



รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

โครงการ: ปัญหาพลังงานขาดสมดุลในโคนมลูกผสมไฮลสไต้น์ฟรีเซียน
ที่เลี้ยงในฟาร์มรายย่อยเขตภาคตะวันตกของประเทศไทย

โดย รศ.น.สพ.ดร. อีระ รักความสุข

๒๖ เมษายน ๒๕๕๓

รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

โครงการ: ปัญหาพลังงานขาดสมดุลในโคนมลูกผสมไฮลสไต้หวันฟรีเซียน
ที่เลี้ยงในฟาร์มรายย่อยเขตภาคตะวันตกของประเทศไทย

รศ.น.สพ.ดร.ธีระ รักความสุข
ภาควิชาเวชศาสตร์คลินิกสัตว์ใหญ่และสัตว์ป่า
คณะสัตวแพทยศาสตร์
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สนับสนุนโดยสำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา
และสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย

(ความเห็นในรายงานนี้เป็นของผู้วิจัย สกอ. และ สกว. ไม่จำเป็นต้องเห็นด้วยเสมอไป)

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณสำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา และสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย
ที่ให้ทุนสนับสนุนการวิจัยในครั้งนี้ ภาควิชาเวชศาสตร์คลินิกสัตว์ใหญ่และสัตว์ป่า คณะสัตว-
แพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน ที่ให้ความอนุเคราะห์
ห้องปฏิบัติการในการวิจัย เกษตรกรเจ้าของฟาร์มโคนมที่ให้ความอนุเคราะห์เข้าเก็บตัวอย่างโคนม
ตลอดระยะเวลาทำการศึกษา

บทคัดย่อ

ศึกษาภาวะพลังงานขาดสมดุลและผลกระทบของภาวะดังกล่าวต่อผลผลิตน้ำนม และระบบสืบพันธุ์ในโคนมจำนวน 51 ตัว ผลการศึกษาพบว่าโคนมในระยะหลังคลอดมีความเข้มข้นของกลูโคสและไตรเอซิลกลีเซอรอลในซีรัมในระดับต่ำ และความเข้มข้นของกรดไขมันอิสระในระดับสูง โคนมดังกล่าวยังมีการสูญเสียน้ำหนักตัวในระยะหลังคลอด ซึ่งผลดังกล่าวแสดงให้เห็นว่าโคนมในการศึกษาครั้งนี้อยู่ในภาวะพลังงานขาดสมดุล ผลของภาวะดังกล่าวทำให้โคนมไม่มีจุดสูงสุดของการให้น้ำนม และมีอัตราการตั้งท้องอยู่ที่ 28.6% 11.1% และ 12.0% ที่การผสมเทียมครั้งที่ 1 2 และ 3 ตามลำดับ สรุปได้ว่าโคนมระยะหลังคลอดที่เลี้ยงในฟาร์มโคนมรายย่อยในการศึกษาในครั้งนี้มีปัญหาพลังงานขาดสมดุล ส่งผลให้ผลผลิตน้ำนมต่ำ และมีอัตราการผสมติดต่ำด้วย ภาวะพลังงานขาดสมดุลอาจแก้ไขด้วยการป้อนโปรไฟลีนไกลคอลอย่างน้อย 14 วันโดยเริ่มตั้งแต่ 7 วันก่อนคลอด จนถึง 7 วันหลังคลอด

ศึกษาผลของการใช้โปรไฟลีนไกลคอลในระยะคลอดต่อเมตาโไลต์ในเลือด ผลผลิตน้ำนม และระบบสืบพันธุ์ในโคนมจำนวน 25 ตัวที่เลี้ยงในฟาร์มรายย่อยจำนวน 9 ฟาร์ม โดยแต่ละฟาร์มมีการจัดการคล้ายคลึงกัน โคนมทุกตัวในช่วงระยะก่อนคลอด 7 วันได้รับโปรไฟลีนไกลคอล 400 มิลลิกรัมต่อตัวต่อวัน ภายหลังคลอดแบ่งโคนมออกเป็น 2 กลุ่มคือ กลุ่มที่ได้รับโปรไฟลีนไกลคอลต่อเนื่อง 14 วัน จำนวน 12 ตัว และกลุ่มที่ได้รับโปรไฟลีนไกลคอลต่อเนื่อง 30 วัน จำนวน 13 ตัว ผลการศึกษาพบว่าโคนมทั้งสองกลุ่มมีการสูญเสียคะแนนร่างกายปานกลาง แม้ว่าคะแนนร่างกายโดยรวมของทั้งสองกลุ่มมีค่อนข้างต่ำ ปริมาณน้ำนมเฉลี่ยตลอดระยะเวลา 20 สัปดาห์ของการให้น้ำนมมีค่า 16.4 ± 4.6 และ 17.0 ± 5.1 กิโลกรัมต่อวัน สำหรับกลุ่มที่ได้รับโปรไฟลีนไกลคอล 14 วัน และกลุ่มที่ได้รับ 30 วันตามลำดับ ซึ่งมีค่าไม่แตกต่างกันระหว่างกลุ่ม ค่าเมตาโไลต์ในเลือดของทั้ง 2 กลุ่มในแต่ละระยะของการเก็บตัวอย่างมีค่าไม่แตกต่างกัน ที่ 2 สัปดาห์หลังคลอดความเข้มข้นของไตรเอซิลกลีเซอรอลและกลูโคสในซีรัมมีค่าสูงกว่าความเข้มข้นในระยะแห้งนม หรือที่ 2 สัปดาห์ก่อนคลอด ความเข้มข้นของกรดไขมันอิสระและยูเรียในโตรเจนมีการเปลี่ยนแปลงน้อยมากตลอดระยะการศึกษาทั้งก่อนและหลังคลอด แต่ระดับของความเข้มข้นของเมตาโไลต์ทั้งสองตัวอยู่ในช่วงปกติ ความเข้มข้นของโคเลสเตอรอลในซีรัมเพิ่มขึ้นเพียงเล็กน้อยที่ 4 สัปดาห์หลังคลอด ผลการศึกษาพบว่าระยะหลังคลอดจนถึงการเป็นสัดครั้งแรกมีค่า 61 ± 10.9 และ 65.5 ± 8.3 วัน สำหรับกลุ่มที่ได้รับโปรไฟลีนไกลคอล 14 วัน และกลุ่มที่ได้รับ 30 วันตามลำดับ ซึ่งมีค่าไม่แตกต่างกันระหว่างกลุ่ม สรุปได้ว่าการป้อนโปรไฟลีนไกลคอลต่อเนื่อง 14 วันหรือ 30 วันให้ส่งผลต่อผลผลิตค่าเมตาโไลต์ในเลือด และระยะหลังคลอดจนถึงการเป็นสัดครั้งแรกไม่แตกต่างกัน

คำสำคัญ: โคนม พลังงานขาดสมดุล ผลผลิตน้ำนม โปรไฟลีนไกลคอล ระบบสืบพันธุ์

ABSTRACT

Impact of negative energy balance (NEB) and its consequences on milk production and reproduction were studied in 51 dairy cows. Results showed that dairy cows in this study had lower serum glucose and triacylglycerol, and higher serum NEFA concentrations after parturition. Cows also lost their weights during postpartum period as compared with prepartum period. Results indicated that these cows suffered from NEB. The average milk yields during 15 weeks of lactation showed no peak of yield. Pregnancy rates of these cows were 28.6%, 11.1%, and 12.0% for first, second, and third artificial inseminations. These dairy cows went into a periparturient NEB period, and its consequences of suboptimal milk yields and lower conception rates were observed. The adverse effects of NEB and its consequences could be prevented by oral administration of propylene glycol during at least 14 days starting from 7 days before anticipated to 7 days after parturition.

Effect of propylene glycol administration during the periparturient period on subsequent blood metabolites, milk production and reproduction was studied in 25 cross-bred Holstein Friesian cows raised in 9 small-holder farms, which had similar farm management. All cows were drenched with 400 ml of propylene glycol for 7 days before expected calving date. After calving, 12 cows were drenched with propylene glycol for 14 days (14-group) and 13 cows were drenched for 30 days (30-group). Results revealed that cows in both groups moderately lost their body condition scores during the periparturient period, although their average scores were relatively low. Average milk yields during 20 wk of lactation were 16.4 ± 4.6 and 17.0 ± 5.1 kg/d for cows in 14-group and 30-group, respectively, and did not differ between the two groups. All blood metabolites at 2 weeks prepartum and at 2 and 4 weeks postpartum did not differ between the two groups. During the periparturient period, serum triacylglycerol and glucose concentrations were higher at 2 weeks prepartum, and decreased at 2 weeks postpartum. Serum non-esterified fatty acids and urea nitrogen concentrations slightly changed during the periparturient period and remained at a marginal level for both prepartum and postpartum samples. Serum cholesterol concentrations slightly increased at 4 weeks postpartum. Average days from calving to first estrus were 61 ± 10.9 and 65.5 ± 8.3 days for cows in 14-group and 30-group, respectively, and did not differ between the two groups. Results suggested that drenching propylene glycol for either 14 or 30 days postpartum had similar effect on milk production, blood metabolites and days from calving to first estrus.

Key words: dairy cow, negative energy balance, milk yield, propylene glycol, reproduction

บทนำ

ภาวะพลังงานขาดสมดุล (negative energy balance) ที่เกิดในแม่โคระยะคลอดเนื่องจากในระยะนี้ โคนมมีความต้องการพลังงานอย่างมากโดยเฉพาะเพื่อการสร้างน้ำนมซึ่งพลังงานที่ต้องการนี้ไม่สามารถได้รับอย่างเพียงพอจากการกินอาหาร (Harrison et al., 1990) ผลที่ตามมาคือโคนมต้องมีการสลายพลังงานที่สะสมไว้ในร่างกายโดยเฉพาะจากไขมัน การสลายไขมันทำให้มีการเพิ่มขึ้นของกรดไขมันอิสระ (free fatty acids หรือ non-esterified fatty acids) ในเลือด (Rukkwamsuk et al., 1998) ทั้งนี้ส่วนหนึ่งเนื่องจากการลดลงของระดับอินซูลินในเลือดของแม่โคในช่วงที่พลังงานขาดสมดุล กระตุ้นให้มีการสลายไขมันจากเนื้อเยื่อไขมัน (Holtenius, 1993) กรดไขมันอิสระเหล่านี้จะถูกเมตาโบไลต์ที่ตับ โดยขบวนการที่สำคัญ 2 ประการคือ re-esterification และ oxidation การ re-esterification ของกรดไขมันอิสระที่ตับจะได้ไตรเอซิลกลีเซอรอล (triacylglycerols) ซึ่งจะต้องขับออกจากตับในรูปของ very low density lipoproteins (VLDL) (Bruss, 1993) จากการศึกษพบว่าในกรณีที่มีตับมีการสร้างไตรเอซิลกลีเซอรอลมากเกินไปทำให้การขนส่งไตรเอซิลกลี-เซอรอลออกจากตับผ่านทาง VLDL ถูกรบกวน ดังนั้นไตรเอซิลกลีเซอรอลจะสะสมอยู่ในตับทำให้เกิดภาวะที่เรียกว่า fatty liver (Rukkwamsuk et al., 1998) สำหรับ partial oxidation ของกรดไขมันอิสระในตับจะทำให้เกิดสารคีโตน ซึ่งได้แก่ acetone, acetoacetate และ 3-hydroxybutyrate (Bruss, 1993) นอกจากนี้พบว่าโคนมที่มีปัญหาพลังงานขาดสมดุลที่รุนแรงจะมีการขับกรดไขมันอิสระเหล่านี้ผ่านทางน้ำนม ซึ่งส่งผลกระทบต่อองค์ประกอบของน้ำนมโค (Rukkwamsuk, 2001) ภาวะพลังงานขาดสมดุล การสะสมของไตรเอซิลกลี-เซอรอลในตับ และการเพิ่มของสารคีโตนในเลือดมีความสัมพันธ์กับปัญหาสุขภาพ (Wentink et al., 1997) ปัญหาผลผลิตน้ำนม (Rukkwamsuk, 2001) และปัญหา ระบบสืบพันธุ์ (Heinonen et al., 1988, Rukkwamsuk et al., 1999a) ในโคนมหลังคลอด

ปัญหาในโคนมที่เลี้ยงในฟาร์มรายย่อยในประเทศไทย ได้แก่ ปัญหาเต้านมอักเสบทั้งชนิดแสดงอาการและไม่แสดงอาการ ปัญหาระบบสืบพันธุ์โดยเฉพาะปัญหาผสมไม่ติดในแม่โคนมหลังคลอด (Poolket et al., 2001; Yawongsa et al., 2003) ซึ่งเป็นปัญหาที่ส่งผลกระทบต่อประสิทธิภาพการผลิตในฟาร์มโคนม ทำให้ต้นทุนในการผลิตน้ำนมดิบของเกษตรกรสูงและส่งผลกระทบต่อผลกำไรที่เกษตรกรพึงได้รับ แม้ว่าปัญหาดังกล่าวข้างต้นเป็นปัญหาที่เกิดจากปัจจัยหลายประการ แต่ปัญหาพลังงานขาดสมดุลที่เกิดขึ้นในแม่โคระยะคลอดและหลังคลอดนับว่ามีผลกระทบที่รุนแรง ทั้งนี้การเปลี่ยนแปลงค่าทางชีวเคมีในเลือดระหว่างที่แม่โคอยู่ในภาวะพลังงานขาดสมดุลจะส่งผลกระทบต่อระบบการผลิตน้ำนมของแม่โค ตลอดจนส่งผลกระทบอย่างรุนแรงต่อระบบสืบพันธุ์ของแม่โคนม

การจัดการเพื่อแก้ไขปัญหามาภาวะพลังงานขาดสมดุลและผลกระทบที่ตามมาของปัญหาดังกล่าวโดยการเพิ่มการสร้างกลูโคส การลดการสลายไขมันจากเนื้อเยื่อไขมัน ซึ่งวิธีการสามารถทำได้โดยใช้ ammonium propionate (Fürl and Leifen, 2002), calcium propionate (Goff et al., 1996), choline (Hartwell et al., 2000), monensin (Duffield et al., 2003) และ propylene glycol

(Pickett et al., 2003; Rukkwamsuk et al., 2005) หรือการใช้ฮอร์โมนในการกระตุ้นการสร้าง กลูโคสที่ตับเช่น glucagons (Nafikov et al., 2002) และ glucocorticoids (Fürl et al., 1993) อย่างไรก็ตามผลการใช้ในการแก้ปัญหาด้วยวิธีการดังกล่าวเป็นรายงานในต่างประเทศ ซึ่งมีความผันแปรของเงื่อนไขด้านสัตว์ทดลอง และปริมาณน้ำนม รวมทั้งรูปแบบการจัดการอาหารที่แตกต่างจาก ประเทศไทย การนำผลงานวิจัยดังกล่าวมาใช้ในการปรับปรุงประสิทธิภาพการผลิตภายในประเทศไทยจึงมีข้อจำกัด โดยเฉพาะความเหมาะสมด้านวิธีการใช้ และต้นทุนในการใช้ของแต่ละวิธี รวมทั้งพื้นฐานการเกิดปัญหาเกี่ยวกับภาวะพลังงานขาดสมดุลในโคนม ที่เลี้ยงในฟาร์มประเทศไทยยังมีข้อมูลอยู่จำกัด โดยเฉพาะความเข้าใจด้านเมตาโบลิซึมของพลังงานในโคนมที่เลี้ยงในฟาร์มรายย่อย ผลการศึกษาปัญหาภาวะพลังงานขาดสมดุลในโคนมที่เลี้ยงในฟาร์มรายย่อย และวิธีการใช้โปรไฟลีนไกลคอลในการแก้ไขปัญหาดังกล่าวกับประสิทธิภาพการผลิตน้ำนม และ ประสิทธิภาพระบบสืบพันธุ์ในโคนม จะเป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาการผลิตน้ำนมในโคนมของประเทศไทย

วัตถุประสงค์ของการศึกษาในครั้งนี้คือ 1) เพื่อศึกษาภาวะพลังงานขาดสมดุลในโคนม ลูกผสมโฮลสไตน์ฟรีเซียนที่เลี้ยงในฟาร์มโคนมรายย่อยเขตภาคตะวันตกของประเทศไทย โดยศึกษาผลของภาวะพลังงานขาดสมดุลต่อการเปลี่ยนแปลงค่าชีวเคมีในเลือด องค์ประกอบน้ำนมโค และประสิทธิภาพระบบสืบพันธุ์ 2) เพื่อศึกษาผลของการใช้โปรไฟลีนไกลคอลต่อประสิทธิภาพการผลิตน้ำนมและประสิทธิภาพระบบสืบพันธุ์

วิธีการทดลอง

การทดลองที่ 1

การศึกษาผลของพลังงานขาดสมดุลต่อการเปลี่ยนแปลงค่าชีวเคมีในเลือด องค์ประกอบของน้ำนม และประสิทธิภาพระบบสืบพันธุ์ โดยมีขั้นตอนในการศึกษาดังนี้

สัตว์ทดลอง

คัดเลือกฟาร์มและบันทึกประวัติฟาร์มโคนมในเขตกำแพงแสนจำนวน 11 ฟาร์ม ที่มีจำนวนแม่โครีดนมไม่ต่ำกว่า 20 ตัว ทำการคัดเลือกแม่โคนมระยะแห้งนมจากฟาร์มโคนมเหล่านี้จำนวนรวม 51 โดยการคัดเลือกโคนมดังกล่าวที่มีระยะคลอดในช่วงธันวาคม 2549 ถึง พฤษภาคม 2550 ฟาร์มโคนมทั้งหมดมีระบบการเลี้ยงแบบผูกยืนโรง และให้อาหารข้นสำเร็จรูปในอัตรา 1 กิโลกรัมของอาหารต่อปริมาณน้ำนม 2 กิโลกรัม สำหรับอาหารหยาบใช้ต้นและเปลือกข้าวโพด และเสริมฟางข้าว ฟาร์มมีน้ำสะอาดให้แม่โคนมตลอดเวลา การรีดนมใช้เครื่องรีดนมและทำการรีดวันละ 2 ครั้ง (ประมาณ 05.00 น และ 15.00 น.) สัตวแพทย์ที่เยี่ยมฟาร์มเป็นผู้เก็บข้อมูลต่างๆ ดังนี้คือ คะแนนร่างกาย ข้อมูลและการตรวจระบบสืบพันธุ์ และปริมาณน้ำนม

การเก็บตัวอย่างและการตรวจตัวอย่าง

เก็บตัวอย่างเลือดจากโคนมทุกตัวที่ 2 สัปดาห์ก่อนคลอดและที่ 2 และ 4 สัปดาห์หลังคลอด เพื่อวิเคราะห์ความเข้มข้นของกลูโคส (Biotech Reagent, Biotechnical Co., Ltd., Bangkok, Thailand) กรดไขมันอิสระ (NEFA FA 115, Randox Laboratories Ltd., Crumlin, UK) ไตรเอซิล-กลีเซอรอล (Biotech Reagent, Biotechnical Co., Ltd.) โคลเลสเตอรอล (Biotech Reagent, Biotechnical Co., Ltd.) และ ยูเรียไนโตรเจน (Biotech Reagent, Biotechnical Co., Ltd.) ด้วยชุดทดสอบสำเร็จรูปตามที่ระบุไว้ การวิเคราะห์ใช้วิธี spectrophotometer

เก็บตัวอย่างน้ำนมจากโคนมทุกตัวทุกสัปดาห์ตลอดระยะเวลา 8 สัปดาห์หลังคลอด เพื่อวิเคราะห์องค์ประกอบน้ำนมด้วยเครื่องวิเคราะห์น้ำนมอัตโนมัติ

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

วิเคราะห์การกระจายตัวแบบนอร์มอลของข้อมูลด้วยวิธี Shapiro-Wilk W test (Patrie and Watson, 1999) เปรียบเทียบข้อมูลระหว่างระยะก่อนคลอดและระยะหลังคลอดในแต่ละวันที่เก็บตัวอย่างด้วยวิธี paired Student t test ความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกำหนดที่ $P \leq 0.05$

การทดลองที่ 2

ผลของการใช้โปรไฟล์นไกลคอลในช่วงระยะคลอดต่อประสิทธิภาพการผลิตน้ำนม และระบบสืบพันธุ์ โดยมีขั้นตอนในการศึกษาดังนี้

สัตว์ทดลอง

คัดเลือกฟาร์มและบันทึกประวัติฟาร์มโคนมในเขตกำแพงแสนจำนวน 9 ฟาร์ม ที่มีจำนวนแม่โคนมไม่ต่ำกว่า 20 ตัว ทำการคัดเลือกแม่โคนมระยะแห้งนมจากฟาร์มโคนมเหล่านี้จำนวนรวม 25 ตัว โคนมทั้งหมดมีระบบการเลี้ยงแบบผูกยืนโรง และให้อาหารข้นสำเร็จรูปในอัตรา 1 กิโลกรัมของอาหารต่อปริมาณน้ำนม 2 กิโลกรัม สำหรับอาหารหยาบใช้ต้นและเปลือกข้าวโพด และเสริมฟางข้าว ฟาร์มมีน้ำสะอาดให้แม่โคนมตลอดเวลา การรีดนมใช้เครื่องรีดนมและทำการรีดวันละ 2 ครั้ง (ประมาณ 05.00 น และ 15.00 น.) สัตวแพทย์ที่เยี่ยมฟาร์มเป็นผู้เก็บข้อมูลต่างๆ ดังนี้คือ คะแนนร่างกาย ข้อมูลและการตรวจระบบสืบพันธุ์ และปริมาณน้ำนม

ก่อนคลอด 7 วันโคนมทุกตัวได้รับโปรไฟล์นไกลคอลในขนาด 400 มิลลิกรัมต่อตัวต่อวัน ภายหลังคลอดแบ่งโคนมออกเป็น 2 กลุ่มคือ กลุ่มที่ได้รับโปรไฟล์นไกลคอลต่อเนื่องไปอีก 14 วัน และกลุ่มที่ได้รับโปรไฟล์นไกลคอลต่อเนื่องไปอีก 30 วัน

การเก็บตัวอย่างและการตรวจตัวอย่าง

เก็บตัวอย่างเลือดจากโคนมทุกตัวที่ 2 สัปดาห์ก่อนคลอดและที่ 2 และ 4 สัปดาห์หลังคลอด เพื่อวิเคราะห์ความเข้มข้นของกลูโคส (Biotech Reagent, Biotechnical Co., Ltd., Bangkok,

Thailand) กรดไขมันอิสระ (NEFA FA 115, Randox Laboratories Ltd., Crumlin, UK) ไตรเอซิล-กลีเซอรอล (Biotech Reagent, Biotechnical Co., Ltd.) โคเลสเตอรอล (Biotech Reagent, Biotechnical Co., Ltd.) และ ยูเรียไนโตรเจน (Biotech Reagent, Biotechnical Co., Ltd.) ด้วยชุดทดสอบสำเร็จรูปตามที่ระบุไว้ การวิเคราะห์ใช้วิธี spectrophotometer

เก็บตัวอย่างน้ำนมจากโคนมทุกตัวทุกสัปดาห์ตลอดระยะเวลา 8 สัปดาห์หลังคลอด เพื่อวิเคราะห์องค์ประกอบน้ำนมด้วยเครื่องวิเคราะห์น้ำนมอัตโนมัติ

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

วิเคราะห์การกระจายตัวแบบนอร์มอลของข้อมูลด้วยวิธี Shapiro-Wilk W test (Patrie and Watson, 1999) วิเคราะห์ homogeneity ของความแปรปรวนด้วยวิธี Levene's test (Patrie and Watson, 1999) ข้อมูลที่มีการกระจายตัวแบบนอร์มอลนำเข้าทดสอบเพื่อเปรียบเทียบระหว่างกลุ่มและระหว่างเวลาที่เก็บตัวอย่างด้วยวิธี repeated ANOVA เปรียบเทียบข้อมูลระหว่างระยะก่อนคลอดและระยะหลังคลอดในแต่ละวันที่เก็บตัวอย่างด้วยวิธี paired Student t test ความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกำหนดที่ $P \leq 0.05$

ผลการศึกษา

การทดลองที่ 1

การศึกษาผลของพลังงานขาดสมดุลต่อการเปลี่ยนแปลงค่าชีวเคมีในเลือด องค์ประกอบของน้ำนม และประสิทธิภาพระบบสืบพันธุ์ มีผลดังนี้

คะแนนร่างกายและผลผลิตน้ำนม

คะแนนร่างกาย หรือ body condition score (BCS) ของโคนมตั้งแต่ 1 เดือนก่อนคลอดถึง 6 เดือนหลังคลอดแสดงใน Figure 1 คะแนนร่างกายของโคนมเฉลี่ยตลอดระยะเวลาศึกษาคือ 3.20 ± 0.10

ผลผลิตน้ำนมเฉลี่ยในช่วง 16 สัปดาห์ของการให้น้ำนมของโคนมคือ 15.8 ± 4.1 กิโลกรัมต่อวัน โดยการให้ผลผลิตน้ำนมของโคนมในการศึกษาครั้งนี้ไม่พบลักษณะของจุดสูงสุดของการให้น้ำนม (Figure 2) นอกจากนี้ยังพบว่าตลอดช่วงระยะ 8 สัปดาห์ของการให้น้ำนม ไม่พบการเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบของน้ำนม ได้แก่ lactose, protein และ fat และองค์ประกอบดังกล่าวของน้ำนมยังอยู่ในช่วงค่าปกติ (Table 1)

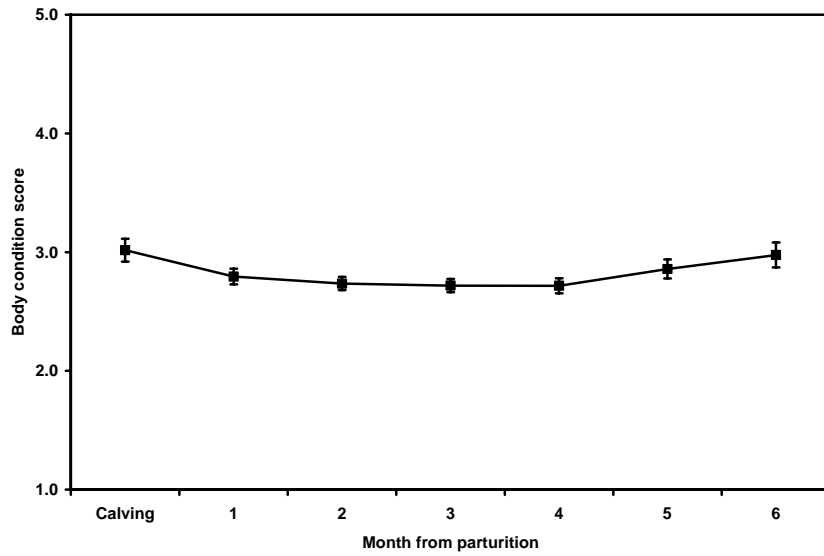


Figure 1. Average body condition scores of 51 dairy cows during 6 months postpartum. Data represent means and SD as error bars.

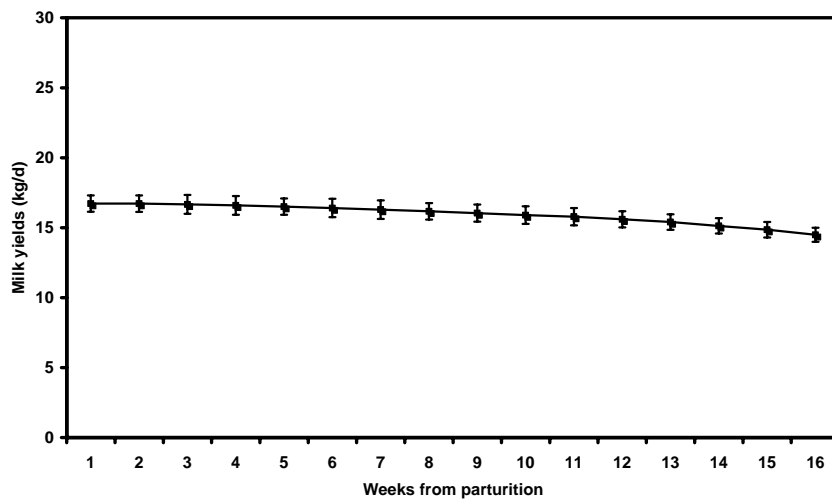


Figure 2. Average milk yield of 51 dairy cows during 16 weeks postpartum. Data represent means and SD as error bars.

Table 1. Milk composition of cows (n = 51) during the first 8 weeks from parturition. Data represented mean (s.d.).

Milk parameter	Week from parturition							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Lactose (%)	4.72 (0.90)	4.41 (0.85)	4.09 (1.14)	4.53 (1.28)	4.26 (0.82)	4.65 (1.28)	4.27 (1.02)	4.30 (0.87)
Protein (%)	3.26 (0.51)	3.07 (0.54)	2.93 (0.60)	3.14 (0.89)	3.09 (1.04)	3.21 (1.64)	3.00 (0.59)	3.01 (0.57)
Fat (%)	3.42 (1.64)	3.98 (1.54)	3.85 (1.12)	3.77 (2.32)	4.23 (1.50)	3.84 (1.27)	4.23 (1.85)	4.14 (1.53)

ค่าชีวเคมีในเลือด

ความเข้มข้นของกลูโคส กรดไขมันอิสระ ไตรเอซิลกลีเซอรอล โคเลสเตอรอล และยูเรียไนโตรเจน แสดงใน Figure 3, 4, 5, 6 และ 7 เมื่อเปรียบเทียบกับความเข้มข้นที่ 2 สัปดาห์ก่อนคลอด ความเข้มข้นของกลูโคส และไตรเอซิลกลีเซอรอล มีค่าลดลง ส่วนความเข้มข้นของกรดไขมันอิสระ โคเลสเตอรอล และยูเรียไนโตรเจนมีค่าสูงขึ้น

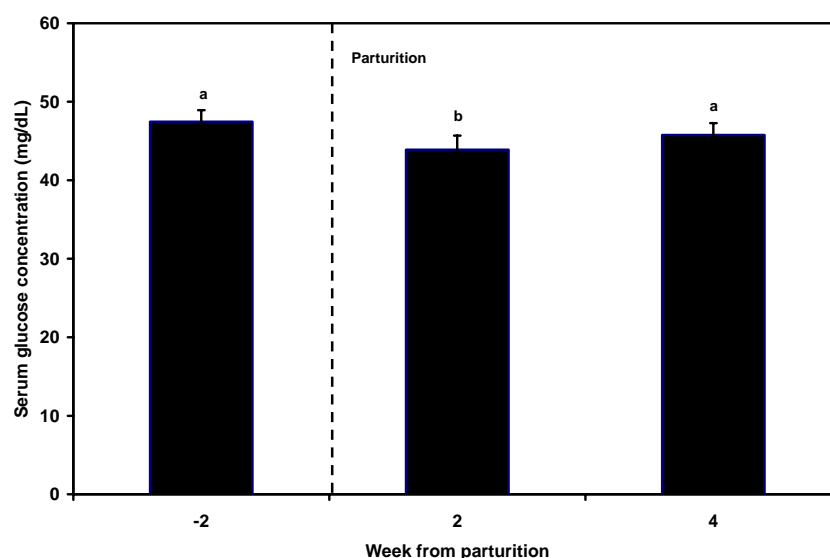


Figure 3. Serum glucose concentrations in dairy cows (n = 51) at -2, 2, and 4 weeks from parturition. Different letters indicated that mean concentrations differed among each sampling periods at $P < 0.05$.

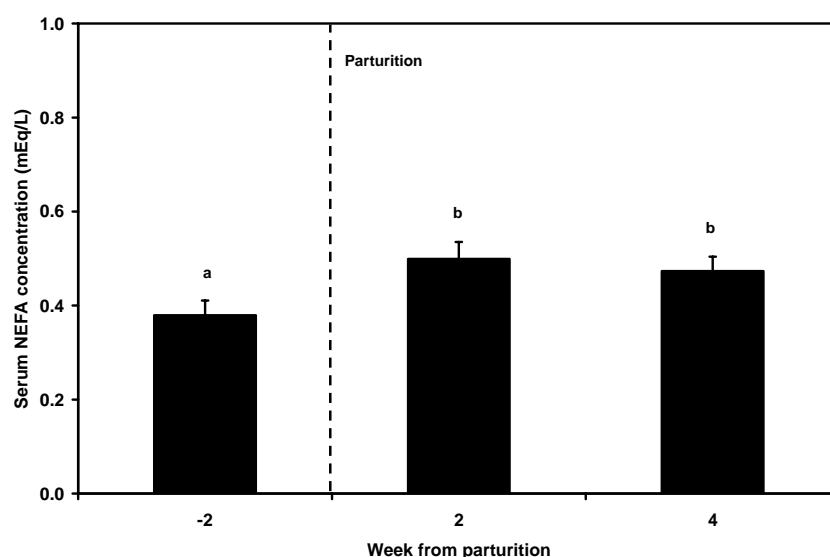


Figure 4. Serum non-esterified fatty acids (NEFA) concentrations in dairy cows (n = 51) at -2, 2, and 4 weeks from parturition. Different letters indicated that mean concentrations differed among each sampling periods at $P < 0.05$.

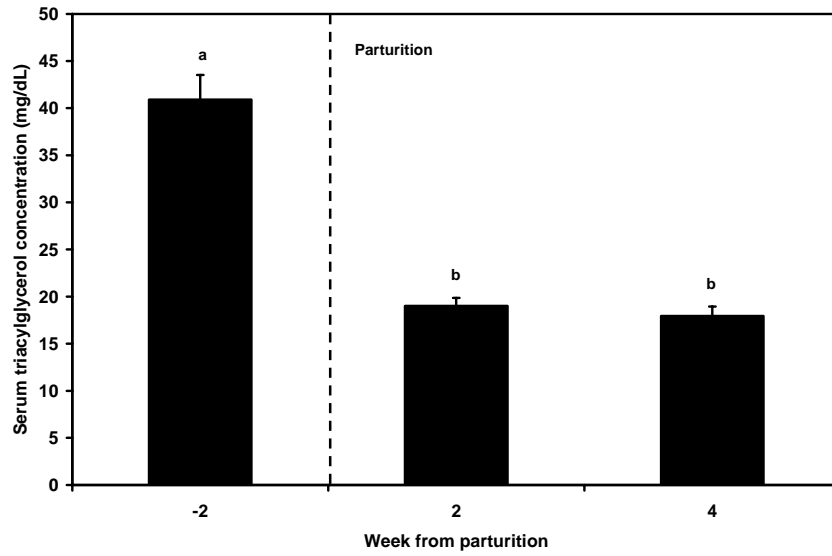


Figure 5. Serum triacylglycerol concentrations in dairy cows (n = 51) at -2, 2, and 4 weeks from parturition. Different letters indicated that mean concentrations differed among each sampling periods at $P < 0.05$.

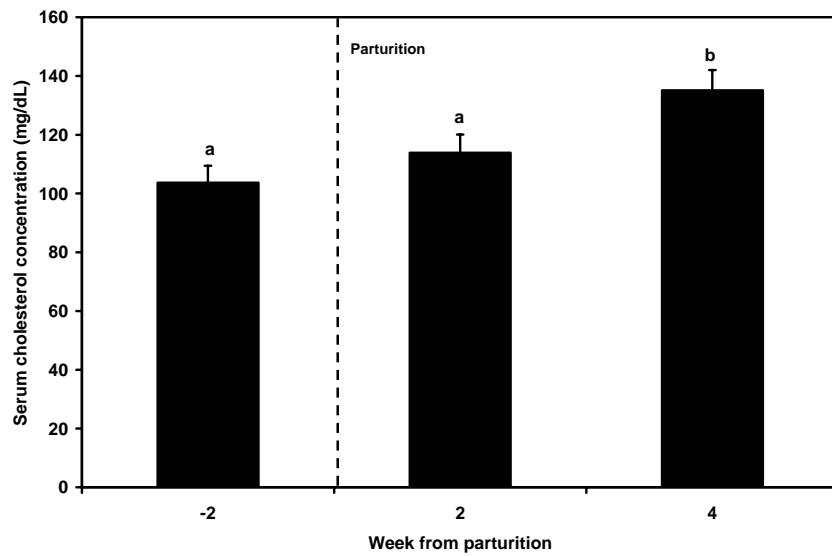


Figure 6. Serum cholesterol concentrations in dairy cows (n = 51) at -2, 2, and 4 weeks from parturition. Different letters indicated that mean concentrations differed among each sampling periods at $P < 0.05$.

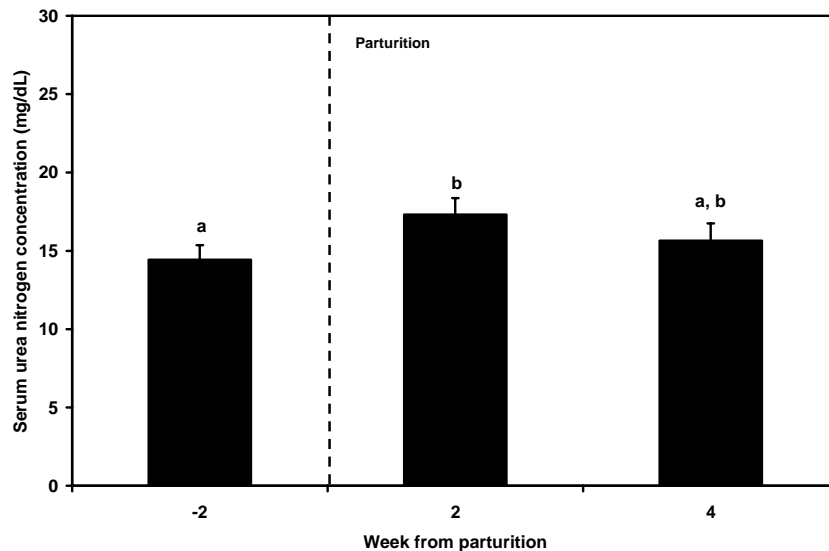


Figure 7. Serum urea nitrogen concentrations in dairy cows (n = 51) at -2, 2, and 4 weeks from parturition. Different letters indicated that mean concentrations differed among each sampling periods at $P < 0.05$.

ประสิทธิภาพระบบสืบพันธุ์

ระยะตั้งแต่คลอดจนถึงการเป็นสัดครั้งแรกของโคนมศึกษาคือ 72 ± 65 วัน อัตราการผสมติดที่การผสมครั้งแรก (conception rate at first service) คือ 18%

การทดลองที่ 2

การศึกษาผลของการใช้โปรไฟลีนไกลคอลในช่วงระยะคลอดต่อประสิทธิภาพการผลิตน้ำนมและระบบสืบพันธุ์ มีผลดังนี้

คะแนนร่างกายและผลผลิตน้ำนม

คะแนนร่างกายของโคนมกลุ่มที่ได้รับโปรไฟลีนไกลคอลต่อเนื่อง 14 วัน และ 30 วันหลังคลอดแสดงใน Figure 1 โดยโคนมกลุ่มที่ได้รับโปรไฟลีนไกลคอล 14 วันสูญเสียคะแนนร่างกายภายใน 4 สัปดาห์หลังคลอดเท่ากับ $0.15 (\pm 0.05)$ ส่วนโคนมกลุ่มที่ได้รับโปรไฟลีนไกลคอล 30 วันสูญเสียเท่ากับ $0.19 (\pm 0.05)$ ซึ่งไม่มีความแตกต่างกัน และการสูญเสียดังกล่าวอยู่ในระดับปานกลาง

ผลผลิตน้ำนมของโคนมกลุ่มที่ได้รับโปรไฟลีนไกลคอลต่อเนื่อง 14 วัน และ 30 วันหลังคลอดไม่แตกต่างกัน (Figure 2) โดยกลุ่มที่ได้รับโปรไฟลีนไกลคอล 14 วันมีผลผลิตน้ำนมเฉลี่ยในช่วง 20 สัปดาห์แรกหลังคลอดเท่ากับ $16.4 (\pm 4.6)$ กิโลกรัมต่อวัน และกลุ่มที่ได้รับ 30 วันให้ผลผลิตน้ำนมเฉลี่ยเท่ากับ $17.0 (\pm 5.1)$ กิโลกรัมต่อวัน ซึ่งไม่แตกต่างกัน นอกจากนี้องค์ประกอบน้ำนมของทั้งสองกลุ่มไม่มีความแตกต่างกันด้วย (Table 1)

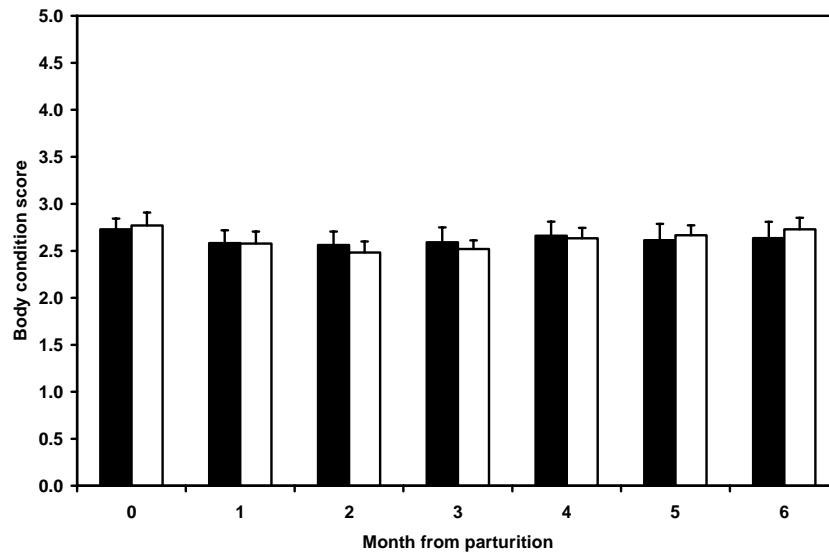


Figure 1. Comparison of body condition scores between cows that were drenched with propylene glycol for 14 d (■; n = 12) and cows that were drenched for 30 d (□; n = 13) after calving. Data represent means and SEM as error bars.

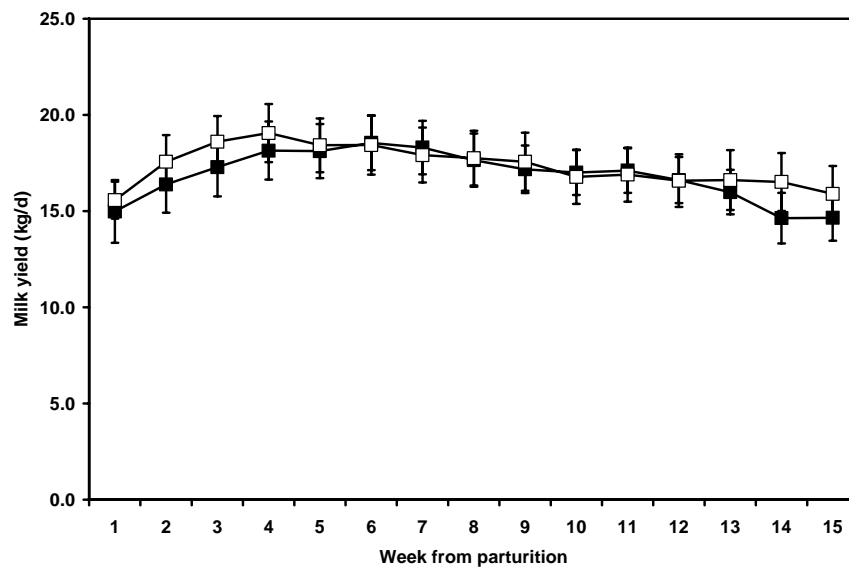


Figure 2. Comparison of milk yield (kg/d) between cows that were drenched with propylene glycol for 14 d (■; n = 12) and cows that were drenched for 30 d (□; n = 13) after calving. Data represent means and SEM as error bars.

Table 1 Milk composition of cows that were drenched with propylene glycol from 7 d prepartum to 14 d postpartum (n = 12) and cows that were drenched from 7 d prepartum to 30 d postpartum (n = 13). Data represented mean (s.d.).

Milk parameter	Week from parturition							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Lactose (%)								
14-d drench	5.01 (0.33)	4.91 (0.26)	4.41 (1.23)	4.72 (1.37)	4.73 (0.24)	4.74 (0.34)	4.63 (0.39)	4.64 (0.39)
30-d drench	4.79 (0.79)	4.71 (0.34)	4.68 (0.37)	4.67 (0.26)	4.43 (0.62)	4.58 (0.45)	4.57 (0.34)	4.52 (0.56)
Protein (%)								
14-d drench	3.42 (0.18)	3.42 (0.15)	3.15 (0.76)	3.27 (0.17)	3.30 (0.10)	3.32 (0.20)	3.26 (0.26)	3.26 (0.27)
30-d drench	3.37 (0.48)	3.34 (0.19)	3.31 (0.15)	3.26 (0.12)	3.12 (0.39)	3.20 (0.25)	3.16 (0.33)	3.20 (0.36)
Fat (%)								
14-d drench	2.99 (0.53)	3.08 (0.48)	3.39 (0.53)	3.52 (0.59)	3.42 (0.41)	3.38 (0.62)	3.58 (0.70)	3.57 (0.72)
30-d drench	2.95 (0.64)	3.44 (0.62)	3.45 (0.56)	3.51 (0.47)	3.67 (0.59)	3.68 (0.82)	3.73 (0.68)	3.78 (1.02)

ค่าชีวเคมีในเลือด

ความเข้มข้นของกลูโคส กรดไขมันอิสระ ไตรเอซิลกลีเซอรอล โคเลสเตอรอล และยูเรียไนโตรเจน แสดงใน Figure 3, 4, 5, 6 และ 7 เมื่อเปรียบเทียบความเข้มข้นดังกล่าวระหว่างกลุ่มที่ได้รับโปรโพลีนไกลคอล 14 วัน และกลุ่มที่ได้รับ 30 วัน พบว่าไม่มีความแตกต่างกันในแต่ละช่วงระยะต่างๆ ของการเก็บตัวอย่าง

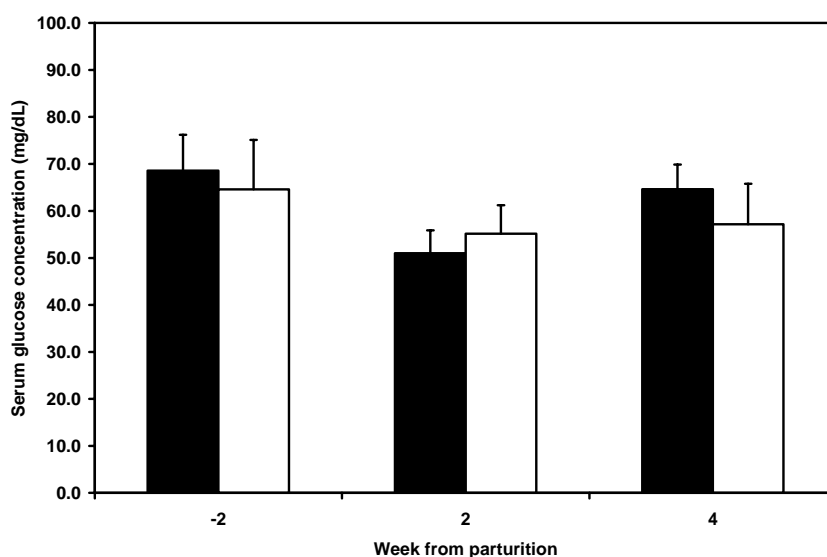


Figure 3. Comparison of serum glucose concentration (mg/dL) between cows that were drenched with propylene glycol for 14 d (■; n = 12) and cows that were drenched for 30 d (□; n = 13) after calving. Data represent means and SEM as error bars.

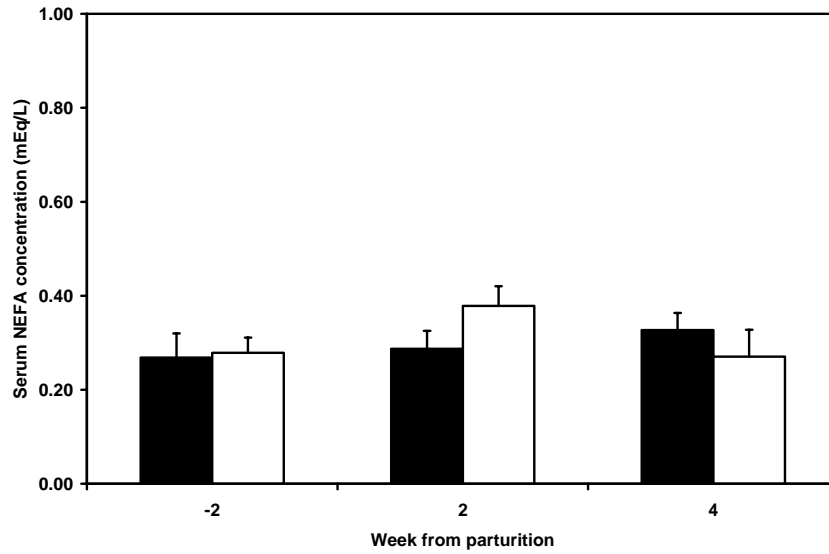


Figure 4. Comparison of serum non-esterified fatty acids (NEFA) concentration (mEq/L) between cows that were drenched with propylene glycol for 14 d (■; n = 12) and cows that were drenched for 30 d (□; n = 13) after calving. Data represent means and SEM as error bars.

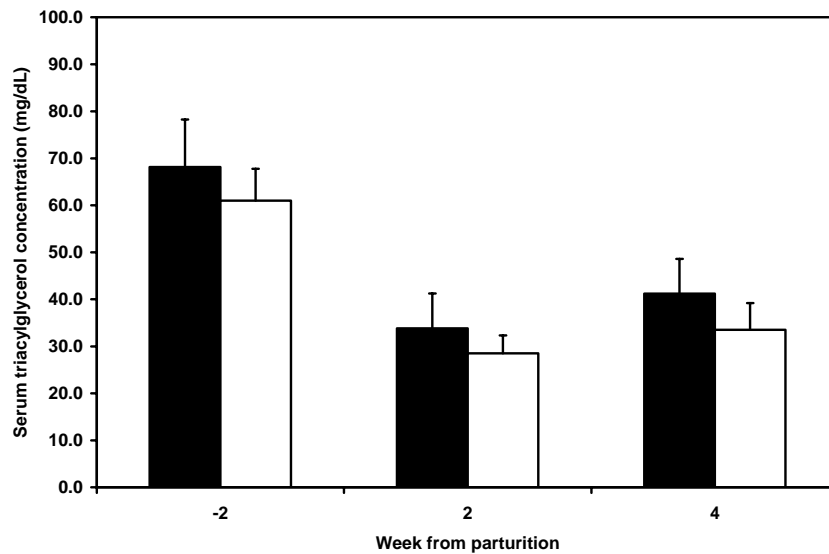


Figure 5. Comparison of serum triacylglycerol concentration (mg/dL) between cows that were drenched with propylene glycol for 14 d (■; n = 12) and cows that were drenched for 30 d (□; n = 13) after calving. Data represent means and SEM as error bars.

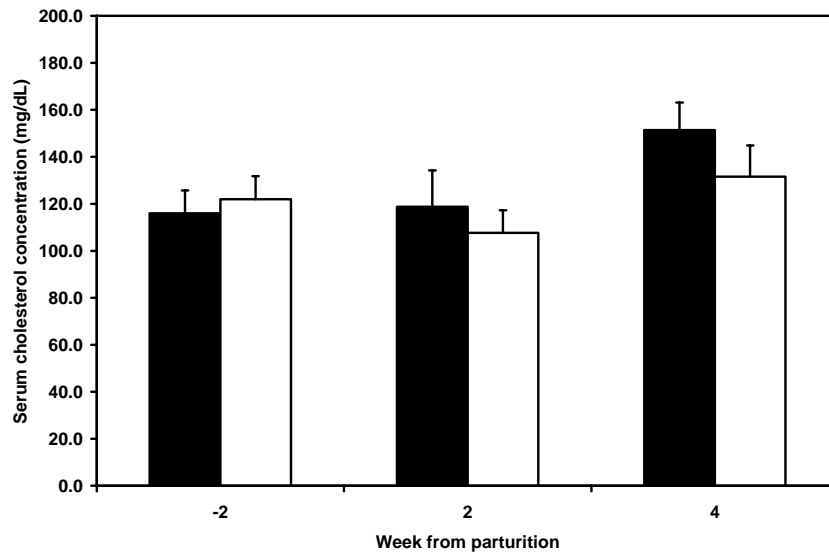


Figure 6. Comparison of serum cholesterol concentration (mg/dL) between cows that were drenched with propylene glycol for 14 d (■; n = 12) and cows that were drenched for 30 d (□; n = 13) after calving. Data represent means and SEM as error bars.

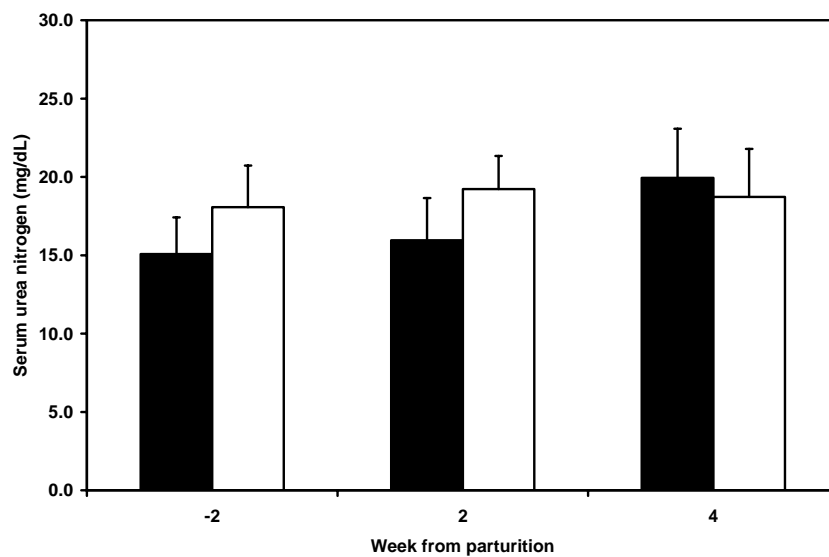


Figure 7. Comparison of serum urea nitrogen concentration (mg/dL) between cows that were drenched with propylene glycol for 14 d (■; n = 12) and cows that were drenched for 30 d (□; n = 13) after calving. Data represent means and SEM as error bars.

ประสิทธิภาพระบบสืบพันธุ์

ในการทดลองที่ 1 พบระยะตั้งแต่คลอดจนถึงการเป็นสัดครั้งแรกของโคนมศึกษาคือ 72 ± 65 วัน สำหรับการทดลองที่ 2 พบว่าค่าเฉลี่ยระยะตั้งแต่คลอดจนถึงการเป็นสัดครั้งแรกในกลุ่มโคนมที่ได้รับโปรไฟลีนไกลคอล 14 วัน เท่ากับ 61 ± 10.9 วัน และในกลุ่มที่ได้รับ 30 วัน เท่ากับ 65.5 ± 8.3 วัน

วิจารณ์ผลการทดลอง

การทดลองที่ 1

1. โคนมที่เลี้ยงในฟาร์มโคนมรายย่อยที่มีการจัดการที่คล้ายคลึงกันมีปัญหาพลังงานขาดสมดุลในระยะคลอด ทั้งนี้สังเกตได้จากภายหลังคลอดโคนมมีการสูญเสียคะแนนร่างกาย เพื่อส่งเสริมการสร้างน้ำนม ทำให้แม่โคนมต้องสลายพลังงานที่สะสมไว้มากำมาใช้เพื่อเป็นพลังงานและเพื่อการสร้างน้ำนม
2. ผลของพลังงานขาดสมดุลสามารถตรวจวัดได้จากการเปลี่ยนแปลงค่าชีวเคมีในเลือดโดยเฉพาะการลดลงของความเข้มข้นของกลูโคส และการเพิ่มขึ้นของความเข้มข้นของกรดไขมันในเลือด
3. ผลของภาวะพลังงานขาดสมดุลและการเปลี่ยนแปลงค่าชีวเคมีในเลือดของโคนมในระยะนี้ อาจส่งผลกระทบต่อผลผลิตน้ำนม ทำให้แม่โคนมไม่มีจุดสูงสุดของการให้น้ำนม และส่งผลกระทบต่อประสิทธิภาพระบบสืบพันธุ์ซึ่งในการศึกษาพบว่าอัตราการผสมติดที่การผสมครั้งแรกต่ำ และระยะตั้งแต่คลอดจนถึงการเป็นสัดครั้งแรกล่าช้ากว่าเกณฑ์ที่กำหนด

การทดลองที่ 2

1. โคนมทั้งกลุ่มที่ได้รับโปรไฟลีนไกลคอลต่อเนื่อง 14 วัน และกลุ่มที่ได้รับ 30 วันหลังคลอดมีภาวะพลังงานขาดสมดุลในระดับน้อย โดยพิจารณาจากการเปลี่ยนแปลงคะแนนร่างกายภายหลังคลอดที่มีค่าปานกลาง และต่ำกว่าการทดลองที่ 1 นอกจากนี้ค่าชีวเคมีในเลือดต่างๆ ที่สัมพันธ์กับภาวะพลังงานขาดสมดุลก็ปรับตัวดีขึ้น แสดงให้เห็นว่าการใช้โปรไฟลีนไกลคอลช่วยปรับปรุงภาวะการขาดพลังงานของโคนมในระยะคลอดได้ ทั้งนี้เนื่องจากโปรไฟลีนไกลคอลเป็นสารเสริมที่ช่วยให้การสร้างกรดไขมันในกระเพาะรูเมนเพิ่มขึ้น ซึ่งกรดดังกล่าวเป็นสารตั้งต้นที่สำคัญของการสร้างกลูโคสในตับโคนม ดังนั้นเมื่อมีการสร้างกลูโคสมากขึ้น ภาวะพลังงานขาดสมดุลจึงเกิดไม่รุนแรง ทำให้การเปลี่ยนแปลงของกรดไขมันอิสระในเลือดมีน้อย
2. การเสริมโปรไฟลีนไกลคอลให้แก่แม่โคนมช่วยให้ภาวะพลังงานขาดสมดุลปรับตัวดีขึ้น แม้จะไม่ส่งผลต่อผลผลิตน้ำนมก็ตาม อย่างไรก็ตามการเสริมโปรไฟลีนไกลคอลเพิ่มเป็น 30 วันหลังคลอดไม่ได้ส่งผลดีเพิ่มเติมเมื่อเปรียบเทียบกับเสริม 14 วัน
3. การแก้ไขภาวะพลังงานขาดสมดุลด้วยการเสริมโปรไฟลีนไกลคอลให้แก่แม่โคนมตั้งแต่ 7 วันก่อนคลอดจนถึง 14 หรือ 30 วันหลังคลอดส่งผลให้ระยะตั้งแต่คลอดถึงการเป็นสัดครั้งแรกสั้นลงซึ่งในทางปฏิบัติหากระยะนี้สั้นลงจะส่งผลดีต่อระยะตั้งแต่คลอดจนถึงผสมติดสั้นลงด้วย และ

ท้ายสุดจะทำให้ระยะห่างของการให้ลูก (calving interval) สั้นลง ซึ่ง calving interval เป็นดัชนีสำคัญที่ใช้วัดประสิทธิภาพการผลิตในฟาร์มโคนม

4. ผลของการเสริมโพสไฟลีนไกลคอลในการศึกษาครั้งนี้พบว่า การเสริม 7 วันก่อนคลอดจนถึง 14 วันหลังคลอดก็เพียงพอที่จะปรับปรุงภาวะพลังงานขาดสมดุล และเพิ่มประสิทธิภาพการผลิต และประสิทธิภาพระบบสืบพันธุ์ได้เป็นที่น่าพอใจ ดังนั้นการเสริมเพิ่มเติมไปจนถึง 30 วันหลังคลอดจึงยังไม่มีผลจำเป็น โดยเฉพาะเมื่อพิจารณาถึงต้นทุนที่ใช้

เอกสารอ้างอิง

- Bruss, M. L. 1993. Metabolic fatty liver of ruminants. In: Cornelius C. E., ed. Advances in veterinary science and comparative medicine. San Diego: Academic Press Inc. Pages 421-422.
- Duffield, T.F., S. LeBlanc, R. Bagg, K.E. Leslie, J. Ten Hag, and P. Dick. 2003. Effect of a monensin controlled release capsule on metabolic parameters in transition dairy cows. J. Dairy Sci. 86:1171 – 1176.
- Fürll, M., H. Kirbach, and B. Knobloch. 1993. Influence of glucocorticoid on lipolysis stimulated by fasting and liver function in cows. Tierärztl. Prax. 21:339 – 403. (In German; abstract in English)
- Fürll, M. and I. Leiden. 2002. Studies on the stabilization of health status in peri-parturient cows. Tierärztl. Umschau 57: 423 – 438. (In German; abstract in English)
- Goff, J.P., R.L. Horst, P.W. Jardon, C. Borelli, and J. Wedam. 1996. Field trials of an oral calcium propionate paste as an aid to prevent milk fever in periparturient dairy cows. J. Dairy Sci. 79:378 – 383.
- Harrison, R. O., S. P. Ford, J. W. Young, A. J. Conley, and A. E. Freeman. 1990. Increased milk production versus reproductive and energy status of high producing dairy cows. J. Dairy Sci. 73:2749-2758.
- Hartwell, J.R., M.J. Cecava, and S.S. Donkin. 2000. Impact of dietary rumen undegradable protein and rumen-protected choline on intake, periparturient liver triacylglyceride, plasma metabolites and milk production in transition dairy cows. J. Dairy Sci. 83:2907 – 2917.
- Heinonen, K., E. Ettala, and M. Alanko. 1988. Effect of postpartum live weight loss on reproductive functions in dairy cows. Acta. Vet. Scand. 29:249-254.
- Holtenius, P. 1993. Hormonal regulation related to the development of fatty liver and ketosis. Acta. Vet. Scand. Suppl. 89:55-60.

- Nafikov, R.A., B.N. Ametaj, G. Bobe, J.W. Young, and D.C. Beitz. 2002. Prevention of fatty liver in transition dairy cows by glucagons. *J. Dairy Sci.* 85(Supple. 1): 21.
(Abstract)
- Pickett, M.M., M.S. Piepenbrink, and T.R. Overton. 2003. Effects of propylene glycol or fat drench on plasma metabolites, liver composition, and production of dairy cows during the periparturient period. *J. Dairy Sci.* 86: 2113 – 2121.
- Poolket, C., J. Wongsanit, and T. Rukkwamsuk. 2001. Health problems of dairy cows raised in small-holder farms in Kampangsaen, Nakhon-Pathom during October 1999 to September 2000. Pages 376-380. In *Proceedings of the 39th Kasetsart Universtiy Annual Conference*. Bangkok, 5-7 February, 2001.
- Rukkwamsuk, T., T. Wensing, and M.J.H. Geelen. 1998. Effect of overfeeding during the dry period on regulation of adipose tissue metabolism in dairy cows during the periparturient period. *J. Dairy Sci.* 81:2904-2911.
- Rukkwamsuk, T., T. Wensing, and T.A.M. Kruip. 1999. Relationship between triacylglycerol concentration in the liver and first ovulation in postparturient dairy cows. *Theriogenology*. 51:1133-1142.
- Rukkwamsuk, T., T.Wensing, and M.J.H. Geelen. 2001. Changes in fat component in milk of dairy cows during periparturient period. *Kasetsart Vet.* 11:1-9.
- Rukkamsuk, T., S. Rungruang, A. Choothesa, and T. Wensing. 2005. Effect of propylene glycol on fatty liver development and hepatic fructose 1,6 bisphosphatase activity in periparturient dairy cows. *Livest. Prod. Sci.* 95: 95 – 102.
- Wentink, G. H., V.P.M.G. Rutten, T.S.G.A.M. Van den Ingh, A. Hoek, K. E. Muller, and T. Wensing. 1997. Impaired specific immunoreactivity in cows with hepatic lipidosis. *Vet. Immunol. Immunopathol.* 56:77-83
- Yawongsa, A., W. Rungrattanaubol, K. Jeenacharoen, and T. Rukkwamsuk. 2003. Reproductive performance of cross-bred Holstein Friesian cows in small-holder farms in Kampangsaen, Nakhon-Pathom. Pages 525-531. In *Proceedings of the 41th Kasetsart Universtiy Annual Conference*. Bangkok, 3-7 February, 2003.

การนำเสนอผลงานวิจัย

1. นำเสนอผลงานวิชาการภาคโปสเตอร์ เรื่อง “Negative Energy Balance in Periparturient Dairy Cows Kept in Small Holder Farms : Effect on Health, Production and Reproduction” ในการประชุมนักวิจัยรุ่นใหม่พบเมธีวิจัยอาวุโส สกว. 2550. โรงแรมแอมบาสเดอร์ซีดี จอมเทียน พัทยา ชลบุรี (11 – 13 ตุลาคม 2550)
2. นำเสนอผลงานวิชาการภาคโปสเตอร์ เรื่อง “Negative Energy Balance and Its Consequences on Milk Production and Reproduction in Periparturient Dairy Cows Kept in Small Holder Farms” ในการประชุมนักวิจัยรุ่นใหม่พบเมธีวิจัยอาวุโส สกว. 2551. โรงแรมฮอลิเดย์ อินน์ รีสอร์ท รีเจนท์ บีช ชะอำ เพชรบุรี (16 – 18 ตุลาคม 2551)
3. นำเสนอผลงานวิชาการภาคโปสเตอร์ เรื่อง “Effect of Periparturient Propylene Glycol Administration on Postpartum Blood Metabolites, Milk Production and First Estrus in Dairy Cows Raised in Small-Holder Farms: A Field Trial” ในการประชุมนักวิจัยรุ่นใหม่พบเมธีวิจัยอาวุโส สกว. 2552. โรงแรมฮอลิเดย์ อินน์ รีสอร์ท รีเจนท์ บีช ชะอำ เพชรบุรี (15 – 17 ตุลาคม 2552)
4. นำเสนอผลงานวิชาการภาคบรรยาย เรื่อง “ผลของโพรไพลีนไกลคอลต่อสมดุลของพลังงานและความสมบูรณ์พันธุ์ในแม่โคนม” ในการประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 47: สาขาสัตวแพทยศาสตร์. 2552. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ (17 – 20 มีนาคม 2552)

การเผยแพร่ผลงานวิจัย

ต้นฉบับ (manuscript)

1. A Field Study on Negative Energy Balance in Periparturient Dairy Cows Kept in Small-Holder Farms: Effect on Milk Production and Reproduction
2. Effect of Periparturient Propylene Glycol Administration on Postpartum Blood Metabolites, Milk Production, and First Estrus in Dairy Cows Raised in Small-Holder Farms: A Field Trial

ภาคผนวก

A Field Study on Negative Energy Balance in Periparturient Dairy Cows Kept in Small-Holder Farms: Effect on Milk Production and Reproduction

T. Rukkwamsuk*, S. Panneum, T. Setkit

Faculty of Veterinary Medicine, Kasetsart University, Nakhonpathom 73140, Thailand

* Corresponding author, e-mail: theera.r@ku.ac.th

ABSTRACT

Impact of negative energy balance (NEB) and its consequences on milk production and reproduction were studied in 51 dairy cows. All cows were randomly selected from 11 small-holder farms according to their calving date during December 2006 to May 2007. They were kept in a tie-stall housing, and were offered commercial concentrated feed at a rate of 1 kg feed per 2 kg milk produced. Corn-cob, corn-stem, and rice straw were used as roughage sources. Body condition score and milk yield were recorded. Blood samples were collected from all cows at 2 weeks before expected calving date and at 2 and 4 weeks after calving to determine glucose, nonesterified fatty acids, triacylglycerol, cholesterol and urea nitrogen concentrations. Postpartum reproductive activities were also recorded. Results showed that dairy cows in this study had lower serum glucose and triacylglycerol, and higher serum NEFA concentrations after parturition. Cows also lost their weights during postpartum period as compared with prepartum period. Results indicated that these cows suffered from NEB. The average milk yields during 15 weeks of lactation showed no peak of yield. Pregnancy rates of these cows were 28.6%, 11.1%, and 12.0% for first, second, and third artificial inseminations. These dairy cows went into a periparturient NEB period, and its consequences of suboptimal milk yields and lower conception rates were observed. The adverse effects of NEB and its consequences could be prevented by oral administration of propylene glycol during at least 14 days starting from 7 days before anticipated to 7 days after parturition. Results from this research may be applied to prevent periparturient NEB in dairy cows raised in small holder farms, which would result in an increase of performance of the cows.

Key words : dairy cow, negative energy balance, non-esterified fatty acid

INTRODUCTION

It is well-known that dairy cows usually enter a negative energy balance (NEB) in periparturient period due to increased energy requirements and physical-endocrinological

changes during that period (Harrison et al., 1990). Cows with NEB increase mobilization of body energy reserves, mainly glycogen, fat and protein to compensate for their energy needs (Rukkwamsuk et al., 1999). Increased lipolysis causes an elevation of blood non-esterified fatty acids (NEFA) concentrations (Rukkwamsuk et al., 1998), which may result in fatty liver and ketosis (Bruss, 1993). Combination of NEB, increased lipolysis and fatty liver is associated with suboptimal milk production, poor health condition and reproductive disorders in postparturient dairy cows (Gerloff et al., 1986; Wentink et al., 1997; Jorritsma et al., 2005).

In Thailand, most dairy cows are raised in small-holder farms, which are not well-managed in terms of nutrition and herd health management. Therefore, Thai dairy cows kept in small-holder farms have confronted several health problems including clinical and subclinical mastitis, blood parasites, reproductive disorders, respiratory problems, lameness and hoof problems (Poolket et al., 2000). However, suboptimal reproductive performances of postparturient dairy cows were reported in Thai cross-bred Holstein-Friesian cows, particularly raised in small-holder farms (Yawongsa et al., 2003). These problems are likely related to periparturient NEB and its consequences. Evidence exists that dairy cows raised in small-holder farms had lowered blood glucose concentrations after calving and lost their body condition scores during the first month of lactation (Rukkwamsuk et al., 2006). This result suggested that NEB was also inevitable in Thai dairy cows during the periparturient period. Another study in Thailand showed that 68% of periparturient dairy cows in a commercial dairy farm suffered from fatty liver (Rukkwamsuk et al., 2004).

The objective of the study is to investigate the impact of NEB and its consequences on production and reproduction of periparturient dairy cows.

MATERIALS AND METHODS

Animals and farm management

Fifty-one cross-bred Holstein-Friesian dry cows from 11 small-holder farms in Kamphaengsaen, Nakhonpathom were randomly selected from 11 small-holder farms according to their calving date during December 2006 to May 2007. They were kept in a tie-stall housing, and were offered commercial concentrated feed at a rate of 1 kg feed per 2 kg milk produced. Corn-cob, corn-stem, and rice straw were used as roughage sources. All cows had free access to tap water. They were milked twice daily and milk yield were recorded once a week. Body condition scores and postpartum reproductive activities were

recorded by the veterinarian. Body condition score was recorded monthly from calving to 5 months postpartum. Postpartum reproductive performance was recorded.

Sampling and sample analyses

Blood samples were collected from all cows at 2 weeks before expected calving date and at 2 and 4 weeks after calving to determine glucose, nonesterified fatty acids, triacylglycerol, cholesterol and urea nitrogen concentrations. Serum glucose (Biotech Reagent, Biotechnical Co., Ltd., Bangkok, Thailand), NEFA (NEFA FA 115, Randox Laboratories Ltd., Crumlin, UK), triacylglycerol (Biotech Reagent, Biotechnical Co., Ltd.), cholesterol (Biotech Reagent, Biotechnical Co., Ltd.) and urea nitrogen (Biotech Reagent, Biotechnical Co., Ltd.) concentrations were determined using spectrophotometric method with the use of commercially available test kits as indicated.

Milk samples were collected once a week for 8 weeks to determine milk composition. Milk composition was determined using automatic milk analyzer.

Statistical analyses

Data were explored for normality using the Shapiro-Wilk W test (Patrie and Watson, 1999). Comparison of data between prepartum and postpartum sampling days were performed using the paired Student t test. The two-sided level of statistical significance was preset at $P \leq 0.05$.

RESULTS AND DISCUSSION

Body condition score and milk production

Average body condition scores (BCS) at calving was 3.02 ± 0.64 , which was lower than an expected score of 3.5 (Pennington, 2009), indicating that, on average, dairy cows in small-holder farms in this region entered the calving period with lower BCS. During 4 weeks postpartum, average BCS of all cows was lower as compared to BCS at calving (Figure 1), suggesting that cows in this study lose body weight, most likely due to NEB postpartum. This result confirmed the notion that postparturient dairy cows usually (Harrison et al., 1990; Castañeda-Gutiérrez et al., 2009). In a previous report (Rukkwamsuk et al., 2009), average BCS before calving of dairy cows raised in small-holder farms was 3.20 ± 0.10 , and all cows lost their BCS during the 4 weeks of lactation, even in a group that were drenched with propylene glycol between 7 days before expected calving and 7 days after calving.

Therefore, changes of BCS during periparturient period could be an indirect parameter for determination the severity of NEB in dairy cows.

Average milk production during the first 16 weeks of lactation in these cows was 15.8 ± 4.1 kg/d. However, average milk yields showed that cows did not produce optimum yields because the milk curve did not have a peak of yield between 7 to 9 weeks of lactation (Figure 2). Although it could not be conclusive, the lack of the peak of milk yield might possibly be due to mismanagement of feeds and feeding or physiological changes related to NEB in dairy cows (Harrison et al., 1990).

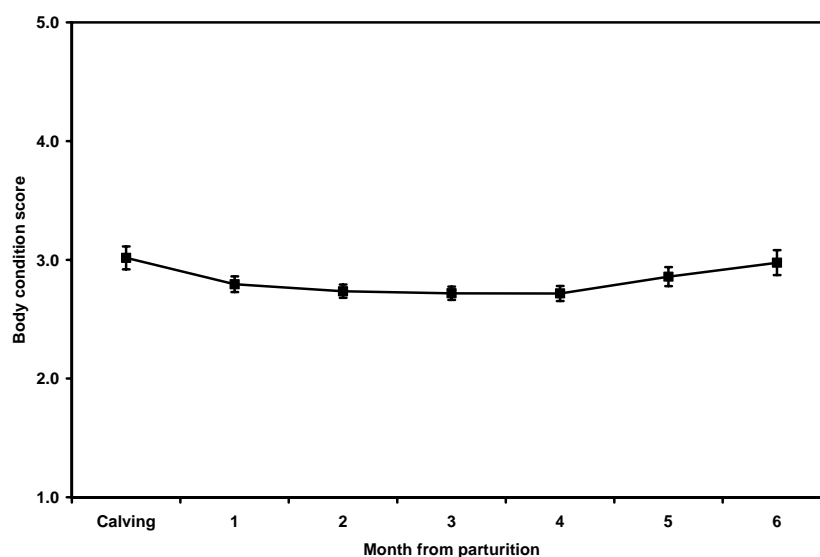


Figure 1. Average body condition scores of 51 dairy cows during 6 months postpartum. Data represent means and SD as error bars.

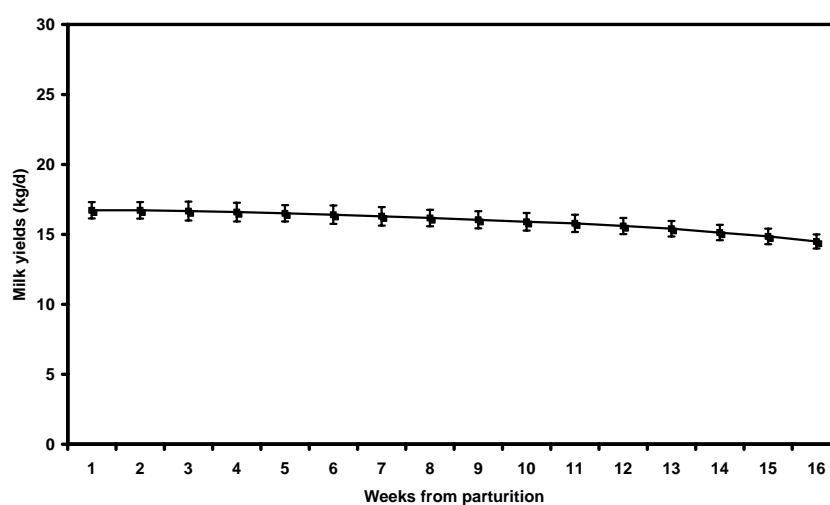


Figure 2. Average milk yield of 51 dairy cows during 16 weeks postpartum. Data represent means and SD as error bars.

Milk composition of cows during the first 8 weeks of lactation is presented in Table 1. Average percentages of milk lactose, protein, and fat did not significantly changes and still remained in a normal range throughout the experimental period. Although NEB might affect milk production, milk composition during the NEB period was unaffected (Rukkwamsuk et al., 2005).

Table 1. Milk composition of cows (n = 51) during the first 8 weeks from parturition. Data represented mean (s.d.).

Milk parameter	Week from parturition							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Lactose (%)	4.72 (0.90)	4.41 (0.85)	4.09 (1.14)	4.53 (1.28)	4.26 (0.82)	4.65 (1.28)	4.27 (1.02)	4.30 (0.87)
Protein (%)	3.26 (0.51)	3.07 (0.54)	2.93 (0.60)	3.14 (0.89)	3.09 (1.04)	3.21 (1.64)	3.00 (0.59)	3.01 (0.57)
Fat (%)	3.42 (1.64)	3.98 (1.54)	3.85 (1.12)	3.77 (2.32)	4.23 (1.50)	3.84 (1.27)	4.23 (1.85)	4.14 (1.53)

Blood biochemistry

Serum glucose, NEFA, triacylglycerol, cholesterol, and urea nitrogen concentrations are shown in Figure 3, 4, 5, 6 and 7, respectively. Serum glucose concentration at 2 weeks after calving was significantly lower than the concentration at 2 weeks before expected calving (Figure 3), and the concentrations increased to the prepartum level at 4 weeks after calving. This result confirmed that dairy cows entered a period of NEB postpartum, particularly during the first 2 weeks of lacion, which caused a reduction in blood glucose concentrations (Rukkwamsuk et al., 2003; Rukkwamsuk et al., 2006). Decreased blood glucose concentrations as a result of NEB, postparturient dairy cows increased mobilization of energy reserves by increasing lipolysis of adipose tissue (McNamara, and Hillers, 1986; Rukkwamsuk et al., 1999). Increased adipose tissue lipolysis resulted in an increase of blood NEFA concentrations. In this study, serum NEFA concentrations at 2 weeks postpartum were higher than the concentrations at 2 weeks prepartum (Figure 3), which was in agreement with previous studies (Rukkwamsuk et al., 2004). Increased circulating NEFA concentrations were closely related to accumulation of triacylglycerol in the liver, resulting in fatty liver (Bruss, 1993). Although the present study did not determine triacylglycerol concentrations in the liver, a report in Thailand has been confirmed a problem of fatty liver in dairy cows during postparturient period (Rukkwamsuk et al., 2004), in which dairy cows in this study increased their blood NEFA concentrations during the postparturient period.

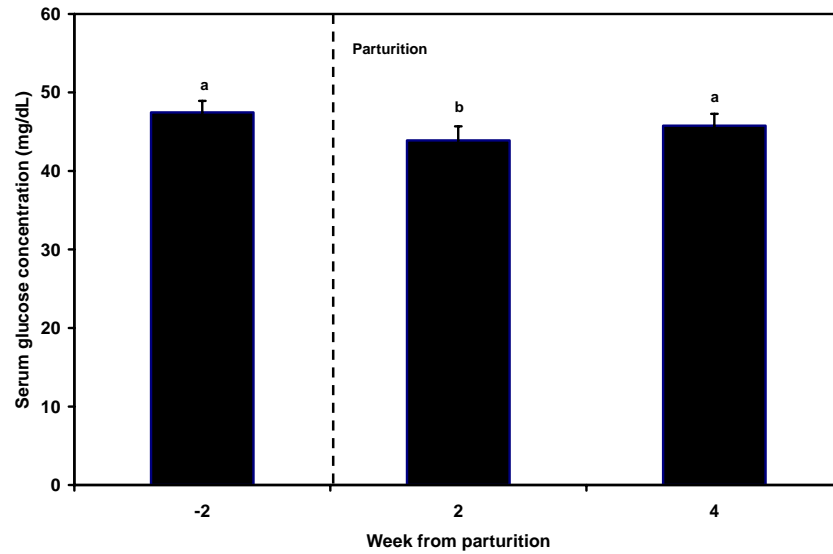


Figure 3. Serum glucose concentrations in dairy cows (n = 51) at -2, 2, and 4 weeks from parturition. Different letters indicated that mean concentrations differed among each sampling periods at $P < 0.05$.

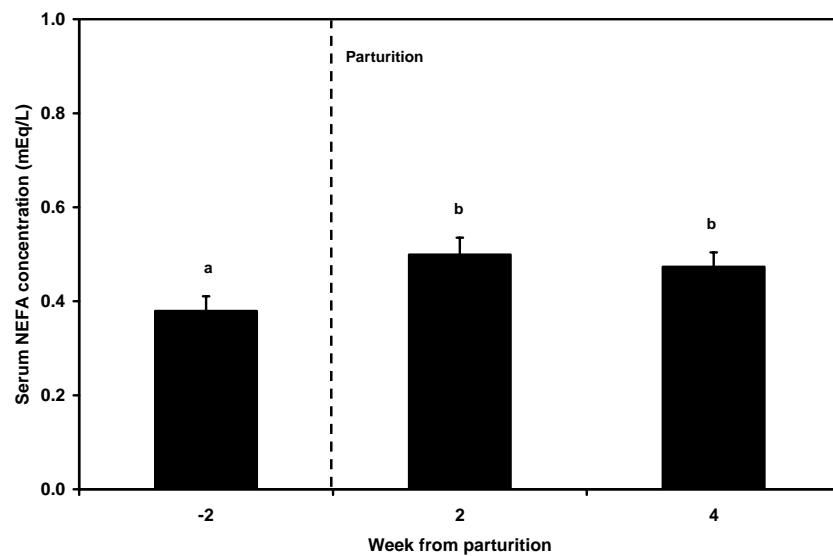


Figure 4. Serum non-esterified fatty acids (NEFA) concentrations in dairy cows (n = 51) at -2, 2, and 4 weeks from parturition. Different letters indicated that mean concentrations differed among each sampling periods at $P < 0.05$.

Serum triacylglycerol concentrations at 2 weeks before calving were higher than the postpartum concentrations (Figure 5), which was related to the milk fat synthesis. Circulating triacylglycerols are used to synthesize milk fat (Glascok et al., 1966); therefore, cows in lactating period drain their blood triacylglycerols through the udder, resulting in

lower triacylglycerol concentrations in the blood as compared with the concentrations during the dry period.

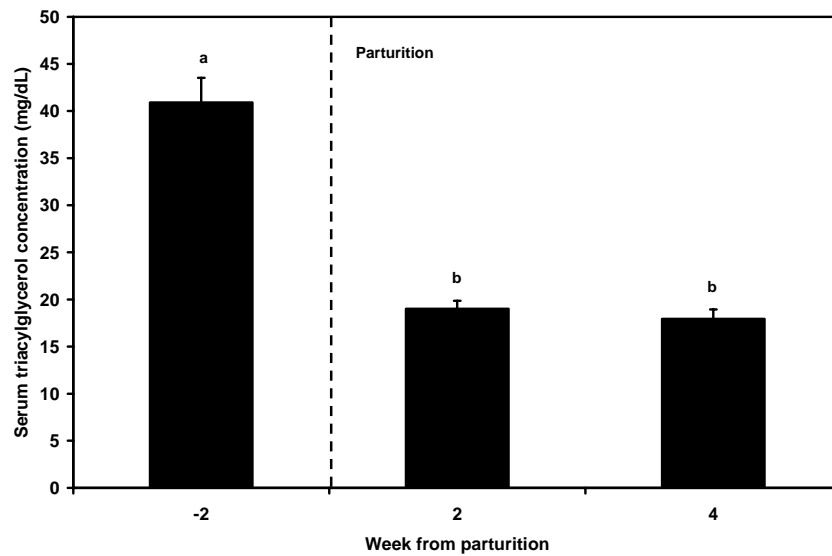


Figure 5. Serum triacylglycerol concentrations in dairy cows (n = 51) at -2, 2, and 4 weeks from parturition. Different letters indicated that mean concentrations differed among each sampling periods at $P < 0.05$.

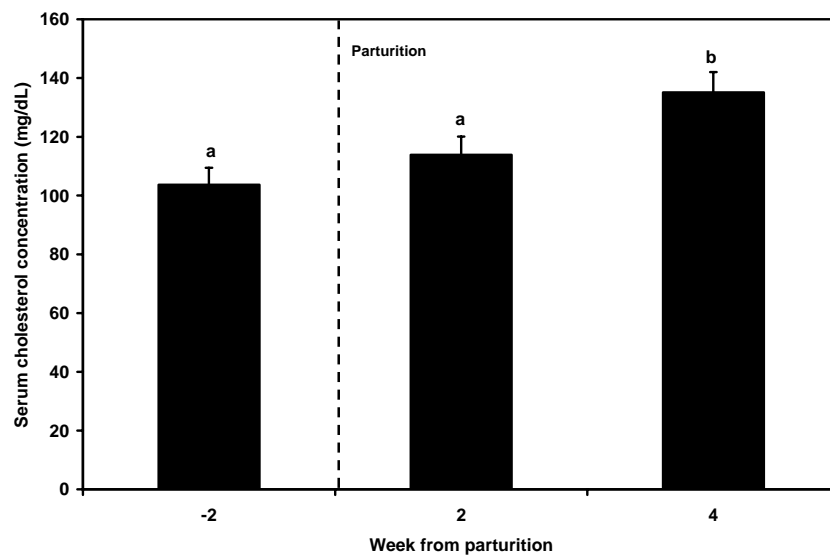


Figure 6. Serum cholesterol concentrations in dairy cows (n = 51) at -2, 2, and 4 weeks from parturition. Different letters indicated that mean concentrations differed among each sampling periods at $P < 0.05$.

Serum cholesterol concentrations at 2 wk before calving were lower than the concentrations at 4 wk of lactation (Figure 6). Ruegg et al. (1992) also reported that serum cholesterol concentrations increased when dairy cows start their milk production right after calving and were negatively related to their loss of body condition score. Dairy cows in this study lose their body condition score after calving; thus increasing serum cholesterol concentrations, which was in agreement with Kim and Suh (2003).

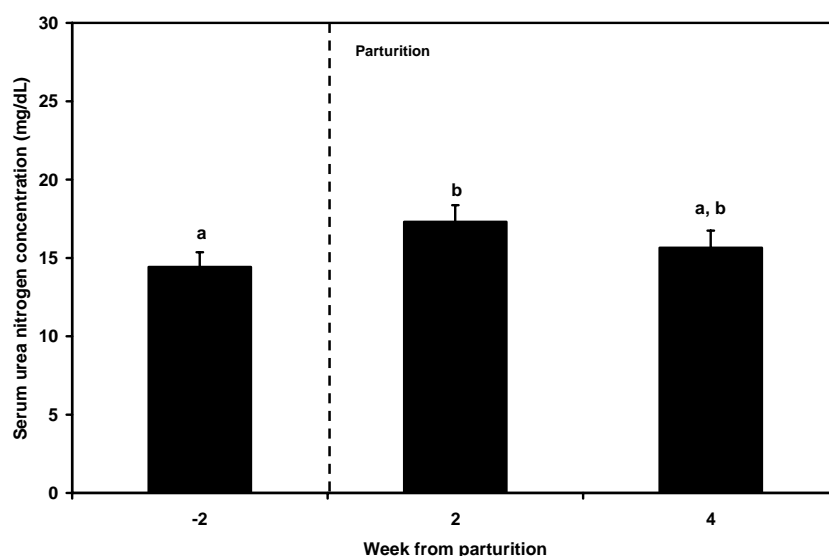


Figure 7. Serum urea nitrogen concentrations in dairy cows ($n = 51$) at -2, 2, and 4 weeks from parturition. Different letters indicated that mean concentrations differed among each sampling periods at $P < 0.05$.

Serum urea nitrogen concentrations at 2 wk were higher than the concentration at 2 wk before calving and did not differ from the concentration at 4 wk of lactation (Figure 7). In general, elevation of serum urea nitrogen concentrations is associated with consumption of high protein, especially quickly degradable protein in the rumen (Godden et al., 2001). In addition, dairy cows during the last 3 wk of the dry period are fed limited amount of concentrates whereas, during early lactation, they were fed on high concentrates. Therefore, serum concentrations of urea nitrogen were higher in early postpartum cows than in dry cows. This present result was also corresponded to previous report (Kim and Suh, 2003).

Postpartum reproductive performance

Average day from calving to first estrus was 72 ± 65 days, which was longer than a normal range of 30 – 50 days (Smith and Becker, 1996). However, some cows showed their estrus during expected period. A large variation of the first estrus postpartum is needed further studied. Conception at first service was 18%, which was relatively low. Grimard et al. (2006) reported that first service conception ranged from 38% to 50% depending on lactation number. Suboptimal milk yields, longer days from calving to first estrus and lower first service conception rate in this study could be due to some consequences of NEB during periparturient period.

CONCLUSIONS

Negative energy balance is an inevitable phenomenon in periparturient dairy cows, including those cows that were raised in small-holder farms, where the problem is likely to be caused by improper feed and feeding management. This study demonstrated an evidence of NEB occurring in dairy cows raised in small-holder farms. These NEB cows showed suboptimal milk yield and had a delayed first estrus after calving. Research on the prevention of NEB in periparturient dairy cows, particularly raised in small-holder farms is required to improve production and reproduction efficiency of the cows.

ACKNOWLEDGMENTS

The authors are grateful to the Thailand Research Fund (TRF) and The Commission of Higher Education, Ministry of Education for financial support. Dr. Apisit Seubsai is thanked for his technical assistance on sample collection and inspection of reproductive activities of the cows.

REFERENCES

- Bruss, M.L. 1993. Metabolic fatty liver of ruminants, pp. 421 – 422. *In* C.E. Cornelius (ed.). Advance in Veterinary Science and Comparative Medicine. Academic Press Inc., San Diego, USA.

- Castañeda-Gutiérrez, S. H. Pelton, R.O. Gilbert and W.R. Butler. 2009. Effect of peripartum dietary energy supplementation of dairy cows on metabolites, liver function and reproduction variables. *Anim. Reprod. Sci.* 112: 301 – 315.
- Gerloff, B.J., T.H. Herdt and R.S. Emery. 1986. Relationship of hepatic lipidosis to health and performance in dairy cattle. *J. Am. Vet. Med. Assoc.* 188: 845 – 850.
- Glascock, R.F., V.A. Welch, C. Bishop, T. Davies, E.W. Wright and R.C. Noble. 1966. An investigation of serum lipoproteins and their contribution to milk fat in the dairy cow. *Biochem. J.* 98: 149 – 156.
- Godden, S.M., K.D. Lissemore, D.F. Kelton, K.E. Leslie, J.S. Walton and J.H. Lumsden. 2001. Relationships between milk urea nitrogen and nutritional management, production, and economic variables in Ontario dairy herds. *J. Dairy Sci.* 84: 1128 – 1139.
- Grimard, B., S. Freret, A. Chevallier, A. Pinto, C. Ponsart and P. Humblot. 2006. Genetic and environmental factors influencing first service conception rate and late embryonic/foetal mortality in low fertility dairy herds. *Anim. Reprod. Sci.* 91: 31 – 44.
- Harrison, R.O., S.P. Ford, J.W. Young, A.J. Conley and A.E. Freeman. 1990. Increased milk production versus reproductive and energy status of high producing dairy cows. *J. Dairy Sci.* 73: 2749 – 2758.
- Jorritsma, R., P. Langendijk, T.A.M. Kruip, T. Wensing and J.P.T.M. Noordhuizen. 2005. Associations between energy metabolism, LH pulsatility and first ovulation in early lactating cows. *Reprod. Domest. Anim.* 40: 68 – 72.
- Kim, Ill-Hwa and G.H. Suh. 2003. Effect of the amount of body condition loss from the dry to near calving periods on the subsequent body condition change, occurrence of postpartum diseases, metabolic parameters and reproductive performance in Holstein dairy cows. *Theriogenology.* 60: 1445 – 1456.
- McNamara, J. P. and J. K. Hillers. 1986. Adaptations in lipid metabolism of bovine adipose tissue in lactogenesis and lactation. *J. Lipid Res.* 27: 150 – 157.
- Patrie, A. and P. Watson. 1999. *Statistics for Veterinary and Animal Science.* Blackwell Science Ltd., Oxford. UK. 243 p.
- Pennington, J. A. 2009. Body condition scoring with dairy cattle. <http://www.uaex.edu>.
- Poolket, C., J. Wongsanit and T. Rukkwamsuk. 2001. Health problems of dairy cows raised in small-holder farms in Kamphaengsaen, Nakhon Pathom during October 1999 to September 2000. pp. 376 – 380. *Proceedings 39th Kasetsart Univ. Ann. Conf.* Bangkok, Thailand.

- Ruegg, P.L., W.J. Goodger, C.A. Holmberg, L.D. Weaver and E.M. Huffman. 1992. Relation among body condition score, milk production, and serum urea nitrogen and cholesterol concentrations in high-yielding Holstein dairy cows in early lactation. *Am. J. Vet. Res.* 53: 5 – 9.
- Rukkwamsuk, T., T. Wensing and M.J.H. Geelen. 1998. Effect of overfeeding during the dry period on regulation of adipose tissue metabolism in dairy cows during the periparturient period. *J. Dairy Sci.* 81: 2904 – 2911.
- Rukkwamsuk, T., T.A.M. Kruip and T. Wensing. 1999. Relationship between overfeeding and overconditioning in the dry period and the problems of high producing dairy cows during the periparturient period. *Vet. Quart.* 21: 71 – 77.
- Rukkwamsuk, T., N. Petploi, I. Preechanvinit and P. Jongmepornsirisopa. 2003. Effect of oral administration of propylene glycol on serum glucose concentrations in periparturient dairy cows. *Kasetsart J. (Nat. Sci.)* 37: 147 – 149.
- Rukkwamsuk, T., S. Rungruang and T. Wensing. 2004. Fatty liver in high producing dairy cows kept in evaporative cooling system in a commercial dairy herd in Thailand. *Kasetsart J. (Nat. Sci.)* 38: 229 – 235.
- Rukkwamsuk, T., S. Rungruang, A. Choothesa and T. Wensing. 2005. Effect of propylene glycol on fatty liver development and hepatic fructose 1,6 bisphosphatase activity in periparturient dairy cows. *Livest. Prod. Sci.* 95: 95 – 102.
- Rukkwamsuk, T., N. Homwong, W. Bumkhuntod, P. Rohitakane and R. Sukcharoen. 2006. Negative energy balance in periparturient dairy cows raised in small-holder farms in Kamphaengsaen District, Nakhon Pathom Province. *Kasetsart J. (Nat. Sci.)* 40: 1000 – 1004.
- Rukkwamsuk, T., A. Yawongsa, W. Thiangthum. 2009. Effect of propylene glycol on energy balance and fertility in dairy cows. Pages 52 – 61. In *The Proceeding of 47th Kasetsart University Annual Conference, Bangkok.* 17 – 20 March.
- Smith, J. F. and D. A. Becker. 1996. http://cahe.nmsu.edu/pubs/_d/d-302.html Abstract
- Wentink, G.H., V.P.M.G. Rutten, T.S.G.A.M. van den Ingh, A. Hoek, K.E. Muller and T. Wensing. 1997. Impaired specific immunoreactivity in cows with hepatic lipidosis. *Vet. Immunol. Immunopathol.* 56: 77 – 83.
- Yawongsa, A., W. Rungrattanaubol, K. Jeenacharoen and T. Rukkwamsuk. 2003. Reproductive performance of cross-bred Holstein Friesian cows in small-holder farms in Kamphaengsaen, Nakhon Pathom, pp. 525 – 531. In *Proceedings 41st Kasetsart Univ. Ann. Conf., Bangkok, Thailand.*

**Effect of Periparturient Propylene Glycol Administration on Postpartum Blood
Metabolites, Milk Production, and First Estrus in Dairy Cows Raised
in Small-Holder Farms: A Field Trial**

T. Rukkwamsuk*, S. Panneum, T. Setkit

Faculty of Veterinary Medicine, Kasetsart University, Nakhonpathom 73140, Thailand

* Corresponding author, e-mail: theera.r@ku.ac.th

ABSTRACT

Effect of propylene glycol administration during the periparturient period on subsequent blood metabolites, milk production and reproduction was studied in 25 cross-bred Holstein Friesian cows raised in 9 small-holder farms, which had similar farm management. All cows were drenched with 400 ml of propylene glycol for 7 days before expected calving date. After calving, 12 cows were drenched with propylene glycol for 14 days (14-group) and 13 cows were drenched for 30 days (30-group). Blood were collected from all cows at 2 weeks before and at 2 and 4 weeks after calving to determine serum glucose, non-esterified fatty acid, triacylglycerol, cholesterol and urea nitrogen concentrations. Body condition score, milk yield and reproductive status were recorded. Results revealed that cows in both groups did not lose their body condition scores during the periparturient period, although their average scores were relatively low. Average milk yields during 20 wk of lactation were 16.4 ± 4.6 and 17.0 ± 5.1 kg/d for cows in 14-group and 30-group, respectively, and did not differ between the two groups. All blood metabolites at 2 weeks prepartum and at 2 and 4 weeks postpartum did not differ between the two groups. During the periparturient period, serum triacylglycerol and glucose concentrations were higher at 2 weeks prepartum, and decreased at 2 weeks postpartum. Serum non-esterified fatty acids and urea nitrogen concentrations slightly changed during the periparturient period and remained at a marginal level for both prepartum and postpartum samples. Serum cholesterol concentrations slightly increased at 4 weeks postpartum. Average days from calving to first estrus were 61 ± 10.9 and 65.5 ± 8.3 days for cows in 14-group and 30-group, respectively, and did not differ between the two groups. Results suggested that drenching propylene glycol for either 14 or 30 days postpartum had similar effect on milk production, blood metabolites and days from calving to first estrus.

Keywords: dairy cow, negative energy balance, milk yield, propylene glycol, reproduction

INTRODUCTION

Dairy cows usually go into a period of energy shortage during the periparturient due to physiological and endocrinological adaptation for initiation of lactation (Bell, 1995). Decreased glucose and insulin concentrations in the blood would facilitate the cows to mobilize their body fat reserves, which results in increased non-esterified fatty acid (NEFA) concentrations (Rukkwamsuk et al., 1998). Blood NEFA is absorbed by the liver, in which the NEFA is either oxidized to form energy, CO₂, and H₂O or re-esterified to triacylglycerols (Bruss, 1993). High blood NEFA as a result of negative energy balance (NEB) is closely linked to ketosis and fatty liver development in dairy cows (Rukkwamsuk et al., 1999). The combination of NEB and its consequences is related to impairment of health, production and reproduction in dairy cows (Butler et al., 2006; Gerloff et al., 1986; Jorritsma et al., 2005). Therefore, alleviation of periparturient NEB possibly improves performances of dairy cows, which may also be beneficial for the farm economics. In Thailand, most dairy cows are raised in small-scale farms, in which the farmers are not well-trained in their herd health management, particularly nutrition management. Recent study showed an evident that NEB is existed in periparturient dairy cows raised in small-holder farms (Rukkwamsuk et al., 2006). It is possible that NEB may also have similar effects on observable health, milk production, and reproduction problems as reported in western countries.

Periparturient NEB can be prevented by propylene glycol (1,3-propanediol; C₃H₈O₂), a viscous substance that has gluconeogenic properties. It is basically used to treat dairy cows suffering from ketosis (Emery et al., 1964), due to its capacity to rapidly increase blood glucose concentrations (Rukkwamsuk et al., 2005). Metabolism of propylene glycol and its effect on physiological parameters, feed intake, milk production and risk of ketosis in dairy cows are previously reviewed by Nielsen and Ingvarsen (2004). Butler et al. (2006) reported that dairy cows that were drenched propylene glycol improved metabolic status, i.e. increased glucose and insulin, and decreased NEFA and liver triacylglycerol concentrations, as compared to control dairy cows that were drenched with water. Similar results are also reported previously (Hoedemaker et al., 2004; Miyoshi et al., 2001; Pickett et al., 2003). Although positive effects of propylene glycol on metabolic status related to NEB are markedly reported, results concerning the benefit of propylene glycol on health and reproduction of postparturient dairy cows are inconsistent (Butler, et al., 2006; Castañeda-Gutiérrez et al, 2009; Hoedemaker et al., 2004; Miyoshi et al., 2001; Moallem et al., 2007 Rizos et al., 2008).

Research concerning the use of propylene glycol in dairy cows is usually conducted in Western countries where feed and feeding management are well-practiced. Application of those results to dairy farming in Thailand, which is mainly composed of poor-managed small-holder farms may not be appropriate. Therefore, the objective of this study was to investigate the effect of propylene glycol administration during the periparturient period on blood metabolites, milk production and reproduction in postparturient dairy cows raised in small-holder farms.

MATERIALS AND METHODS

Animals and Sampling

Twenty-five healthy, pregnant, cross-bred Holstein Friesian dairy cows raised in 9 small-holder farms were used. To avoid any farm effects, all selected farms had similar herd management, feed and feeding, milking system, and breeding practices. Cows were kept in tie-stall housing barn.

They were fed with commercial concentrated feed at a rate of 1 kg of feed per 2 kg of milk produced, and were offered corn cob and stem as a major roughage. During the dry period, the concentrated feed was limited to 1 to 2 kg per day. All cows were drenched with 400 ml of propylene glycol per day for 7 days before expected calving. After calving, 12 cows were drenched with 400 ml of propylene glycol per day for 14 days (14-group) and 13 cows were drenched for 30 days (30-group). The cows had free access to clean water. All farms were regularly visited by the veterinarians to check reproductive status and to record body condition score of the cows. Milk yield were recorded weekly by the farmers.

Blood samples were collected from all cows at 2 weeks prepartum and at 2 and 4 weeks postpartum to determine serum glucose, NEFA, triacylglycerol, cholesterol and urea nitrogen concentrations. Milk samples were collected from all cows once a week for 8 weeks of lactation to determine milk composition.

Blood metabolite analyses

Serum glucose (Bitech Reagent, Biotechnical Co., Ltd., Bangkok, Thailand), NEFA (NEFA FA 115, Randox Laboratories Ltd., Crumlin, UK), triacylglycerol (Bitech Reagent, Biotechnical Co., Ltd.), cholesterol (Bitech Reagent, Biotechnical Co., Ltd.) and urea nitrogen (Bitech Reagent, Biotechnical Co., Ltd.) concentrations were determined using spectrophotometric method with the use of commercially available test kits as indicated.

Milk samples were collected once a week for 8 weeks to determine milk composition. Milk composition was determined using automatic milk analyzer.

Statistical analyses

Data were explored for normality using the Shapiro-Wilk W test (Patrie and Watson, 1999), and the homogeneity of variances was checked using the Levene's test (Patrie and Watson, 1999). Normally distributed data were subjected to ANOVA using treatment groups as a fixed main effect and sampling periods as repeated measures. Within treatment group, comparison of data between prepartum and postpartum were performed using the paired Student t test. The comparisons were carried out only if the ANOVA analysis indicated significant effects. The two-sided level of statistical significance was preset at $P \leq 0.05$.

RESULTS AND DISCUSSION

Body condition score and milk production

Body condition scores of cows drenched with PG for 14 days and 30 days after calving are presented in Figure 1. At the week of calving, cows in both groups had similar BCS. The BCS of cows in both groups slightly decreased at 1 month after calving and remained at that BCS up to 6 months. When comparing BCS at 1 month after calving with BCS at the week of calving, cows in 14-d group lose $0.15 (\pm 0.05)$ BCS and cows in 30-d group lose $0.19 (\pm 0.05)$ BCS. The loss of BCS in this study was moderate (Kim and Suh, 2003). Rukkwamsuk et al. (2006) studied negative energy balance in periparturient dairy cows raised in small-holder farms, and found that average change of BCS (BCS at 1 week prepartum – BCS at 4 week postpartum) of 45 dairy cows was 0.60. As compared with the study of Rukkwamsuk et al. (2006), drenching propylene glycol for either 14 days or 30 days could reduce the loss of BCS,

Milk yields of cows drenched with PG for 14 days and 30 days after calving are presented in Figure 2. Average milk yields during 20 weeks of lactation were $16.4 (\pm 4.6)$ and $17.0 (\pm 5.1)$ kg/d for cows in 14-d group and in 30-d group, respectively, and the averages did not differ between the two groups. In addition, milk composition of cows in 14-d group did not differ from that of cows in 30-d group (Table 1). In general, supplementing with PG has no significant effects on milk yield and milk composition as reviewed by Nielsen and Ingvarsten (2004). Most studies from that review compared milk yield and milk composition between cows that were drenched with PG and control cows that were not

drenched with PG. The present study added more information that drenching PG for 30 days did not have any positive effects on milk yield and milk composition as compared with drenching PG for 14 days.

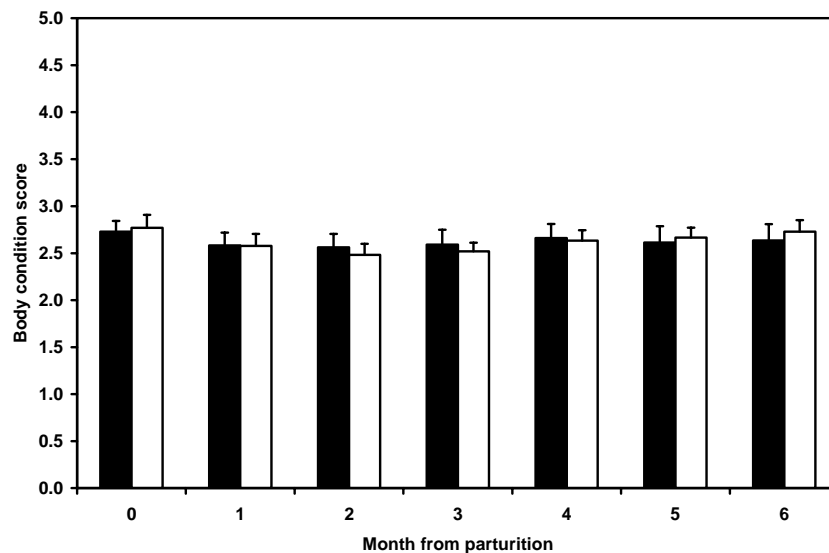


Figure 1. Comparison of body condition scores between cows that were drenched with propylene glycol for 14 d (■; n = 12) and cows that were drenched for 30 d (□; n = 13) after calving. Data represent means and SEM as error bars.

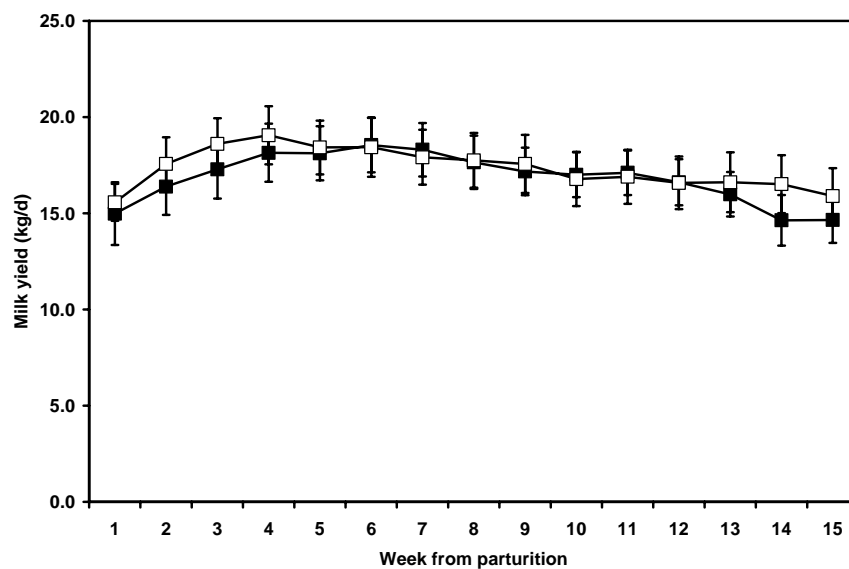


Figure 2. Comparison of milk yield (kg/d) between cows that were drenched with propylene glycol for 14 d (■; n = 12) and cows that were drenched for 30 d (□; n = 13) after calving. Data represent means and SEM as error bars.

Table 1 Milk composition of cows that were drenched with propylene glycol from 7 d prepartum to 14 d postpartum (n = 12) and cows that were drenched from 7 d prepartum to 30 d postpartum (n = 13). Data represented mean (s.d.).

Milk parameter	Week from parturition							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Lactose (%)								
14-d drench	5.01 (0.33)	4.91 (0.26)	4.41 (1.23)	4.72 (1.37)	4.73 (0.24)	4.74 (0.34)	4.63 (0.39)	4.64 (0.39)
30-d drench	4.79 (0.79)	4.71 (0.34)	4.68 (0.37)	4.67 (0.26)	4.43 (0.62)	4.58 (0.45)	4.57 (0.34)	4.52 (0.56)
Protein (%)								
14-d drench	3.42 (0.18)	3.42 (0.15)	3.15 (0.76)	3.27 (0.17)	3.30 (0.10)	3.32 (0.20)	3.26 (0.26)	3.26 (0.27)
30-d drench	3.37 (0.48)	3.34 (0.19)	3.31 (0.15)	3.26 (0.12)	3.12 (0.39)	3.20 (0.25)	3.16 (0.33)	3.20 (0.36)
Fat (%)								
14-d drench	2.99 (0.53)	3.08 (0.48)	3.39 (0.53)	3.52 (0.59)	3.42 (0.41)	3.38 (0.62)	3.58 (0.70)	3.57 (0.72)
30-d drench	2.95 (0.64)	3.44 (0.62)	3.45 (0.56)	3.51 (0.47)	3.67 (0.59)	3.68 (0.82)	3.73 (0.68)	3.78 (1.02)

Blood biochemistry

Serum glucose, NEFA, triacylglycerol, cholesterol, and urea nitrogen concentrations are shown in Figure 3, 4, 5, 6 and 7, respectively. Serum glucose concentrations at each sampling period did not differ between cows drenched with PG for 14 days or for 30 days (Figure 3). Serum glucose concentrations during the experimental period ranged from 50.9 (\pm 4.9) to 68.6 (\pm 7.7) mg/dL and from 55.1 (\pm 6.1) to 64.6 (\pm 10.5) mg/dL for cows in 14 d-group and cows in 30 d-group, respectively. As compared with concentrations at 2 weeks before calving, the concentrations in both groups decreased at 2 weeks after calving. This result confirmed that dairy cows in both groups entered a period of NEB postpartum, particularly during the first 2 weeks of lactation, which caused a reduction in blood glucose concentrations (Rukkwamsuk et al., 2003; Rukkwamsuk et al., 2006). However, the reduction of blood glucose concentrations after calving did not obvious, implying that drenching PG could improve energy balance during periparturient period.

Decreased blood glucose concentrations as a result of NEB, postparturient dairy cows increased mobilization of energy reserves by increasing lipolysis of adipose tissue (McNamara, and Hillers, 1986; Rukkwamsuk et al., 1999). Increased adipose tissue lipolysis resulted in an increase of blood NEFA concentrations. In this study, serum NEFA concentrations between cows drenched with PG for 14 days and cows drenched with PG for 30 days did not differ during all sampling periods (Figure 4), indicating that both treatments could result in reduction of fat mobilization. It is known that PG has a negative effect on serum NEFA concentrations as reviewed by Nielsen and Ingvarsen (2004). This

study indicated that cows in both groups lose a limited BCS, which corresponded well with slightly decrease in serum glucose and slightly increase in serum NEFA concentrations.

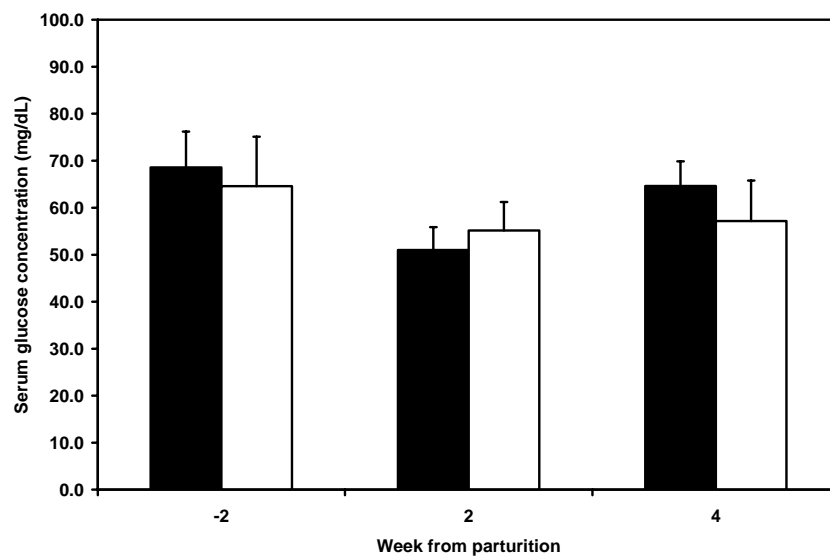


Figure 3. Comparison of serum glucose concentration (mg/dL) between cows that were drenched with propylene glycol for 14 d (■; n = 12) and cows that were drenched for 30 d (□; n = 13) after calving. Data represent means and SEM as error bars.

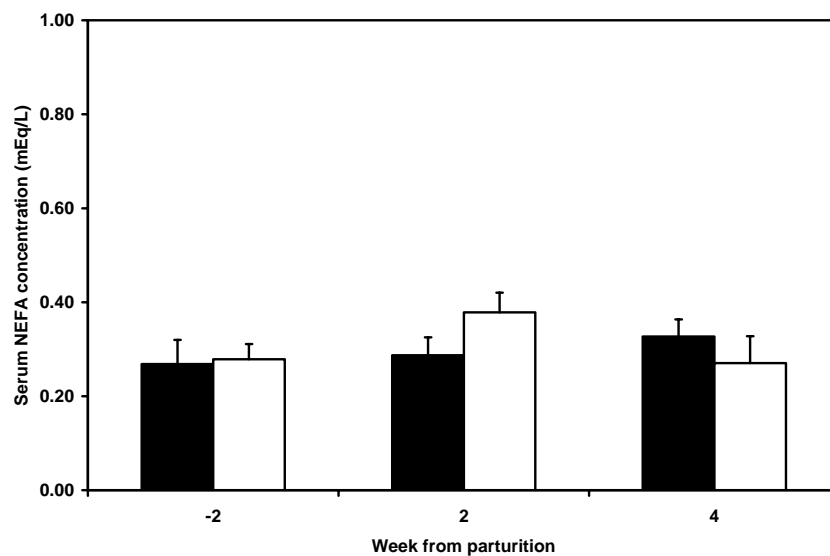


Figure 4. Comparison of serum non-esterified fatty acids (NEFA) concentration (mEq/L) between cows that were drenched with propylene glycol for 14 d (■; n = 12) and cows that were drenched for 30 d (□; n = 13) after calving. Data represent means and SEM as error bars.

Serum triacylglycerol concentrations did not differ between cows drenched with PG for 14 days and cows drenched with PG for 30 days at all sampling periods (Figure 5). The concentrations ranged from 33.8 (\pm 7.4) to 68.8 (\pm 10.1) mg/dL and from 28.5 (\pm 3.8) to 70.0 (\pm 6.8) mg/dL for cows in 14-d group and cows in 30-d group, respectively. The concentrations in both groups at 2 weeks before calving were higher than the postpartum concentrations. The lower serum triacylglycerol concentrations were related to the milk fat synthesis, because circulating triacylglycerols are used to synthesize milk fat (Glascocock et al., 1966). Therefore, cows in lactating period drain their blood triacylglycerols through the udder, resulting in lower triacylglycerol concentrations in the blood as compared with the concentrations during the dry period.

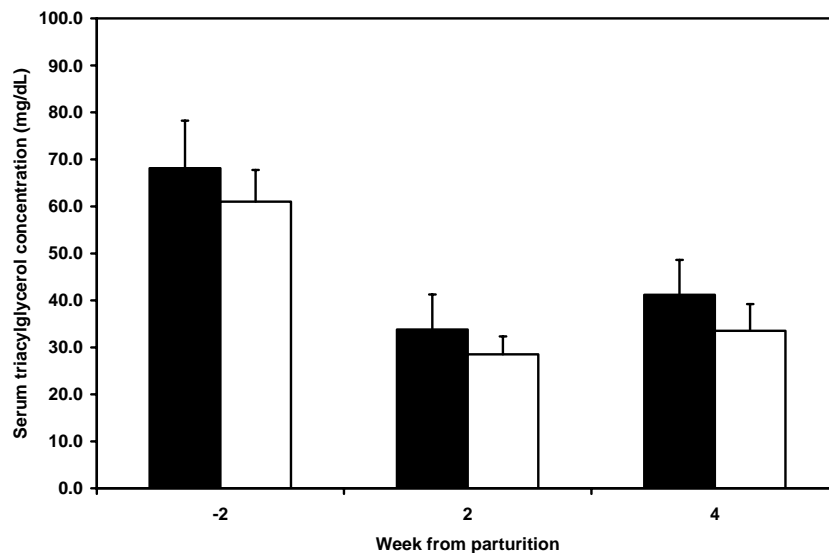


Figure 5. Comparison of serum triacylglycerol concentration (mg/dL) between cows that were drenched with propylene glycol for 14 d (■; n = 12) and cows that were drenched for 30 d (□; n = 13) after calving. Data represent means and SEM as error bars.

Serum cholesterol concentrations did not differ between cows drenched with PG for 14 days and cows drenched with PG for 30 days at all sampling periods (Figure 6). The concentrations ranged from 116.0 (\pm 9.7) to 151.4 (\pm 11.7) mg/dL and from 107.6 (\pm 9.6) to 131.5 (\pm 13.3) mg/dL for cows in 14-d group and cows in 30-d group, respectively. Serum cholesterol concentrations of cows in both groups at 2 wk before calving were lower than the concentrations at 4 wk of lactation (Figure 6). Ruegg et al. (1992) also reported that serum cholesterol concentrations increased when dairy cows start their milk production right

after calving and were negatively related to their loss of body condition score. Dairy cows in this study lose their body condition score after calving; thus increasing serum cholesterol concentrations, which was in agreement with Kim and Suh (2003).

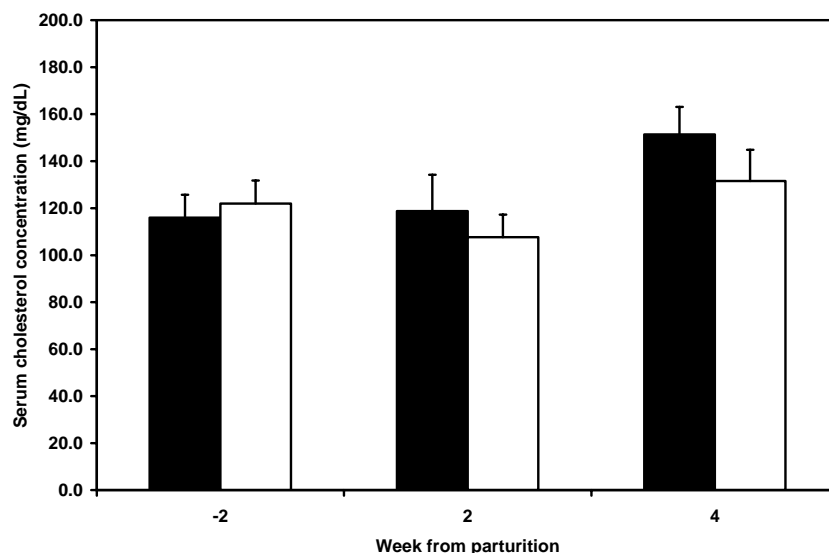


Figure 6. Comparison of serum cholesterol concentration (mg/dL) between cows that were drenched with propylene glycol for 14 d (■; n = 12) and cows that were drenched for 30 d (□; n = 13) after calving. Data represent means and SEM as error bars.

Serum urea nitrogen concentrations did not differ between cows drenched with PG for 14 days and cows drenched with PG for 30 days at all sampling periods (Figure 7). The concentrations ranged from 15.1 (\pm 2.3) to 19.9 (\pm 3.1) mg/dL and from 18.1 (\pm 2.6) to 19.2 (\pm 2.1) mg/dL for cows in 14-d group and cows in 30-d group, respectively. In general, elevation of serum urea nitrogen concentrations is associated with consumption of high protein, especially quickly degradable protein in the rumen (Godden et al., 2001). Dairy cows during the last 3 wk of the dry period are fed limited amount of concentrates whereas, during early lactation, they were fed on high concentrates. It was observed that serum concentrations of urea nitrogen were higher in early postpartum cows than in dry cows (Kim and Suh, 2003), but the serum urea nitrogen concentrations observed in this study did not differ between prepartum and postpartum levels. Drenching with PG had no effect on serum urea nitrogen concentration during 4 wk of lactation as also reported by Chibasa et al. (2008)

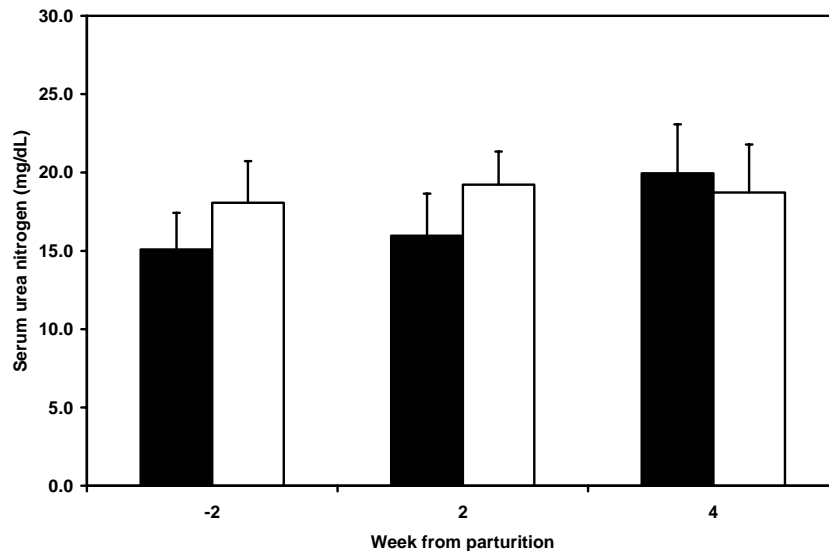


Figure 7. Comparison of serum urea nitrogen concentration (mg/dL) between cows that were drenched with propylene glycol for 14 d (■; n = 12) and cows that were drenched for 30 d (□; n = 13) after calving. Data represent means and SEM as error bars.

Postpartum reproductive performance

In the previous study, average day from calving to first estrus was 72 ± 65 days (Rukkwamsuk et al., unpublished data); however, Average days from calving to first estrus were 61 ± 10.9 and 65.5 ± 8.3 days for cows in 14-group and 30-group, respectively, and did not differ between the two groups. Although a normal range of 30 – 50 days is reported (Smith and Becker, 1996), drenching with PG at the dosage of 400 ml/d for either 14 days or 30 days after calving did improve postpartum fertility. However, some cows showed their estrus during expected period. Because the number of cows in each group was small, therefore, it was not possible to demonstrate other parameters related to reproductive performances such as conception rate and number of services per conception. However, Miyoshi et al. (2001) reported that first ovulation of cows treated with PG occurred earlier than that of cows without PG treatment. As compared with our previous data of average day from calving to first estrus (72 ± 65 days), cows drenched with PG in both groups had shorter day from calving to first estrus. This notion might be due to the fact that PG treatment would shorten days from calving to first ovulation in our studied cows (Miyoshi et al., 2001).

CONCLUSIONS

Although negative energy balance is an inevitable phenomenon in periparturient dairy cows, drenching with 400 mL/d of PG for either 14 days or 30 days after calving would improve the negative energy balance status as observed by serum glucose and NEFA concentrations. Drenching propylene glycol for either 14 or 30 days postpartum had similar effect on milk production, blood metabolites and days from calving to first estrus. At the economical point of view, it would be suggested from this study that drenching PG for 14 days was sufficient to reduce negative energy balance and its consequences with satisfactory outcomes.

ACKNOWLEDGMENTS

The authors are grateful to the Thailand Research Fund (TRF) and The Commission of Higher Education, Ministry of Education for financial support. Dr. Apisit Seubsai is thanked for his technical assistance on sample collection and inspection of reproductive activities of the cows.

REFERENCES

- Bell, A.W. 1995. Regulation of organic nutrient metabolism during the transition from late pregnancy to early lactation. *J. Anim. Sci.* 73: 2804 – 2819.
- Bruss, M.L. 1993. Metabolic fatty liver of ruminants, pp. 421 – 422. *In* C.E. Cornelius (ed.). *Advance in Veterinary Science and Comparative Medicine*. Academic Press Inc., San Diego, USA.
- Butler, S.T., S.H. Pelton and W.R. Butler. 2006. Energy balance, metabolic status, and the first postpartum ovarian follicle wave in cows administered propylene glycol. *J. Dairy Sci.* 89: 2938 – 2951.
- Castañeda-Gutiérrez, S. H. Pelton, R.O. Gilbert and W.R. Butler. 2009. Effect of peripartum dietary energy supplementation of dairy cows on metabolites, liver function and reproduction variables. *Anim. Reprod. Sci.* 112: 301 – 315.
- Chibisa, G.E., G.N. Gozho, A.G. van Kessel, A.A.Olkowski and T. Mutsvangwa. 2008. Effects of peripartum propylene glycol supplementation on nitrogen metabolism,

- body composition, and gene expression for the major protein degradation pathways in skeletal muscle in dairy cows. *J. Dairy Sci.* 91: 3512 – 3527.
- Emery, R.S., N. Burg, L.D. Brown and G.N. Blank. 1964. Detection, occurrence, and prophylactic treatment of borderline ketosis with propylene glycol feeding. *J. Dairy Sci.* 47: 1074 – 1079.
- Gerloff, B.J., T.H. Herdt and R.S. Emery. 1986. Relationship of hepatic lipidosis to health and performance in dairy cattle. *J. Am. Vet. Med. Assoc.* 188: 845 – 850.
- Glascok, R.F., V.A. Welch, C. Bishop, T. Davies, E.W. Wright and R.C. Noble. 1966. An investigation of serum lipoproteins and their contribution to milk fat in the dairy cow. *Biochem. J.* 98: 149 – 156.
- Godden, S.M., K.D. Lissemore, D.F. Kelton, K.E. Leslie, J.S. Walton and J.H. Lumsden. 2001. Relationships between milk urea nitrogen and nutritional management, production, and economic variables in Ontario dairy herds. *J. Dairy Sci.* 84: 1128 – 1139.
- Hoedemaker, M., D. Prange, H. Zerbe, J. Frank, A. Daxenberger and H.H.D. Mayer. 2004. Peripartur propylene glycol supplementation and metabolism, animal health, fertility, and production in dairy cows. *J. Dairy Sci.* 87: 2136 – 2145.
- Jorritsma, R., P. Langendijk, T.A.M. Kruip, T. Wensing and J.P.T.M. Noordhuizen. 2005. Associations between energy metabolism, LH pulsatility and first ovulation in early lactating cows. *Reprod. Domest. Anim.* 40: 68 – 72.
- Kim, H.H. and G.H. Suh. 2003. Effect of the amount of body condition loss from the dry to near calving periods on the subsequent body condition change, occurrence of postpartum diseases, metabolic parameters and reproductive performance in Holstein dairy cows. *Theriogenology.* 60: 1445 – 1456.
- McNamara, J. P. and J. K. Hillers. 1986. Adaptations in lipid metabolism of bovine adipose tissue in lactogenesis and lactation. *J. Lipid Res.* 27: 150 – 157.
- Miyoshi, S., J.L. Pate and D.L. Palmquist. 2001. Effects of propylene glycol drenching on energy balance, plasma glucose, plasma insulin, ovarian function and conception in dairy cows. *Anim. Reprod. Sci.* 68: 29 – 43.
- Moallem, U., M. Katz, A. Arieli and H. Lehrer. 2007. Effects of peripartur propylene glycol or fats differing in fatty acid profiles on feed intake, production, and plasma metabolites in dairy cows. *J. Dairy Sci.* 90: 3846 – 3856.
- Nielsen, N.I. and K.L. Ingvarsen. 2004. Propylene glycol for dairy cows A review of the metabolism of propylene glycol and its effects on physiological parameters, feed

intake, milk production and risk of ketosis. *Anim. Feed Sci. Technol.* 115: 191 – 213.

Patrie, A. and P. Watson. 1999. *Statistics for Veterinary and Animal Science*. Blackwell Science Ltd., Oxford. UK. 243 p.

Pickett, M.M., M.S. Piepenbrink and T.R. Overton. 2003. Effects of propylene glycol or fat drench on plasma metabolites, liver composition, and production of dairy cows during the periparturient period. *J. Dairy Sci.* 86: 2113 – 2121.

Rizos, D., D.A. Kenny, W. Griffin, K.M. Quinn, P. Duffy, F.J. Mulligan, J.F. Roche, M.P. Boland and P. Lonergan. 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.

Ruegg, P.L., W.J. Goodger, C.A. Holmberg, L.D. Weaver and E.M. Huffman. 1992. Relation among body condition score, milk production, and serum urea nitrogen and cholesterol concentrations in high-yielding Holstein dairy cows in early lactation. *Am. J. Vet. Res.* 53: 5 – 9.

Rukkwamsuk, T., T. Wensing and M.J.H. Geelen. 1998. Effect of overfeeding during the dry period on regulation of adipose tissue metabolism in dairy cows during the periparturient period. *J. Dairy Sci.* 81: 2904 – 2911.

Rukkwamsuk, T., T.A.M. Kruip and T. Wensing. 1999. Relationship between overfeeding and overconditioning in the dry period and the problems of high producing dairy cows during the periparturient period. *Vet. Quart.* 21: 71 – 77.

Rukkwamsuk, T., N. Petploi, I. Preechanvinit and P. Jongmepornsirisopa. 2003. Effect of oral administration of propylene glycol on serum glucose concentrations in periparturient dairy cows. *Kasetsart J. (Nat. Sci.)* 37: 147 – 149.

Rukkwamsuk, T., S. Rungruang, A. Choothesa and T. Wensing. 2005. Effect of propylene glycol on fatty liver development and hepatic fructose 1,6 bisphosphatase activity in periparturient dairy cows. *Livest. Prod. Sci.* 95: 95 – 102.

Rukkwamsuk, T., N. Homwong, W. Bumkhuntod, P. Rohitakanee and R. Sukcharoen. 2006. Negative energy balance in periparturient dairy cows raised in small-holder farms in Kamphaengsaen District, Nakhon Pathom Province. *Kasetsart J. (Nat. Sci.)* 40: 1000 – 1004.