

ผลของการเสริมน้ำมันลินซีดในอาหารต่อองค์ประกอบน้ำนมและปริมาณผลผลิตน้ำนมโค
(Effect of linseed oil supplementation on milk composition and milk production
in dairy cow)

นวรรตน์ เจริญรอย

Navarat Jaroenroy

ภาควิชาสัตวศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

บทคัดย่อ

สัมมนาฉบับนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของการเสริมน้ำมันลินซีดในอาหารต่อองค์ประกอบน้ำนมและปริมาณผลผลิตน้ำนมของโคนม โดยทำการรวบรวมศึกษาเอกสารวิชาการและงานวิจัย จำนวน 3 ฉบับ ระหว่างปี พ.ศ. 2555 – 2560 โดยมีการเสริมน้ำมันลินซีด ในสูตรอาหารโคนมที่ระดับ 2 – 4% ในสูตรอาหาร พบว่าการเสริมน้ำมันลินซีดไม่ส่งผลต่อปริมาณการกินได้ ปริมาณผลผลิตน้ำนม และองค์ประกอบน้ำนมของโคนม ได้แก่ โปรตีน, ไขมัน, แลคโตส, ของแข็งทั้งหมด ($P>0.05$) จึงสรุปได้ว่า ไม่ควรเสริมน้ำมันลินซีดในอาหารโคนม

คำสำคัญ: ลินซีด, โคนม, องค์ประกอบน้ำนม, ปริมาณน้ำนม

บทนำ

ปัจจุบันผู้บริโภคหันมาให้ความสนใจเกี่ยวกับเรื่องของการดูแลสุขภาพกันมากขึ้น และให้ความสำคัญกับการบริโภคอาหารที่มีกรดไขมันไม่อิ่มตัว ในผลิตภัณฑ์จากสัตว์ เช่น เนื้อและนม มักมีปริมาณกรดไขมันอิ่มตัวสูง ซึ่งหากผู้บริโภคได้รับในปริมาณมาก อาจส่งผลเสียต่อสุขภาพ จึงมีการปรับปรุงคุณภาพอาหารสัตว์ โดยการเสริมอาหารที่มีกรดไขมันไม่อิ่มตัว พบว่าการใช้พืชน้ำมัน เช่น การเสริมน้ำมันปาล์มในอาหารสัตว์เคี้ยวเอื้อง ทำให้ปริมาณน้ำมัน เปอร์เซ็นต์ไขมันนม และปริมาณไขมันน้ำมันเพิ่มขึ้น (อภิศักดิ์, 2559) เสริมไขมันเมล็ดดอกทานตะวันในอาหารโคนม พบว่าไม่มีผลต่อการกินได้ของวัตถุดิบ ไขมันนมหรือการหลั่งโปรตีน (Shingfield et al., 2008) และพบว่าลินซีดก็เป็นแหล่งพืชน้ำมันที่น่าสนใจ ที่สามารถเป็นแหล่งของไขมันที่ดี

ลินซีด (*Linum usitatissimum* L.) เป็นพืชที่มีปริมาณกรดไขมันไม่อิ่มตัวสูง เมล็ดมีรูปร่างทรงไข่ คล้ายเมล็ดกระถิน เปลือกหุ้มเมล็ดมีสีน้ำตาลเหลือง เมล็ดมักนิยมนำมาสกัดเอาน้ำมันเพื่อใช้บริโภคเพราะมีคุณค่าทางโภชนาการสูง ประกอบไปด้วย กรดแอลฟา-ลิโนเลนิก (alpha - linolenic acid) ซึ่งเป็นสารตั้งต้นของน้ำมันที่มีกรดไขมันโอเมก้า 3 มีปริมาณมากถึง 40-60% และประกอบไปด้วยกรดไขมัน โอเมก้า 6 ในรูปของกรดลิโนเลนิก (linolenic acid) และเป็นแหล่งของสารลิกแนน (lignans) เป็นกลุ่มสารที่มีโครงสร้างทางเคมีที่หลากหลาย มีสมบัติทางชีวภาพ ได้แก่ ช่วยกระตุ้นการเผาผลาญไขมัน ลดไขมันในเส้นเลือด มีฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระและต้านการอักเสบ (Greendin, 2014) จากงานวิจัยการเสริมน้ำมันลินซีดในอาหารโคนม ทำให้ปริมาณไขมันและโปรตีนในนมเพิ่มขึ้น (Flowers et al., 2008) และการการเสริมน้ำมันลินซีด ช่วยลดปริมาณการสร้างก๊าซมีเทน ที่เกิดจากระบวนการหมัก (ธานียา, 2559) ดังนั้นสมมนาฉบับนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของการเสริมน้ำมันลินซีดในอาหารต่อองค์ประกอบน้ำนมและปริมาณผลผลิตน้ำนมโค สำหรับใช้เป็นข้อมูลเบื้องต้นให้กับผู้ที่สนใจ

ลินซีด (*Linum usitatissimum* L.)

ลินซีดจัดเป็นพืชน้ำมันที่สำคัญทางเศรษฐกิจของโลกชนิดหนึ่ง มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Linum usitatissimum* เป็นพืชในสกุล *Linum* จัดอยู่ในวงศ์ *Linaceae* ปรับตัวได้ดีในเขตอบอุ่น (warm) และเขตอบหนาว (cool temperate climates) ประกอบด้วยพืชหลายชนิดในหลายสกุลที่สำคัญคือ *Linum*, *Dasylinum*, *Ca thartolium*, *Linastrum* และ *Syllinum* จึงสามารถแบ่งออกเป็น 2 ชนิด ตามความต้องการและการนำไปใช้ประโยชน์ คือ ลินซีด (linseed) และแฟลกซ์ซีด (flaxseed) สามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้มากมาย เช่น เมล็ดสามารถสกัดน้ำมันเพื่อใช้ทำอาหารเสริมสุขภาพ สีสัน น้ำมันขัดเงา เคลือบไม้ หมึกพิมพ์ กากลินินที่สกัดน้ำมันออกแล้วทำเป็นอาหารสัตว์ที่มีคุณค่าทางอาหารสูง (รัฐกร, 2555) น้ำมันลินซีดมีปริมาณกรดไขมันไม่อิ่มตัว linolenic (C18:3) ในปริมาณมาก ทำให้เกิดการเหม็นหืน (rancidity) ได้ง่าย และมีอายุเก็บรักษาสั้น (short shelf-life) ทั้งการผลิตในเชิงการค้ามีน้อยเมื่อเทียบกับพืชน้ำมันชนิดอื่นๆ จึงถูกใช้ในแง่บริโภคน้อยมาก โดยกระบวนการเมตาบอลิซึมของไขมันในสัตว์เคี้ยวเอื้องจะแตกต่างจากสัตว์ไม่เคี้ยวเอื้อง เนื่องจากอาหารที่มีไขมันจะถูกย่อยครั้งแรกที่กระเพาะรูเมนโดยเอนไซม์จากจุลินทรีย์และสามารถใช้ประโยชน์จากไขมันในอาหารได้ทันทีหลังจากที่อาหารไขมันเข้าสู่กระเพาะรูเมนโดยแบคทีเรียกลุ่มที่ใช้ลิพิด

เป็นอาหาร (lipolytic bacteria) และโปรโตซัวบางชนิด จะเปลี่ยนลิพิดเป็นสารประกอบอื่นๆ เช่น กรดไขมันชนิดต่างๆ และกลีเซอรอล (อนุสรณ์, 2554)

ผลของการเสริมน้ำมันลินซีดในอาหารต่อประสิทธิภาพการผลิตของโคนม

ปริมาณการกินได้

จากการทดลองของ Benchaar et al. (2012) เสริมน้ำมันลินซีดในอาหารโคนมที่ระดับ 0, 2, 3 และ 4% พบว่าไม่ส่งผลต่อปริมาณการกินได้ของโคนม สอดคล้องกับงานทดลองของ Suksombat et al. (2014) ศึกษาการเสริมอาหาร 3 ชนิดคือ ปาล์มน้ำมัน 300 กรัม/วัน (กลุ่มควบคุม), น้ำมันลินซีดที่ระดับ 300 กรัม/วัน เมล็ดลินซีดที่ระดับ 688 กรัม/วัน พบว่าผลรวมของการกินได้ของวัตถุแห้ง ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) ให้ผลเช่นเดียวกันกับ ปาล์มน้ำมัน สอดคล้องกับการรายงานของ วิริวิศา (2552) กล่าวว่า เมื่อเพิ่มระดับน้ำมันในสูตรอาหารเพิ่มขึ้น จะส่งผลให้อาหารมีกลิ่นเหม็นหืน ซึ่งส่งผลให้ความน่ากินของอาหารลดลง ทำให้การกินอาหารได้น้อยลง แต่การศึกษาของ Antonacci et al. (2017) ศึกษาการเสริมน้ำมันถั่วเหลือง (SO) ร่วมกับน้ำมันลินซีด (LO) ในอาหารโคนม โดยมีกลุ่มควบคุม, น้ำมันถั่วเหลือง 4%, น้ำมันถั่วเหลือง: น้ำมันลินซีดที่ระดับ 3: 1%, น้ำมันถั่วเหลือง: น้ำมันลินซีดที่ระดับ 2: 2%, น้ำมันถั่วเหลือง: น้ำมันลินซีดที่ระดับ 1: 3% และน้ำมันลินซีดที่ระดับ 4% พบว่า ผลรวมการกินได้ของวัตถุแห้ง มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P<0.05$) โดยพบการเสริมน้ำมันลินซีด 1% มีปริมาณการกินได้มากกว่าระดับอื่น แต่ไม่แตกต่างจากการเสริมน้ำมันลินซีดที่ระดับ 2% จะเห็นได้ว่าเมื่อเสริมถั่วเหลืองในระดับที่สูงจะมีปริมาณการกินได้มากกว่า เนื่องจากถั่วเหลืองเป็นอาหารโปรตีนจากพืชที่ดีที่สุด คุณค่าสูงและมีความน่ากิน (เลิศภูมิ, 2028) สอดคล้องกับการศึกษางานทดลองของ วียะดา (2556) ศึกษาการเสริมกากถั่วเหลืองระดับต่างๆ ต่อการใช้ประโยชน์ได้ของโภชนะและนิเวศวิทยาในกระเพาะรูเมนโคพื้นเมืองไทย พบว่าเมื่อเสริมถั่วเหลืองในระดับที่สูงขึ้น มีปริมาณการกินได้ทั้งหมดสูงขึ้น อีกทั้งยังสอดคล้องกับการรายงานของปิ่น และ เมธา (2546) กล่าวว่า ปริมาณการกินได้ลดลง เนื่องจากระดับไขมันที่เพิ่มเข้าไป จะส่งผลขัดขวางต่อการหมักย่อยในกระเพาะรูเมน

Table 1 Effect of linseed oil on intake in dairy cows

Items	treatments				SEM	P-value	
	CTL	LO2	LO3	LO4		linear	Quadratic
DMI, kg/d	19.4	19.1	18.6	18.7	0.60	0.36	0.91
% of BW	3.3	3.2	3.09	3.1	0.10	0.25	0.92

CTL = control TMR with no linseed oil; LO2 = TMR with 2% linseed oil; LO3 = TMR with 3% linseed oil; LO4 = TMR with 4% linseed oil; SEM= Standard of mean.

ที่มา: ดัดแปลงจาก Benchaar et al. (2012)

Table 2 Effect of linseed oil on intake in dairy cows

Items	treatments			SEM	P-value
	PO	LSO	WLS		
DM, (kg/d)					
Concentrate	7.28	7.28	7.28		
Grass silage	8.13 ^{ab}	8.22 ^a	7.53 ^b	0.21	0.04
PO/WLS	0.30 ^b	0.30 ^b	0.63 ^a	0.80	0.02
Total	15.71	15.80	15.44	0.23	0.54

^{a-b} Means within a row with no common superscripts differ significantly ($P < 0.05$); SEM=

Standard of mean; CP= crude protein; PO= palm oil; LSO= linseed oil; WLS= whole linseed

ที่มา: ดัดแปลงจาก Suksombat et al. (2014)

Suksombat et al. (2014) ศึกษาการเสริมน้ำมันลินซีดในอาหารโคต่อการย่อยได้ของโภชนะ โดยเสริมอาหาร 3 กลุ่ม ได้แก่ ปาล์มน้ำมัน 300 กรัม/วัน (กลุ่มควบคุม), น้ำมันลินซีดที่ระดับ 300 กรัม/วัน เมล็ดลินซีดที่ระดับ 688 กรัม/วัน พบว่าการเสริมน้ำมันลินซีดร่วมกับหญ้าหมัก มีปริมาณการกินได้มากกว่าการเสริมด้วยน้ำมันปาล์มและเมล็ดลินซีด แต่ไม่แตกต่างจากการเสริมด้วยน้ำมันปาล์ม และการเสริมอาหารร่วมกับน้ำมันปาล์ม/เมล็ดลินซีด พบว่าการเสริมเมล็ดลินซีดมีปริมาณการกินได้มากกว่าการเสริมด้วยน้ำมันปาล์มและน้ำมันลินซีด ดังนั้นการเสริมน้ำมันทั้ง 3 แหล่งในอาหารชั้น ไม่ส่งผลต่อปริมาณการกินได้ แตกต่างจากการศึกษาของ Antonacci et al. (2017) ศึกษาการเสริมถั่วเหลือง (SO) และน้ำมันลินซีด (LO) ในอาหารโค โดยมีกลุ่มควบคุม, น้ำมันถั่วเหลือง 4%, น้ำมันถั่วเหลือง: น้ำมันลินซีดที่ระดับ 3: 1%, น้ำมันถั่วเหลือง: น้ำมันลินซีดที่ระดับ 2: 2%, น้ำมันถั่วเหลือง: น้ำมันลินซีดที่ระดับ 1: 3% และน้ำมันลินซีดที่ระดับ 4% พบว่าปริมาณการกินได้ของอาหารที่เสริมร่วมกับอาหารหยาบ พบว่าเมื่อเสริมน้ำมันลินซีดที่ระดับ 1% ส่งผลให้ปริมาณการกินได้ของวัตถุดิบมากกว่าระดับอื่นๆ แต่ไม่แตกต่างจากการเสริมกลุ่มควบคุม, ถั่วเหลือง 4% และน้ำมันลินซีด 2%

Table 3 Effect of linseed oil in on dry matter intake in dairy cows

Items	Treatments						SEM	P-value
	T1	T2	T3	T4	T5	T6		
Intake, (kg DM/d)								
Pasture	9.27 ^{ab}	9.84 ^{ab}	10.00 ^a	9.24 ^{ab}	8.09 ^c	8.98 ^{bc}	0.35	0.007
Concentrate	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	-	-
oil	-	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	-	-
Total DM	16.47 ^b	17.84 ^a	18 ^a	17.24 ^{ab}	16.09 ^c	16.98 ^{bc}	0.39	<0.0001

^{a-c} Means within a row with no common superscripts differ significantly ($P < 0.05$); SEM= Standard of mean ⁷

T1= control; T2= soybean 4%; T3= soybean 3%: linseed oil 1%; T4= soybean 2%: linseed oil 2%; T5= soybean 1%: linseed oil 3%; T6= linseed oil 4%

ที่มา: ดัดแปลงจาก Antonacci et al. (2017)

ผลของการเสริมน้ำมันลินซีดต่อผลผลิตน้ำนมและองค์ประกอบน้ำนม

จากการศึกษาของ Benchaar et al. (2012) ได้ศึกษาการใช้ไขมันลินซีดในอาหารโคนม ที่ระดับ 0, 2, 3, 4% of DM พบว่าปริมาณผลผลิตน้ำนมและองค์ประกอบน้ำนม (ไขมัน, โปรตีน, แลคโตส) ไม่มีความแตกต่างกัน ($P > 0.05$) สอดคล้องกับการศึกษาของ Suksombat et al. (2014) ศึกษาเกี่ยวกับปริมาณน้ำนมกับองค์ประกอบน้ำนม ที่ได้รับการเสริมจากอาหาร 3 ชนิด คือ ปาล์มน้ำมัน 300 กรัม/วัน (กลุ่มควบคุม), น้ำมันลินซีดที่ระดับ 300 กรัม/วัน เมล็ดลินซีดที่ระดับ 688 กรัม/วัน อีกทั้งยังสอดคล้องกับการศึกษาของ Antonacci et al. (2017) ศึกษาการเสริมไขมันลินซีดในอาหารต่อองค์ประกอบน้ำนมและผลผลิตน้ำนม โดยมีกลุ่มควบคุม, น้ำมันถั่วเหลือง 4%, น้ำมันถั่วเหลือง: น้ำมันลินซีดที่ระดับ 3: 1%, น้ำมันถั่วเหลือง: น้ำมันลินซีดที่ระดับ 2: 2%, น้ำมันถั่วเหลือง: น้ำมันลินซีดที่ระดับ 1: 3% และน้ำมันลินซีดที่ระดับ 4% เนื่องจากงานทดลองของ Benchaar et al. (2012) และ Suksombat et al. (2014) เมื่อเสริมไขมันลินซีดในอาหาร พบว่าไม่ส่งผลต่อการกินได้และการย่อยได้ ทำให้องค์ประกอบน้ำนมไม่แตกต่าง แต่จากการทดลองของ Antonacci et al. (2017) พบว่าเมื่อเสริมไขมันลินซีดร่วมกับน้ำมันถั่วเหลืองที่ระดับ 3 และ 1% ส่งผลให้ปริมาณน้ำนมเพิ่มขึ้น แต่เมื่อเสริมลินซีดที่ระดับ 4% ไม่ส่งผลต่อปริมาณน้ำนม

Table 4 Effect of linseed supplementation on milk composition and milk production

Items	Treatments				SEM	P-value	
	CTL	LO2	LO3	LO4		Linear	Quadratic
Production, kg/d							
Milk	26.1	27.3	27.4	28.4	0.60	0.04	0.93
4%FCM	25.7	26.1	26.9	27.4	0.70	0.14	0.73
ECM	27.4	27.9	28.4	28.9	0.70	0.17	0.79
Composition, %							
Fat	3.9	3.7	3.9	3.7	0.10	0.47	0.69
Protein	3.4	3.3	3.3	3.2	0.30	0.01	0.53
Lactose	4.6	4.7	4.7	4.9	0.10	0.12	0.4

CTL = control TMR with no linseed oil; LO2 = TMR with 2% linseed oil; LO3 = TMR with 3% linseed oil; LO4 = TMR with 4% linseed oil; SEM= Standard of mean

ที่มา: ดัดแปลงจาก Benchaar et al. (2012)

Table 5 Effect of linseed supplementation on milk composition and milk production

Item	Treatment			SEM	P-value
	PO	LSO	WLS		
Yield					
Milk, (Kg/d)	18.1	18.3	18.6	0.97	0.69
3.5% FCM ² , (Kg/d)	18.5	19	19.4	0.96	0.67
Fat, (g/d)	659	681	703	62	0.35
Protein, (g/d)	529	551	564	51	0.82
Lactose, (g/d)	896	899	917	76	0.7
solid-not-fat, (g/d)	1627	1636	1642	103	0.68
total solid, (g/d)	2286	2317	2345	142	0.61
Composition, (g/100 g of raw milk)					
Fat	3.64	3.72	3.78	0.22	0.66
Protein	2.92	3.01	3.03	0.14	0.6
Lactose	4.95	4.91	4.93	0.34	0.87
solid-not-fat	8.99	8.94	8.83	0.41	0.74
total solid	12.63	12.66	12.61	0.45	0.81

PO= palm oil; LSO= linseed oil; WLS= whole linseed; SEM= Standard of mean; FCM= fat-corrected milk; 3.5% FCM = $(0.432 \times \text{kg of milk}) + (16.216 \times \text{kg of milk fat})$.

ที่มา: ดัดแปลงจาก Suksombat et al. (2014)

Table 6 Effect of linseed supplementation on milk composition and milk production

Items	Treatments						T	W	T * W
	T1	T2	T3	T4	T5	T6			
	P-value								
Milk yield, (kg/d)	23.03 ^c	24.59 ^{bc}	26.12 ^{ab}	24.53 ^c	26.85 ^a	23.86 ^c	0.4 ⁻³	0.44	NS ³
4%FCM%, (kg/d)	20.73 ^b	22.87 ^{ab}	23.73 ^a	20.45 ^b	22.9 ^{ab}	21.21 ^b	0.8	0.8 ⁻³	NS
Fat, (g/100g)	3.4 ^a	3.47 ^a	3.33 ^{ab}	2.79 ^c	3.06 ^{bc}	3.4 ^a	0.002	<0.1 ⁻³	NS
Protein, (g/100g)	3.34	3.29	3.34	3.25	3.16	3.29	NS	<0.1 ⁻³	NS
Lactose, (g/100g)	4.8	4.9	4.89	4.89	4.88	4.96	NS	<0.1 ⁻³	0.001
Solid, (g/100g)	12.29 ^a	12.37 ^a	12.41 ^a	11.8 ^{bc}	11.74 ^c	12.24 ^{ab}	0.006	<0.1 ⁻³	NS

^{a-d} Means within a row with no common superscripts differ significantly ($P < 0.05$); $P^2 =$ P-value

T1= control; T2= soybean 4%; T3= soybean 3%: linseed oil 1%; T4= soybean 2%: linseed oil 2%; T5= soybean 1%: linseed oil 3%; T6= linseed oil 4%

4FCM% = 4% Fat Corrected Milk. T = treatment effect. W = week effect. TxW = treatment for week interaction.

ที่มา: ดัดแปลงจาก Antonacci et al. (2017)

สรุป

การเสริมน้ำมันลินซีดในสูตรอาหารโคนมที่ระดับ 2-4% ไม่ส่งผลต่อปริมาณการกินได้ ผลผลิตน้ำนมและองค์ประกอบน้ำนม ได้แก่ ไขมัน, โปรตีน, แลคโตส และของแข็ง ($P > 0.05$) ดังนั้นจึงไม่ควรเสริมน้ำมันลินซีดในอาหารโคนม

เอกสารอ้างอิง

ทัศนีย์ ชมภูจันทร์. 2539. คู่มือการดูแลสุขภาพโคนม.

http://niah.dld.go.th/th/AnimalDisease/cow_bloat.htm. 12 กุมภาพันธ์.

ธานียา เหล่านาสวัสดิ. “การเสริมน้ำมัน Linseed ต่อการขับออกของแก๊ส CH₄ ในโคนม Linseed oil supplementation on methane emission in dairy cows diet”. วิชาสัมมนา ณ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ 30 พฤศจิกายน 2559 หน้า 1-11.

ประสงค์ ไคลมี และอัมพร นันทธีโร. 2556. อาหารข้นและอาหารหยาบสำหรับโคนม.

<http://www.eto.ku.ac.th/neweto/e-book/animal/food4cow.pdf>. 13 กุมภาพันธ์.

ปิ่น และคณะ. 2559. “ผลของ fungal treatment ต่อการย่อยได้ของโภชนะ กระบวนการหมัก และ สมรรถภาพการผลิตของแพะขุน”. สำนักวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์. 1-80.

ปิ่น จันจุฬา และเมธา วรรณพัฒน์. 2546. “บทบาทของอาหารเยื่อใยต่อกระบวนการหมักในรูเมน ปริมาณ การกินได้ ผลผลิตและองค์ประกอบน้ำนมในโครีดนม”. วารสารโคนม. 20: 8-22.

ภัทรกร ทศพงศ์. 2559. โภชนศาสตร์สัตว์เคี้ยวเอื้อง. <http://www.agi.nu.ac.th/science/>. 10 กุมภาพันธ์.

รัฐกร มรัตนไพร. 2555. “ผลของการเสริมลินซีดต่อผลผลิตน้ำนม และสัดส่วนของกรดไขมันใน น้ำนมของโคนม”. วิทยานิพนธ์ วิทยาศาสตร์บัณฑิต: มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี.

เลิศภูมิ จัทรเพ็ญกุล. 2018. ประเภทและชนิดของวัตถุดิบที่ใช้เป็นแหล่งอาหารสัตว์.

<https://dspace.bru.ac.th/xmlui/bitstream/handle/>. 10 กุมภาพันธ์.

วัชรพงษ์ วัฒนกุล. 2541. โภชนศาสตร์สัตว์ประยุกต์.

http://www.agri.ubu.ac.th/mis/evaluate/assess_learn/upload/67013.doc. 12 กุมภาพันธ์.

วันวิสาข์ งามผ่องใส, ปิ่น จันจุฬา และ อภิชาติ หล่อเพชร. 2552. “การใช้กากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมันเป็น แหล่งพลังงานทดแทนข้าวโพดบดในอาหารโคพื้นเมืองภาคใต้”. Prince of songkla University. 1-52.

วิยะดา บุญสีลาภ. 2556. “ผลการเสริมกากถั่วเหลืองระดับต่างๆต่อการใช้ประโยชน์ได้ของโภชนะและ นิเวศวิทยาในกระเพาะรูเมนโคพื้นเมืองไทย”. วิทยานิพนธ์ วิทยาศาสตร์บัณฑิต: มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

อนุสร เชิดทอง. 2554. ลิพิดและกรดไขมัน. <https://ag2.kku.ac.th/eLearning>. 20 ธันวาคม.

อภิศักดิ์ วิทยาแพทย์. 2559. “ผลการเสริมน้ำมันปาล์มต่อการย่อยได้และสมรรถภาพการผลิตของสัตว์เคี้ยว เอื้อง”. ณ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ 9 พฤศจิกายน 2559 หน้า 1-13.

- Antonacci, L.E., Gagliostro, G.A., Cano, A.V. and Bernal, C.A. 2017. "Effects of Feeding Combinations of Soybean and Linseed Oils on Productive Performance and Milk Fatty Acid Profile in Grazing Dairy Cows". **Agricultural Sciences**. 8: 984-1002.
- Benchaar, C., Romero-Pérez, G.A., Chouinard, P.Y., Hassanat, F., Eugene, M., Petit, H.V. and Côrtes. C. 2012. "Supplementation of increasing amounts of linseed oil to dairy cows fed total mixed rations: Effects on digestion, ruminal fermentation characteristics, protozoal populations, and milk fatty acid composition". **Journal of Dairy Science**. 95: 4578- 4590.
- Flowers, G., Ibrahim, S.A. and AbuGhazaleh, A.A. 2008. "Milk Fatty Acid Composition of Grazing Dairy Cows When Supplemented with Linseed Oil". **Journal of Dairy Science**. 722 – 736.
- Ikwuegbu, O. A. and J. D. Sutton. 1982. "The effect of varying the amount of linseed oil supplementation on rumen metabolism in sheep". **British Journal of Nutrition**. 48: 365–375.
- Shingfield, K.J., Ahvenjärvi, S., Toivonen, V., Vanhatalo, A., Huhtanen, P., and Griinari, J.M. 2008. "Effect of incremental levels of sunflower-seed oil in the diet on ruminal lipid metabolism in lactating cows". **British Journal of Nutrition**. 99(5): 971-83.
- Martin, C., Rouel, J., Jouany, J. P., Doreau, M. and Chilliard, Y. 2008. Methane output and diet digestibility in response to feeding dairy cows crude linseed, extruded linseed, or linseed oil. **Journal Animal Science**. 86 (10): 2642-2650.
- Petit, H.U. and Cortes, C. 2010. "Milk production and Composition, milk fatty acid profile and blood composition of dairy cows fed whole or ground flaxseed in the first half of lactation". **Animal Food Science and Thechnology**. 158: 36-43.
- Suksombat, W., Thanh, L.P., Meeprom, C. and Mirattanaphrai. R. 2014. "Effects of Linseed Oil or Whole Linseed Supplementation on Performance and Milk Fatty Acid Composition of Lactating Dairy Cows". **Asian Australasian Journal Animal Science**. 27: 951-959.

