

ผลของการใช้ลินีสิตต่อประสิทธิภาพการเจริญเติบโตและองค์ประกอบกรดไขมันในเนื้อลูกแกะ

เอกวิทย์ อัญโย

ภาควิชาสัตวศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

บทคัดย่อ

สัมนานฉบับนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของการใช้ลินีสิตต่อประสิทธิภาพการเจริญเติบโตและองค์ประกอบกรดไขมันในเนื้อลูกแกะ ได้ทำการรวบรวมและศึกษาจากเอกสารวิชาการ โดยใช้ลินีสิตผสมในสูตรอาหารลูกแกะที่ระดับ 5-30%DM พบว่าการใช้ลินีสิตเป็นอาหารลูกแกะไม่มีผลต่อสมรรถนะการเจริญเติบโต โดยปริมาณการกินได้ อัตราการเจริญเติบโต และประสิทธิภาพการใช้อาหารไม่แตกต่างจากกลุ่มที่ไม่ได้รับลินีสิต ลูกแกะที่ได้รับอาหารที่มีลินีสิตเป็นส่วนประกอบมีเปอร์เซ็นต์ซากไม่แตกต่างจากกลุ่มที่ไม่ได้รับลินีสิต อย่างไรก็ตาม พบว่าสัดส่วนกรดไขมันไม่อิ่มตัวโดยเฉพาะกรดไขมันโอเมก้า 3 ในเนื้อลูกแกะ เพิ่มขึ้นประมาณ 15% เมื่อเทียบกับลูกแกะกลุ่มที่ไม่ได้รับลินีสิต ดังนั้นจึงสามารถสรุปได้ว่าการใช้ลินีสิตเป็นอาหารลูกแกะช่วยเพิ่มสัดส่วนกรดไขมันไม่อิ่มตัวในเนื้อลูกแกะ โดยไม่ส่งผลกระทบต่อสมรรถนะการเจริญเติบโต และแนะนำให้ควรใช้ที่ระดับไม่เกิน 15% ในสูตรอาหาร เนื่องจากอาจส่งผลต่อปริมาณการกินได้ลูกแกะ

คำสำคัญ: การเจริญเติบโต กรดไขมัน ลินีสิต ลูกแกะ

บทนำ

ปัจจุบันผู้บริโภคหันมาสนใจเรื่องการดูแลสุขภาพมากขึ้น และให้ความสำคัญกับการบริโภคอาหารที่มีกรดไขมันไม่อิ่มตัว (saturated fatty acid) โดยเฉพาะกรดไขมันจำพวก โอเมก้า 3 (ω -3, C18:2n-3) และ โอเมก้า 6 (ω -6, C18:2n-6) ซึ่งเป็นกรดไขมันไม่อิ่มตัวเชิงซ้อน หรือกรดไขมันไม่อิ่มตัวสูง หรือที่เรียกว่า polyunsaturated fatty acid (PUFA) เช่น กรดไขมันไลโนเลอิก (linoleic acid) พบมากในน้ำมันข้าวโพดและน้ำมันถั่วลิสง, แอลฟา-ไลโนเลนิก (α -linolenic acid) พบมากในน้ำมันเมล็ดลินินและน้ำมันถั่วลิสง ในกระบวนการใช้ประโยชน์ของไขมันในสัตว์เคี้ยวเอื้อง มีการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างทางเคมีของไขมันจากอาหารโดยจุลินทรีย์ในกระเพาะรูเมน ส่งผลให้ผลผลิตจากสัตว์เคี้ยวเอื้อง เช่น เนื้อและนมมีกรดไขมันอิ่มตัวในปริมาณสูง จึงได้พยายามหาวิธีช่วยเพิ่มปริมาณ PUFA ในผลผลิตของสัตว์เคี้ยวเอื้อง โดยเฉพาะกรดไขมันในเนื้อของแกะ จัดการเรื่องอาหาร โดยการเสริมไขมันที่ไม่อิ่มตัว และการใช้พืชน้ำมัน เป็นแนวทางหนึ่งที่จะช่วยปรับคุณภาพของกรดไขมันในเนื้อแกะ โดยเฉพาะการเพิ่ม PUFA และการลดสัดส่วนของ (ω -6) ต่อ (ω -3) ซึ่งส่งผลต่อสุขภาพของผู้บริโภค เมล็ดลินิน (linseed) หรือที่รู้จักกันในชื่อน้ำมัน flaxseed หรือน้ำมัน flax เป็นน้ำมันไม่มีสีถึงสีเหลืองที่ได้จากเมล็ดพืชที่แห้งและสุกของต้นลินิน (*Linum usitatissimum*) เป็นแหล่งพืชที่สมบูรณ์ที่สุดของกรดไขมัน ω -3 เช่น กรด α -linolenic (ALA) เป็นสารอาหารที่มีช่วยในการปกป้องโรคหลอดเลือดสมอง โดยมีผลต่อเยื่อหุ้มปอดในการป้องกันระบบประสาทและการขยายตัวของหลอดเลือดในสมอง linseed ประกอบไปด้วยกรดแอลฟาไลโนเลนิก (alpha-linolenic acid; ALA) ซึ่งเป็นกรดไขมันจำเป็นชนิด Omega-3 ซึ่งมีปริมาณมากถึง 40-60% เมื่อเทียบกับน้ำมันถั่วเหลือง น้ำมันรำข้าวและน้ำมันมะพร้าว ส่งผลให้ระดับ PUFA ในเนื้อเยื่อสัตว์เพิ่มขึ้น และเนื่องจากลูกแกะที่ได้รับ linseed จากอาหารเสริมมีระดับ PUFA ที่สูงขึ้น ดังนั้นสัมมนาฉบับนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของการใช้ลินินต่อประสิทธิภาพการเจริญเติบโตและองค์ประกอบกรดไขมันในเนื้อลูกแกะ

ลินิน (linseed)

เป็นพืชในสกุล *Linum* จัดอยู่ในวงศ์ *Linaceae* ซึ่งประกอบด้วยพืชหลายชนิดในหลายสกุล ที่สำคัญคือ *Linum*, *Dasylinum*, *Cathartolium*, *Linastrum* และ *Syllinum* โดยเฉพาะ 2 สกุลหลักแตกต่างกันไปมาก เพราะมีใบขนาดใหญ่ ลำต้นเป็นพุ่มแผ่กว้าง และมีกรด ricinoleic acid ในเมล็ดสูงมาก ปกติแล้วพืชในสกุล *Linum* มีด้วยกันประมาณ 200 ชนิด ขึ้นทั่วไปทั้งในเขตอบอุ่นและเขตร้อนในซีกโลกเหนือ ส่วนใหญ่ทางแถบยุโรปและเอเชียและมีประมาณ 50 ชนิด ซึ่งแตกต่างกันไปจากในแถบทวีปอเมริกามีเพียงชนิดเดียวคือ *L. Usitatissimum* เท่านั้นที่มีความสำคัญทางการเกษตร ลินินแต่ละชนิดชอบอากาศแตกต่างกัน ชนิดต้นสูงมักชอบอากาศอบอุ่น อุณหภูมิที่เหมาะสมต่อการผลิตเมล็ดคือ 16-18 องศาเซลเซียส และที่อุณหภูมิ 16-19 องศาเซลเซียส เหมาะสำหรับการผลิตต้นเพื่อใช้เส้นใย สำหรับชนิดต้นเตี้ย อุณหภูมิที่เหมาะสมคือ 19.5-24 องศาเซลเซียส ลินินเป็นพืชที่ปลูกง่าย ไม่ต้องพิถีพิถันในการดูแลรักษา ให้ผลผลิตต้นแห้ง ซึ่งใช้ประโยชน์

ของเส้นใยได้เฉลี่ย 1 ตันต่อไร่ และผลผลิตเมล็ดซึ่งใช้หีบน้ำมันได้ เฉลี่ย 100 กิโลกรัมต่อไร่ ซึ่งสามารถทำให้ชาวเขามีรายได้ประมาณ 3,000 บาทต่อไร่ โดยมีต้นทุนต่ำเนื่องจากไม่ต้องใช้สารเคมีป้องกันกำจัดแมลง ลินินเป็นพืชน้ำมันและพืชเส้นใย สามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้มากมาย เช่น เมล็ดสามารถสกัดน้ำมัน เพื่อใช้ทำอาหารเสริมสุขภาพ สีนํ้ามัน น้ำมันขัดเงา เคลือบไม้ หมึกพิมพ์ กากลินินที่สกัดน้ำมันออกแล้วทำเป็นอาหารสัตว์ที่มีคุณค่าทางอาหารสูง และเส้นใยจากต้นใช้ผลิตผ้าลินิน กระดาษ ที่ผ่านมาประเทศไทยนำเข้า น้ำมันลินินสกัดและสิ่งทอลินินจำนวนมาก ประเทศที่มีการปลูกเพื่อเก็บเมล็ด ได้แก่ อินเดีย รัสเซีย อาร์เจนตินา และประเทศที่ปลูกเพื่อผลิตเส้นใย ได้แก่ รัสเซีย ภูมาเนีย จีนแดง โปแลนด์ (สำนักบริการคอมพิวเตอร์, 2548) เมล็ดลินิน ประกอบไปด้วยกรดแอลฟาไลโนเลนิก (alpha-linolenic acid; ALA) ซึ่งเป็นกรดไขมัน จำเป็นชนิด Omega-3 ซึ่งมีปริมาณมากถึง 40-60% เมล็ดลินินยังประกอบไปด้วยกรดไขมันจำเป็นชนิด Omega-6 ในรูปของกรดลิโนเลอิก (linoleic acid; LA) นอกจากนี้แล้วยังเป็นแหล่งของสารลิกแนน (lignans) ที่ให้ประโยชน์ต่อร่างกายเช่นเดียวกัน ซึ่งการย่อยไขมันในสัตว์เคี้ยวเอื้องจะแตกต่าง จากสัตว์ไม่เคี้ยวเอื้อง เนื่องจากอาหารที่มีไขมันจะถูกย่อยครั้งแรกที่กระเพาะรูเมนโดยเอนไซม์จากจุลินทรีย์ และสามารถให้ประโยชน์จากไขมันในอาหารได้ทันที หลังจากให้อาหารไขมันเข้าสู่กระเพาะรูเมนโดยแบคทีเรียกลุ่มที่ใช้ ลิพิดเป็นอาหาร (lipolytic bacteria) และ โปรโตซัวบางชนิด จะเปลี่ยนลิพิดเป็นสารประกอบอื่นๆ เช่น กรด ไขมันชนิดต่างๆ และกลีเซอรอล (อนุสรณ์ เชิดทอง, 2554)

ตารางที่ 1 เปรียบเทียบองค์ประกอบกรดไขมันของลินินสด ถั่วเหลือง รำข้าวและมะพร้าว

ชนิดของกรดไขมัน	ลินินสด(%) ¹	ถั่วเหลือง(%) ²	รำข้าว(%) ³	มะพร้าว(%) ⁴	มะกอก(%) ⁵	งา(%) ⁵
Palmitic C16:0	6.58	11.86	21.5	6.5	13	9
Stearic acid C18:0	4.43	4.74	2.9	1.3	3	4
Arachidic acid C20:0	-	0.25	-	-	-	-
Oleic acid C18:1	18.51	21.6	38.4	3.02	71	41
Linoleic acid C18:2	17.25	52.58	34.4	0.27	10	45
Linolenic acid C18:3	53.21	7.65	2.2	-	1	-
Other	11.03	1.32	0.6	88.98	-	-

ที่มา : คัดแปลงจาก Popa et al. (2012)¹, Feng et al. (2015)², Orthofer (2005)³, Harris et al. (2017)⁴,

พิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพงศ์ และ นิธิยา รัตนปนนท์ (2018)⁵

โดยปกติสัตว์เคี้ยวเอื้องจะได้รับไขมันไม่สูงนัก เพราะพืชอาหารสัตว์มีไขมันค่อนข้างต่ำ กรดไขมันในพืชมักเป็นชนิดที่ไม่อิ่มตัว โดยเฉพาะอย่างยิ่งกรดลิโนเลอิกและลิโนเลนิก ไขมันในใบพืชมักเป็น galactolipids ส่วนที่อยู่ในเมล็ดเป็น triacylglycerol จุลินทรีย์จะทำการเปลี่ยนไขมันที่กินเข้าไปโดย 1. ย่อย (hydrolyse) ไขมันให้เป็น glycerol กับกรดไขมัน 2. เปลี่ยนตำแหน่งของพันธะคู่หรือเปลี่ยนพันธะคู่แบบ cis

ให้เป็นแบบ trans ซึ่งจะตรวจพบได้ในรูเมน 3. เติมไฮโดรเจนเข้าไปในพันธะคู่ (hydrogenation) ทำให้กรดไขมันไม่อิ่มตัวกลายเป็นชนิดอิ่มตัว ดังนั้นไขมันในนมและในซากสัตว์เคี้ยวเอื้องจึงมีกรดไขมันประเภทอิ่มตัว เช่น stearic acid สูง การที่จะพบไขมันไม่อิ่มตัว เช่น CLA ในผลิตภัณฑ์สัตว์ (เนื้อ หรือ นม) ได้นั้น ก็อาจเกิดจากการที่ จุลินทรีย์ในรูเมนทำงานหรือขบวนการเติมไฮโดรเจนในพันธะคู่ที่นั่นเกิดไม่สมบูรณ์ เพราะเนื่องจากว่าในรูเมนมีการหมุนเวียนและการเคลื่อนที่ของอาหาร ออกไปตามทางเดินอาหารอย่างต่อเนื่อง ทำให้มีไขมันไม่อิ่มตัวเล็ดลอดผ่านไปทั้งลำไส้เล็กและไปสะสมที่เนื้อและนมได้ (ภัทรกร ทศพงษ์, 2560)

ตารางที่ 2 องค์ประกอบทางเคมีและกรดไขมันของลินสิด

	ลินสิดอัดรีด	เมล็ดลินสิด
องค์ประกอบทางเคมี (% DM)		
DM	58.6	92.3
NDF	27.2	-
ADF	15.5	-
NFC	41.1	-
CP	18	17.8
EE	6.3	38.2
เถ้า	7.4	3.6
กรดไขมัน (% ของกรดไขมันทั้งหมด)		
C 16: 0	18.9	7.6
C18: 0	4.2	5.2
C 18: 1	20.8	20
C 18: 2	34.5	14.5
C 18: 3	17.6	51.3

ที่มา : Fuentes et al. (2008)

ผลของการใช้ลินสิดในแง่ต่อประสิทธิภาพการเจริญเติบโตและเปอร์เซ็นต์ซาก

การศึกษาของ Urrutia et al. (2018) ที่พบว่าการเจริญเติบโตของกลุ่มควบคุม กลุ่ม L5 และกลุ่ม L10 มี ADG ที่ 305,308 และ 314 กรัมต่อวัน ตามลำดับ ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P >$

0.05) และซากของลูกแกะทั้งสามกลุ่มทดลองไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$) (ตารางที่ 3)

ตารางที่ 3 ผลของลินสีดต่อการเจริญเติบโตและลักษณะซากในเนื้อลูกแกะ

Item	Dietary treatment			SEM	P-value
	C	L5	L10		
น้ำหนักหย่านม (กก.)	15.3	15.2	15.2	0.2	0.912
น้ำหนักฆ่า (กก.)	26.6	26.3	26.5	0.3	0.809
ADG(g / d)	305	308	314	11	0.986
การกินอาหารขึ้น (g / d)	894	878	867	—	—
อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัว(g / g)	2.93	2.85	2.76	—	—
น้ำหนักซากร้อน (กก.)	11.6	11.8	11.6	0.2	0.822
น้ำหนักซากเย็น (กก.)	11.4	11.6	11.5	0.2	0.867

C=control diet; L5=5% linseed; L10=10% linseed.

ที่มา : Urrutia et al. (2018)

ซึ่งการศึกษาของ Urrutia et al. (2018) เป็นไปในทางเดียวกันกับงานของ Atti et al. (2013) ที่ว่าประสิทธิภาพการเจริญเติบโตของลูกแกะที่เลี้ยงด้วยระดับต่างๆของเมล็ดลินสีด พบว่าสำหรับน้ำหนักตัวสุดท้ายและน้ำหนักเพิ่มขึ้นทั้งหมดไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ระหว่างลูกแกะของกลุ่มควบคุม กลุ่ม L15 และกลุ่ม L30 การเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวันอยู่ที่ 90, 118 และ 96 กรัม สำหรับกลุ่มควบคุม, L15 และ L30 ตามลำดับ น้ำหนักซากไม่มีความแตกต่างกันสำหรับทุกกลุ่ม แต่การเสริมลินสีดในระดับสูง (ตารางที่ 4)

ตารางที่ 4 ประสิทธิภาพการเจริญเติบโตของลูกแกะที่เลี้ยงด้วยระดับต่างๆของเมล็ดลินสีด

Group	Control	L15	L30	p*	SEM	Contrast ^a
น้ำหนักตัวเริ่มต้น (กก.)	21.2	20	19.7	NS	0.47	NS
น้ำหนักตัวสุดท้าย (กก.)	28.8	30	27.9	NS	0.58	NS
ADG (g / d)	90	118	96	NS	2.1	NS
การกินได้ (กรัม / วัน)	998	980	990	NS	44.3	NS
CR (g BW / kg DM)	90	120	97	0.06	1.6	0.06
น้ำหนักซากเย็น (กก.)	12.8	13.4	12.2	NS	0.25	NS

Control, group receiving concentrate with 0% linseed; L15, group receiving concentrate with 15% linseed; L30, group receiving concentrate with 30% linseed. ADG: Average daily gain. CR: Conversion rate. ^a [L15+L30 vs. Control]. * Global significance of the model.

ที่มา : Atti et al. (2013)

โดยทั้งนี้งานทดลองของ Urrutia et al. (2018) และ Atti et al. (2013) สอดคล้องกับงานของ Berthelot et al. (2010) ที่ศึกษาประสิทธิภาพการเจริญเติบโตและซากของลูกแกะที่ได้รับอาหารทดลองลูกแกะ มี ADG ที่ 320, 308 และ 336 กรัมต่อวัน สำหรับลูกแกะที่ได้รับ CONT, LW และ LC ตามลำดับ ซึ่ง ADG ไม่มีความแตกต่างทางสถิติของกลุ่ม CONT vs. (LW and LC) อย่างไรก็ตามลูกแกะที่ได้รับอาหาร LW มีน้ำหนักซากเย็นน้อยกว่า ($P < 0.09$) และเปอร์เซ็นต์การแต่งเนื้อมากกว่าลูกแกะที่ได้รับอาหาร LC ($P < 0.01$) ซึ่งการเสริมลินสิดไม่มีผลต่อการกินได้ (ตารางที่ 5) ทั้งนี้อาจเป็นเพราะการใช้ลินสิดระดับที่สูงส่งผลต่อประสิทธิภาพการย่อยเยื่อใยในกระเพาะหมักลดลง (Gonthier et al., 2005 ; Looor et al., 2005 อ้างโดย Bu et al., 2007) เนื่องจากจุลินทรีย์ไม่ชอบอาหารที่มีไขมันสูงเกิน 5% ของอาหารทั้งหมด (ภัทรกร ทศพงศ์, 2560) เพราะกรดไขมันจะเคลือบผิวจุลินทรีย์และผิวของอนุภาคอาหารส่งผลให้จุลินทรีย์ไม่สามารถทำงานได้ และไม่สามารถใช้กรดไขมันไม่อิ่มตัวเป็นแหล่งพลังงานได้ ส่งผลทำให้การย่อยเยื่อใยลดลงและสัตว์กินได้ลดลง (ภัทรกร ทศพงศ์, 2559)

ตารางที่ 5 ประสิทธิภาพการเจริญเติบโตและองค์ประกอบซากของลูกแกะที่ได้รับอาหารทดลอง

Item	Treatment			SEM	Contrast	
	CONT	LW	LC		CONT vs. (LW and LC)	LW vs. LC
น้ำหนักเริ่มต้น (กก.)	33.1	31.3	31	0.63	0.16	0.86
Liveweight เมื่อฆ่า (กก.)	47.2	45	45.9	0.51	0.13	0.51
ADG (g / d)	320	308	336	10.5	0.93	0.29
ปริมาณการกินอาหาร (กก. / วัน)	1.43	1.47	1.59	-	-	-
อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัว	4.5	4.9	4.7	-	-	-
น้ำหนักซากเย็น (กก.)	20.8	19.5	20.9	0.34	0.38	0.09
ซากตัดแต่ง (%)	44.2	43.3	45.6	0.38	0.71	0.01

CONT = ข้าวสาลีที่ไม่มีไขมันเสริม LW = ข้าวสาลีและเมล็ดลินสิด LC = ข้าวโพดและเมล็ดลินสิด SEM = ข้อผิดพลาดมาตรฐานของค่าเฉลี่ย ข้อมูลที่นำเสนอ

ที่มา : Berthelot et al. (2010)

อย่างไรก็ตาม จะเห็นได้ว่าจากทั้ง 3 งานทดลองให้ผลที่ไม่แตกต่างกัน ทั้งนี้อาจเป็นเพราะทั้งสามงาน ใช้สัตว์ทดลองในช่วงอายุ และน้ำหนักตัวใกล้เคียงกัน เนื่องจากช่วงอายุ และน้ำหนักของสัตว์ที่ต่างกันมีความต้องการอาหารที่ต่างกัน และปริมาณการกินได้ที่ต่างกัน (นิราวรรณ กุณัน, 2560) ซึ่งส่งผลให้การเจริญเติบโตของลูกแกะใกล้เคียงกัน

ผลของการใช้ลินสีดต่อองค์ประกอบของกรดไขมันในเนื้อลูกแกะ

การศึกษาของ Urrutia et al. (2018) พบว่าการเสริมลินสีดที่ 10% ในอาหารของลูกแกะเพิ่มปริมาณ n-3 PUFA 47% จากกลุ่มควบคุม ($P < 0.001$) นอกจากนี้มีการเพิ่มขึ้นของ MUFA เมื่อใช้เม็กลินสีด 10% ในขณะที่ความเข้มข้นของ n-6 PUFA ในกลุ่ม L10 ลดลง 17% อย่างมีนัยสำคัญเมื่อเทียบกับกลุ่มควบคุม ($P < 0.01$) ลูกแกะที่ได้รับอาหารที่มีลินสีด อัตราส่วน n - 6 / n - 3 ต่ำกว่ากลุ่มควบคุมถึง 60 % ($P < 0.001$) (ตารางที่ 6) ทั้งนี้อาจเป็นเพราะระดับของกรดไขมันจำพวก MUFA ส่งผลให้ปริมาณ n-3 PUFA ในเนื้อเพิ่มขึ้นตามระดับของกรดไขมัน MUFA ในอาหาร (Laura et al., 2014) เลยทำให้กรดไขมันโอเมก้า 6 ลดลง ส่วนกรดไขมันโอเมก้า 3 เพิ่มขึ้น

ตารางที่ 6 ผลของลินสีดต่อองค์ประกอบของกรดไขมัน (g / 100 g ของค่า FAME ที่ระบุทั้งหมด) ในกล้ามเนื้อของลูกแกะ

Item	Dietary treatment			SEM	P-value
	C	L5	L10		
SFA	48.66	47.83	47.92	0.61	0.577
MUFA	39.37 ^b	40.89 ^a	41.12 ^a	0.38	0.006
n-6 PUFA	9.51 ^a	8.51 ^{ab}	7.91 ^b	0.47	0.058
n-3 PUFA	0.83 ^b	1.35 ^a	1.58 ^a	0.09	<0.001
PUFA	10.33	9.84	9.46	0.5	0.498
PUFA/SFA	0.26	0.24	0.23	0.01	0.245
n-6 PUFA/n-3 PUFA	13.49 ^a	6.47 ^b	5.37 ^b	0.62	<0.001

C=control; L5=5% linseed; L10=10% linseed; LA=linoleic acid; ALA=α-linolenic acid; AA=arachidonic acid; EPA=eicosapentaenoic acid; DPA=docosapentaenoic acid; DHA=docosahexaenoic acid; SFA=saturated fatty acid; PUFA=polyunsaturated fatty acid; MUFA=monounsaturated fatty acid; CLA=conjugated linoleic acid.

¹Based on 12 lambs/group. ² Total SFA, MUFA, n-6 PUFA and n-3 PUFA is the sum of all SFA, MUFA, n-6 PUFA and n-3 PUFA, respectively. ³ Total CLA = C18:2c9,t11 + C18:2t10,c12 + C18:2c9,c11 + C18:2 t9,t11.

ที่มา : Urrutia et al. (2018)

โดยการศึกษาของ Urrutia et al. (2018) ให้ผลคล้ายกับงานทดลองของ Atti et al. (2013) ที่พบว่ากรดไขมันที่สำคัญคือ Palmitic และกรดโอเลอิกไม่เปลี่ยนแปลงอย่างมีนัยสำคัญเมื่อใช้ลินสีด กรดสเตียริกสูงกว่า L15 และกลุ่มของการเสริม L30 มากกว่ากลุ่มควบคุมโดยไม่มีมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ การเปลี่ยนแปลงหลักขององค์ประกอบกรดไขมันของกล้ามเนื้อด้วยการเสริมลินสีดตามที่คาดไว้การเพิ่มขึ้นอย่างชัดเจน linolenic acid มีการเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ ($P < 0.001$) สำหรับ L15 มีค่าควบคุมถึง 300% ดังนั้นสัดส่วนของมันก็ยังคงใกล้เคียงกับ L30 ยิ่งกว่านั้น C20: 3 n -3, C20: 5 n -3 ($P < 0.05$) และ C22: 5 n -3 เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ ($P < 0.001$) สำหรับ L15 จากนั้นลดลงเล็กน้อยสำหรับ L30 ดังนั้น

สัดส่วน PUFA จึงเพิ่มขึ้น ($p = 0.06$) สำหรับกลุ่มที่ได้รับเมล็ดลินสีด สำหรับกลุ่มควบคุมทั้งหมด n - 3 PUFA มีเพียง 16% ของจำนวน PUFA ทั้งหมด ในขณะที่บอกถึงครึ่งหนึ่งสำหรับกลุ่ม L15 (3.56 / 6.09) และ L30 (3.26 / 6.83) ในการเสริมของ C18: 3 n-3 รวม PUFA มีแนวโน้มเดียวกัน (8.9%, 19.7% และ 18.5% สำหรับการควบคุม, L15 และ L30 ตามลำดับ) (ตารางที่ 7)

ตารางที่ 7 ค่าเฉลี่ยของกรดไขมันในเนื้อเยื่อ (% of total FA) ของลูกแกะที่เลี้ยงด้วยเมล็ดลินสีดอัตราใน ระดับต่างๆ

Group	Control	L15	L30	SEM	p*	Contrast ^d
SFA	45.48	46.73	46.42	0.584	NS	NS
MUFA	43.27	43.92	39.98	0.428	NS	NS
PUFA	4.36	6.09	6.83	0.064	>0.06	NS
PUFA: SFA	0.09 ^c	0.13 ^b	0.15 ^a	0.387	NS	>0.016
$\Sigma n-3$	0.70 ^b	3.56 ^a	3.26 ^a	0.064	0.006	0.016
n-6: n-3	5.23 ^a	0.71 ^b	1.10 ^b	0.083	0.001	0.001

Control, group receiving concentrate with 0% linseed; L15, group receiving concentrate with 15% linseed; L30, group receiving concentrate with 30% linseed. a-c Means in the same line with different superscripts are significantly different ($p < 0.01$). ^d [L15+L30 vs. Control]. SFA, sum of saturated fatty acids; PUFA, sum of polyunsaturated fatty acids. * Global significance of the model.

ที่มา : Atti et al. (2013)

ซึ่งการศึกษาของ Urrutia et al. (2018) และงานทดลองของ Atti et al. (2013) เป็นไปในทางเดียวกันกับงานทดลองของ Berthelot et al. (2010) ที่ศึกษา ปริมาณกรดไขมันและสัดส่วนในเนื้อเยื่อ พบว่า ลูกแกะที่ได้รับอาหาร LC มีปริมาณ FA สูงขึ้นในกล้ามเนื้อมากกว่าลูกแกะที่ได้รับอาหาร CONT และ LW ลูกแกะที่ได้รับ LC และ LW มีสัดส่วน ALA, EPA, DHA และผลรวมของ n-3 PUFA (+ 2.4%) สูงกว่าลูกแกะ CONT ในกล้ามเนื้อระหว่าง LW หรือ LC ซึ่งไม่มีความแตกต่างระหว่างลูกแกะกับสัดส่วนของ LA และผลรวมของ n-6 PUFA ในกล้ามเนื้อ (ตารางที่ 8) ทั้งนี้อาจเป็นเพราะการใช้ลินสีดในส่วนผสมของอาหาร ซึ่งจะทำให้ระยะเวลาที่อาหารอยู่ในกระเพาะรูเมน (retention time) สั้นลง สามารถเพิ่มอัตราการไหลของกรดไขมันลิโนเลอิก และกรดไขมันลิโนเลนิกไปสู่ลำไส้เล็กมากขึ้น ซึ่งจะถูกลดซึมและนำไปสะสมในกล้ามเนื้อเพิ่มมากขึ้น โดยปริมาณของกรด ไขมันทั้งหมดในกล้ามเนื้อจะแปรผันกับปริมาณของไขมันที่แทรกในกล้ามเนื้อนั้น ๆ (Scollan et al., 2002 อ้างโดย รักเกียรติ หน่อแก้ว และคณะ, 2551) การที่จุลินทรีย์ในรูเมนทำงานหรือขบวนการเติมไฮโดรเจนในพันธะคู่ไม่สมบูรณ์ เพราะเนื่องจากว่าในรูเมนมีการหมักเวียนและการเคลื่อนที่ของอาหาร ออกไปตามทางเดินอาหารอย่างต่อเนื่อง ทำให้มีไขมันไม่อิ่มตัวเล็ดลอดผ่านไป ที่ลำไส้เล็กและไปสะสมที่เนื้อได้ (ภัทรกร พัทพงค์, 2560) โดยส่งผลให้เกินกรดไขมันในเนื้อเพิ่มขึ้นตามไปด้วย

ตารางที่ 8 ปริมาณกรดไขมันและสัดส่วนในเนื้อเยื่อของอาหารที่ได้รับอาหาร(CONT, LW, LC)

Item	Treatment			SEM	Contrast	
	CONT	LW	LC		CONT vs. (LW and LC)	LW vs. LC
SFA	35.8	34.9	35.3	0.36	0.33	0.65
MUFA	42.9	41.2	43.2	0.57	0.55	0.17
PUFA	16.7	19.7	17.2	0.75	0.26	0.17
n-6 PUFA	15.1	15.6	13.5	0.57	0.63	0.14
n-3 PUFA	1.57	4.15	3.77	0.301	0.001	0.48
n-6/n-3	9.86	3.99	3.73	0.609	0.001	0.69

CONT = ข้าวสาลีที่ไม่มีไขมันเสริมเมล็ดลินซีด LW = ข้าวสาลีและเมล็ดลินซีด LC = ข้าวโพดและเมล็ดลินซีด SEM = ข้อผิดพลาดมาตรฐานของค่าเฉลี่ย ข้อมูลที่นำเสนอ

ที่มา : Berthelot et al. (2010)

อย่างไรก็ตาม จะเห็นได้ว่าจากทั้ง 3 งานทดลองยังให้ผลที่ไม่แตกต่างกัน ทั้งนี้อาจเป็นเพราะงานของ Berthelot et al. (2010) และ Atti et al. (2013) และ Urrutia et al. (2018) ทั้งนี้เป็นเพราะการใช้ลินซีดในส่วนผสมของอาหารระดับที่เหมาะสม กรดไขมันไม่อิ่มตัวไม่ถูกเปลี่ยนแปลงในกระเพาะรูเมนจนหมดและทำให้เพิ่มส่วนของเยื่อใยในอาหาร หรือสารลิกนินสูง ซึ่งแกะไม่สามารถย่อยอาหารหยาบได้ดีเท่ากับโค ส่งผลทำให้การย่อยได้ของเยื่อใยลดลง โดยทำให้สัดส่วนของ acetate : propionate ลดลง ซึ่งอาจ มีเหตุผลมาจากไขมันอาจไปเกาะติดตามผิวของอาหารเยื่อใย หรือ ไขมันอาจทำให้จำนวนของจุลินทรีย์ ในรูเมนเปลี่ยนแปลงไป หรือไขมันอาจจะขัดขวางการเข้าย่อยสลายของจุลินทรีย์ โดยจุลินทรีย์ไม่สามารถ เข้าจับเกาะบนเซลล์เมมเบรนได้ (ขัดขวาง surface-active effects) และการเสริมอาหารพลังงานสูงต้อง ให้สมดุลกับโปรตีนด้วย (ภัทรกร ทศพงษ์, 2560)

สรุป

การใช้ลินซีดผสมในสูตรอาหารแต่ละระดับ ไม่มีผลกระทบต่อประสิทธิภาพการเจริญเติบโตและเปอร์เซ็นต์ซากของลูกแกะ และสามารถเพิ่มสัดส่วนของกรดไขมันไม่อิ่มตัวโดยเฉพาะกรดไขมันโอเมก้า 3 และยังสามารถใช้ได้ถึง 30% แต่ควรระมัดระวังเรื่องปริมาณการกินได้และการย่อยได้ของสัตว์

เอกสารอ้างอิง

นิราวรรณ กุณัน. 2560. อาหารและการให้อาหารสัตว์เคี้ยวเอื้อง. สาขาวิชาเทคโนโลยีการผลิตสัตว์ คณะเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานี.

- ภัทรกร ทศพงศ์. 2560. โภชนศาสตร์สัตว์เคี้ยวเอื้อง. (ออนไลน์). <http://www.agi.nu.ac.th/science.1> มีนาคม. พิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพงศ์ และ นิธิยา รัตนานนท์. 2018. **Olive oil / น้ำมันมะกอก**. <http://www.foodnetworksolution.com/wiki/word/1828/olive-oil->. 5 มีนาคม.
- ภัทรกร ทศพงศ์. 2559. โภชนศาสตร์สัตว์เคี้ยวเอื้อง. คณะเกษตรศาสตร์ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยนเรศวร จังหวัดพิษณุโลก.
- รักเกียรติ หน่อแก้ว และคณะ. 2551. “คุณภาพเนื้อและองค์ประกอบกรดไขมันในกล้ามเนื้อสันนอกของโคพื้นเมืองไทยที่เลี้ยงปล่อยพืชอาหารหายาต่างกัน”. **การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 46**. ณ กรุงเทพฯ 29 ม.ค. - 1 ก.พ. 2551.
- Atti, N. and et al. 2013. “Effects of extruded linseed on muscle physicochemical characteristics and fatty acid composition of lambs”. **Applied Animal Research**. 41:4, 404-409.
- Berthelot, V. and et al. 2010. “Utilization of extruded linseed to modify fatty composition of intensively-reared lamb meat: Effect of associated cereals (wheat vs. corn) and linoleic acid content of the diet”. **Meat Science**. 84:114–124.
- Diederichsen, A. and Raney, J. P. 2006. “seed colour, seed weight and seed oil content in *Linum usitatissimum* accessions held by Plant Gene Resources of Canada”. **Plant Breeding**. 125:372-377.
- Gonthier, C. and et al. 2005. “Feeding micronized and extruded flaxseed to dairy cows: Effects on blood parameters and milk fatty acid composition”. **J. Dairy Sci**. 88:748–756.
- Fuentes, M.C. and et al. 2008. “Effect of extruded linseed on productive and reproductive performance of lactating dairy cows”. **Livestock Science**. 113:144-154.
- Feng, Y. and et al. 2015. “Effects of dietary omega-3/omega-6 fatty acid ratios on reproduction in the young breeder rooster”. **BMC Veterinary Research**. 11:73
- Harris, M. and et al. 2017. “The Impact of Virgin Coconut Oil and High-Oleic Sunflower Oil on Body Composition, Lipids, and Inflammatory Markers in Postmenopausal Women”. **Medicinal food**. 20:4, 345–351.
- Laura, G. and et al. 2014. “Effect of supplementing different oil: linseed, sunflower and soybean, on animal performance, carcass characteristic, meat quality and fatty acid profile of veal from “rubia gallega” calves”. **Meat Sci**. 96:829-836.
- Popa, V. and et al. 2012. “Fatty acids composition and oil characteristics of linseed (*Linum Usitatissimum* L.) from Romania”. **Agroalimentary Processes and Technologies**. 18:2, 136-140.
- Urrutia, O. and et al. 2018. “Effect of linseed dietary supplementation on adipose tissue development, fatty acid composition, and lipogenic gene expression in lambs”. **Livestock Science**. 178:345–356.