

ผลของการใช้น้ำมันลินซีดเป็นแหล่งของกรดไขมันไม่อิ่มตัวที่มีพันธะคู่หลายชุด (PUFAs) ในอาหารโคนมต่อ
สมรรถนะการสืบพันธุ์และคุณภาพน้ำนม

Effect of Using Linseed oil as a Polyunsaturated fatty acid (PUFAs) in Feed on
reproductive performance and milk quality of Dairy Cow

รัฐธรรมบุญ ราตรี

ภาควิชาสัตวศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

บทคัดย่อ

สัมมนาฉบับนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของการเสริมน้ำมันลินซีดที่เป็นแหล่งของ (PUFA) ในอาหารโคนมต่อสมรรถนะการสืบพันธุ์และคุณภาพน้ำนม โดยทำการรวบรวมศึกษาเอกสารวิชาการและงานวิจัย จำนวน 3 ฉบับ ระหว่างปี พ.ศ. 2556 – 2563 โดยมีการเสริมน้ำมันลินซีด ผลของการเสริมน้ำมันลินซีดระดับ 1.5% และ 2.3% ในสูตรอาหาร เพื่อเป็นแหล่งของ PUFA ทำให้โคนมไม่เกิดอาการความแตกต่างของจำนวนโคที่ผสมติดจากการผสมเทียมครั้งแรก และค่าเฉลี่ยระยะเวลาตั้งแต่หลังคลอดจนถึงวันผสมติดครั้งต่อไป (Open day) การเสริมน้ำมันลินซีดระดับ 1.5% และ 2.3% ในสูตรอาหารส่งผลให้แม่โคในกลุ่มดังกล่าวมีค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์ไขมันในน้ำนมที่ต่ำกว่าแม่โคกลุ่มที่ได้รับอาหารควบคุมเท่ากับ 0.37-0.4 % ($p<0.05$) นอกจากนี้ พบว่าแม่โคที่เลี้ยงด้วยสูตรอาหารเสริมน้ำมันลินซีดระดับ 2-3% ส่งผลให้ปริมาณน้ำนมเฉลี่ยต่อวันสูงกว่าแม่โคที่เลี้ยงด้วยสูตรอาหารควบคุม ($p<0.05$)

คำสำคัญ : กรดไขมันไม่อิ่มตัว, น้ำมันลินซีด, โคนม, สมรรถนะการสืบพันธุ์, การผลิตนม

บทนำ

ความสมบูรณ์พันธุ์ในแม่โคนมในระยะก่อนผสมก่อนคลอดและหลังคลอดเป็นปัญหาสำคัญของเกษตรกรผู้เลี้ยงโคนม จากการที่ผลผลิตน้ำนมสูงขึ้นตรงกันข้ามกับความสมบูรณ์พันธุ์ ทำให้แม่โคนมมีความสมบูรณ์พันธุ์ต่ำ (สุรชัย และคณะ 2015) จากการที่เกษตรกรผู้เลี้ยงโคนมส่วนใหญ่ขาดความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการจัดการด้านอาหารและการจัดการด้านการระบบสืบพันธุ์ที่เหมาะสม (ไชยณรงค์ และคณะ 2552) ส่งผลให้แม่โคนมกลับสัดซ้ำ ไม่แสดงอาการเป็นสัด อัตราการผสมติดต่ำ ระยะเวลาท้องว่างยาวนานซึ่งปัญหาเหล่านี้เกิดจากแม่โคนมเกิดภาวะเสียสมดุลพลังงาน ในช่วงระยะหลังคลอดทำให้แม่โคนมมีปัญหาด้านการสืบพันธุ์ที่ล้มเหลว ดังนั้นการนำกรดไขมันไม่อิ่มตัวมาเสริมในอาหารโคนมจึงเป็นอีกหนึ่งทางเลือกที่น่าสนใจ โดยกรดไขมันไม่อิ่มตัวจากน้ำมันลินซีดจะช่วยเพิ่มสมรรถนะการสืบพันธุ์ของโคนมให้ดีขึ้น

ลินซีด (*Linum usitatissimum* L.) เป็นพืชที่มีปริมาณกรดไขมันไม่อิ่มตัวสูง เมล็ดมีรูปร่างทรงไข่ คล้ายเมล็ดกระถิน เปลือกหุ้มเมล็ดมีสีน้ำตาลเหลือง เมล็ดมักนิยมนำมาสกัดเอาน้ำมันเพื่อใช้บริโภคเพราะมี คุณค่าทางโภชนาสูง ประกอบไปด้วย กรดแอลฟา-ลิโนเลนิก (alpha - linolenic acid) ซึ่งเป็นสารตั้งต้นของ น้ำมันที่มีกรดไขมันโอเมก้า 3 มีปริมาณมากถึง 40-60% และประกอบไปด้วยกรดไขมัน โอเมก้า 6 ในรูปของ กรดลิโนลิก (linolenic acid) และเป็นแหล่งของสารลิกแนน (lignans) เป็นกลุ่มสารที่มีโครงสร้างทางเคมีที่ หลากหลาย มีสมบัติทางชีวภาพ ได้แก่ ช่วยกระตุ้นการเผาผลาญไขมัน ลดไขมันในเส้นเลือด มีฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระและต้านการอักเสบ (Greendin, 2014) จากงานวิจัยการเสริมน้ำมันลินซีดในอาหารโคนม ทำให้ ปริมาณไขมันและโปรตีนในนมเพิ่มขึ้น (Flowers et al., 2008) และการการเสริมน้ำมันลินซีด ช่วยลดปริมาณ การสร้างก๊าซมีเทน ที่เกิดจากกระบวนการหมัก (ธัญญา, 2559) ดังนั้นสมมติฐานนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อ ศึกษาผลของการเสริมน้ำมันลินซีดในอาหารต่อสมรรถนะการสืบพันธุ์ และองค์ประกอบน้ำนมและปริมาณผลผลิตน้ำนมโค สำหรับใช้เป็นข้อมูลเบื้องต้นให้กับผู้ที่สนใจ

ลินซีด (*Linum usitatissimum* L.)

ลินซีดจัดเป็นพืชน้ำมันทางเศรษฐกิจของโลกชนิดหนึ่ง เป็นพืชในสกุล *Linum* จัดอยู่ในวงศ์ *Linaceae* ปรับตัวได้ดีในเขตอบอุ่น (warm) และเขตหนาว (cool temperate climates) ประกอบด้วยพืชหลายชนิดในหลายสกุลที่สำคัญคือ *Linum*, *Dasylinum*, *Ca thartolium*, *Linastrum* และ *Syllinum* จึงสามารถแบ่งออกเป็น 2 ชนิด ตามความต้องการและการนำไปใช้ประโยชน์คือ ลินซีด (linseed) และแฟลกซ์ซีด (flaxseed) สามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้มากมาย เช่น เมล็ดสามารถสกัดน้ำมันเพื่อใช้ทำอาหารเสริมสุขภาพ สีสียาน้ำ น้ำมัน

และ ชัดเงา กากลินซีดที่สกัดน้ำมันออกแล้วทำเป็นอาหารสัตว์ที่มีคุณค่าทางอาหารสูง (รัฐกร, 2555) น้ำมันลินซีด มีปริมาณกรดไขมันไม่อิ่มตัว linolenic (C18:3) ในปริมาณมาก ทำให้เกิดการเหม็นหืน (rancidity) ได้ง่าย และมีอายุเก็บรักษาสั้น (short shelf-life) ทั้งการผลิตในเชิงการค้ามีน้อยเมื่อเทียบกับพืชน้ำมันชนิดอื่นๆ จึงถูกใช้ในแง่ บริโภคน้อยมาก โดยกระบวนการเมทาบอลิซึมของไขมันในสัตว์เคี้ยวเอื้องจะแตกต่างจากสัตว์ไม่เคี้ยวเอื้อง เนื่องจากอาหารที่มีไขมันจะถูกย่อยครั้งแรกที่กระเพาะรูเมนโดยเอนไซม์จากจุลินทรีย์และสามารถใช้ประโยชน์จาก ไขมันในอาหารได้ทันทีหลังจากที่อาหารไขมันเข้าสู่กระเพาะรูเมนโดยแบคทีเรียกลุ่มที่ใช้ลิพิดเป็นอาหาร (lipolytic bacteria) และโปรโตซัวบางชนิด จะเปลี่ยนลิพิดเป็นสารประกอบอื่นๆ เช่น กรดไขมันชนิดต่างๆ และกลีเซอรอล (อนุสรณ์, 2554)

ผลของการเสริมน้ำมันลินซีดเพื่อเป็นแหล่ง (PUFA) ในอาหารโคนมต่อการสมรรถนะการสืบพันธุ์โคนม

การเสริมน้ำมันลินซีดเพื่อเป็นแหล่ง (PUFA) เพื่อเป็นสารอาหารในอาหารแม่โคนมต่อการผสมติดครั้งแรก พบว่างานทดลองของ ผลของ Dirandeh et al. (2013) และ Gonzalez et al. (2015) พบว่าการเสริมน้ำมัน ลินซีดที่ 1.5% และ 2-3 % ในอาหารโคนมต่อการผสมติดครั้งแรกไม่แตกต่างจากกลุ่มควบคุม ในขณะที่งาน ทดลองของ Castro et al. (2019) กลับพบว่าการเสริมลินซีด 2.3% ในอาหารโคนมต่อการผสมติดครั้งแรกมีอัตรา การผสมติดมากกว่ากลุ่มควบคุมแต่ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

การเสริมน้ำมันลินซีดเพื่อเป็นแหล่ง (PUFA) เพื่อเป็นสารอาหารในอาหารแม่โคนม ต่อสมรรถนะการ สืบพันธุ์โคนม Demetrio et al. (2007) พบว่าความเข้มข้นของฮอร์โมนโปรเจสเตอโรนรวมในพลาสมาที่มากขึ้น พบได้ในวัวที่เสริมด้วยน้ำมันลินซีดเทียบกับอาหารควบคุม สอดคล้องกับอิทธิพลเชิงบวกของ n-3 PUFA ที่มีต่อ ระดับการไหลเวียนของฮอร์โมนโปรเจสเตอโรน Stevenson et al. (2006) นอกจากนี้วัวที่เสริมด้วยลินซีดซึ่งมี ความเข้มข้นของโปรเจสเตอโรนในพลาสมาสูงสุดแสดงให้เห็นถึงการปรับปรุงประสิทธิภาพการสืบพันธุ์บางอย่าง ดัชนี (จำนวนโคที่ตั้งท้องถึง TAI ตัวแรกและจำนวน TAI) มีรายงานการศึกษาหลายชิ้นการปรับปรุงอัตราการคิด ของวัวนมที่มีฮอร์โมนโปรเจสเตอโรนหมุนเวียนในระดับสูง Ambrose et al. (2006) สังเกตเห็นความเข้มข้นของ ฮอร์โมนโปรเจสเตอโรนที่สูงขึ้นในช่วงเวลานั้นการผสมเทียมซึ่งเป็นแนวโน้มของอัตราคิดที่สูงขึ้นใน TAI แรกและ การตั้งครรภ์ ในขณะที่ Robinson et al. (2002) รายงานว่าความเข้มข้นของโปรเจสเตอโรนลดลงในวัวที่เลี้ยงด้วย อาหารที่เสริมกรดไขมันที่อุดมด้วย PUFA (กรดไลโนเลนิก หรือ กรดไลโนเลอิก อย่างใดอย่างหนึ่ง) ไม่มีความ แตกต่างระหว่างการตรวจจับความร้อนและเปอร์เซ็นต์การตั้งครรภ์ในการผสมเทียมครั้งแรก

Table 1. Reproductive performance of cows, supplemented with polyunsaturated fatty acids.

	CON ¹	SOY	LIN	P-value
Number of pregnant to first TAI ²	15	23	27	0.07
Number of pregnant	46	48	51	0.60
Open days ³				
Median (interquartile range)	164(100)	155(102)	123(89)	0.29

¹CON = control group with no fat supplementation, SOY = fat supplementation based on soybean oil, LIN = fat supplementation based on linseed oil; ² TAI = fixed-time artificial insemination; ³ Days from calving to confirmed pregnancy

Source: Castro et al. (2019)

Table 2. Reproductive performance of cows, supplemented with polyunsaturated fatty acids.

Item	CON ¹	Lin ²	Soy ³
HD ⁴ %	83.3 (30/36)	86.1 (31/36)	87.5 (35/40)
CR, ⁵ %	63.3(19/30)	64.5(20/31)	77.1(27/35)
Preg. Per first AI, ⁶ %	30.5(11/36)	36.1(13/36)	37.5(15/40)
Preg. Per all AI, %	52.7(19/36)	55.5(20/36)	67.5(27/40)

¹CON = Control, ²Lin = omega-3, ³Soy = omega-6, ⁴HD = heat detection., ⁵CR = conception per AI at estrus., ⁶Preg. Per first AI = pregnancy per first insemination.

Source: Dirandeh et Al. (2013)

Table 3. Reproductive performance of cows, supplemented with polyunsaturated fatty acids

Item	Cows	
	Supplemented	Control
Conception rate	30.0	38.0
Days from calving to 1 st AI	69.12±21.27	72.15±16.13
AI/conception rate	2.33±1.37	2.30±1.26
Open days.	109.87±48.14	116.95±52.94

Source: Gonzalez et al. (2015)

ผลของการเสริมน้ำมันลินซีดเพื่อเป็นแหล่ง (PUFA) ต่อผลผลิตและองค์ประกอบน้ำมัน

ผลของการเสริมน้ำมันลินซีดเพื่อเป็นแหล่ง (PUFA) เพื่อเป็นสารอาหารต่อแม่โคนม ต่อผลผลิตน้ำมัน (กิโลกรัม/วัน) พบว่างานทดลองของ Castro et al. (2019) และ Dirandeh et al. (2013) พบว่าการเสริมน้ำมันลินซีด ในอาหารโคนมต่อผลผลิตน้ำมันไม่มีความแตกต่างจากกลุ่มควบคุม ในขณะที่ Gonzalez et al. (2015) พบว่าการเสริมน้ำมันลินซีด ในอาหารโคนมต่อผลผลิตน้ำมันเพิ่มขึ้นต่างจากกลุ่มควบคุม

ผลของการเสริมน้ำมันลินซีดเพื่อเป็นแหล่ง (PUFA) เพื่อเป็นสารอาหารต่อแม่โคนม ต่อเปอร์เซ็นต์ไขมัน พบว่างานทดลองของ Gonzalez et al. (2015) การเสริมน้ำมันลินซีด ในอาหารโคนมต่อเปอร์เซ็นต์ไขมันไม่แตกต่างจากกลุ่มควบคุม ในขณะที่งานทดลองของ Castro et al. (2019) และ Dirandeh et al. (2013) กลับพบว่าการเสริมน้ำมันลินซีด ในอาหารโคนมต่อเปอร์เซ็นต์ไขมันมีค่าน้อยกว่ากลุ่มควบคุม

ผลของการเสริมน้ำมันลินซีดเพื่อเป็นแหล่ง (PUFA) เพื่อเป็นสารอาหารต่อแม่โคนมต่อเปอร์เซ็นต์โปรตีน พบว่างานทดลองของ Castro et al. (2019), Dirandeh et al. (2013) และ Gonzalez et al. (2015) การเสริมน้ำมันลินซีด ในอาหารโคนมต่อเปอร์เซ็นต์โปรตีนมีค่าไม่แตกต่างจากกลุ่มควบคุม

ผลของการเสริมน้ำมันลินซีดเพื่อเป็นแหล่ง (PUFA) เพื่อเป็นสารอาหารต่อแม่โคนม ต่อผลผลิตและองค์ประกอบน้ำมันจากการศึกษาของ Benchaar et al. (2012) ได้ศึกษาการใช้ไขมันลินซีดในอาหารโคนม ที่ระดับ (0, 2, 3, 4% of DM) พบว่าปริมาณผลผลิตน้ำมันและองค์ประกอบน้ำมัน (ไขมัน, โปรตีน) ไม่มีความแตกต่างกัน ($P>0.05$) อีกทั้งยังสอดคล้องกับการศึกษาของ Antonacci et al. (2017) ศึกษาการเสริมไขมันลินซีดในอาหารต่อองค์ประกอบน้ำมันและผลผลิตน้ำมัน โดยมีกลุ่มควบคุม, น้ำมันถั่วเหลือง 4%, น้ำมันถั่วเหลือง: ไขมันลินซีดที่ระดับ 3: 1%, น้ำมันถั่วเหลือง: ไขมันลินซีดที่ระดับ 2: 2%, น้ำมันถั่วเหลือง: ไขมันลินซีดที่ระดับ 1: 3% และไขมันลินซีดที่ระดับ 4% แต่จากการทดลองของ Antonacci et al. (2017) พบว่าเมื่อเสริมไขมันลินซีดร่วมกับน้ำมันถั่วเหลืองที่ระดับ 3 และ 1% ส่งผลให้ปริมาณน้ำมัน เพิ่มขึ้น แต่เมื่อเสริมไขมันลินซีดที่ระดับ 4% ไม่ส่งผลต่อปริมาณน้ำมัน ในขณะที่ การเพิ่มขึ้นของปริมาณโปรตีนนมในกลุ่มเสริมไขมันลินซีด Petit et al. (2003) รายงานว่าปริมาณโปรตีนในนมที่สูงขึ้นในโคนมที่เลี้ยงด้วยไขมันลินซีดและนำมาประกอบกับผลลัพธ์สมดุลพลังงานที่ดีขึ้นในอาหาร อย่างไรก็ตามผู้เชี่ยวชาญคนอื่นๆ ไม่พบการเปลี่ยนแปลงของโปรตีนของนม เมื่อไขมันลินซีดรวมอยู่ในสูตรอาหาร

Table 4. Productive parameters of cows, supplemented with polyunsaturated fatty acids.

Item	Diet ¹			p-Value
	CON	SOY	LIN	
Milk yield (kg/d)	31.1	32.0	31.6	0.806
4% fat-corrected milk yield (kg/d)	28.1	26.2	25.8	0.556
Milk fat %	3.41 ^a	2.65 ^b	2.99 ^b	0.011
Milk protein %	3.33 ^a	3.09 ^b	3.16 ^b	0.022

¹CON = control group with no fat supplementation, SOY = fat supplementation based on soybean oil, LIN = fat supplementation based on linseed oil, ^{a,b} values within a row with different superscripts significantly at $p < 0.05$.

Source: Castro et al. (2019)

Table 5. Productive parameters of cows, supplemented with polyunsaturated fatty acids.

Item	CON ¹	Lin ²	Soy ³
Milk yield (kg/d)	45.57	46.05	45.50
4% fat-corrected milk yield (kg/d)	45.52 ^a	43.47 ^b	44.45 ^a
Milk fat %	4.0 ^a	3.63 ^b	3.85 ^a
Milk protein %	2.78	2.80	2.81

^{a,b} Means with different superscripts differ ($P < 0.05$).

Source: Dirandeh et al. (2013)

Table 6. Productive parameters of cows, supplemented with polyunsaturated fatty acids.

Item	Cows	
	Supplemented	Control
Milk yield (kg/d) *	40.64±11.50	38.21±10.61
4% fat-corrected milk yield (kg/d) *	44.54±12.84	41.73±12.22
Milk fat %	3.95±0.86	3.95±0.85
Milk protein %	3.20±0.32	3.10±0.31

*Significant differences at 5% probability.

Source: Gonzalez et al. (2015)

สรุป

จากผลการศึกษาเกี่ยวกับการเสริมน้ำมันลินซีดเพื่อเป็นแหล่งของ PUFA สมรรถนะการสืบพันธุ์และคุณภาพน้ำนม สรุปได้ว่า

1.การเสริมน้ำมันลินซีดระดับ 1.5% และ 2.3% ในสูตรอาหาร เพื่อเป็นแหล่งของ PUFA ทำให้โคนมไม่มีผลทำให้เกิดความแตกต่างของ 1) จำนวนโคที่ผสมติดจากการผสมเทียมครั้งแรก และ 2) ระยะเวลาตั้งแต่หลังคลอดจนถึงวันผสมติดครั้งต่อไป (Open day)

2.การเสริมน้ำมันลินซีดระดับ 1.5% และ 2.3% ในสูตรอาหาร เพื่อเป็นแหล่งของ PUFA ไม่มีผลทำให้เกิดความแตกต่างของปริมาณน้ำนมต่อวัน แต่จะส่งผลต่อเปอร์เซ็นต์ไขมันในน้ำนมที่ลดของ 0.37-0.4 % ($p < 0.05$) ซึ่งได้ผลเช่นเดียวกันในแม่โคกลุ่มที่ได้รับสูตรอาหารเสริมน้ำมันลินซีดระดับ 2-3%

เอกสารอ้างอิง

ไชยณรงค์ นาวานุเคราะห์, สุทธิพงศ์ อูริยะพงศ์สรรค์, ฉลอง วชิราภากร, สุวิทย์ อุปสัย และจริญญา สายหยุด.

2552. รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์ ระบบการผลิตและการตลาดโคเนื้อตามแนวชายแดนภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทยสู่ประเทศลาว. สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.)

ธานียา เหล่านาสวัสดิ. 2559. การเสริมน้ำมัน Linseed ต่อการขับออกของแก๊ส CH₄ ในโคนม”. **วิชาสัมมนา ณ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์** 30 พฤศจิกายน 2559 หน้า 1-11.

รัฐกร มรัตนไพร. 2555. ผลของการเสริมลินซีดต่อผลผลิตน้ำนม และสัดส่วนของกรดไขมันในน้ำนมของโคนม. **วิทยานิพนธ์ วิทยาศาสตร์บัณฑิต: มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี.**

สุรัชย์ สีน้าคำ, สมจิตร กันธาพรหม และจักรกฤษณ์ เจริญย์. 2015. การเพิ่มความสมบูรณ์พันธุ์ในโคนมระยะก่อนและหลังคลอด ด้วยการเสริมน้ำมันพืชในอาหารชั้น. **วารสารบทความ กลุ่มวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. การประชุมวิชาการและนำเสนอผลงานวิจัยระดับชาติและนานาชาติ มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา ครั้งที่ 6 , 580-590.**

อนุสรณ์ เชิดทอง. ไม่ปรากฏปี พ.ศ. บทที่ 4 **ลิพิดและกรดไขมัน**. สืบค้นจาก <https://ag2.kku.ac.th/eLearning/137748/Doc%5CChapter%204%20Lipid%20and%20fatty%20acid.pdf>.

Ambrose, D.J.; Kastelic, J.P.; Corbett, R.; Pitney, P.A.; Petit, H.V.; Small, J.A.; Zalkovic, P. Lower pregnancy losses in lactating dairy cows fed a diet enriched in alpha-linolenic acid. **J. Dairy Sci.** 2006, 89, 3066–3074.

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.

- Castro, T., Martinez, D., Isabel. B., Cabezas, A. and Jimeno, V. 2019. "Vegetable Oils Rich in Polyunsaturated Fatty Acids Supplementation of Dairy Cows' Diets: Effects on Productive and Reproductive Performance". **Animals Journal**. 9: 1-12.
- Demetrio, D.G.B.; Santos, R.M.; Demetrio, C.G.B.; Vasconcelos, J.M.L. Factors affecting conception rates following artificial insemination or embryo transfer in lactating Holstein cows. **J. Dairy Sci.** 2007, 90, 5073–5082.
- Dirandeh, E., Towhidi, A., Zeinoaldini, S., Ganjkanlou, M., Ansari, P. Z. and Fouladi-Nashta A. 2013. "Effects of different polyunsaturated fatty acid supplementations during the postpartum periods of early lactating dairy cows on milk yield, metabolic responses, and reproductive performances". **Journal of Animal Science**. 91: 713-721.
- Gonzalez, F., Muiño, R., Pereira, V., Martinez, D., Castillo, C., Hernández, J. and Benedito, J. L. 2015. "Milk yield and reproductive performance of dairy heifers and cows supplemented with polyunsaturated fatty acids". **Brasília Journal**. 50 (4): 306-312
- Petit, H. V. 2003. Digestion, milk production, milk composition, and blood composition of dairy cows fed formaldehyde-treated fl axseed or sunfl ower seed. **J. Dairy Sci.** 86:2637–2646.
- Petit, H.V.; Germiquet, C.; LeBel, D. Effect of feeding whole, unprocessed sunflower seeds and flaxseed on milk production, milk composition, and prostaglandin secretion in dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v.87, p.3889-3898, 2004.
- Stevenson, J.S.; Pursley, J.R.; Garverick, H.A.; Fricke, P.M.; Kesler, D.J.; Ottobre, J.S.; Wiltbank, M.C. Treatment of cycling and noncycling lactating dairy cows with progesterone during Ovsynch. **J. Dairy Sci.** 2006, 89, 2567–2578.