیر pH سفیده مربوط به تخم‌مرغ تیمارهایی است که در مدت زمان کمتر نگهداری، در دماهای کمتر (۴ درجه سانتی‌گراد) ولی همراه با CLA بالاتر جیره باشند. این نتایج نشان‌دهنده تاثیر مثبت CLA بر کیفیت داخلی تخم‌مرغ در طول مدت نگهداری است. جدول ۸ نیز نشان داد با افزایش زمان نگهداری تخم‌مرغ، کاهش دما می‌تواند تاثیر معنی‌داری بر pH سفیده داشته باشد و آن را کاهش دهد. مقادیر pH زرده نیز تحت تاثیر زمان و دمای نگهداری بود و در تخم‌مرغ‌هایی که در زمان طولانی‌تر(۳۰ روز) و دمای بالاتر (۲۷ درجه سانتی‌گراد) نگهداری شده بودند، pH زرده بالا بود. آن و همکاران (۱) گزارش کردند که استفاده از CLA در جیره مرغان تخم‌گذار باعث می‌شود در طول مدت نگهداری تخم‌مرغ، انتقال یون‌ها بین زرده و سفیده بیشتر شود چون CLA و ایزومرهای ترانس، با افزایش اندازه فضای بین زنجیره‌های اسیدهای چرب فسفولیپیدهای تشکیل‌دهنده غشاء، نفوذپذیری غشاء را افزایش می‌دهند. آیدین و همکاران نیز (۴) اشاره کردند زمانی‌که تخم‌مرغ‌های حاوی CLA در دمای یخچال نگهداری می‌شوند تغییراتی در pH زرده و سفیده مشاهده می‌گردد که دلیل آن احتمالاً این است که CLA با تاثیر بر متابولیسم اسیدهای چرب در بدن پرندگان، مقدار اسیدهای چرب اشباع غشای زرده را افزایش می‌دهد و بنابراین با نگهداری تخم‌مرغ در هوای سرد یخچال، غشای زرده پاره شده و باعث نشت مواد معدنی و آب از سفیده به زرده می‌شود. برخی از تحقیقات نشان داده‌اند که مقدار یون های آهن، کلسیم، روی، منیزیم، سدیم و کلرید زرده و سفیده تخم‌مرغ‌های حاصل از مرغ‌های تغذیه شده با CLA، که به مدت ۱۰ هفته در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد نگهداری شدند، نسبت به تخم‌مرغ‌های گروه شاهد، دارای تغییرات زیادی بودند (۴). در آزمایش دیگری، شانگ و همکارانش (۲۱) نشان دادند که سدیم، پتاسیم و منیزیم زرده تخم‌مرغ‌ها با افزایش سطح CLA جیره، افزایش می‌یابند. این تغییراتی که در سفیده یا زرده تخم‌مرغ و به دنبال آن کیفیت داخلی تخم‌مرغ در مرغ‌های تغذیه شده با CLA اتفاق می‌افتد، می‌تواند به دلیل افزایش نفوذپذیری غشای زرده و در نتیجه افزایش مقدار آب زرده، جابه‌جایی یون‌ها بین زرده و سفیده یا تغییرات pH زرده در طول نگهداری در هوای سرد باشد (۱). نتایج اثرات متقابل سه‌گانه سطح CLA، زمان نگهداری و دمای نگهداری نیز در جدول ۹ ارائه شده‌اند. نتایج اثرات متقابل سه گانه این آزمایش نشان می‌دهد که اثرات متقابل سطح CLA، زمان نگهداری و دمای نگهداری بر روی pH زرده و ارتفاع زرده معنی‌دار بوده ($P<0/01$) و بیشترین ارتفاع زرده مربوط به تخم‌مرغ تیمارهایی بود که در کمترین زمان نگهداری، در دمای پایین‌تر و همراه با CLA بودند و کمترین pH زرده نیز در تخم-مرغ‌های تیمارهایی مشاهده گردید که علاوه بر نداشتن CLA در جیره‌هایشان، در دمای پایین‌تر و طول مدت کوتاه‌تری نیز نگهداری شده بودند.

نتیجه‌گیری کلی

از این آزمایش چنین نتیجه‌گیری می‌شود که در دوره پس از تولک‌بری اجباری مرغان تخم‌گذار سویه های‌لاین، استفاده از اسیدچرب CLA خالص تا سطح ۰/۵ درصد جیره، می‌تواند علاوه بر تاثیر مثبت بر صفات تولید تخم‌مرغ، تغییرات pH یا به‌طور کلی کیفیت داخلی تخم‌مرغ را در طول نگهداری تا حدودی حفظ کند.

جدول ۹- اثرات متقابل سه‌گانه سطح CLA، زمان نگهداری و دمای نگهداری بر صفات کیفی داخلی تخم‌مرغ

Table 9- Interaction effects of CLA level, storage time and temperature on egg internal quality traits

تیمار Treatment			درصد سفیده (٪) Albumen percent	واحد هاو Haugh unit	pH سفیده Albumen pH	ارتفاع زرده Yolk height	pH زرده Yolk pH
سطح CLA (٪) CLA Leve (%)	زمان نگهداری (روز) Storage time (day)	دمای نگهداری (سانتی‌گراد) Storage temperature (°C)					
صفردرصد CLA 0% CLA	1	4	55.80	77.74	9.18	1.52[a]	6.34[c]
	1	27	58.11	72.73	9.18	1.46[ab]	6.35[c]
	7	4	38.76	80.06	9.14	1.51[a]	6.42[c]
	7	27	41.43	46.82	9.48	1.43[ab]	6.67[b]
	30	4	28.11	78.38	9.31	1.24[b]	6.74[b]
	30	27	37.84	46.55	9.35	1.08[c]	6.88[b]
۰/۵درصد CLA 0.5% CLA	1	4	57.01	78.34	9.14	1.56[a]	6.40[c]
	1	27	57.43	78.34	9.15	1.55[a]	6.38[c]
	7	4	43.20	71.43	9.08	1.42[ab]	6.67[b]
	7	27	38.11	46.49	9.39	1.34[b]	6.79[b]
	30	4	34.40	73.05	9.28	1.01[c]	6.87[b]
	30	27	28.25	40.34	9.35	0.94[c]	7.22[a]
اشتباه استاندارد میانگین SEM			2.74	2.49	0.056	0.033	0.072
سطح معنی‌داری p-value			0.313	0.426	0.158	P<0.01	P<0.01

[a-b] میانگین‌های با حداقل یک حرف غیر مشابه در هر ستون، از نظر آماری تفاوت معنی‌داری دارند (P<۰/۰۵).

[a-b] Means within same column with different superscripts were different (P<0.05).

منابع

1. Ahn, D. U., J. L. Sell, C. Chamruspollert, M. Jo, and M. Jeffery. 1999. Effect of dietary conjugated linoleic acid on the quality characteristics of chicken eggs during refrigerated storage. Poultry Science, 78: 922-928.
2. Alvers, R., R. Van der Wielen, E. J. Brink, H. F. Hendriks, V. N. Dorovska-Taran, and I. C. Mohede. 2003. Effects of cis-9, trans-11 and trans-10, cis-12 conjugated linoleic acid (CLA) isomers on immune function in healthy men. European Journal of Clinical Nutrition, 57: 595-603.
3. Ashton, H.E. and D. A. Fletcher. 1962. Development and use of color standards for egg yolks. Poultry Science. 41: 1903-1909.
4. Aydin, R., M. W. Pariza, and M. E. Cook. 2001. Olive oil prevents the adverse effects of dietary conjugated linoleic acid on chick hatchability and egg quality. Journal of Nutrition, 131: 800-806.
5. Aydin, R. 2006. Effect of storage temperature on the quality of eggs from conjugated linoleic acid-fed laying hens. South African Journal of Animal Science 36: 13-19.
6. Bolukbasi, S. C. and M. K. Erhan. 2005. Effect of dietary conjugated linoleic acid on laying hen performance, egg yolk fatty acid composition and egg quality during refrigerated storage. Journal of Animal and Feed Sciences. 14: 685-693.
7. Cachldra, P., J. C. DeBlAas, P. Garcia-Rebollr, C. Alvarez, J. Mendez. 2005. Short communication: Effects of type and level of supplementation with dietary n-3 fatty acids on yolk fat composition and n-3 fatty acid retention in hen eggs. Spanish Journal of Agriculture Research, 3: 209-212.
8. Cherian, G., M. G. Traber, M. P. Goege, and S. W. Leonard. 2007. Conjugated linoleic acid and fish oil in laying hen diets: Effects on egg fatty acids, thiobarbituric acid reactive substances, and tocopherols during Storage. Poultry Science, 86: 953-958.

9. Cook, R. K., D. Root, C., Miller, E. Reisler, and P. A. Rubenstein. 1993. Enhanced stimulation of myosin subfragment 1 ATPase activity by addition of negatively charged residues to the yeast actin NH2 terminus. Journal of Biological Chemistry, 268: 2410-2415.
10. Funk, E. M. 1948. The relation of yolk index determined in natural position to the yolk index as determined after separating the yolk from the albumen. Poultry Science, pp. 367.
11. Haugh, R. R. 1937. The Haugh unit for measuring egg quality. The U.S. egg & poultry magazine. 43:522-555.
12. Hossieni Siyar, S. A., A. Saki, M. M. Tabatabaei, H. A. Aliarabi, A. Ahmadi, and N. Ashori. 2010. Effect of storage condition and hen age on egg quality parameters. Iranian Journal of Animal Science Research, 2: 1-10.
13. Jin. Y. H., K. T. Lee, W. I. Lee, and Y. K. Han. 2011. Effects of Storage Temperature and Time on the Quality of Eggs from Laying Hens at Peak Production. Asian Australian Journal of Animal Science, 24:279-284.
14. Lee, K. N., D. Kritchevsky, and M. W. Pariza. 1994. Conjugated linoleic acid and atherosclerosis in rabbits. Atherosclerosis, 108: 19-25.
15. Ntambi, J. M., Y. Choi, and Y. Kim. 1999. Regulation of stearoyl-CoA desaturase by conjugated linoleic acid. In: Advances in Conjugated Linoleic Acid. Vol. 1. Eds. Yurawecz, M.P., Mossoba, M.M., Kramer, J.K.G., Nelson, G. & Pariza, M.W., AOCS Press, Champaign, IL. pp. 340-347.
16. Park, Y., J. M. Storkson, K. J. Albright, W. Liu, and M. W. Pariza. 1999. Evidence that the trans-10, cis-12 isomer of conjugated linoleic acid induces body composition changes in mice. Lipids. 34: 235-241.
17. Pasquoal, C. M., L. Evilda, P. M. Juliana, N. K. O. Wanessa, and E. N. Joaquim. 2012. Egg quality of laying hens in different conditions of storage, ages and housing densities. Revista Brasileira de Zootecnia, 41:2064-2069.
18. Qi, X., S. Wu, H. Zhang, H. S. Yue, F. Ji and G. Qi. 2011. Effects of dietary conjugated linoleic acids on lipid metabolism and antioxidant capacity in laying hens Archives of Animal Nutrition, 65: 354-65.
19. SAS User's Guide. 2009. Version 9.2 ed. SAS Inst. Inc., Cary, NC.
20. Siegel, H. S. 1980. Physiological stress in birds. Biological Sciences, 30:529-533.
21. Shang, X. G., F. L. Wang, D. F. Li, J. D. Yin, and J. Y. Li. 2004. Effects of dietary conjugated linoleic acid on the productivity of laying hens and egg quality during refrigerated storage. Poultry Science, 83: 1688-1685.
22. Silversides, F. G. and T. A. Scott. 2001. Effect of storage and layer age on quality of eggs from two lines of hens. Poultry Science, 80:1240-1245.
23. Silversides, F. G. and K. Budgell. 2004. The relationship among measures of egg albumen height, pH and whipping volume. Poultry Science, 83: 1619-1623.
24. Stevens, L. 1996. Egg proteins: What are their functions. Scientific Program, 79:65-87.
25. Viviani, R. O. M. 1970. Metabolism of long-chain fatty acids in the rumen. Advances in lipid research, 8:267.
26. Williams, K. C. 1992. Some factors affecting albumen quality with particular reference to Haugh unit score. World's Poultry Science Journal, 48:5-16.
27. Zhang, H. J., Y. M. Gao., Y. D. Tian, and J. M. Yuan. 2008. Dietary conjugated linoleic acid improves antioxidant capacity in broiler chicks. British Poultry Science, 49:213-221.

Iranian Journal of Animal Science Research
Vol. 10, No. 2, Summer 2018, p. 209-223

نشریه پژوهشهای علوم دامی ایران
جلد ۱۰، شماره ۲، تابستان ۱۳۹۷، ص. ۲۲۳-۲۰۹

Effects of Conjugated Linoleic Acid (CLA) in Post- molting Diet of Laying Hens on Egg Production Performance and Egg Quality during Different Storage Times

S. A. Mirghelenj[1]*-L. Fathollahzadeh[2]- R Kianfar[3]- M Olyaee[3]

Received: 13-12-2016
Accepted: 03-06-2017

Introduction CLA is a mixture of several geometrical and positional conjugated isomers of linoleic acid (C 18:2 cis-9, cis-12). Ruminant products, such as milk, meat, and cheese, are major CLA sources in human diets, but foods obtained from non-ruminants, contain much less CLA. Some reports showed positive effects of CLA on production performance of layer hens. Egg internal quality traits may be depressed during storage, but incorporation of CLA, may increase the permeability of the yolk membrane due to the cis-trans arrangements of CLA, therefore ion movement between the yolks and albumen through the yolk membrane, restrict some changes in egg internal quality traits, therefore an experiment was conducted to evaluate the effects of different levels of CLA in post-molting phase of laying hens on production performance and egg quality in different storage times and temperatures.

Material and Methods In this experiment, sixty W-36 White leghorn laying hens in post-molting phase (78 week) were assigned to 3 treatments with 5 replications and 4 birds each based on completely randomized design. The purity of CLA source used in this study was above 90% with mixture of 50% c9-t11 and 50% c10-t12 isomers. Experimental diets were 1) Control diet (basal diet containing 0% CLA), 2) basal diet+0. 25% pure CLA and 3) basal diet+0.5% pure CLA and after adaptation period, diets were fed for 4 weeks. During the experiment, hens were provided feed and water *ad-libitum*. Egg production, egg weight, feed consumption, egg mass and feed conversion ratio were recorded weekly and reported as total period. Every two weeks, internal and external quality traits such as albumen percent, yolk percent, albumen pH, yolk pH, Haugh unit, yolk height, yolk Roche scale, yolk index, egg size, egg surface, specific gravity, shell strength, shell percent and thickness were evaluated. The eggs from treatments having best production performance (0.5 %) collected and stored in different temperatures (4 and 27° C) and duration times (1 day, 1 week and 1 month after production) then evaluated their internal quality.

Results and Discussion Results showed that egg production performance and egg mass of birds fed 0.5 % CLA was significantly higher than control or those fed 0.25 % during whole experimental period, but egg weight and feed consumption were not affected significantly by dietary CLA level and feed conversion ratio of birds fed 0.5 % CLA was significantly ($P<0.05$) lower than control or those fed 0.25 %. In the end of experiment, the internal egg quality traits such as albumen percent, yolk percent, albumen pH, yolk pH, Haugh unit, yolk height, yolk Roche scale, yolk index were not affected by dietary CLA levels ($P>0.05$). Also the external egg quality traits such as egg size, egg surface, specific gravity, shell strength, shell percent and thickness were not affected significantly. Results of egg quality traits during different times and temperatures showed that main effects of CLA levels, storage times and storage temperatures were significant ($P<0.05$) on most important egg internal quality traits such as Haugh unit and pH of albumen. Interaction effects of CLA levels with storage times and temperatures were significant ($P<0.05$) and in eggs kept within higher temperatures and longer times, albumen pH of eggs for birds fed 0.5 % CLA, were lower compared to albumen pH of eggs for birds fed control diet containing 0 % CLA. These results indicate that ion movement between the yolks and albumen through the yolk membrane in eggs from hens fed 0.5 % CLA was greater than that in the control eggs and caused to restrict pH increase during storage. It is speculated that the incorporation of CLA, most of which was in the trans form, could have increased the permeability of yolk membrane because of the cis-trans arrangements of CLA, which would have increased membrane fluidity and sizes of space between the fatty acid chains of phospholipids that constitute the membrane bilayer.

1- Assistant Professor, Department of Animal Science, Faculty of Agriculture, Urmia University, Urmia, Iran (former assistant professor of university of Tabriz)
2- MSc Student, Department of Animal Science, Faculty of Agriculture, University of Tabriz, Tabriz, Iran
3- Assistant Professor, Department of Animal Science, Faculty of Agriculture, University of Tabriz, Tabriz, Iran
(* Corresponding author email: a_mirghelenj@yahoo.com)

Conclusion It is concluded that use of 0.5 % CLA in post-molting diet of laying hens improved egg production performance of birds and restricted fluctuations in pH and Haugh unit changes of eggs keep during high storage temperatures and duration times, therefore it is suggested to adding 0.5 % pure CLA in post-molted laying hen diets.

Key words: Conjugated Linoleic Acid, Haugh Unit, Molting, Layers, Storage temperature