

ผลของการใช้โปรพิลีนไกลคอลต่อสมรรถนะการสืบพันธุ์ของแม่โคนมพันธุ์โฮลส์ไตน์ฟรีเซียนหลังคลอด

นางสาวเจษฎาภรณ์ ภูมิศรี รหัส 5612400356

ภาควิชาสัตวศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

บทคัดย่อ

สัมมนานี้เป็นการศึกษาค้นคว้างานวิจัยจำนวน 5 ฉบับให้ทราบถึงผลของการใช้โปรพิลีนไกลคอลต่อสมรรถนะการสืบพันธุ์ของแม่โคนมพันธุ์โฮลส์ไตน์ฟรีเซียนหลังคลอด โดยพบว่า การเสริมโปรพิลีนไกลคอล ด้วยวิธีการป้อนทางปากที่ระดับ 250 มิลลิตรให้แม่โคหลังคลอดทุกวันในระหว่างวันที่ 3-15 หลังคลอด ไม่มีผลทำให้เกิดความแตกต่างของจำนวนวันพบการทำงานของคอร์ปัสลูเทียมหลังคลอด ช่วงเวลาเฉลี่ยจากการคลอดจนถึงการผสมครั้งแรก และอัตราการกลับมาตั้งท้อง เมื่อเปรียบเทียบกับแม่โคกลุ่มควบคุม และเมื่อเสริมโปรพิลีนไกลคอลผสมกากน้ำตาล โดยการป้อนทางปากที่ระดับ 500 มิลลิตรให้แม่โคตั้งแต่วันที่ 7 ก่อนคลอดถึงวันที่ 30 หลังคลอด พบว่าไม่มีผลทำให้เกิดความแตกต่างของระยะเวลาการเป็นสัดครั้งแรกหลังคลอด ระยะเวลาที่แม่โคตั้งท้องหลังคลอด อัตราการเกิดภาวะรกค้างเมื่อเปรียบเทียบกับแม่โคนมกลุ่มควบคุม แต่การเสริมโปรพิลีนไกลคอลที่ไม่ผสมกากน้ำตาล โดยการป้อนทางปากที่ระดับ 500 มิลลิตรให้แม่โคตั้งแต่วันที่ 5 ถึง 30 หลังการคลอด ไม่ทำให้มีความแตกต่างของ อัตราการเติบโตของ Dominant follicle เส้นผ่าศูนย์กลางของฟอลลิเคิล จำนวนวันที่ตกไข่ และเส้นผ่าศูนย์กลางของคอร์ปัสลูเทียมหลังการตกไข่เมื่อเปรียบเทียบกับแม่โคกลุ่มควบคุม ส่วนในระหว่างวันที่ 7-40 วันหลังคลอดก็ไม่มีผลให้เกิดความแตกต่างของการทำงานและการพัฒนาของรังไข่ Dominant follicle ของวงจรการเป็นสัดที่ 1-3 ของแม่โคกลุ่ม นอกจากนี้เมื่อเสริมโปรพิลีนไกลคอลให้แม่โคจำนวน 3 กลุ่มโดยการป้อนทางปากของแม่โคในช่วงเวลา 14 วันก่อนคลอดถึงวันที่ 30 หลังคลอด ที่ระดับ 0, 160 และ 200 มิลลิตร ตามลำดับ ทำให้ไม่มีความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของรังไข่ข้างขวาและเส้นผ่าศูนย์กลางฟอลลิเคิลจากรังไข่ข้างขวาและข้างซ้าย ในวันที่ 40 หลังคลอด และวันที่ 50 หลังการคลอด

คำสำคัญ : โคนม สมรรถนะการสืบพันธุ์ โปรพิลีนไกลคอล

บทนำ

ปัญหาที่มักพบในการเลี้ยงโคนมหลายอย่าง เช่น ให้ผลผลิตน้ำนมต่ำ ผสมไม่ติด และในช่วงก่อนคลอดไปจนถึงช่วงต้นของการให้ผลผลิตน้ำนมในแม่โคจะประสบปัญหาเกี่ยวกับการกินอาหารที่ไม่เพียงพอต่อความต้องการของร่างกาย เนื่องจากแม่โคในช่วงก่อนคลอดจะมีการกินอาหารที่น้อยลง อีกทั้งลูกโคในท้องที่กำลังเจริญเติบโตมีการดึงกลูโคสในร่างกายของแม่โคมากเกินไป หรือช่วงหลังคลอดแม่โคจะใช้กลูโคสในการสร้างน้ำนม และผลจากการที่แม่โคกินได้น้อยลงจะทำให้โคเสียสมดุลพลังงานเป็นลบ (negative energy balance) และน้ำหนักตัวของแม่โคลดลงอย่างรวดเร็ว (อิฐฐาน นานนท์ และคณะ, 2010) ภายใต้สภาวะของการขาดแคลนอาหาร แม่โคจะนำพลังงานที่ร่างกายสะสมออกมาใช้เป็นแหล่งพลังงานชดเชยกับพลังงานส่วนที่ขาดหายไป พลังงานที่โคสะสมส่วนใหญ่อยู่ในรูปไขมัน ซึ่งในการนำไขมันที่สะสมออกมาใช้ โคต้องปรับตัวในกระบวนการทางเมตาบอลิซึม (metabolism) เพื่อให้สามารถนำไขมันไปใช้ประโยชน์ได้เต็มที่ ในระยะนี้ร่างกายแม่โคจะมีการเปลี่ยนแปลงกระบวนการทางชีวเคมีหลายประการ เช่น การเพิ่มขึ้นของระดับความเข้มข้นของกรดไขมันอิสระ (free fatty acid) และสารประกอบคีโตน (ketone) ภายในกระแสเลือด อย่างไรก็ตาม ปัญหาที่มักพบคือเมื่อแม่โคนำไขมันที่สะสมออกมาใช้ในปริมาณมากคือ ปัญหาความผิดปกติในทางเมตาบอลิซึม ได้แก่ การเกิดคีโตซิส (ketosis) และการสะสมไขมันในตับ (liver lipidoses) ปัญหาเหล่านี้ส่งผลต่อสุขภาพของโคและความสมบูรณ์พันธุ์ของโค (พงศ์ชัย กลิ่นหอม, 2549)

วัตถุประสงค์

เพื่อศึกษาค้นคว้างานวิจัยที่เกี่ยวข้องให้ทราบถึงผลของการใช้โพรพิลีนไกลคอลต่อสมรรถนะการสืบพันธุ์ของแม่โคหลังคลอด

ผลของการใช้โพรพิลีนไกลคอลต่อสมรรถนะการสืบพันธุ์ของแม่โคหลังคลอด

ตารางที่ 1 ประสิทธิภาพการสืบพันธุ์ของโคนมในกลุ่มที่ป้อนโพรพิลีนไกลคอลและกลุ่มควบคุม

ข้อมูลที่ศึกษา	กลุ่ม		P
	ควบคุม	PG 250 มล.	
ระยะเวลาพบการเริ่มทำงานของคอร์ปัส	37.8 ± 7.9	29.0 ± 4.9	0.49
ลูเทียมหลังคลอด (วัน)			
ระยะเวลาเฉลี่ยตั้งแต่การคลอดจนถึงการผสมครั้งแรก (วัน)	88.4 ± 9.6	63.0 ± 8.7	0.08
อัตราการกลับมาตั้งท้อง (%)	33.3	55.6	0.35

ที่มา : Yildiz and Erisir (2016)

Yildiz and Erisir (2016) ได้ทดลองการเสริมโพรพิลีนไกลคอลกับแม่โคพันธุ์พันธุ์โฮลส์ไต้น์ฟรีเซียน ที่ระดับ 250 มิลลิลิตร โดยการป้อนโพรพิลีนไกลคอลทางปากให้แม่โคหลังคลอดทุกวันในระหว่างวันที่ 3-15 หลังคลอด ผลการศึกษาพบว่า ไม่มีผลให้เกิดความแตกต่างในจำนวนวันพบการทำงานของคอร์ปัสลูเทียมหลังคลอด (day to onset of luteal activity) (ตารางที่ 1) โดยแม่โคในกลุ่มที่ให้โพรพิลีนไกลคอลมีระยะเวลาสั้นกว่ากลุ่มควบคุมแต่ไม่มีแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) (29 และ 37.8 วัน ตามลำดับ) ในด้านของช่วงเวลาเฉลี่ยจากการคลอดจนถึงการผสมครั้งแรกนั้น แม่โคในกลุ่มที่ให้โพรพิลีนไกลคอล มีแนวโน้มระยะเวลาสั้นกว่ากลุ่มควบคุม แต่ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) (63 และ 88.4 วัน ตามลำดับ) รวมทั้งการให้แม่โคได้รับการเสริมโพรพิลีนไกลคอล มีแนวโน้มของอัตราการกลับมาตั้งท้องสูงกว่ากลุ่มควบคุมแต่ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) (55.6 และ 33.3% ตามลำดับ) ดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 2 ผลของการเสริมโพรพิลีนไกลคอลกับลักษณะการสืบพันธุ์ของโคนมในช่วงที่เปลี่ยนแปลง

ลักษณะที่ทำการศึกษา	กลุ่มควบคุม	โพรพิลีนไกลคอล+ กากน้ำตาล (500ml)
ระยะเวลาแสดงการเป็นสัดครั้งแรกหลังคลอด (วัน)	77.44 ± 5.83	63.8 ± 7.92
ระยะเวลาที่แม่โคตั้งท้องหลังคลอด (วัน)	115.33 ± 9.01	105.56 ± 10.71
ภาวะรูก้าง (%)	25 (3/12)	8 (1/12)

ที่มา : Lien et al. (2010)

จากตารางที่ 2 เป็นการศึกษาโดย Lien et al. (2010) ซึ่งได้ทดลองการเสริมโพรพิลีนไกลคอลผสมกับกากน้ำตาลที่ระดับ 500 มิลลิลิตร โดยป้อนทางปากในโคนมพันธุ์โฮลส์ไต้น์ฟรีเซียนทุกวัน ในระหว่าง 7 วันก่อนคลอด ถึงวันที่ 30 หลังคลอด ผลการศึกษาพบว่า ระยะเวลาแสดงการเป็นสัดครั้งแรกหลังคลอด (day of first estrus) ของแม่โคกลุ่มที่ใช้โพรพิลีนไกลคอลสั้นกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$; 63.88 และ 77.44 วัน ตามลำดับ) อัตราการเกิดภาวะรูก้างต่ำกว่ากลุ่มควบคุม (ร้อยละ 25 และ 8 ตามลำดับ) และระยะเวลาที่แม่โคตั้งท้องหลังคลอด สั้นกว่า (105.56 และ 115.33 วัน ตามลำดับ) แต่ผลการศึกษาในลักษณะอัตราการเกิดภาวะรูก้าง และระยะเวลาที่แม่โคตั้งท้องหลังคลอด ระหว่างแม่โค 2 กลุ่มไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p>0.05$)

Slobodanka et al. (2012) ได้ทดลองโดยการเสริมโพรพิลีนไกลคอลในแม่โคพันธุ์โฮลส์ไต้น์ฟรีเซียน โดยวิธีการป้อนทางปากของแม่โคในช่วงเวลา 14 วันก่อนคลอดถึงวันที่ 30 หลังคลอดที่ระดับ 200

มล. (T1), เสริมโพรพิลีนไกลคอลที่ระดับ 160 มล. (T2) และ T3 (กลุ่มควบคุม) ให้ได้รับการเสริมโพรพิลีนไกลคอล ผลการศึกษา พบว่า ค่าเฉลี่ยของรังไข่ข้างขวาและเส้นผ่าศูนย์กลางฟอลลิเคิลจากรังไข่ข้างขวา ในวันที่ 40 หลังคลอดมีค่าเท่ากับ 2.68 และ 1.17 ซม. ตามลำดับ และเมื่อตรวจวัดในวันที่ 50 หลังการคลอด มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2.87 และ 1.18 ซม. ตามลำดับ (ตารางที่ 3)

จากการตรวจโดยวิธีอัลตราซาวนด์ในวันที่ 40 หลังการคลอดมีค่าเฉลี่ยรังไข่ข้างซ้ายและข้างขวา ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p>0.05$) อย่างไรก็ตาม เมื่อทำการตรวจด้วยวิธีอัลตราซาวนด์ครั้งที่ 2 (วันที่ 50 หลังการคลอด) พบว่า แม่โคในกลุ่มควบคุม (T3) มีค่าเฉลี่ยเส้นผ่าศูนย์กลางฟอลลิเคิลในรังไข่ข้างซ้ายเท่ากับ 1.67 ซม. ซึ่งมากกว่า ($p<0.05$) เมื่อเทียบกับกลุ่ม T1 และ T2 (1.11 และ 1.12 ซม. ตามลำดับ) (ตารางที่ 3)

ตารางที่ 3 ขนาดของรังไข่และเส้นผ่าศูนย์กลางของฟอลลิเคิลในแม่โคที่เสริมด้วยโพรพิลีนไกลคอล และกลุ่มควบคุมโดยการตรวจอัลตราซาวนด์เป็นครั้งแรกและครั้งที่สอง

ระยะเวลา หลังคลอด	กลุ่ม	รังไข่ข้างขวา	รังไข่ด้านซ้าย	ฟอลลิเคิล ด้านขวา	ฟอลลิเคิล ด้านซ้าย
40 วัน	T1 เสริมโพรพิลีนไกลคอลที่ ระดับ 200 มล.	2.73 ± 0.71	2.76 ± 0.66	1.16 ± 0.38	1.18 ± 0.36
	T2 เสริมโพรพิลีนไกลคอลที่ ระดับ 160 มล.	2.48 ± 0.38	2.62 ± 0.55	1.15 ± 0.53	1.04 ± 0.26
	T3 กลุ่มควบคุม	2.90 ± 0.73	2.66 ± 0.66	1.22 ± 0.35	1.17 ± 0.37
	ค่าเฉลี่ย	2.68 ± 0.63	2.68 ± 0.61	1.17 ± 0.42	1.14 ± 0.33
50 วัน	T1 เสริมโพรพิลีนไกลคอลที่ ระดับ 200 มล.	2.71 ± 0.54	2.71 ± 0.42	1.29 ± 0.27	1.12 ± 0.29^a
	T2 เสริมโพรพิลีนไกลคอลที่ ระดับ 160 มล.	2.86 ± 0.80	2.95 ± 0.58	1.28 ± 0.33	1.11 ± 0.35^b
	T3 กลุ่มควบคุม	3.04 ± 0.71	2.96 ± 0.60	0.97 ± 0.24	$1.67 \pm 0.53^{a,b}$
	ค่าเฉลี่ย	2.87 ± 0.69	2.87 ± 0.54	1.18 ± 0.31	1.23 ± 0.42

ที่มา : Slobodanka et al. (2012)

ตารางที่ 4 ผลของการเสริมโพรพิลีนไกลคอลต่อการเปลี่ยนแปลงของฟอลลิเคิลของแม่โคหลังคลอด

Dominant follicle	กลุ่มควบคุม	กลุ่มที่เสริมโพรพิลีนไกลคอล	P
	(มม.)	500 (มล.)	
วงรอบการเป็นสัดที่ 1	18.3 ± 2.13	16.68 ± 1.60	0.45
วงรอบการเป็นสัดที่ 2	18.88 ± 1.04	18.07 ± 1.00	0.61
วงรอบการเป็นสัดที่ 3	18.67 ± 0.88	18.0 ± 1.16	0.67
วันที่ตกไข่ครั้งแรกหลังการคลอด	28.75 ± 1.16	25.86 ± 2.69	0.32

ที่มา : Rizos et al. (2008)

จากตารางการทดลองที่ 4 เป็นการศึกษาโดย Rizos et al. (2008) ได้ทำการทดลองการเสริมโพรพิลีนไกลคอลให้แก่โคนมพันธุ์โฮลส์ไตน์ฟริเซียน โดยการป้อนยาทางปากขนาด 500 มล. ในวันที่ 7 ถึง 40 วันหลังคลอด เพื่อศึกษาการทำงานและการพัฒนาของรังไข่ พบว่า Dominant follicle ของวงรอบการเป็นสัดที่ 1-3 ของแม่โคกลุ่มที่เสริมโพรพิลีนไกลคอลมีขนาดเล็กกว่ากลุ่มควบคุม แต่ผลการศึกษาในลักษณะดังกล่าวข้างต้นระหว่างแม่โค 2 กลุ่มไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$)

ตารางที่ 5 การเสริมโพรพิลีนไกลคอลกับลักษณะของฟอลลิเคิลและการเปลี่ยนแปลงของคอร์ปัสลูเทียม

	อัตราการเจริญเติบโตของ		Ø ที่ยาวที่สุด ของฟอลลิเคิล (มม.)	วันที่ตกไข่	จำนวนไข่ที่ ตก	Ø ที่ยาวที่สุดของ คอร์ปัส ลูเทียม (มม.)	
	Dominant follicle (มม./วัน)					หลังตกไข่ครั้งแรก	หลังตกไข่ครั้งที่ 2
	วันที่	หลังจาก					
	5- 9	วันที่ 10					
กลุ่มควบคุม	0.4 ± 0.6	1.3 ± 0.6	13.9 ± 1.4	14.4 ± 0.6	1.2 ± 0.5	22.9 ± 1.7	22.6 ± 1.4
PG 250 มล.	0.3 ± 0.2	1.0 ± 0.8	13.6 ± 1.4	14.4 ± 0.6	1.4 ± 0.6	22.8 ± 1.3	23.6 ± 5.0

ที่มา : Umeki et al.(2012)

จากผลการศึกษาโดย Umeki et al. (2012) ในตารางที่ 5 ซึ่งได้ทำการทดลองเกี่ยวกับการเสริมโพรพิลีนไกลคอลในโคนมพันธุ์โฮลส์ไตน์ฟริเซียน โดยการป้อนโพรพิลีนไกลคอล ทางปาก ขนาด 250 มล. ในระหว่างวันที่ 5 ถึง 30 หลังการคลอด ทำให้พบว่า อัตราการเติบโตของ Dominant follicle ของแม่โคกลุ่มที่ได้รับโพรพิลีนไกลคอลมีขนาดเล็กกว่ากลุ่มควบคุมในวันที่ 5-9 ($p>0.05$) (0.3 และ 0.4 มม./วัน ตามลำดับ) อัตราการเติบโตของ Dominant follicle ของแม่โคกลุ่มที่ได้รับโพรพิลีนไกลคอลมีขนาดเล็กกว่ากลุ่มควบคุม

หลังวันที่ 10 (1.0 และ 1.3 มม./วันตามลำดับ) เส้นผ่านศูนย์กลางของฟอลลิเคิลในกลุ่มทดลองที่ใช้โปรพิลีนไกลคอลน้อยกว่ากลุ่มควบคุม (13.6 และ 13.9 มม.ตามลำดับ) จำนวนวันที่ตกไข่ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p>0.05$) จำนวนของไข่ที่ตกในแม่โคกลุ่มที่ได้รับโปรพิลีนไกลคอลมีจำนวนมากกว่ากลุ่มควบคุม (1.4 และ 1.2 ฟอลลิเคิล ตามลำดับ) เส้นผ่านศูนย์กลางของคอร์ปัสลูเทียมหลังการตกไข่ครั้งแรกของแม่โคกลุ่มที่ได้รับโปรพิลีนไกลคอลมีขนาดเล็กกว่ากลุ่มควบคุม (22.8 และ 22.9 มม.ตามลำดับ) แต่หลังการตกไข่ครั้งที่ 2 กลุ่มที่ใช้โปรพิลีนไกลคอลมีเส้นผ่านศูนย์กลางของคอร์ปัสลูเทียมมากกว่ากลุ่มควบคุม (23.6 และ 22.6 มม.ตามลำดับ) แต่ผลการศึกษาในลักษณะของแม่โคทั้งสองกลุ่มไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p>0.05$)

สรุป

การเสริมโปรพิลีนไกลคอลในระดับ 160-500 มล. ให้แก่แม่โคนมพันธุ์โฮลส์ไนด์ฟรีเซียน โดยการป้อนทางปากไม่ส่งผลต่อสมรรถนะการสืบพันธุ์ในด้านต่างๆ ได้แก่ ระยะเวลาพบการเริ่มทำงานของคอร์ปัสลูเทียมหลังคลอด, ระยะเวลาเฉลี่ยตั้งแต่การคลอดจนถึงการผสมครั้งแรก, เปอร์เซ็นต์ของอัตราการกลับมาตั้งท้อง, ระยะเวลาแสดงการเป็นสัดครั้งแรกหลังคลอด, ระยะเวลาที่แม่โคตั้งท้องหลังคลอด, เปอร์เซ็นต์ภาวะรกค้าง และขนาดของรังไข่และเส้นผ่านศูนย์กลางของฟอลลิเคิล

วิจารณ์

จากผลการศึกษาโดย Yildiz and Erisir (2016), Lien et al. (2010), Slobodanka et al. (2012), Rizos et al. (2008), Umeki et al. (2012) ดังตารางดังกล่าวข้างต้น พบว่า การเสริมโปรพิลีนไกลคอลไม่ส่งผลต่อสมรรถนะการสืบพันธุ์ในด้านต่างๆ ทั้งนี้โดยวัตถุประสงค์ของการใช้โปรพิลีนไกลคอลก็เพื่อการรักษาสมดุลของน้ำตาลกลูโคสในกระแสเลือดของแม่โคนมหลังคลอดและเลี้ยงลูก ซึ่งมีความเสี่ยงต่อการเกิดภาวะคีโตซิส โดยที่โปรพิลีนไกลคอลเป็นสาร Glucogenic precursor ซึ่งในโคนมนั้น โปรพิลีนไกลคอลจะเปลี่ยนไปเป็น Propionate ในกระเพาะรูเมนและไปที่ตับจากนั้นจะสามารถเปลี่ยนไปเป็นกลูโคสในกระแสเลือดและร่างกายสามารถนำไปใช้ได้ ซึ่งจะช่วยให้สัตว์ชะลอการดึงกลูโคสที่สะสมในร่างกายออกมาใช้ (Mikula et al, 2008)

โคนมช่วงก่อนคลอดจนถึงช่วงแรกของการให้ผลผลิตน้ำนมจะประสบปัญหาเกี่ยวกับพลังงานในร่างกายไม่เพียงพอต่อความต้องการของร่างกาย แม้ว่าจะให้อาหารเต็มที่แล้ว เมื่อการกินได้น้อยลงแต่การสร้างน้ำนมยังคงมีปริมาณที่สูงอยู่จะทำให้พลังงานในร่างกายเป็นลบ จึงทำให้แม่โคนมเกิดปัญหาการนำกลูโคสในร่างกายไปใช้ในการสร้างน้ำนม จนเกิดภาวะคีโตเป็นกรดอย่างรุนแรงหรือภาวะคีโตซิสจึงเป็นพิษกับแม่โค ทำให้แม่โคล้มป่วยและตายได้ จากการศึกษาโดย อธิภูฐาน นานนท์ และคณะ (2010) พบว่าการเสริมโปรพิลีนไกลคอล (Propylene glycol : PG) สามารถลดความรุนแรงของการเกิดพลังงานเป็นลบซึ่ง

เป็นสาเหตุของการเกิดโรคโตซิส เนื่องจากโพรพิลีนไกลคอลเป็นสารที่สามารถเปลี่ยนเป็นกลูโคสได้ดังที่กล่าวไปแล้วข้างต้น จึงเป็นผลทำให้มีการเพิ่มขึ้นของระดับกลูโคสทำให้ได้รับพลังงานเพิ่มมากขึ้น

เอกสารอ้างอิง

- C. P. Wu, L. B. Chang, T. F. Lien and Y. M. Horng. (2010). Effects of Propylene Glycol on Milk Production, Serum Metabolites and Reproductive Performance during the Transition Period of Dairy Cows. *Asian-Australasian J. Anim. Sci* 23(3): 372 – 378.
- Dra, Gvozdi, Jovi, Pavlovi, Stepanovi Vakanjac, Slobodanka. (2012). Propylene glycol energy supplementation during peripartal period in dairy cow and reproduction efficiency parameters. *Acta Veterinaria* (2012) 2-3 : 249-260.
- D. Rizos, D.A. Kenny, F.J. Mulligan, J.F. Roche, K.M. Quinn, M.P. Boland, P. Duffy, P. Lonergan, W. Griffin. (2008). The effect of feeding propylene glycol to dairy cows during the early postpartum period on follicular dynamics and on metabolic parameters related to fertility. *Theriogenology* 69: 688–699.
- A. Umeki, H. Kamomae and T. Tanaka. (2012). Effects of propylene glycol drenching before and after luteolysis on blood glucose, ovarian steroids and follicular dynamics in heifers. *Animal* 6(2): 300-304.
- Atilla Yildiz and Zeki Erisir. (2015). Effect of propylene glycol on fertility of postpartum dairy cows experiencing seasonal heat stress. 50(1): 27-30.
- พิพัฒน์ เหลืองลาวัณย์, วิศิษฐ์พร สุขสมบัติ และ อธิฐฐาน นานนท์. (2010). แนวทางลดการเกิดโรคคีโตซิส (Ketosis) โดยใช้โพรพิลีนไกลคอล (propylene glycol) ของโคนมในช่วงแรกของการให้นม. *เกษตรสุนารี* 53: 18-23.