

## บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้ได้ศึกษาถึงผลของการเสริม CLA ต่อสมรรถภาพการผลิต คุณภาพซาก องค์ประกอบของ fatty acids ปริมาณของ cholesterol และ CLA ในเนื้อสุกรขุน การเสริม CLA ต่ออัตราการเจริญเติบโตและคุณภาพซากของไก่อักรง องค์ประกอบทางเคมี ส่วนประกอบของกรดไขมันและการสะสมของ CLA ในเนื้อไก่อักรง และการเสริม CLA ในอาหารต่อสมรรถภาพการผลิตและคุณภาพไข่ องค์ประกอบของกรดไขมัน ปริมาณคอเลสเตอรอล และการสะสมของ CLA ในไข่ไก่ โดยแบ่งเป็น 3 การทดลอง

การทดลองที่ 1 ศึกษาถึงผลของการเสริม CLA ต่อสมรรถภาพการผลิต คุณภาพซาก องค์ประกอบของ fatty acids ปริมาณของ cholesterol และ CLA ในเนื้อสุกรขุน โดยใช้สุกรขุนลูกผสมสามสายพันธุ์ [Duroc x (Landrace x Large White)] จำนวน 48 ตัว โดยแบ่งเป็นสุกรเพศผู้ตอน 24 ตัว และสุกรเพศเมีย 24 ตัว น้ำหนักเริ่มต้นเฉลี่ย 60 กิโลกรัม โดยจัดการทดลองแบบ 3 x 2 factorial design in completely randomized design (CRD) โดย ปัจจัยที่ 1 คือ ระดับการเสริม CLA ในอาหารสุกรขุน ได้แก่ 0, 0.5 และ 1.0 เปอร์เซ็นต์ และปัจจัยที่ 2 คือ เพศ ได้แก่ สุกรขุนเพศผู้ตอนและสุกรขุนเพศเมีย ผลการทดลองพบว่า การเสริม CLA ไม่มีผลทำให้อัตราการเจริญเติบโตต่อตัวต่อวัน (average daily gain, ADG) ปริมาณการกินอาหารต่อตัวต่อวัน (average daily feed intake, ADFI) และ ประสิทธิภาพการใช้อาหาร (gain : feed, G:F) มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P > 0.05$ ) แต่ พบว่า สุกรขุนเพศผู้ตอนมี ADG และ G:F สูงกว่าสุกรขุนเพศเมีย ( $P < 0.01$ ) ส่วน ADFI พบว่าไม่มีความแตกต่าง ( $P > 0.05$ ) และนอกจากนี้ไม่พบความแตกต่างของอิทธิพลร่วมระหว่างการเสริม CLA กับเพศ ส่วนผลของ CLA ต่อคุณภาพซากไม่ส่งผลกระทบต่อความหนาของไขมันสันหลัง (backfat thickness) พื้นที่หน้าตัดเนื้อสัน (loin eye area) เปอร์เซ็นต์เนื้อแดง (lean percent) ความแน่นของเนื้อ (firmness) ปริมาณไขมันแทรก (marbling) และสี ( $L^*$ ,  $a^*$  และ  $b^*$  value) ของเนื้อสุกร จากการวัดจากเนื้อสะโพกส่วนกล้ามเนื้อที่เรียกว่า semimembranosus และเนื้อสันนอกระหว่างซี่โครงคู่ที่ 10 กับ 11 แต่พบว่าการเสริม CLA มีผลทำให้เปอร์เซ็นต์ของไขมันในเนื้อส่วนสะโพก ( $P < 0.05$ ) และเนื้อส่วนสันนอก ( $P < 0.01$ ) ลดลง แต่เพศและอิทธิพลร่วมระหว่างการเสริม CLA กับเพศพบว่าไม่มีความแตกต่าง ( $P > 0.05$ )

การเสริม CLA ไม่ส่งผลกระทบต่อ ปริมาณของ total cholesterol, high density lipoprotein (HDL), low density lipoprotein (LDL) และ triglycerides ในพลาสมาของสุกร และปริมาณ cholesterol ในเนื้อส่วนสะโพกและสันนอก และพบว่าเพศไม่ส่งผลกระทบต่อค่าเหล่านี้เช่นเดียวกัน ในส่วนของกรดไขมัน พบว่าการเสริม CLA มีผลทำให้เปอร์เซ็นต์ของกรดไขมันชนิดอิ่มตัว (% total saturated fatty acids, SFA) เพิ่มขึ้น นอกจากนี้ยังมีผลทำให้อัตราส่วนระหว่าง SFA:UFA เพิ่มขึ้น ในทางตรงกันข้าม การเสริม

CLA มีผลทำให้กรดไขมันชนิดไม่อิ่มตัว (% total unsaturated fatty acids, UFA) โดยเฉพาะกรดไขมันชนิดไม่อิ่มตัวที่มีพันธะคู่ 1 อัน (% mono-unsaturated fatty acids, MUFA) ลดลง ในส่วนของกรดไขมันชนิดไม่อิ่มตัวที่มีพันธะคู่มากกว่า 1 อัน (% total poly-unsaturated fatty acids, PUFA) ไม่พบความเปลี่ยนแปลง และในเนื้อส่วนสันนอกการสะสมของ CLA พบว่าการเสริม CLA มีผลทำให้ cis 9-trans 11 และ trans 10-cis 12 CLA เพิ่มขึ้น ทั้งในส่วนของเนื้อสะโพกและเนื้อสันนอก การศึกษาเรื่องเพศต่อการสะสมของ CLA ทั้ง 2 ไอโซเมอร์ ไม่พบความเปลี่ยนแปลง และไม่มีอิทธิพลร่วมระหว่างการเสริม CLA กับเพศ

การทดลองที่ 2 การศึกษาผลของการเสริม CLA ต่ออัตราการเจริญเติบโตและคุณภาพซากของไก่กระทองค์ประกอบทางเคมี ส่วนประกอบของกรดไขมันและการสะสมของ CLA ในเนื้อไก่กระทองค์ โดยใช้ไก่กระทองค์จำนวน 480 ตัว จัดให้เป็น 4 กลุ่มการทดลองๆ ละ 6 ซ้ำ (ซ้ำละ 20 ตัว) โดยให้อาหารทั้งหมด 4 สูตรคือเสริม CLA ในระดับ 0, 0.5, 1.0 และ 1.5 เปอร์เซ็นต์ โดยใช้แผนการทดลองแบบ complete randomized design (CRD) บันทึกรับปริมาณอาหารที่กิน และน้ำหนักตัวของไก่กระทองค์ทุกๆ 5 วัน เมื่อไก่กระทองค์อายุได้ 42 วัน ทำการสุ่มออกมากลุ่มการทดลองละ 30 ตัว ทำการฆ่าชำแหละเพื่อวัดส่วนประกอบและคุณภาพซาก ผลทดลองพบว่า ADFI ในทุกกลุ่มการทดลองไม่มีความแตกต่าง ( $P>0.05$ ) ไก่กระทองค์ที่ได้รับอาหารที่มี CLA ที่ระดับ 1.5% จะมีประสิทธิภาพการใช้อาหาร ( $P<0.01$ ) และอัตราการเจริญเติบโต ( $P<0.05$ ) ต่ำกว่ากลุ่มการทดลองอื่นๆ ด้านคุณภาพซากพบว่า น้ำหนักมีชีวิต เปอร์เซ็นต์เลือด เปอร์เซ็นต์การสูญเสีย น้ำ เปอร์เซ็นต์หัว เปอร์เซ็นต์คอ เปอร์เซ็นต์ซาก เปอร์เซ็นต์เครื่องในรวม เปอร์เซ็นต์ก้น เปอร์เซ็นต์หัวใจ เปอร์เซ็นต์สะโพก เปอร์เซ็นต์สะโพกถอดกระดูก เปอร์เซ็นต์ตอก เปอร์เซ็นต์ตอกใน เปอร์เซ็นต์ปีกกลาง และเปอร์เซ็นต์โครง ไม่มีความแตกต่าง ( $P>0.05$ ) ส่วนทางด้านของไขมันในช่องท้องจะลดลงอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ( $P<0.01$ ) เมื่อเสริม CLA ในระดับที่สูงขึ้น เปอร์เซ็นต์ไขมันของกลุ่มที่ได้รับการเสริม CLA จะมีเปอร์เซ็นต์ไขมันเพิ่มขึ้น ( $P<0.01$ ) เปอร์เซ็นต์น่อง เปอร์เซ็นต์น่องถอดกระดูก และเปอร์เซ็นต์ปีกปน จะลดลง ( $P<0.05$ ) เมื่อได้รับ CLA ในระดับที่สูงขึ้น การเสริม CLA ไม่มีผลต่อ ปริมาณ ไตรกลีเซอไรด์, คอเลสเตอรอล, HDL และ LDL ในพลาสมา สำหรับองค์ประกอบของกรดไขมันในเนื้อไก่กระทองค์นั้น พบว่า การเสริม CLA นั้นทำให้ในเนื้อไก่กระทองค์มีกรดไขมันอิ่มตัวเพิ่มมากขึ้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งในเนื้อส่วนสะโพก พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P<0.05$ ) แต่ปริมาณกรดไขมันไม่อิ่มตัวนั้น ไม่มีการเปลี่ยนแปลง มีการสะสมของ CLA เพิ่มมากขึ้นในทุกชิ้นส่วนของเนื้อไก่กระทองค์ตามระดับของ CLA ที่เสริมเพิ่มขึ้น

การทดลองที่ 3 การศึกษาถึงผลของการเสริม CLA ในอาหารต่อสมรรถภาพการผลิตและคุณภาพไข่ องค์ประกอบของกรดไขมัน ปริมาณคอเลสเตอรอล และการสะสมของ CLA ในไข่ไก่ โดยจัดแผนการทดลองแบบ CRD ใช้ไก่ไข่สาวพันธุ์ Bovans Goldline อายุ 27 สัปดาห์ จำนวน 300 ตัว แบ่งออกเป็น 5 กลุ่มการทดลอง จำนวน 5 ซ้ำ (ซ้ำละ 12 ตัว) ระยะเวลาในการเลี้ยง 56 วัน (แบ่งเป็น 4 ช่วง ช่วงละ 14 วัน) การทดลองแบ่งออกเป็น 5 กลุ่มการทดลองดังนี้ กลุ่มที่ 1 กลุ่มควบคุม (ไม่มีการเสริม CLA), กลุ่มที่ 2 ทำการเสริม CLA ที่ระดับ 1%, กลุ่มที่ 3 ทำการเสริม CLA ที่ระดับ 2%, กลุ่มที่ 4 ทำการเสริม CLA ที่ระดับ 3% และกลุ่มที่ 5 ทำการเสริม CLA ที่ระดับ 4% มีการเก็บบันทึกข้อมูลจำนวนผลผลิตและน้ำหนักไข่ที่ผลิตได้ในแต่ละวัน ผลการทดลองพบว่าไก่ไข่ที่ได้รับ CLA ที่ระดับ 4% จะทำให้การกินได้ลดลงจากกลุ่มควบคุม ( $P < 0.05$ ) และผลผลิตไข่ก็ลดลง ( $P < 0.01$ ) กลุ่มที่เสริม CLA ที่ระดับ 3% ในอาหาร จะมีการกินได้และผลผลิตไข่ไม่แตกต่างจากกลุ่มที่เสริม CLA ที่ระดับ 0, 1 และ 2% ส่วนน้ำหนักตัวที่เปลี่ยนแปลงตลอดการทดลองและอัตราการตายพบว่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P > 0.05$ )

การเสริม CLA ที่ระดับ 4% ในอาหารทำให้น้ำหนักของไข่แดง, ไข่ขาว, ไข่ทั้งฟองและสีไข่แดงลดลง ( $P > 0.05$ ) โดยการเพิ่มระดับการเสริม CLA ในอาหารไก่ไข่ทำให้สีของไข่แดงซีดลง ( $P < 0.01$ ) เมื่อเพิ่มระดับของ CLA ในอาหารไก่ไข่ จะมีแนวโน้มทำให้ปริมาณ CLA ในไข่แดงเพิ่มขึ้นตามระดับการเสริม ( $P < 0.01$ ) นอกจากนี้เมื่อเพิ่มระดับของ CLA ในอาหารไก่ไข่ จะทำให้ SFA ในไข่แดงเพิ่มขึ้น ( $P < 0.01$ ) MUFA และ PUFA ลดลง ( $P < 0.01$ )

ในส่วนปริมาณ cholesterol ในไข่แดง พบว่ากลุ่มที่เสริม CLA ที่ระดับ 2, 3 และ 4% ในอาหาร ทำให้มีปริมาณ cholesterol ในไข่แดง ต่ำกว่ากลุ่มที่เสริม CLA ที่ระดับ 0 และ 1% อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P < 0.01$ ) นอกจากนี้ CLA ที่ระดับ 3 และ 4% ทำให้ total cholesterol และ HDL cholesterol ในพลาสมาของไก่ไข่เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P < 0.05$ ) แต่ระดับของ LDL cholesterol มีแนวโน้มลดลงแบบเส้นโค้ง quadratic ตามระดับการเสริม CLA ( $P < 0.01$ ) และระดับของ triglycerides ในพลาสมาของทุกกลุ่มการทดลองไม่แตกต่างกัน ( $P > 0.05$ )

## Abstract

The objectives of this study were to determine the effect of conjugated linoleic acid (CLA) supplementation on performance, carcass quality and fatty acid composition in meat of finishing pigs, the effects of conjugated linoleic acid (CLA) supplementation on growth performance, carcass quality; free fatty acid composition and accumulation of CLA were investigated in broilers and the effect of feeding CLA supplementation in layer diets on fatty acid compositions of egg yolk and layer performances. The present research divided into 3 experiments.

The first experiment was carried out to determine the effect of conjugated linoleic acid (CLA) supplementation on performance, carcass quality and fatty acid composition in meat of finishing pigs. A total of forty eight crossbred finishing pigs [Duroc x (Landrace x Large white)] (twenty-four male and twenty-four female pigs) with averaging 60 kilogram live weight were used. The experimental design was a 3 x 2 factorial arrangement in complete randomized design (CRD), with the first factor as level of CLA supplementation (0, 0.5 and 1.0% in diet) and the second factor as sex of pigs (male and female pigs). Feed consumption was recorded weekly while body weight was recorded fortnightly. Carcass composition was determined by slaughtering twelve pigs (six male and six female).

CLA supplementation did not affect ( $P>0.05$ ) average daily gain (ADG), average daily feed intake (ADFI) and Gain: Feed, however male pigs showed higher ( $P<0.01$ ) ADG and Gain: Feed than female pigs. There were no interactions between CLA and sex in ADG, ADFI and Gain: Feed.

CLA supplementation did not affect ( $P>0.05$ ) backfat thickness (first rib, tenth rib, last rib and last lumbar), loin eye area and lean percentage. Firmness, marbling, color ( $L^*$ ,  $a^*$  and  $b^*$ value) and chemical composition (protein, moisture and ash contents) of ham and loin were not influenced by CLA supplementation. However CLA supplementation showed lower ( $P<0.05$ ) percentage of lipid in ham and ( $P<0.01$ ) in loin than the unsupplemented control. This study clearly shows that sex and interaction between CLA and sex had no effect on carcass quality.

CLA supplementation did not affect ( $P>0.05$ ) total cholesterol, high density lipoprotein (HDL), low density lipoprotein (LDL) and triglycerides in plasma and cholesterol in ham and loin. However CLA supplementation showed higher total saturated fatty acid percentage (SFA) and SFA:UFA ratio. CLA supplementation showed lower unsaturated fatty acid percentage (UFA) especially mono-unsaturated fatty acid percentage (MUFA). Poly-unsaturated fatty acid percentage (PUFA) in ham and

loin were not influenced by CLA supplementation. However female pigs showed higher C18:2n6c, C18:3n3, C20:3n6, C20:4n6 and PUFA than male pigs, whereas male pigs showed higher C 10:0 than female pigs in loin. Accumulation of CLA (cis 9-trans 11 and trans 10-cis 12) in ham and loin were increased with supplemental CLA feeding. There were no interactions between CLA and sex.

The second experiment was conducted to investigate the effects of conjugated linoleic acid (CLA) supplementation on growth performance, carcass quality, free fatty acid composition and accumulation of CLA were investigated in broilers. Four hundred eighty 3-wks-old broilers were assigned to four dietary treatments (20 chicken/replication, 6 replications/treatment), containing 0, 0.5, 1.0 and 1.5% CLA, respectively. Complete randomized design (CRD) was used in the experiment. Feed consumption and body weight were recorded at every five-day period. On day 42, carcass compositions were determined from 30 birds per treatment. There were no significant differences in ADFI among the treatments. However, FCR was highly significant difference ( $P<0.01$ ) and ADG was significantly reduced by a supplement of dietary CLA ( $P<0.05$ ). In terms of carcass quality, live weight and percentages of carcass, blood, drip loss, head, neck, total viscera, gizzard, heart, drumstick, thigh, boneless thigh, breast, inner breast, lower wing and percentages of back and ribs were not influenced by the dietary CLA. However, percentages of feather were significantly reduced ( $P<0.01$ ) when fed with CLA but percentages of shank were significantly ( $P<0.05$ ) increased in accordance with the increased level of dietary CLA. Abdominal fat was significantly reduced ( $P<0.01$ ) with the increased CLA level in broiler's diets. Percentages of liver weight were significantly increased ( $P<0.01$ ) with increasing CLA supplementation. Percentages of drumstick, bone less drumstick and upper wing were affected significantly ( $P<0.05$ ) by dietary CLA. CLA treatments had no significant effect on triglyceride, total cholesterol, HDL cholesterol and LDL cholesterol levels in plasma. In terms of free fatty acid composition in broiler's meat, CLA addition significantly increased ( $P<0.05$ ) saturated fatty acids (SFA), especially thigh muscle, while unsaturated fatty acids unchanged. Accumulations of CLA in meat were significantly increased ( $P<0.05$ ) with increasing CLA level in the diet.

The third experiment was conducted to investigate the effect of feeding conjugated linoleic acid (CLA) supplementation in layer diets on fatty acid compositions of egg yolk and layer performances. Three hundred 27-wk-old layers were assigned randomly to five dietary treatments containing 0, 1, 2, 3, and 4% CLA. Twelve hens per replication and five replications were assigned randomly to each of five dietary treatments. The Experiment was completely randomized design. Egg production and egg weight

were recorded daily while feed consumed was recorded weekly. Four eggs from each replication from each treatment were used to determine egg quality and were recorded fortnightly. For fatty acids and cholesterol analysis, 4 eggs from each replication were obtained every day-14 of each period throughout the experiment. Blood samples were taken at the end of experiment. Blood plasma was determined for total cholesterol, high density lipoprotein cholesterol (HDL cholesterol), low density lipoprotein cholesterol (LDL cholesterol) and triglycerides.

Hens fed 4% CLA consumed less feed ( $P<0.05$ ) than the other groups and decreased ( $P<0.01$ ) rate of egg production. Daily feed intake and egg production of hens fed 3% CLA were similar to hens fed 0, 1 and 2 % dietary CLA. Body weight gain and mortality were not significantly different.

Hens fed 4 % dietary CLA showed lower ( $p<0.05$ ) weight of eggs, yolks and albumens than the other groups. Yolk color decreased slightly as dietary CLA increased ( $P<0.01$ ). Shell thickness and haugh units were not influenced by the dietary CLA.

The concentration of CLA in yolk lipids increased as dietary CLA increased ( $p<0.01$ ). The concentration of total CLA in yolk lipids from hens fed 0, 1, 2, 3 and 4% dietary CLA were 0.01, 2.08, 5.98, 10.04, and 14.15% of the total fatty acids, respectively. On the average, one egg produced contains approximately 0.09, 61.68, 194.75, 297.16 and 417.00 mg of CLA, respectively. Concentrations of saturated fatty acids in egg yolk lipids increased ( $P<0.01$ ) as dietary CLA increased whereas concentrations of monounsaturated fatty acids and polyunsaturated fatty acids decreased slightly as dietary CLA increased ( $P<0.01$ ).

The cholesterol contents of egg yolks were significantly reduced by a supplement of dietary CLA 2, 3 and 4%. There were 11.45, 11.37, 9.73, 9.19 and 9.09 mg per g egg yolk, respectively, from hens fed 0, 1, 2, 3 and 4% dietary CLA. Hens fed 3 and 4% dietary CLA showed increases in total cholesterol ( $P<0.05$ ) and HDL cholesterol in plasma ( $P<0.01$ ) and decreases in LDL cholesterol quadratically ( $P<0.01$ ). However triglycerides were not significantly different ( $P>0.05$ ).