



รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

โครงการ : ผลของการใช้โพรพิลีนไกลคอลต่อภาวะพลังงานขาดสมดุล
และองค์ประกอบน้ำนมโค

โดย

นายธีระ รักความสุข

24 สิงหาคม 2547

รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

โครงการ : ผลของการใช้โพรพิลีนไกลคอลต่อภาวะพลังงานขาดสมดุล
และองค์ประกอบน้ำนมโค

- | | |
|-----------------------|---|
| 1. นายธีระ รักความสุข | ภาควิชาเวชศาสตร์คลินิกสัตว์ใหญ่และสัตว์ป่า
คณะสัตวแพทยศาสตร์ |
| 2. นางอภัสสร ชูเทศะ | ภาควิชาสรีรวิทยา คณะสัตวแพทยศาสตร์
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตบางเขน |
| 3. Dr. Theo Wensing | Faculty of Veterinary Medicine
Utrecht University
Yalelaan 7,3584 CL Utrecht
The Netherlands |

สนับสนุนโดยสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย

(ความเห็นในรายงานนี้เป็นของผู้วิจัย สกว. ไม่จำเป็นต้องเห็นด้วยเสมอไป)

บทคัดย่อ

รหัสโครงการ : MRG4680186

ชื่อโครงการ : ผลของการใช้ไฟโรไฟลีนไกลคอลต่อภาวะพลังงานขาดสมดุลและองค์ประกอบน้ำนมโค

ชื่อนักวิจัย : 1. นายธีระ รักความสุข มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
2. นางอภัสสร ชูเทศะ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
3. Dr. Theo Wensing Utrecht University

E-mail Address : theera.r@ku.ac.th

ระยะเวลา : 1 ปี (กรกฎาคม 2546 ถึง มิถุนายน 2547)

ทำการศึกษาผลของการใช้ไฟโรไฟลีนไกลคอลต่อสมดุลของพลังงาน ผลผลิต และองค์ประกอบของน้ำนมในโคนมพันธุ์โฮลส์ไตน์ ฟรีเซียน จำนวน 40 ตัวในฟาร์มโคนมเอกชนแห่งหนึ่งที่มีการจัดการโรงเรือนเลี้ยงโคแบบ evaporative cooling system แบ่งโคออกเป็น 2 กลุ่มคือ กลุ่มที่ให้อาหาร alfalfa-base ที่มีระดับโปรตีน 16.5% และกลุ่มที่ให้อาหาร peanut-base ที่มีระดับโปรตีน 19% กลุ่มละ 20 ตัว โคทุกตัวจะได้รับไฟโรไฟลีนไกลคอลป้อนให้กินในอัตรา 400 มิลลิลิตรต่อตัวต่อวัน ตั้งแต่ประมาณ 1 สัปดาห์ก่อนครบกำหนดคลอดจนกระทั่ง 7 วันหลังคลอด เก็บตัวอย่างเลือดโคทุกตัวที่ 2 สัปดาห์ก่อนคลอด และ 1 2 3 และ 4 สัปดาห์หลังคลอดเพื่อตรวจความเข้มข้นของ glucose, non-esterified fatty acid, β -hydroxybutyrate และ urea nitrogen ในซีรัม เก็บตัวอย่างน้ำนมโคทุกตัวสัปดาห์ละ 2 ครั้งเริ่มตั้งแต่สัปดาห์แรกจนถึง 4 สัปดาห์ของการให้น้ำนมเพื่อตรวจความเข้มข้นของ urea nitrogen และองค์ประกอบน้ำนมโค ได้แก่ %fat, %protein, %lactose และ %solid non fat นอกจากนี้ยังทำการบันทึกการกินได้ และปริมาณน้ำนมของโคนมทุกตัวรายวัน จากการศึกษาพบว่า การกินได้ของโคทั้ง 2 กลุ่มในช่วง 4 สัปดาห์แรกหลังคลอดไม่แตกต่างกัน โดยโคกลุ่มที่ได้รับอาหาร alfalfa-base กินได้ 17.6 กิโลกรัมต่อวัน คิดเป็น 3.2% ของน้ำหนักตัว และโคกลุ่มที่ได้รับอาหาร peanut-base กินได้ 18.2 กิโลกรัมต่อวัน คิดเป็น 3.3% ของน้ำหนักตัว ความเข้มข้นของ glucose, non-esterified fatty acid, β -hydroxybutyrate และ urea nitrogen ในซีรัมของโคทั้ง 2 กลุ่มไม่แตกต่างกันตลอดระยะเวลาเก็บตัวอย่าง เมื่อเปรียบเทียบกับความเข้มข้นก่อนคลอด ความเข้มข้นของ glucose หลังคลอดลดลง และความเข้มข้นของ non-esterified fatty acid และ β -hydroxybutyrate หลังคลอดเพิ่มขึ้นแสดงให้เห็นว่าโคทั้ง 2 กลุ่มมีภาวะพลังงานขาดสมดุล อย่างไรก็ตามความเข้มข้นไม่ได้เปลี่ยนแปลงมากนักภายหลังคลอด ซึ่งชี้ให้เห็นว่าไฟโรไฟลีนไกลคอลช่วยเสริมการสร้างกลูโคสทำให้ภาวะที่ร่างกายขาดพลังงานเกิดขึ้นไม่รุนแรง ความเข้มข้นของ urea nitrogen ในซีรัมของโคทั้ง 2 กลุ่มก็ไม่แตกต่างกันและมีการเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นน้อยมากระหว่างการศึกษา แสดงว่าแม่โคมีเมแทบอลิซึมของโปรตีนปกติ แม้ว่าจะพบความเข้มข้นของ urea nitrogen ในน้ำนมของกลุ่มโคที่ได้รับอาหารโปรตีนสูงกว่า peanut-base แต่ความเข้มข้นดังกล่าวก็ยังอยู่ในช่วงความเข้มข้นปกติที่พบได้ในโคนมหลังคลอดทั่วไป ผลที่เกิดขึ้นที่น่าสนใจคือปริมาณน้ำนมเฉลี่ยในช่วง

30 วันของการให้นมพบว่า กลุ่มโคที่ได้รับอาหาร alfalfa-base มีผลผลิตน้ำนมสูงกว่ากลุ่มโคที่ได้รับอาหาร peanut-base แสดงให้เห็นว่าคุณภาพของอาหารหยาบ ทั้งๆ ระดับโปรตีนในอาหารรวมต่ำกว่า แต่สามารถกระตุ้นให้แม่โคสร้างน้ำนมได้มากกว่า กล่าวโดยสรุปไฟโพรไฟลีนไกลคอลลสามารถช่วยบรรเทาปัญหาพลังงานขาดสมดุลได้ในโคกลุ่มที่ได้รับอาหาร alfalfa-base (16.5% CP) และในโคกลุ่มที่ได้รับอาหาร peanut-base (19.5% CP) ทั้งนี้จากการศึกษาไม่พบผลทางบวกในการใช้ไฟโพรไฟลีนไกลคอลลต่อองค์ประกอบน้ำนมทั้งในกลุ่มที่ได้รับอาหาร alfalfa-base และในโคกลุ่มที่ได้รับอาหาร peanut-base งานวิจัยในต่อไปควรศึกษาถึงผลของการใช้ไฟโพรไฟลีนไกลคอลลในขนาดตัวอย่างที่เพิ่มขึ้นและศึกษาผลระยะต่อไปของการใช้สารดังกล่าวต่อความสมบูรณ์พันธุ์ของแม่โคหลังคลอด

คำหลัก : โคนม องค์ประกอบน้ำนมโค พลังงานขาดสมดุล ไฟโพรไฟลีนไกลคอลล

Abstract

Project Code : MRG4680186

Project title : Effect of propylene glycol on negative energy balance and milk composition in dairy cows

Investigators : 1. Dr. Theera Rukkwamsuk Kasetsart University
2. Dr. Apassara Choothesa Kasetsart University
3. Dr. Theo Wensing Utrecht University

E-mail Address : theera.r@ku.ac.th

Project Period : 1 year (July 2003 to June 2004)

Effect of propylene glycol on energy balance and milk production and composition was studied in forty Holstein Friesian cows, randomly selected from a commercial dairy farm with an evaporative cooling system. Twenty cows were fed an alfalfa-base diet (16.5% CP) and the other 20 cows were fed a peanut-base diet (19%). All cows were drenched with propylene glycol as early as 1 wk prior to expected calving until 7 d after calving. At -2, 1, 2, 3 and 4 wk from parturition, blood samples were collected from all cows for determination of serum glucose, non-esterified fatty acid, β -hydroxybutyrate, and urea nitrogen concentrations. Milk samples were collected twice a week from the 1st to the 4th week of lactation to determine urea nitrogen concentration and fat, protein, lactose, and solid non fat percentages in the milk. Daily dry matter intake and milk yield were also recorded. During the 4 wk postpartum, daily dry matter intake of cows in both groups did not differ, cows fed alfalfa-base diet consumed 17.6 kg/d (3.2% of body weight) and cows fed peanut-base diet consumed 18.2 kg/d (3.3% of body weight). Serum glucose, non-esterified fatty acid, β -hydroxybutyrate, and urea nitrogen concentrations did not differ between the two groups of cows at any sampling times. Decreased glucose, increased non-esterified fatty acid and increased β -hydroxybutyrate concentrations in the blood indicated cows in both groups enter some degrees of negative energy balance. However, these parameters did not change too much, indicating that propylene glycol improved cows energy balance, probably by enhancing glucose production. Serum urea nitrogen concentrations did not change during the sampling period, suggesting that cows in both groups had a normal protein metabolism. Though, cows fed a higher CP in the diet (peanut-base) seemed to have higher urea nitrogen concentrations in the milk than cows fed alfalfa-base diet., the observed means were still in

an acceptable range of postpartum concentrations. Surprisingly, the average milk production during the 30 days in milk was greater in cows fed alfalfa-based diet than in cows fed peanut-based diet. There were no differences in milk compositions from cows fed either alfalfa-based or peanut-based diets. It might be suggested that the quality of roughage was important for cows to produce milk production even in lower level of crude protein in the diet. In conclusion, propylene glycol could improve negative energy balance in cows fed alfalfa-based diet (16.5% CP) and in cows fed peanut-based diet (19% CP). No any additional effect of propylene glycol on milk compositions in cows fed alfalfa-based or peanut-based diets. Further research could be directed to use propylene glycol on a large study to evaluate its long-term effect on reproduction of the postparturient dairy cows.

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

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัยที่ให้ทุนสนับสนุนการศึกษาในครั้งนี้
ขอบคุณ คุณมานะ นาน่วม น.สพ.อนุโรจน์ ปัญญาวรรณ น.สพ.วีริศ วุฒิธรณฤทธิ์ และ น.สพ.กรวิชัย อนุกุล
วุฒิพงศ์ ที่ช่วยในการให้ข้อมูลและเก็บตัวอย่างที่ฟาร์ม และขอบคุณเจ้าหน้าที่เลี้ยงโคนมทุกท่านที่ดูแลโคนมเป็น
อย่างดีตลอดระยะเวลาการวิจัย น.สพ.วัชรชัย ณรงค์ศักดิ์ สถาบันสุขภาพสัตว์แห่งชาติ กรมปศุสัตว์ เกษตรกลาง
บางเขน ที่ช่วยวิเคราะห์ห้องค์ประกอบในตัวอย่างน้ำนม

เนื้อหางานวิจัย

บทนำ

ภาวะพลังงานขาดสมดุล (negative energy balance) ที่เกิดในแม่โคระยะคลอดเนื่องจากในระยะนี้โคนมมีความต้องการพลังงานอย่างมากโดยเฉพาะเพื่อการสร้างน้ำนมซึ่งพลังงานที่ต้องการนี้ไม่สามารถได้รับอย่างเพียงพอจากการกินอาหาร (Harrison et al., 1990) ผลที่ตามมาคือโคนมต้องมีการสลายพลังงานที่สะสมไว้ในร่างกายโดยเฉพาะจากไขมัน การสลายไขมันทำให้มีการเพิ่มขึ้นของกรดไขมันอิสระ (free fatty acids หรือ non-esterified fatty acids) ในเลือด (Rukkwamsuk et al., 1998) ทั้งนี้ส่วนหนึ่งเนื่องจากการลดลงของอินซูลินในเลือดของแม่โคในระยะพลังงานขาดสมดุลกระตุ้นให้มีการสลายไขมันจากเนื้อเยื่อไขมัน (Holtenius, 1993) กรดไขมันอิสระเหล่านี้จะถูกเมตาโบไลต์ที่ตับ โดยขบวนการที่สำคัญ 2 ประการคือ re-esterification และ oxidation การ re-esterification ของกรดไขมันอิสระที่ตับจะได้ไตรเอซิลกลีเซอรอล (triacylglycerols) ซึ่งจะต้องขับออกจากตับในรูปของ very low density lipoproteins (VLDL) (Bruss, 1993) จากการศึกษพบว่าในกรณีที่ตับมีการสร้างไตรเอซิลกลีเซอรอลมากเกินไปทำให้การขนส่งไตรเอซิลกลีเซอรอลออกจากตับผ่านทาง VLDL ถูกบดบัง ดังนั้นไตรเอซิลกลีเซอรอลจะสะสมอยู่ในตับทำให้เกิดภาวะที่เรียกว่า fatty liver (Rukkwamsuk et al., 1998) สำหรับการ oxidation ของกรดไขมันอิสระในตับจะทำให้เกิดสารคีโตน ซึ่งได้แก่ acetone, acetoacetate และ 3-hydroxybutyrate (Bruss, 1993) นอกจากนี้พบว่าโคนมในที่มีปัญหาพลังงานขาดสมดุลที่รุนแรงจะมีการขับกรดไขมันอิสระเหล่านี้ผ่านทางน้ำนม ซึ่งส่งผลกระทบต่อองค์ประกอบของน้ำนมโค (Rukkwamsuk, 2001) ภาวะพลังงานขาดสมดุล การสะสมของไตรเอซิลกลีเซอรอลในตับ และการเพิ่มของสารคีโตนในเลือดมีความสัมพันธ์กับปัญหาสุขภาพ (Wentink et al., 1997) ปัญหาระบบสืบพันธุ์ (Heinonen et al., 1988; Rukkwamsuk et al., 1999a) และปัญหาผลผลิตน้ำนม (Rukkwamsuk et al., 2001) ปัญหาดังกล่าวข้างต้นส่วนหนึ่งมีความสัมพันธ์กับหน้าที่ของตับที่ถูกบดบัง (Rukkwamsuk et al., 1999b; West, 1999) จากการสะสมของไตรเอซิลกลีเซอรอลในตับ

Propylene glycol เป็นสารที่มีราคาถูกและถูกนำมาใช้ป้อนให้แก่แม่โคในระยะคลอดเพื่อให้แม่โคได้รับพลังงานที่เพียงพอทำให้ขบวนการสลายไขมันของเนื้อเยื่อไขมันลดลง propylene glycol เป็นสารประกอบที่มีฤทธิ์เป็น glucogenic ซึ่งภายหลังจากที่สัตว์กินเข้าไป ส่วนหนึ่งจะเปลี่ยนเป็น propionate ซึ่งเป็น gluconeogenic precursors และส่วนที่เหลือจะเปลี่ยนเป็นกลูโคสที่ตับ ผลของ propylene glycol ช่วยแก้ไขภาวะพลังงานขาดสมดุลในแม่โคระยะคลอดโดยจะเพิ่มระดับอินซูลินในเลือดและลดความเข้มข้นของ non-esterified fatty acids และ 3-hydroxybutyrate ในกระแสเลือดและยังช่วยลดการสะสมของไตรเอซิลกลีเซอรอลในตับโค (Studer et al., 1993; Grummer et al., 1994; Christensen et al., 1997) อย่างไรก็ตามการศึกษาดังกล่าวยังขาดข้อมูลเกี่ยวกับผลของ propylene glycol ต่อองค์ประกอบของน้ำนมโค โดยเฉพาะไขมัน โปรตีน แลคโตส เซลล์โซมาติก และยูเรียไนโตรเจน ซึ่งข้อมูลดังกล่าวสามารถนำไปใช้อธิบายผลของการใช้ propylene glycol ในการแก้ไขปัญหาลงทุนขาดสมดุล ตลอดจนผลต่อการเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบของน้ำนมโค ทั้งนี้เพื่อนำไปปรับใช้ในการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตน้ำนมของเกษตรกรผู้เลี้ยงโคนมในประเทศต่อไป

วิธีทำการทดลอง

โคทดลอง อาหารและการให้อาหาร

งานวิจัยนี้ทำที่ฟาร์มโคนมแห่งหนึ่งในจังหวัดนครราชสีมาที่เลี้ยงในระบบ evaporative cooling system โดยโคนมในฟาร์มนี้ประกอบด้วย แม่โครีดนม 503 ตัว โคแห้งนม 171 ตัว ลูกโคและโคสาวทดแทน 414 ตัว ปริมาณน้ำนมเฉลี่ยในฟาร์มคือ 20.5 กิโลกรัมต่อตัวต่อวัน ทำการคัดเลือกโคนมไฮลัสไดน์ ฟรีเซียน ที่ตั้งท้องและอยู่ในระยะแห้งนม จำนวน 40 ตัว โดยแบ่งโคออกเป็น 2 กลุ่มได้แก่ กลุ่มที่ให้อาหาร alfalfa-base (alfalfa-base group) จำนวน 20 ตัวและกลุ่มที่ให้อาหาร peanut-base (peanut base-group) จำนวน 20 ตัว รายละเอียดของโคทั้ง 2 กลุ่ม แสดงใน Table 1 และ Table 2 โคนมได้รับอาหารตามความต้องการโดยได้รับอาหาร 2 ครั้งต่อวันในระยะแห้งนม และระยะใกล้คลอด และได้รับอาหาร 4 ครั้งต่อวันในระยะหลังคลอด โดยส่วนประกอบและองค์ประกอบทางเคมีของอาหารที่ใช้ในโคทั้งระยะแห้งนมและระยะหลังคลอดแสดงใน Table 3 และ Table 4 โคนมทั้ง 2 กลุ่มได้รับ propylene glycol ในขนาด 400 มิลลิลิตรต่อตัวต่อวันในช่วง 1 สัปดาห์ก่อนคลอดและ 1 สัปดาห์หลังคลอด ภายหลังคลอดโคนมเหล่านี้ได้รับการรีดนมจำนวน 2 หรือ 3 ครั้งต่อวัน และบันทึกผลผลิตน้ำนมรายตัวตลอดระยะเวลาทำการศึกษา ทำการบันทึกการได้รับอาหารของโครายกลุ่ม

การเก็บตัวอย่าง

ตัวอย่างเลือด

ทำการเก็บตัวอย่างเลือดจากโคทุกตัวจำนวน 4 ครั้ง คือ ที่ประมาณ 2 สัปดาห์ก่อนการคลอด และ สัปดาห์ที่ 1 2 3 และ 4 หลังคลอด โดยทำการเก็บตัวอย่างเลือดจาก jugular vein ปริมาณ 20 มิลลิลิตร นำไปปั่นแยกซีรัมภายในวันที่เก็บตัวอย่าง จากนั้นเก็บไว้ที่ตู้แช่อุณหภูมิต่ำ -20°C จนกระทั่งนำไปวิเคราะห์ความเข้มข้นของ glucose, non-esterified fatty acids, β -hydroxybutyrate, and urea nitrogen

ตัวอย่างน้ำนม

ทำการเก็บตัวอย่างน้ำนม (composite milk) ของโคนมทุกตัวภายหลังคลอดสัปดาห์ละ 2 ครั้ง เป็นเวลา 4 สัปดาห์ แต่ละครั้งตัวอย่างน้ำนมแบ่งเป็น 2 ส่วน ส่วนที่ 1 ปริมาณ 1.5 มิลลิลิตร ใส่ใน microcentrifuge tube ส่วนที่ 2 ปริมาณ 30 มิลลิลิตร ใส่ในขวดพลาสติกที่มีสารรักษาน้ำนม (milk preservative) คือ potassium dichromate ในขนาด 0.1 g/100 ml เก็บตัวอย่างน้ำนมทั้ง 2 ส่วนในตู้แช่อุณหภูมิต่ำ 4°C ส่งตัวอย่างน้ำนมทั้ง 2 ส่วนภายใน 1 สัปดาห์หลังเก็บตัวอย่าง โดยส่วนที่ 1 เพื่อวิเคราะห์ความเข้มข้นของ urea nitrogen และส่วนที่ 2 เพื่อวิเคราะห์ milk composition

Table 1. Descriptions of cows in alfalfa-base diet group.

					Drenching
	Cow	Age at start	305-d-yield	Dry period	period
Group	number	exp. (year)	(kg)	(day)	(day)
Alfalfa-base					
	594	3.67	7594	242*	18
	645	3.19	8039	65	25
	663	3.36	8269	57	25
	679	3.25	7804	53	13
	701	3.21	9394	52	14
	722	3.17	5594	53	16
	733	3.15	6327	42	7
	740	3.19	6766	58	17
	1003	3.00	6769	61	17
	1014	2.98	8640	51	10
	1021	2.91	6839	55	17
	1086	2.53	Heifer	Heifer	17
	1159	2.25	Heifer	Heifer	7
	1207	2.10	Heifer	Heifer	17
	2001	2.08	Heifer	Heifer	11
	8135	5.14	6763	473*	17
	9003	5.06	5868	52	12
	9138	4.26	3353	150*	15
	9143	4.29	7989	58	18
	9158	4.13	10548	46	20
Average	-	3.44	7320**	59.6**	15.1
s.d.	-	0.36	1512	16.8	5.6

* Data were excluded for calculating average and standard deviation due to arbitrarily dry off from disease problems.

** Data from heifer were not included.

Table 2. Descriptions of cows in peanut-base diet group.

					Drenching
	Cow	Age at start	305-d-yield	Dry period	period
Group	number	exp. (year)	(kg)	(day)	(day)
Peanut-base					
	536	3.95	5753	457*	7
	546	3.73	8211	56	9
	567	3.63	6450	89	17
	579	3.62	7849	65	21
	665	3.15	7259	50	10
	673	3.29	6695	53	12
	696	3.24	7968	49	10
	698	3.19	8945	50	17
	717	3.04	9100	51	11
	742	3.06	8617	42	7
	749	2.96	7265	63	14
	1007	3.08	6972	60	21
	1106	2.41	Heifer	Heifer	14
	1197	2.13	Heifer	Heifer	9
	2002	2.13	Heifer	Heifer	9
	9090	4.43	6402	397*	19
	9105	4.33	8206	358*	7
	9153	4.12	6417	110	13
	9169	4.10	9427	57	11
	9172	4.10	5817	97	30
Average	-	3.44	7581**	57.9**	12.7
s.d.	-	0.41	1134	13.6	4.2

* Data were excluded for calculating average and standard deviation due to arbitrarily dry off from disease problems.

** Data from heifer were not included.

Table 3. Composition of total mixed rations (TMR) as fed basis.

Ingredient	Dry period	Transition period		Lactating period	
		Alfalfa-base	Peanut-base	Alfalfa-base	Peanut-base
		kg as fed			
PCL-3 ¹	1.3	...	...	...	...
PCL-PS ²	...	2.11	...	...	...
PCL-P ³	...	...	2.0	...	...
PCL-FS ⁴	...	...	...	4.61	...
PCL-F ³	...	...	...	...	3.8
Wet brewer grain	8.0	3.0	7.0	6.0	10.0
Corn silage	8.0	12.1	12.5	10.65	12.5
Alfalfa hay	...	3.0	...	4.0	...
Peanut hay	2.0	...	6.0	...	6.0
Rice straw	3.5	...	...	...	...
Cassava chips	...	0.9	1.0	1.8	1.3
Whole cotton seed	...	0.5	0.6	1.5	2.0
Fish meal	...	0.05	...	0.1	...
Blood meal	...	0.05	...	0.1	...
Ground corn	...	...	...	...	1.0
Molasses	1.0	0.75	0.5	1.0	0.5
Premixes	0.5	0.5	0.5	1.0	1.0

¹Consisting of 33.0% soybean meal, 27% canola meal, 22.5% wheat bran, 11% dried brewer grain, 4.1% limestone, and 2.4% salts.

²Consisting of 64% extruded corn, 31.3% soybean meal, and 4.7% energizer-RP10.

³Consisting of 54.5% soybean meal, 15.0% canola meal, 13.0% dried brewer grain, 11.0% corn gluten meal, 4.7% salts, and 1.8% biophos.

⁴Consisting of 58.6% extruded corn, 25.1% soybean meal, 10.9% corn gluten meal, and 5.4% energizer-RP10.

⁵Consisting of 50.0% soybean meal, 27.0% corn gluten meal, 14.0% canola meal, 5.5% dried brewer grain, 1.9% salts, and 1.6% limestone.

Table 4. Chemical compositions of the total mixed ration (TMR).

Item	Dry period	Transition period		Lactating period	
		Alfalfa-base	Peanut-base	Alfalfa-base	Peanut-base
Dry matter (%)	49.51	51.15	53.69	55.91	55.99
Ash (%)	7.29	7.41	11.75	9.18	10.35
Curde protein (%)	11.44	12.90	14.15	16.48	19.25
Crude fat (%)	2.56	3.96	4.18	4.83	4.34
NDF ¹ (%)	61.36	39.13	45.54	42.21	41.49
ADF ² (%)	31.75	27.66	40.35	23.38	27.33

¹ Neutral detergent fiber

² Acid detergent fiber

การวิเคราะห์ตัวอย่างเลือดและน้ำนม

ตรวจความเข้มข้นของ glucose (Glucose GOD-PAP, Class-1 Laboratories Co., Ltd., Bangkok, Thailand), non-esterified fatty acids (NEFA C, Wako Pure Chemical Industries Ltd., Osaka, Japan), β -hydroxybutyrate (RB 1007, Randox Laboratories, San Diego, CA), and urea nitrogen (Urea Nitrogen Reagent, Class-1 Laboratories Co., Ltd.) ในเลือดด้วยวิธี spectrophotometry โดยอาศัยชุดทดสอบที่ได้แสดงไว้

ตรวจองค์ประกอบน้ำนมได้แก่ protein, fat, lactose และ solid non fat ด้วยเครื่อง Fourier Transform Infrared Spectrophotometer, FTIR (MilkoScan FT6000 spectrophotometer) และตรวจความเข้มข้นของ urea nitrogen ในน้ำนมโดยนำตัวอย่างน้ำนมที่เก็บใน microcentrifuge tube ไปปั่นที่ความเร็ว 2500 รอบต่อนาที เป็นเวลา 15 นาที แยกส่วนของไขมันชั้นบน จากนั้นนำน้ำนมใสส่วนล่างไปตรวจความเข้มข้นของ urea nitrogen ด้วยวิธี spectrophotometer เช่นเดียวกับในเลือดต่อไป

การวิเคราะห์ข้อมูล

วิเคราะห์ข้อมูลความเข้มข้นของ glucose, non-esterified fatty acids, β -hydroxybutyrate และ urea nitrogen ในเลือด ความเข้มข้นของ urea nitrogen ในน้ำนม องค์ประกอบของน้ำนม ผลผลิตน้ำนม ด้วยวิธี repeated measures ของ ANOVA โดยมีกลุ่มเป็นปัจจัยหลักและเวลาเป็นปัจจัยซ้ำ ทำการเปรียบเทียบพารามิเตอร์ระหว่างก่อนคลอดและหลังคลอดด้วยวิธี Paired *t test* และเปรียบเทียบพารามิเตอร์ระหว่างกลุ่ม alfalfa-base diet และ peanut-base diet ในแต่ละช่วงเวลา ด้วยวิธี Student *t test* ค่านัยสำคัญทางสถิติที่ใช้ในการทดสอบกำหนดไว้ที่ $P \leq 0.05$

ผลการทดลอง

การกินได้

ปริมาณการกินได้ของอาหารแห้งของโคกลุ่มที่ให้กินอาหาร alfalfa-base และกลุ่มที่ให้อาหาร peanut-base ไม่แตกต่างกันในตลอดระยะเวลา 1 เดือนหลังคลอด (Figure 1) กล่าวคือ การกินได้เฉลี่ยของโคกลุ่มที่ให้กินอาหาร alfalfa-base เท่ากับ 17.6 ± 1.2 (mean $\pm$ SD) กิโลกรัมต่อวัน สำหรับกลุ่มที่ให้กินอาหาร peanut-base เท่ากับ 18.2 ± 0.9 กิโลกรัมต่อวัน

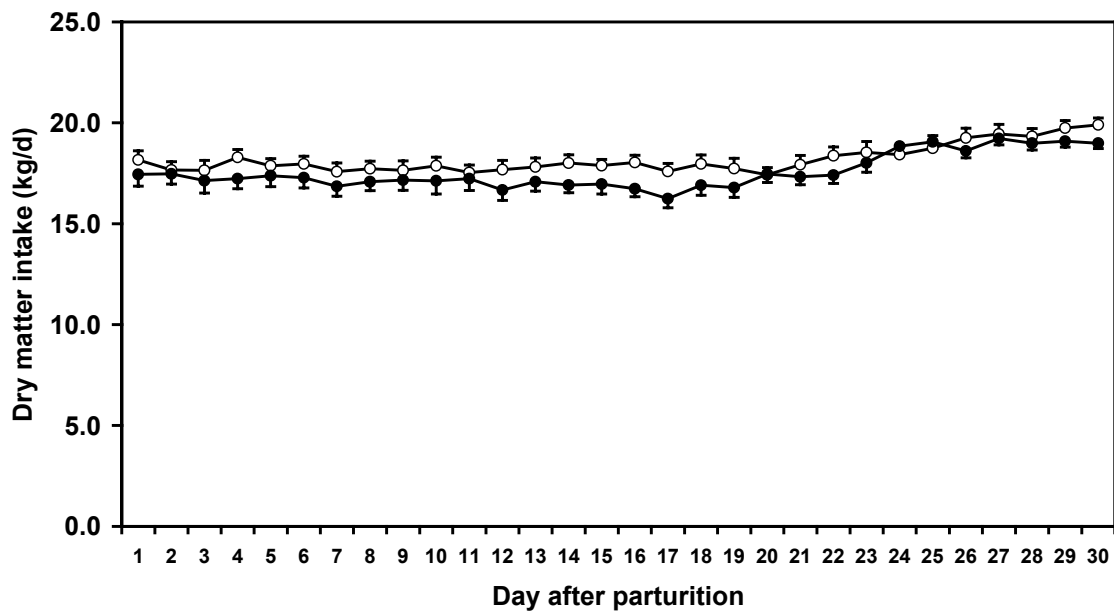


Figure 1. Average dry matter intake (kg/d) during the first 30 d after parturition of cows in alfalfa-base diet (●; n = 20) and in peanut-base diet (○; n = 20). Data represent means and the error bars are S.E.M.

ผลผลิตน้ำนม

ปริมาณน้ำนมระยะ 30 วันของการให้น้ำนมของโคนมโคกลุ่มที่ให้กินอาหาร alfalfa-base และกลุ่มที่ให้อาหาร peanut-base แสดงใน Figure 2. จากผลการศึกษาพบว่าโคในกลุ่มที่ได้รับอาหาร alfalfa-base มีผลผลิตน้ำนมตลอดช่วงระยะ 30 วันของการให้น้ำนมสูงกว่าในกลุ่มที่ได้รับอาหาร peanut-base กล่าวคือ โคในกลุ่มที่ได้รับอาหาร alfalfa-base มีปริมาณน้ำนมเฉลี่ย 34.0 ± 8.7 กิโลกรัมต่อวัน ส่วนโคในกลุ่มที่ได้รับอาหาร peanut-base มีปริมาณน้ำนมเฉลี่ย 29.1 ± 8.4 กิโลกรัมต่อวัน

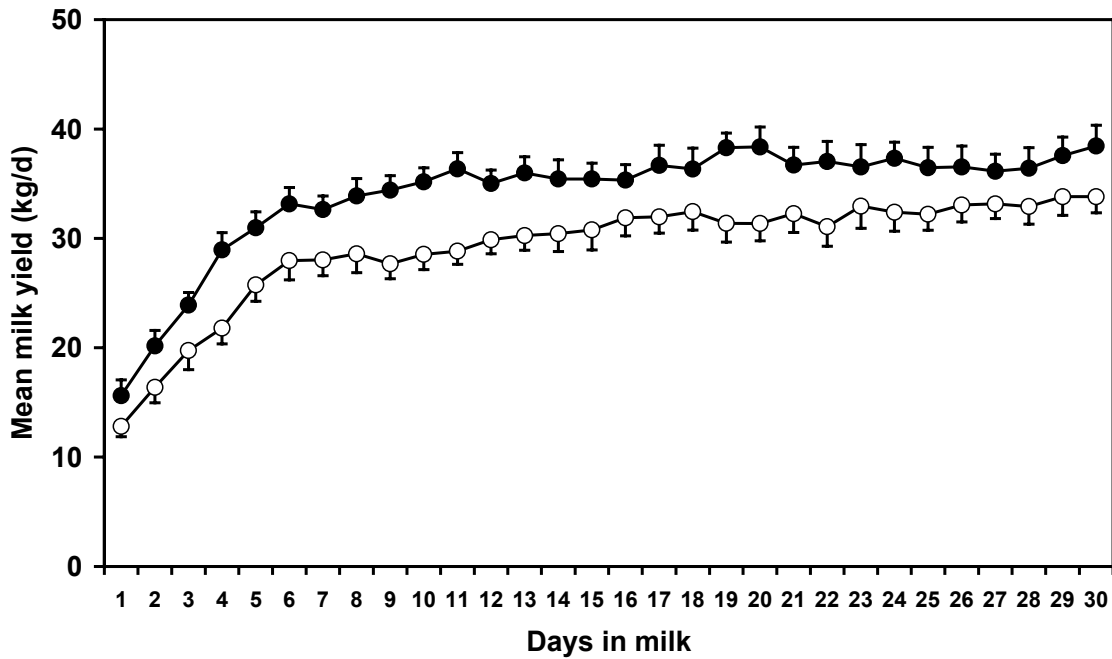


Figure 2. Comparison of milk yield during the first 30 d in milk between cows in alfalfa-base diet (●; n = 20) and cows in peanut-base diet (○; n = 20) groups. Data are means ($\pm$ SEM).

Glucose, non-esterified fatty acids, β -hydroxybutyrate และ urea nitrogen ในซีรัม

ความเข้มข้นของ glucose, non-esterified fatty acids (NEFA), β -hydroxybutyrate และ urea nitrogen ในซีรัมของโคนมกลุ่มที่ให้กินอาหาร alfalfa-base และกลุ่มที่ให้อาหาร peanut-base แสดงใน Figure 3, 4, 5 และ 6 จากการศึกษพบว่าความเข้มข้นของกลูโคสในโคนมของโคทั้งสองกลุ่มไม่แตกต่างกันทั้งใน 2 สัปดาห์ก่อนคลอดและตลอดระยะเวลา 4 สัปดาห์หลังคลอด อย่างไรก็ตามเมื่อเปรียบเทียบความเข้มข้นของ glucose ก่อนและหลังคลอด พบว่าความเข้มข้นของ glucose ลดลงภายหลังคลอดซึ่งเกิดขึ้นกับโคทั้ง 2 กลุ่ม ความเข้มข้น NEFA ของโคนมทั้งสองกลุ่มไม่แตกต่างกันที่ 2 สัปดาห์ก่อนคลอด ความเข้มข้นเพิ่มสูงขึ้นหลังคลอดที่สัปดาห์ที่ 1 และ 2 และเริ่มลดลงที่สัปดาห์ที่ 3 และ 4 ความเข้มข้นของ β -hydroxybutyrate มีแนวโน้มเป็นแบบเดียวกับความเข้มข้นของ NEFA ซึ่งผลการทดลองที่สอดคล้องกันนี้แสดงให้เห็นว่าแม่โคนมระยะหลังคลอดมีการเปลี่ยนแปลงความต้องการพลังงานของร่างกายโดยมีการสลายไขมันเพิ่มขึ้น อย่างไรก็ตามภาวะพลังงานขาดสมดุลนี้ไม่รุนแรงในโคทั้ง 2 กลุ่ม ทั้งนี้สังเกตได้จากระดับความเข้มข้นของทั้ง glucose, non-esterified fatty acids (NEFA), β -hydroxybutyrate ในซีรัม ส่วนความเข้มข้นของ urea nitrogen พบว่ามีการเปลี่ยนแปลงน้อยมากตลอดช่วงระยะเวลาศึกษา โดยความเข้มข้นของ urea nitrogen ในซีรัมของโคนมทั้ง 2 กลุ่มไม่แตกต่างกันในทุกตัวอย่างที่เก็บ

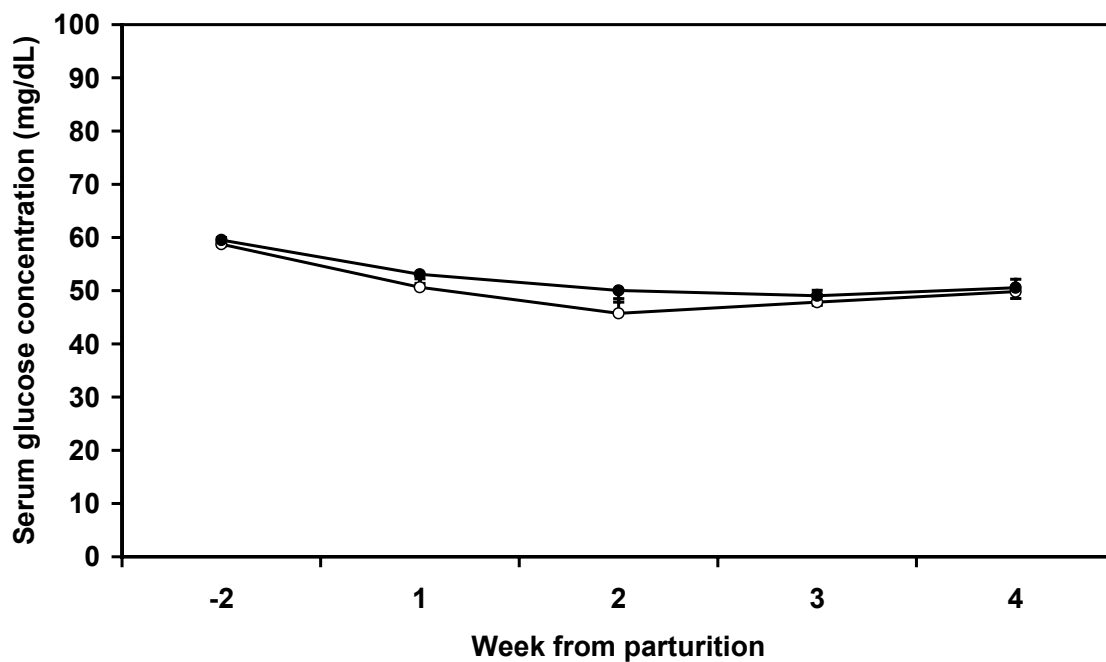


Figure 3. Comparison of glucose concentrations in the serum measured before and after parturition between cows in alfalfa-base diet (●; n = 20) and cows in peanut-base diet (○; n = 20) groups. Data are means ($\pm$ SEM).

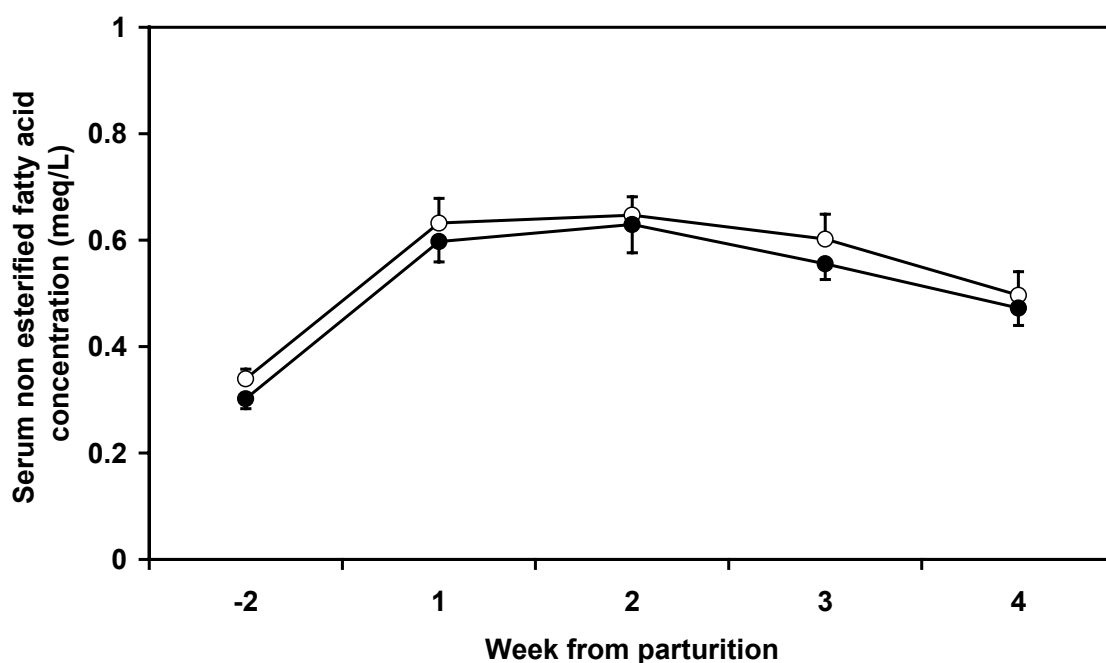


Figure 4. Comparison of NEFA concentrations in the serum measured before and after parturition between cows in alfalfa-base diet (●; n = 20) and cows in peanut-base diet (○; n = 20) groups. Data are means ($\pm$ SEM).

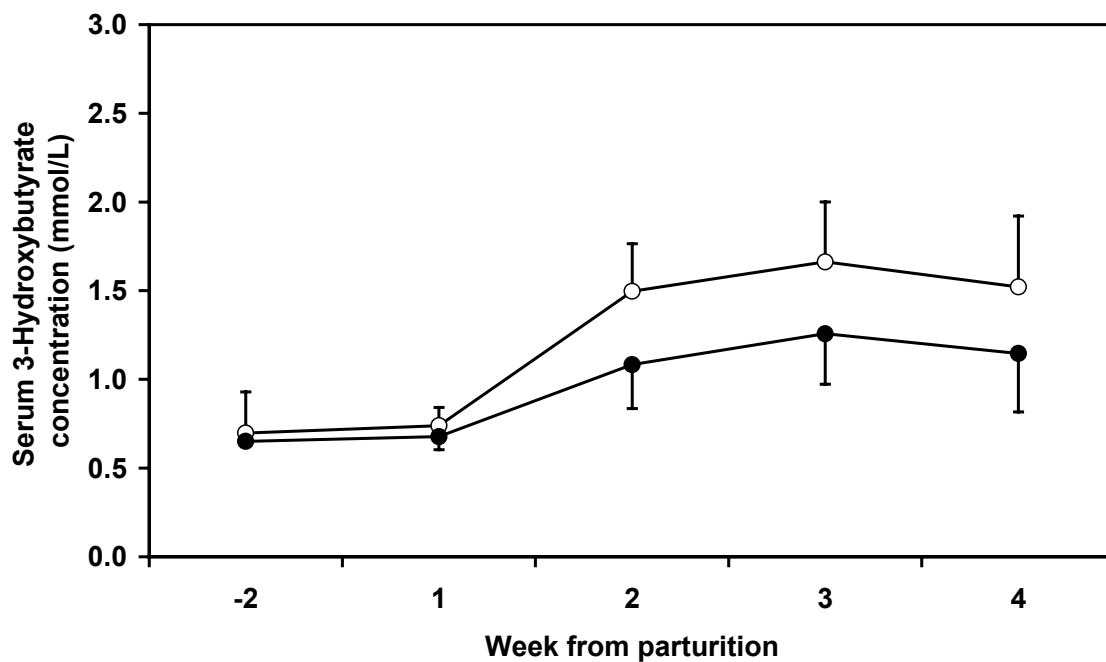


Figure 5. Comparison of β -hydroxybutyrate concentrations in the serum measured before and after parturition between cows in alfalfa-base diet (●; n = 20) and cows in peanut-base diet (○; n = 20) groups. Data are means ($\pm$ SEM).

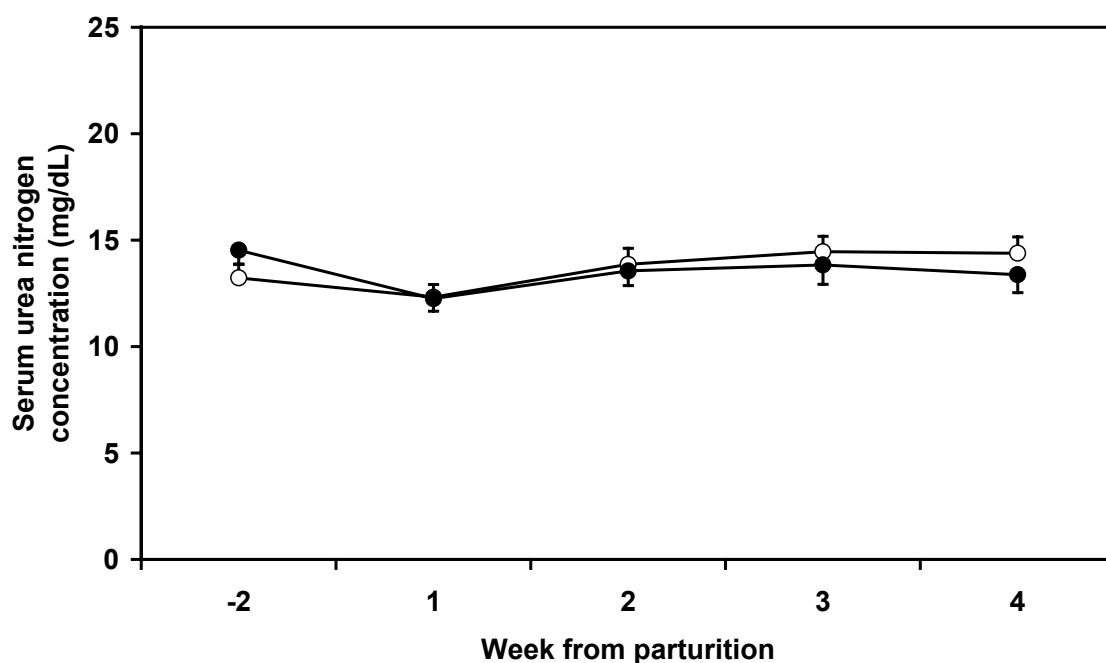


Figure 6. Comparison of urea nitrogen concentrations in the serum measured before and after parturition between cows in alfalfa-base diet (●; n = 20) and cows in peanut-base diet (○; n = 20) groups. Data are means ($\pm$ SEM).

Urea nitrogen ในน้ำนม และ องค์ประกอบน้ำนม

ความเข้มข้นของ urea nitrogen ในน้ำนมของโคนมกลุ่มที่ได้รับอาหาร alfalfa-base และกลุ่มที่ได้รับอาหาร peanut-base แสดงใน Figure 7 จากการศึกษพบว่าความเข้มข้นของ urea nitrogen ในน้ำนมของโคนมในกลุ่มที่ได้รับอาหาร alfalfa-base มีแนวโน้มมีค่าต่ำกว่าความเข้มข้นของ urea nitrogen ในน้ำนมของโคนมในกลุ่มที่ได้รับอาหาร peanut-base ในช่วงประมาณ 1 สัปดาห์แรกหลังคลอด หลังจากนั้นความเข้มข้นของ urea nitrogen ในน้ำนมของโคนมไม่แตกต่างกันจนถึง 4 สัปดาห์หลังคลอด

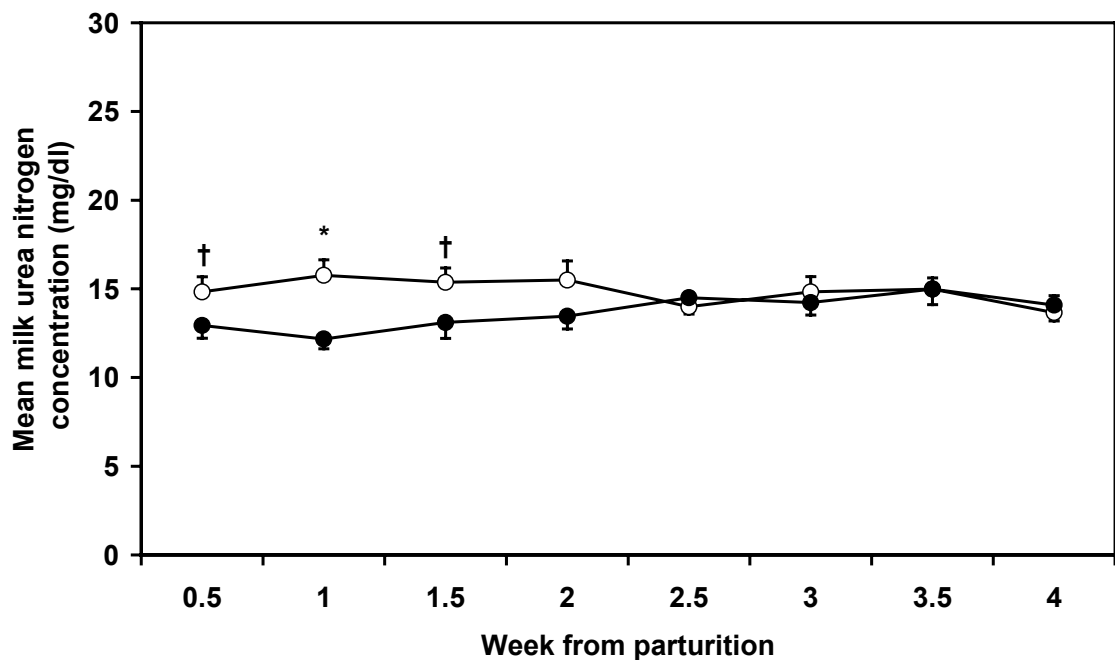


Figure 7. Comparison of urea nitrogen concentrations in the milk measured after parturition between cows in alfalfa-base diet (●; n = 20) and cows in peanut-base diet (○; n = 20) groups. Data are means ($\pm$ SEM). Asterisk indicates mean milk urea nitrogen concentrations between the two groups were different ($P \leq 0.05$). Daggers indicate mean milk urea nitrogen concentrations between the two groups tended to be different ($P < 0.1$).

องค์ประกอบน้ำนมของโคนมในกลุ่มที่ได้รับอาหาร alfalfa-base และกลุ่มที่ได้รับอาหาร peanut-base แสดงใน Table 5 จากการศึกษพบว่า เปอร์เซ็นต์ protein, fat, lactose และ total solid ในน้ำนมของโคทั้งสองกลุ่มไม่แตกต่างกันและส่วนใหญ่มีค่าอยู่ในเกณฑ์เฉลี่ยของค่าเปอร์เซ็นต์ที่ตรวจพบในน้ำนมโคที่เลี้ยงในประเทศไทย

Table 5. Compositions of milk during the 4 wk postpartum of cows in alfalfa-base diet (n = 20) and in peanut-base diet (n = 20) groups. Data represent means (SEM).

Item	Week after parturition							
	0.5	1	1.5	2	2.5	3	3.5	4
Milk fat (%)								
Alfalfa-base	4.73 (0.33)	4.85 (0.35)	4.47 (0.27)	4.18 (0.39)	4.62 (0.61)	3.28 (0.19)	4.31 (0.74)	3.04 (0.27)
Peanut-base	4.61 (0.41)	4.52 (0.17)	4.49 (0.41)	4.08 (0.37)	3.56 (0.21)	3.99 (0.54)	3.27 (0.45)	3.20 (0.29)
Milk protein (%)								
Alfalfa-base	3.72 (0.09)	3.43 (0.06)	3.14 (0.05)	3.02 (0.03)	2.89 (0.04)	2.81 (0.05)	2.57 (0.053)	2.60 (0.05)
Peanut-base	4.00 (0.13)	3.59 (0.09)	3.21 (0.07)	3.00 (0.06)	2.90 (0.06)	2.76 (0.04)	2.71 (0.05)	2.71 (0.07)
Milk lactose (%)								
Alfalfa-base	4.74 (0.05)	4.87 (0.04)	4.92 (0.02)	5.02 (0.03)	4.95 (0.05)	4.99 (0.05)	4.93 (0.05)	4.99 (0.04)
Peanut-base	4.54 (0.12)	4.79 (0.071)	4.92 (0.05)	4.93 (0.06)	4.95 (0.05)	4.93 (0.06)	5.00 (0.04)	4.98 (0.04)
SNF* (%)								
Alfalfa-base	9.14 (0.07)	9.00 (0.07)	8.78 (0.07)	8.75 (0.04)	8.55 (0.07)	8.59 (0.07)	8.45 (0.08)	8.53 (0.06)
Peanut-base	9.20 (0.07)	9.08 (0.07)	8.83 (0.07)	8.65 (0.07)	8.55 (0.07)	8.38 (0.08)	8.41 (0.07)	8.38 (0.07)

* Solid non fat

บทวิจารณ์

จากการศึกษาผลของการใช้ไฟโพรไฟลีนไกลคอล ป้อนให้แก่โคนมในระยะก่อนคลอดประมาณ 7 วันจนถึงหลังคลอด 7 วัน ทั้งในกลุ่มโคที่ได้รับอาหาร alfalfa-base และ peanut-base ไม่ส่งผลกระทบต่อการกินได้ของแม่โค ซึ่งสังเกตได้จากปริมาณการกินได้ต่อวัน (daily dry matter intake) ของโคทั้งสองกลุ่มไม่แตกต่างกัน ซึ่งหากคิดค่าเฉลี่ย dry matter intake ต่อวัน ในโคกลุ่มที่ได้รับอาหาร alfalfa-base จะมีค่าประมาณ 3.2% ของน้ำหนักตัวโดยประมาณ ส่วนโคในกลุ่มที่ได้รับอาหาร peanut-base จะมีค่าประมาณ 3.3% ของน้ำหนักตัวโดยประมาณ เมื่อพิจารณาพารามิเตอร์ในเลือด พบว่าโคนมทั้งที่ได้รับอาหาร alfalfa-base และ peanut-base เข้าสู่ภาวะพลังงานขาดสมดุลในระดับที่ไม่รุนแรง สังเกตได้จากการลดลงของความเข้มข้นของ glucose ในเลือดภายหลังคลอด ในโคกลุ่มที่ได้รับอาหาร alfalfa-base ลดลง 18% ในโคกลุ่มที่ได้รับอาหาร peanut-base ลดลง 22% ภาวะพลังงานขาดสมดุลระหว่างคลอดยังส่งผลให้แม่โคมีความเข้มข้นของ NEFA และ β -hydroxybutyrate ในเลือดสูงขึ้นภายหลังคลอด ทั้งนี้ความเข้มข้นดังกล่าวจะเพิ่มทันทีที่สัปดาห์แรกและจะลดลงเมื่อเข้าสู่สัปดาห์ที่ 4 ของการให้น้ำนม แม่โคทั้ง 2 กลุ่มยังมีความเข้มข้นของ urea nitrogen ในเลือดที่ไม่แตกต่างกัน แสดงให้เห็นว่าแม่โคมีเมแทบอลิซึมของโปรตีนไม่แตกต่างกันแม้ว่าระดับโปรตีนในอาหารของแม่โคทั้ง 2 กลุ่มแตกต่างกันก็ตาม อย่างไรก็ตาม อย่างไรก็ดีพบว่าในช่วงสัปดาห์แรกของการให้น้ำนมแม่โคกลุ่มที่ได้รับอาหาร peanut-base ซึ่งมีระดับโปรตีนในอาหาร 19% ซึ่งสูงกว่าอาหาร alfalfa-base ที่มีระดับโปรตีน 16.5% จะมีความเข้มข้นของ urea nitrogen ในน้ำนมสูงกว่าก็ตาม แต่ความเข้มข้นดังกล่าวยังอยู่ในค่าเฉลี่ยระดับความเข้มข้นปกติที่ตรวจพบในน้ำนมของโคนมระยะหลังคลอด เมื่อพิจารณาถึงผลผลิตน้ำนมในโคนมทั้ง 2 กลุ่มพบว่าโคนมที่ได้รับอาหาร alfalfa-base มีผลผลิตน้ำนมในช่วง 30 วันให้นมแรกเฉลี่ยสูงกว่าโคนมที่ได้รับอาหาร peanut-base โดยที่องค์ประกอบในน้ำนมของโคนมทั้ง 2 กลุ่มไม่มีความแตกต่างกัน แสดงให้เห็นว่าชนิดของอาหารหยาด และระดับโปรตีนในอาหารรวม ส่งผลต่อการสร้างน้ำนม โดยที่การใช้ไฟโพรไฟลีนไกลคอลในช่วงระยะก่อนและหลังคลอดจะช่วยให้แม่โคปรับสภาพพลังงานขาดสมดุลให้มีความรุนแรงลดน้อยลง ทำให้แม่โคมีศักยภาพในการผลิตสูงขึ้น และมีผลกระทบเนื่องจากภาวะการสลายไขมันหลังคลอดลดลงได้

เอกสารอ้างอิง

1. 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.
2. Christensen, J. O., R. R. Grummer, F. E. Rasmussen, and S. J. Bertics. 1997. Effect of method of delivery of propylene glycol on plasma metabolites of feed-restricted cattle. J. Dairy Sci. 80:563-568.
3. Grummer, R. R., J. C. Winkler, S. J. Bertics, and V. A. Studer. 1994. Effect of propylene glycol during feed restriction on metabolites in blood of parturient Holstein heifers. J. Dairy Sci. 77:3618-3623.

4. 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.
5. 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.
6. Holtenius, P. 1993. Hormonal regulation related to the development of fatty liver and ketosis. *Acta. Vet. Scand. Suppl.* 89:55-60.
7. 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.
8. Rukkwamsuk, T., T. Wensing, and T.A.M. Kruip. 1999a. Relationship between triacylglycerol concentration in the liver and first ovulation in postparturient dairy cows. *Theriogenology.* 51:1133-1142.
9. Rukkwamsuk, T., T. Wensing, and M.J.H. Geelen. 1999b. Effect of fatty liver on hepatic gluconeogenesis in periparturient dairy cows. *J. Dairy Sci.* 82: 500-505.
10. Rukkwamsuk, 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.
11. Studer, V. A., R. R. Grummer, and S. J. Bertics. 1993. Effect of prepartum propylene glycol administration on periparturient fatty liver in dairy cows. *J. Dairy Sci.* 76:2931-2939.
12. 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
13. West, H. J. 1990. Effect on liver function of acetonemia and the fat cow syndrome in cattle. *Res. Vet. Sci.* 48:221-227.

ประโยชน์ที่ได้จากโครงการวิจัย

การนำผลงานวิจัยไปใช้ประโยชน์

ประโยชน์ที่เกิดขึ้นทางด้านวิชาการและงานวิจัย

ผลงานวิจัยชิ้นนี้จะใช้เป็นแหล่งข้อมูลอ้างอิงเกี่ยวกับการใช้ไฟโพลีโนไกลคอลในการป้องกันปัญหาภาวะพลังงานขาดสมดุลที่มักเกิดกับโคในระหว่างคลอด โดยเฉพาะระยะแรกของการให้น้ำนม โดยงานวิจัยได้เปรียบเทียบการใช้ไฟโพลีโนไกลคอล ในกลุ่มโคที่ได้รับอาหารโปรตีน 2 ระดับและมีส่วนประกอบของอาหารหยาบที่แตกต่างกัน 2 ชนิด ผลงานวิจัยชี้ให้เห็นว่าไฟโพลีโนไกลคอลมีส่วนช่วยอย่างมากต่อการป้องกันปัญหาพลังงานขาดสมดุลในโค ซึ่งการป้องกันปัญหาดังกล่าวจะส่งผลดีต่อโคเกี่ยวกับประสิทธิภาพการผลิตน้ำนมของแม่โค และยังช่วยบรรเทาปัญหาที่เกิดจากการสลายไขมันที่มากเกินไปจนอาจส่งผลต่อภาวะการสะสมของไขมันในตับโคเพิ่มขึ้น แม้ว่าไฟโพลีโนไกลคอลจะไม่ส่งผลโดยตรงต่อการเพิ่มปริมาณน้ำนม หรือการเพิ่มคุณภาพและองค์ประกอบของน้ำนม แต่หากการใช้ไฟโพลีโนไกลคอลในฟาร์มที่มีการจัดการอาหารที่ดี กล่าวคือมีแหล่งวัตถุดิบอาหารสัตว์ที่มีคุณภาพ เช่นจากการศึกษาในครั้งนี้ในกลุ่มโคที่ได้รับอาหาร alfalfa-base พบว่าปริมาณน้ำนมที่ผลิตได้จะเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ แม้ว่าในปัจจุบันนี้พืชอาหารหยาบที่มีคุณภาพเทียบเท่ากับ alfalfa ยังไม่มีในประเทศไทยก็ตาม ในอนาคตหากการพัฒนาพืชอาหารหยาบมีแนวโน้มได้พืชที่มีคุณภาพที่ดีใกล้เคียง หรือดีกว่า alfalfa ร่วมกับการพัฒนาระบบการผลิตโคนมในประเทศอย่างต่อเนื่อง อุตสาหกรรมการผลิตโคนมในประเทศก็จะสามารถพัฒนาได้เท่าเทียมกับในประเทศตะวันตก

ประโยชน์ที่เกิดขึ้นกับฟาร์ม

ผลงานวิจัยชิ้นนี้ให้ข้อมูลทางด้านเมแทบอลิซึมของโคนมในกลุ่มที่ได้รับอาหาร alfalfa-base และ กลุ่มที่ได้รับอาหาร peanut-base ซึ่งจะช่วยทำให้ฟาร์มสามารถใช้ข้อมูลในการประเมินการจัดการอาหารของฟาร์ม ตลอดจนสามารถวิเคราะห์ถึงผลได้ผลเสียอันเกิดจากการใช้สูตรอาหารทั้ง 2 สูตร เพื่อประโยชน์สูงสุดต่อประสิทธิภาพการผลิตโคนมในฟาร์ม นอกจากนี้ข้อมูลการใช้ไฟโพลีโนไกลคอลในกลุ่มโคที่ได้รับสูตรอาหารที่มีระดับโปรตีนแตกต่างกันยังอาจนำมาศึกษาในวงกว้าง เพื่อศึกษาผลของการสารดังกล่าวในการลดปัญหาและผลกระทบอันเนื่องมาจากภาวะพลังงานขาดสมดุล โดยเฉพาะการศึกษาเจาะจงไปที่ประสิทธิภาพระบบสืบพันธุ์ของแม่โคนมหลังคลอด ซึ่งมักได้รับอาหารโปรตีนสูงและมีภาวะพลังงานขาดสมดุลในเวลาเดียวกัน

ผลงานตีพิมพ์ในวารสารนานาชาติ

ผลงานวิจัยชิ้นนี้อยู่ระหว่างการเตรียมต้นฉบับส่งไปตีพิมพ์ในวารสารนานาชาติ โดยคาดว่าจะส่งไปที่ Animal Feed Science and Technology หรือ Livestock Production Science ซึ่งเป็นวารสารทางวิชาการเฉพาะด้านการผลิตสัตว์ (ต้นฉบับอยู่ในส่วนภาคผนวก)

ภาคผนวก

ส่วนที่ 1

บทความสำหรับการเผยแพร่การนำผลจากโครงการไปใช้ประโยชน์

ส่วนที่ 2

Manuscript title : Effect of Propylene Glycol on Energy Metabolism and Milk Composition in Periparturient Dairy Cows Fed Either Alfalfa or Peanut Hay
(In preparation to submit to the Animal Feed Science and Technology)

ส่วนที่ 1

บทความสำหรับเผยแพร่การนำผลจากโครงการไปใช้ประโยชน์

บทความสำหรับเผยแพร่

พลังงานขาดสมดุลเป็นปัญหาที่พบได้เป็นปกติในโคเนมระยะคลอด ภาวะนี้เกี่ยวเนื่องกับการที่แม่โคเนมต้องการพลังงานเพื่อการสร้างน้ำนมภายหลังคลอด ในขณะที่ความต้องการพลังงานดังกล่าวเพิ่มสูงขึ้น แม่โคเนมกลับไม่สามารถเพิ่มการกินอาหารเพื่อให้ได้พลังงานตามความต้องการได้ ผลก็คือแม่โคเนมจะมีพลังงานขาดสมดุล ผลดังกล่าวทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางระบบชีวเคมี และทางระบบสรีรวิทยาของร่างกายแม่โคเนม อย่างมาก โดยเฉพาะอย่างยิ่งมีการเพิ่มการสลายไขมัน และกล้ามเนื้อ เพื่อนำพลังงานไปทดแทนส่วนที่ร่างกายต้องการ การสลายไขมันจะเกิดขึ้นมากหรือน้อยขึ้นกับปัจจัยต่างๆ เช่น ปริมาณน้ำนมที่แม่โคผลิต การกินได้ของแม่โค สภาพร่างกายของแม่โค ลักษณะอาหารที่แม่โคได้รับ ดังนั้นหากแม่โคมีการปรับตัวกับภาวะพลังงานขาดสมดุลได้เป็นอย่างดีกล่าวคือ มีการสลายไขมัน และกล้ามเนื้อ ในระดับที่ไม่รุนแรง แม่โคก็จะสามารถผ่านระยะของภาวะพลังงานขาดสมดุลไปได้ โดยให้ผลผลิตที่ดี และสามารถกลับมามีความสมบูรณ์พันธุ์ภายหลังคลอดได้ตามปกติ ซึ่งนับว่าส่งผลดีต่อประสิทธิภาพการผลิตของแม่โคเนมในฟาร์มโดยรวม อย่างไรก็ตามการปรับตัวดังกล่าวมักไม่ประสบผลสำเร็จในแม่โคเนมหลายๆตัว โดยพบว่าแม่โคเนมมักมีปัญหาในการได้รับอาหารภายหลังคลอด ทำให้เกิดการสลายไขมันอย่างรุนแรง ส่งผลให้มีการเพิ่มขึ้นของกรดไขมันอิสระอย่างมากในเลือด ผลดังกล่าวนี้เองที่ทำให้แม่โคเนมมีปัญหาการเมแทบอลิซึมของไขมัน โดยเฉพาะเกิดการสะสมของไขมันในตับ จากรายงานทั้งในและต่างประเทศ พบว่าการสะสมของไขมันในตับ และปัญหาพลังงานขาดสมดุล ส่งผลกระทบทั้งโดยตรงและโดยอ้อมต่อสุขภาพของแม่โคเนม ทั้งนี้พบว่าแม่โคเนมที่มีปัญหาดังกล่าวจะมีโอกาสป่วยด้วยโรคติดเชื้อหรือโรคระบบเมแทบอลิซึม เพิ่มขึ้นอันจะทำให้สุขภาพแม่โคเนมหลังคลอดมีปัญหา นอกจากนี้ยังส่งผลกระทบต่อประสิทธิภาพของระบบสืบพันธุ์ กล่าวคือแม่โคเนมที่มีปัญหาการสะสมของไขมันในตับจะมีระยะเวลาตั้งแต่คลอดจนถึงวันผสมติดยาวนานออกไป ทำให้ระยะห่างระหว่างการคลอดลูกแต่ละตัวมากขึ้น ผลที่ตามมาจะทำให้แม่โคให้น้ำนมตลอดช่วงชีวิตการผลิตราย ซึ่งนับเป็นผลกระทบระยะยาวต่อเกษตรกรผู้เลี้ยงโคเนมเป็นอย่างยิ่ง

การแก้ไขปัญหาภาวะพลังงานขาดสมดุลในแม่โคเนมระยะหลังคลอดนี้มีผู้เสนอแนะไว้หลายวิธี ทั้งการจัดการอาหารให้มีพลังงานสูงขึ้น ซึ่งวิธีนี้นับว่าซับซ้อนและเสียค่าใช้จ่ายมาก หรือการใช้ฮอร์โมนกลูคาγονินฉีดให้แก่วะโคเนมระยะคลอด ซึ่งได้ผลดีแต่เสียค่าใช้จ่ายสูงมาก ทำให้ไม่สามารถนำมาแก้ไขปัญหานี้ให้เกษตรกรในประเทศได้ วิธีที่เหมาะสมสำหรับเกษตรกรในประเทศไทย ที่เลี้ยงโคเนมรายย่อยเป็นส่วนใหญ่ คือการให้สารที่ให้พลังงานสูงแก่วะโคเนมในช่วงระยะคลอด สารดังกล่าวมีหลายชนิด แต่ที่น่าจะเหมาะสมกับการเลี้ยงโคเนมในประเทศไทยคือ โปรไฟลีนไกลคอล เป็นสารที่มีคุณสมบัติเป็นสารตั้งต้นในการสังเคราะห์กลูโคสในร่างกายสัตว์ โดยเฉพาะสัตว์เคี้ยวเอื้อง มีการศึกษาวิจัยอย่างกว้างขวางถึงผลดีที่เกิดขึ้นและได้ข้อสรุปว่าการป้อนโปรไฟลีนไกลคอลจะช่วยลดปัญหาพลังงานขาดสมดุล ลดการเกิดการสะสมของไขมันในตับ อย่างไรก็ตามการศึกษาส่วนใหญ่ป้อนโปรไฟลีนไกลคอลเฉพาะช่วงก่อน หรือ หลังคลอด และผลการศึกษายังไม่ได้มีการเปรียบเทียบการใช้อาหารที่มีระดับโปรตีนที่แตกต่างกัน เพื่อศึกษาผลของโปรไฟลีนไกลคอลที่มีต่อภาวะพลังงานขาดสมดุล รวมทั้งผลที่มีต่อองค์ประกอบของน้ำนมโค ซึ่งนับว่าเป็นเรื่องที่น่าสนใจและจะเป็นประโยชน์ต่อการนำโปรไฟลีนไกล

คอลไปใช้ในอนาคต จากผลการศึกษาในครั้งนี้พบว่าโพไฟลีนไกลคอลมีส่วนช่วยอย่างมากต่อการป้องกันปัญหาพลังงานขาดสมดุลในโคนม ซึ่งการป้องกันปัญหาดังกล่าวจะส่งผลดีต่อโคเกี่ยวกับประสิทธิภาพการผลิตน้ำนมของแม่โค และยังช่วยบรรเทาปัญหาที่เกิดจากการสลายไขมันที่มากเกินไปจนความจำเป็นซึ่งอาจส่งผลต่อภาวะการสะสมของไขมันในตับโคเพิ่มขึ้น แม้ว่าโพไฟลีนไกลคอลจะไม่ส่งผลดีโดยตรงต่อการเพิ่มปริมาณน้ำนมหรือการเพิ่มคุณภาพและองค์ประกอบของน้ำนม แต่หากการใช้โพไฟลีนไกลคอลในฟาร์มที่มีการจัดการอาหารที่ดี กล่าวคือมีแหล่งวัตถุดิบอาหารสัตว์ที่มีคุณภาพ เช่นจากการศึกษาในครั้งนี้ในกลุ่มโคที่ได้รับอาหาร alfalfa-base พบว่าปริมาณน้ำนมที่ผลิตได้จะเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ แสดงให้เห็นว่าหากฟาร์มมีการจัดการอาหารที่ดี มีวัตถุดิบอาหารสัตว์ที่มีคุณค่า มีการป้องกันปัญหาพลังงานขาดสมดุลด้วยการใช้โพไฟลีนไกลคอล ผลผลิตน้ำนมจะเพิ่มสูงขึ้นได้ นอกจากผลทางตรงนี้แล้ว การใช้โพไฟลีนไกลคอลยังอาจทำให้ประสิทธิภาพของระบบสืบพันธุ์ของแม่โคภายหลังคลอดดีขึ้นก็ได้ ทั้งนี้ยังคงต้องทำการศึกษาต่อไปเพื่อให้ได้ข้อสรุปที่ชัดเจนยิ่งขึ้น

ส่วนที่ 2

**Manuscript title: Effect of Propylene Glycol on Energy Metabolism and
Milk Composition in Periparturient Dairy Cows
Fed either Alfalfa or Peanut Hay**

Effect of Propylene Glycol on Energy Metabolism and Milk Composition in Periparturient Dairy Cows Fed Either Alfalfa or Peanut Hay

Theera Rukkwamsuk,¹ Sunthorn Rungruang,² Apassara Choothesa,³ and Theo Wensing⁴

¹**Department of Large Animal and Wildlife Clinical Sciences, Faculty of Veterinary Medicine, Kasetsart University, Kamphangsaen, Nakhon-Pathom 73140 THAILAND**

²**Pakthongchai Dairy Farm, Pakthongchai, Nakhonrachasima, 30150 THAILAND**

³**Department of Veterinary Physiology, Faculty of Veterinary Medicine, Kasetsart University, Ladyao, Chatuchak, 10900 THAILAND**

⁴**Faculty of Veterinary Medicine, Utrecht University, 3508 TD Utrecht, The Netherlands**

ABSTRACT

Effect of propylene glycol on energy balance and milk production and composition was studied in forty Holstein Friesian cows, randomly selected from a commercial dairy farm with an evaporative cooling system. Twenty cows were fed an alfalfa-base diet (16.5% CP) and the other 20 cows were fed a peanut-base diet (19%). All cows were drenched with propylene glycol as early as 1 wk prior to expected calving until 7 d after calving. At -2, 1, 2, 3 and 4 wk from parturition, blood samples were collected from all cows for determination of serum glucose, non-esterified fatty acid, β -hydroxybutyrate, and urea nitrogen concentrations. Milk samples were collected twice a week from the 1st to the 4th week of lactation to determine urea nitrogen concentration and fat, protein, lactose, and solid non fat percentages in the milk. Daily dry matter intake and milk yield were also recorded. During the 4 wk postpartum, daily dry matter intake of cows in both groups did not differ, cows fed alfalfa-base diet consumed 17.6 kg/d (3.2% of body weight) and cows fed peanut-base diet consumed 18.2 kg/d (3.3% of body weight). Serum glucose, non-esterified fatty acid, β -hydroxybutyrate, and urea nitrogen concentrations did not differ between the two groups of cows at any sampling times. Decreased glucose, increased non-esterified fatty acid and increased β -hydroxybutyrate concentrations in the blood indicated cows in both groups enter some degrees of negative energy balance. However, these parameters did not change too much, indicating that propylene glycol improved cows energy balance, probably by enhancing glucose production. Serum urea nitrogen concentrations did not change during the sampling period, suggesting that cows in both groups had a normal protein metabolism.

Though, cows fed a higher CP in the diet (peanut-base) seemed to have higher urea nitrogen concentrations in the milk than cows fed alfalfa-base diet., the observed means were still in an acceptable range of postpartum concentrations. Surprisingly, the average milk production during the 30 days in milk was greater in cows fed alfalfa-fed diet than in cows fed peanut-base diet. There were no differences in milk compositions from cows fed either alfalfa-base or peanut-base diets. It might be suggested that the quality of roughage was important for cows to produce milk production even in lower level of crude protein in the diet. In conclusion, propylene glycol could improve negative energy balance in cows fed alfalfa-base diet (16.5% CP) and in cows fed peanut-base diet (19% CP). No any additional effect of propylene glycol on milk compositions in cows fed alfalfa-base or peanut-base diets. Further research could be directed to use propylene glycol on a large study to evaluate its long-term effect on reproduction of the postparturient dairy cows.

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

INTRODUCTION

It has been documented that cows in periparturient period suffer some degrees of negative energy balance due to a large requirement of energy for milk production, which is not always balanced by the energy from feed intake (Harrison et al., 1990). This situation induces cows to mobilize their body energy storages, mainly fat and protein. Mobilization of fat, lipolysis, causes an increase of blood non-esterified fatty acid (NEFA) concentrations (Rukkwamsuk et al., 1998), as a result of decreased blood insulin concentrations (Holtenius, 1993). These NEFAs are further metabolized in the liver in two important processes, re-esterification to triacylglycerols and oxidization to yield ATP, CO₂ and water. Synthesized triacylglycerols are secreted from the liver in very low density lipoprotein molecules. Inhibition in formation of these molecules results in accumulation of triacylglycerols in the liver, a condition so called fatty liver or hepatid lipidosis (Bruss, 1993, Rukkwamsuk et al., 1998). Incomplete or partial oxidation of fatty acids in the liver results in an increase of blood ketone bodies (Bruss, 1993). Increased lipolysis also relates to an increase of milk fat percentages and a change in milk fatty acid pattern (Rukkwamsuk et al., 2001). Negative energy balance, triacylglycerol accumulation in the liver, and increased blood ketone bodies concentrations are documented to be associated with general health problems (Wentink et

al., 1997), reproductive disorders (Heinonen et al., 1988; Rukkwamsuk et al., 1999a) and low milk production (Rukkwamsuk et al., 2001). These problems are partly associated with an impairment of liver function (Rukkwamsuk et al., 1999b; West, 1999).

Propylene glycol is a substance used in prevention and treatment of ketosis in dairy cows. This substance is a glucogenic precursor. In ruminants, propylene glycol is metabolized in the rumen in a large proportion to yield propionate, a known gluconeogenic precursors in ruminants, and, in a smaller proportion, is used directly to produce glucose in the liver. Propylene glycol is therefore used to prevent negative energy balance in periparturient dairy cows (Studer et al., 1993; Grummer et al., 1994; Christensen et al., 1997). However, there is limited information concerning the use of propylene glycol on prevention of negative energy balance and its relation to milk composition, particularly in cows fed different crude protein levels.

Therefore, the aim of this study was to study the effect of propylene glycol on negative energy balance and milk composition in cows fed either alfalfa-base (16.5% CP) or peanut-base (19% CP) diets.

MATERIALS AND METHODS

Farm, Animals, and Diets

The study was conducted in a commercial dairy farm at Pakthongchai District, Nakhonrachasima Province, Northeastern Part of Thailand. The farm consisted of 503 lactating cows, 171 dry cows, and 414 replacement calves and heifers. The average milk yield was 20.5 kg/cow daily. Close-up and lactating cows were kept in a free-stall housing with an evaporative cooling system, which controls the inside temperature between 25-28°C. Forty healthy pregnant cows were selected from this farm, and were randomly divided into 2 groups: 20 cows were fed alfalfa-base diet during the transition and lactating periods, and the other 20 cows were fed peanut-base diet. At the start of experiment, average ages were 3.44 (0.36; SD) and 3.44 (0.41) years; average 305-d milk yields were 7320 (1512) and 7581 (1134) kg; average dry periods were 59.6 (16.8) and 57.9 (13.6) days, for cows in alfalfa-base and peanut-base diet groups, respectively.

During the early dry period, cows in both groups were fed the same dry period total mixed ration. Thereafter, cows in each group were assigned to the total mixed rations in their transition and lactating periods as indicated in Table 1. The chemical compositions of

the rations are shown in Table 2. Dry matter intake of cows was estimated every day and milk yields were recorded daily.

Table 3. Composition of total mixed rations (TMR) as fed basis.

Ingredient	Dry period	Transition period		Lactating period	
		Alfalfa-base	Peanut-base	Alfalfa-base	Peanut-base
		kg as fed			
PCL-3 ¹	1.3	...	...	...	...
PCL-PS ²	...	2.11	...	...	...
PCL-P ³	...	...	2.0	...	...
PCL-FS ⁴	...	...	...	4.61	...
PCL-F ³	...	...	...	...	3.8
Wet brewer grain	8.0	3.0	7.0	6.0	10.0
Corn silage	8.0	12.1	12.5	10.65	12.5
Alfalfa hay	...	3.0	...	4.0	...
Peanut hay	2.0	...	6.0	...	6.0
Rice straw	3.5	...	...	...	...
Cassava chips	...	0.9	1.0	1.8	1.3
Whole cotton seed	...	0.5	0.6	1.5	2.0
Fish meal	...	0.05	...	0.1	...
Blood meal	...	0.05	...	0.1	...
Ground corn	...	...	...	...	1.0
Molasses	1.0	0.75	0.5	1.0	0.5
Premixes	0.5	0.5	0.5	1.0	1.0

¹Consisting of 33.0% soybean meal, 27% canola meal, 22.5% wheat bran, 11% dried brewer grain, 4.1% limestone, and 2.4% salts.

²Consisting of 64% extruded corn, 31.3% soybean meal, and 4.7% energizer-RP10.

³Consisting of 54.5% soybean meal, 15.0% canola meal, 13.0% dried brewer grain, 11.0% corn gluten meal, 4.7% salts, and 1.8% biophos.

⁴Consisting of 58.6% extruded corn, 25.1% soybean meal, 10.9% corn gluten meal, and 5.4% energizer-RP10.

⁵Consisting of 50.0% soybean meal, 27.0% corn gluten meal, 14.0% canola meal, 5.5% dried brewer grain, 1.9% salts, and 1.6% limestone.

Table 2. Chemical compositions of the total mixed ration (TMR).

Item	Dry period	Transition period		Lactating period	
		Alfalfa-base	Peanut-base	Alfalfa-base	Peanut-base
Dry matter (%)	49.51	51.15	53.69	55.91	55.99
Ash (%)	7.29	7.41	11.75	9.18	10.35
Curde protein (%)	11.44	12.90	14.15	16.48	19.25
Crude fat (%)	2.56	3.96	4.18	4.83	4.34
NDF ¹ (%)	61.36	39.13	45.54	42.21	41.49
ADF ² (%)	31.75	27.66	40.35	23.38	27.33

¹ Neutral detergent fiber

² Acid detergent fiber

Sampling procedures

Blood samples were collected from all cows at -2, 1, 2, 3, and 4 wk from parturition. At sampling, 20 ml of blood were collected from the jugular vein in evacuated tubes. The tubes were centrifuged at 2500 rpm for 10 min within 2 to 3 hours after collection, and serum samples were harvested and stored at -20°C. until analysis for glucose, NEFA, β -hydroxybutyrate, and urea nitrogen concentrations.

Milk samples were collected from all cows twice weekly for 4 wk from parturition. For determination of urea nitrogen in the milk, 1.5 ml of composite milk of each cow was placed in a microcentrifuge tube. For determination of milk composition, 30 ml of composite milk was kept in a plastic bottle with potassium dichromate at 0.1% (wt/vol) as a preservative. All milk samples were stored at 4°C and were analyzed within 7 d.

Assay procedures

Concentrations of serum glucose (Glucose GOD-PAP, Class-1 Laboratories Co., Ltd., Bangkok, Thailand), NEFA (NEFA C, Wako Pure Chemical Industries Ltd., Osaka, Japan), β -hydroxybutyrate (RB 1007, Randox Laboratories, San Diego, CA, USA), and urea nitrogen (Urea Nitrogen Reagent, Class-1 Laboratories Co., Ltd.) were measured enzymatically with commercially available kits as indicated.

Milk compositions %protein, %fat, %lactose, and %solid non fat, were measured automatically using Fourier Transform Infrared Spectrophotometer (MilkoScan FT6000 Spectrophotometer). For milk urea nitrogen, samples in microcentrifuges tubes were

centrifuged at 2500 rpm for 15 min. The fat layer was discarded and the defatted milk was measured for urea nitrogen using the same kit as used for the serum urea nitrogen concentration.

Statistical analysis

Data were explored for normal distribution using Kolmogorov-Smirnov test. Normal distributed data were subjected to analysis of variance using dietary treatment as a fixed main effect and sampling day as a repeated measure. The homogeneity of variances was verified using the Levene's test. Data from the group that was fed alfalfa-base diet and from the group that was fed peanut-base diet were compared using the Student t test. Within group, comparison of data between sampling days was performed using the paired Student t test. The two-sided level of statistical significance was preset at $P \leq 0.05$.

RESULTS AND DISCUSSION

Feed intake

Dry matter intake of cows in both groups is demonstrated in Figure 1. During the first 30 d postpartum, average dry matter intake in cows fed alfalfa-base diet was 17.6 ± 1.2 (mean $\pm$ SD) kg/d and in cows fed peanut-base diet 18.2 ± 0.9 kg/d. Dry matter intake did not differ between both groups during 4 wk of lactation, indicating that propylene glycol did not effect the dry matter intake in cows fed either 16.5% CP (alfalfa-base) or 19% CP (peanut-base). This result was consistent with previous study by Miyoshi et al. (2001).

Milk yield and compositions

Milk yield during the 30 d of lactation of cows in both groups is presented in Figure 2. Throughout the experimental period, cows fed alfalfa-base diet produced greater amount of milk when compared with cows fed peanut-base diet. Average milk yields during 30 days in milk were 34.8 ± 8.7 kg/d and 29.1 ± 8.4 kg/d. This finding suggested that higher crude protein intake did not effect milk yield in cows orally drenched with propylene glycol.

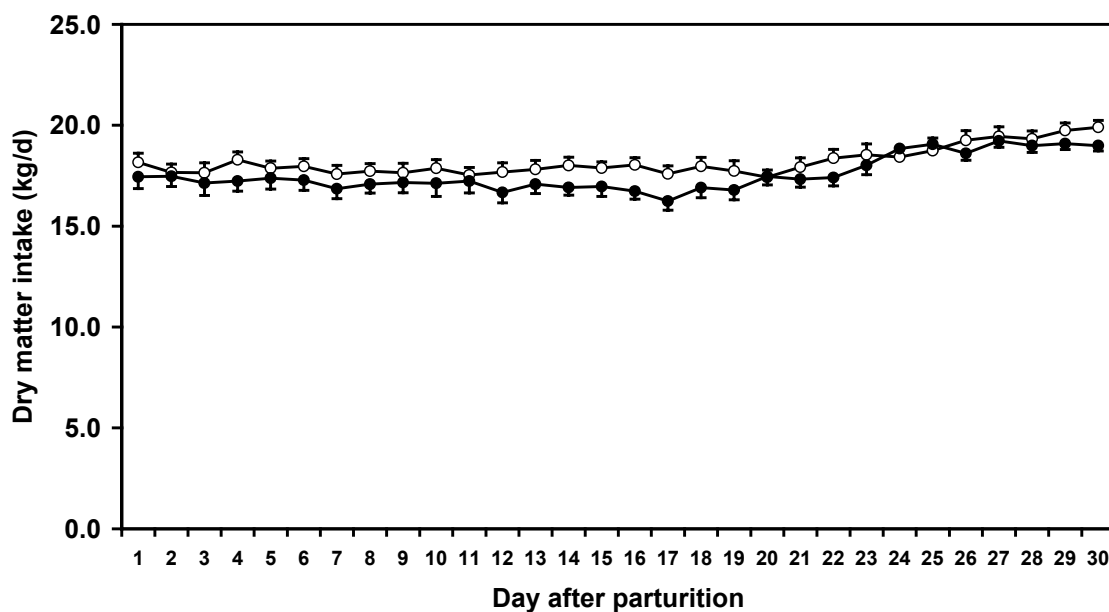


Figure 1. Average dry matter intake (kg/d) during the first 30 d after parturition of cows in alfalfa-base diet (●; n = 20) and in peanut-base diet (○; n = 20). Data represent means and the error bars are S.E.M.

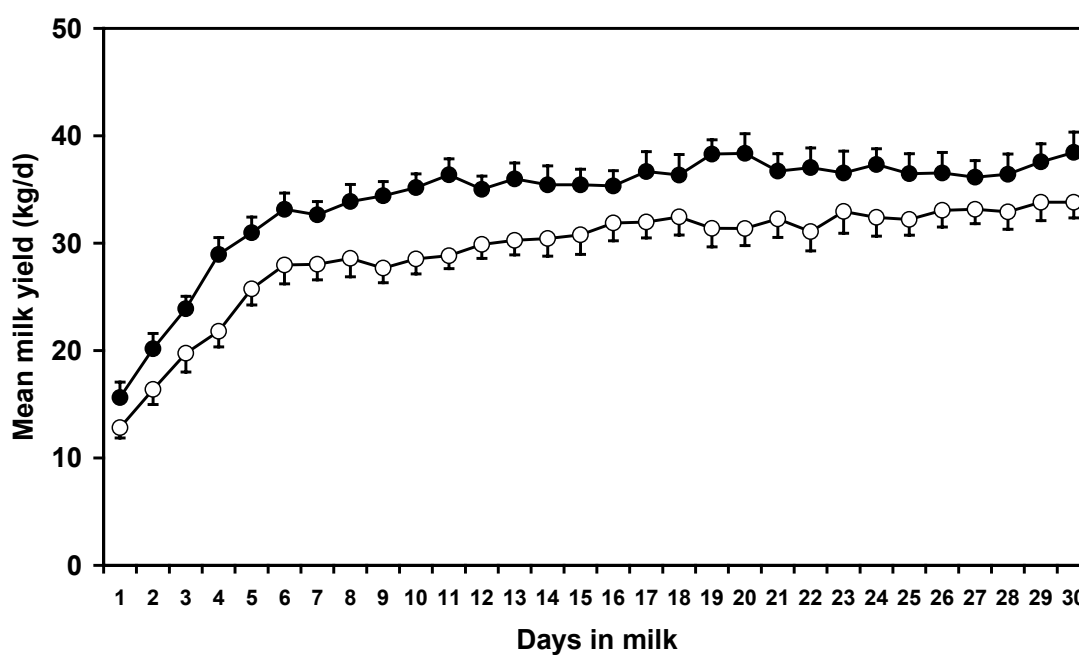


Figure 2. Comparison of milk yield during the first 30 d in milk between cows in alfalfa-base diet (●; n = 20) and cows in peanut-base diet (○; n = 20) groups. Data are means ($\pm$ SEM).

Table 3. Compositions of milk during the 4 wk postpartum of cows in alfalfa-base diet (n = 20) and in peanut-base diet (n = 20) groups. Data represent means (SEM).

Item	Week after parturition							
	0.5	1	1.5	2	2.5	3	3.5	4
Milk fat (%)								
Alfalfa-base	4.73 (0.33)	4.85 (0.35)	4.47 (0.27)	4.18 (0.39)	4.62 (0.61)	3.28 (0.19)	4.31 (0.74)	3.04 (0.27)
Peanut-base	4.61 (0.41)	4.52 (0.17)	4.49 (0.41)	4.08 (0.37)	3.56 (0.21)	3.99 (0.54)	3.27 (0.45)	3.20 (0.29)
Milk protein (%)								
Alfalfa-base	3.72 (0.09)	3.43 (0.06)	3.14 (0.05)	3.02 (0.03)	2.89 (0.04)	2.81 (0.05)	2.57 (0.053)	2.60 (0.05)
Peanut-base	4.00 (0.13)	3.59 (0.09)	3.21 (0.07)	3.00 (0.06)	2.90 (0.06)	2.76 (0.04)	2.71 (0.05)	2.71 (0.07)
Milk lactose (%)								
Alfalfa-base	4.74 (0.05)	4.87 (0.04)	4.92 (0.02)	5.02 (0.03)	4.95 (0.05)	4.99 (0.05)	4.93 (0.05)	4.99 (0.04)
Peanut-base	4.54 (0.12)	4.79 (0.071)	4.92 (0.05)	4.93 (0.06)	4.95 (0.05)	4.93 (0.06)	5.00 (0.04)	4.98 (0.04)
SNF* (%)								
Alfalfa-base	9.14 (0.07)	9.00 (0.07)	8.78 (0.07)	8.75 (0.04)	8.55 (0.07)	8.59 (0.07)	8.45 (0.08)	8.53 (0.06)
Peanut-base	9.20 (0.07)	9.08 (0.07)	8.83 (0.07)	8.65 (0.07)	8.55 (0.07)	8.38 (0.08)	8.41 (0.07)	8.38 (0.07)

* Solid non fat

Milk compositions of cows during the 30 d of lactation are presented in Table 3. At the first week of lactation, percentages of fat and protein in the milk were high and the percentages declined in the second week and became almost at a constant levels at wk 4 of lactation. The increased fat percentages in the milk might be related to increased lipolysis in adipose tissue as corresponding to negative energy balance (Rukkwamsuk et al., 2001). Unlike fat and protein percentages, milk lactose percentages did not change much during the 4 wk

of lactation. As explained by increased fat and protein percentages in the first week of lactation, percentages of solid non fat were high at the first week and declined as the protein percentages declined. Comparing the milk compositions between cows fed alfalfa-base diet and cows fed peanut-base diet, no difference between percentages of fat, protein, lactose as well as solid non fat was found. These results suggesting that cows in both groups could produce satisfactory compositions in the milk at any time of lactation. The levels of crude protein in the diet did not influence the milk composition. Propylene glycol did not effect the milk composition in this study as also observed in the other study (Cozzi et al., 1996).

Serum glucose, β -hydroxybutyrate, NEFA, urea nitrogen

Serum glucose, β -hydroxybutyrate, NEFA, urea nitrogen concentrations were demonstrated in Figure 3, 4, 5, and 6. At 2 wk before parturition, serum glucose concentrations were 59.5 ± 1.1 and 58.7 ± 5.6 mg/dL for cows fed alfalfa-base and cows fed peanut-base diets, respectively. After parturition, serum glucose concentrations decreased sharply for cows in both groups, indicating that cows suffered some degree of negative energy balance. Serum glucose concentrations remained at lower levels until wk 4 after parturition, and did not differed between the two groups (Figure 3). This finding corresponded well with other previous studies (Van den Top, 1995; Rukkwamsuk et al., 2004). However, postpartum concentrations of serum glucose in this study were higher than the previous observation by Rukkwamsuk et al. (2004), indicating that propylene glycol did improve energy balance of the postparturient dairy cows.

Serum NEFA concentrations did not differ between cows fed alfalfa-base diet and cows fed peanut-base diet. However, the concentrations in both groups increased after parturition as cows entering a period of high energy requirement. The concentrations increased sharply right after calving and remained at high levels and slightly reduced almost close to the prepartum levels at wk 4 postpartum (Figure 4). Propylene glycol drenched to cows in both groups reduced degree of lipolysis as also reported earlier (Studer et al., 1993). During the first week of lactation where the serum NEFA concentrations were at the highest levels, the milk fat percentages in both groups were also at the highest levels (Table 3). Therefore, milk fat percentages could be use as a practical parameter for explaining negative energy balance in postparturient dairy cows, which is also suggested elsewhere (Rukkwamsuk et al., 2001)

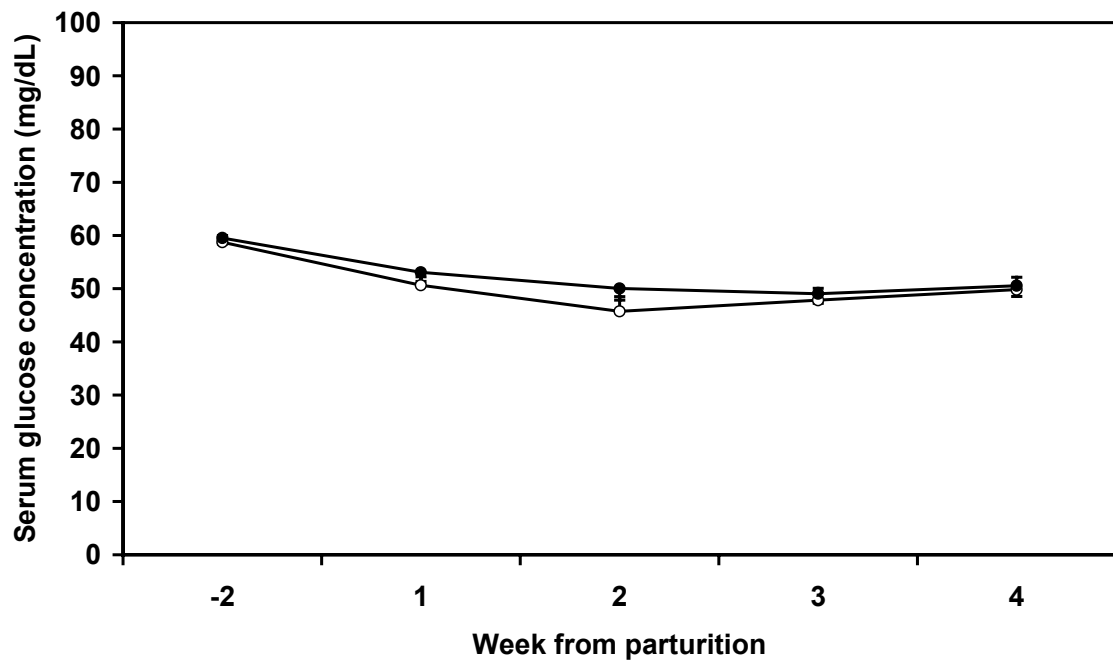


Figure 3. Comparison of glucose concentrations in the serum measured before and after parturition between cows in alfalfa-base diet (●; n = 20) and cows in peanut-base diet (○; n = 20) groups. Data are means ($\pm$ SEM).

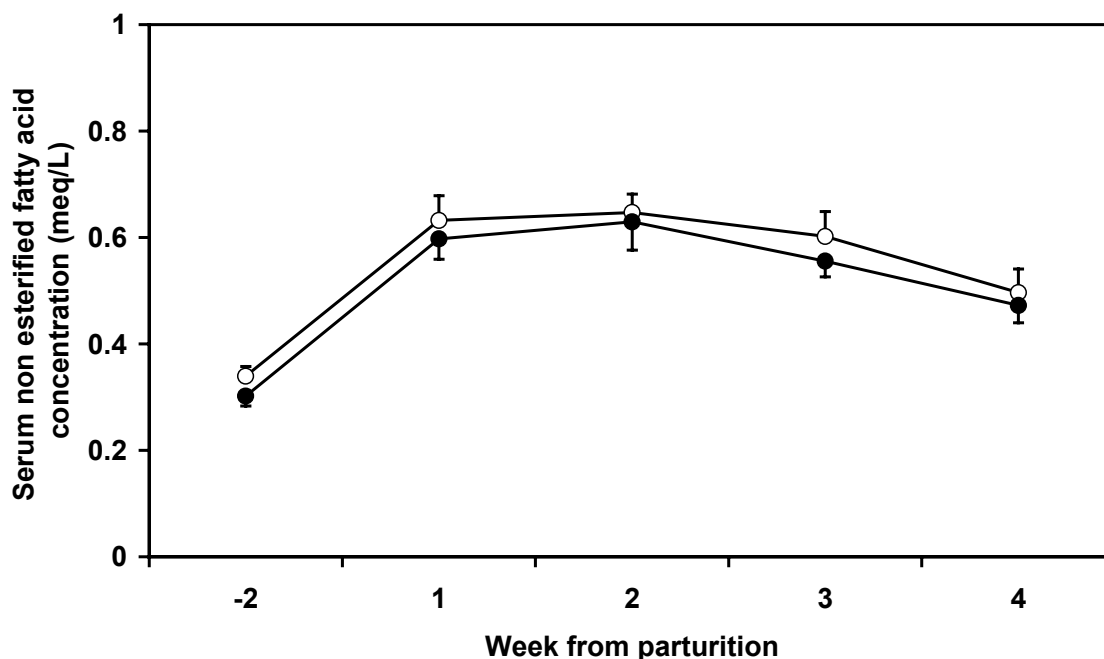


Figure 4. Comparison of NEFA concentrations in the serum measured before and after parturition between cows in alfalfa-base diet (●; n = 20) and cows in peanut-base diet (○; n = 20) groups. Data are means ($\pm$ SEM).

Serum β -hydroxybutyrate concentrations were changed in the same manner as serum NEFA concentrations. The prepartum concentrations were at the lowest concentrations, whereas the concentrations during 2 to 4 wk postpartum were higher; however, concentrations between groups were not different (Figure 5). Increased serum NEFA concentrations usually followed by increased ketone bodies levels in the blood. This is in agreement with other previous studies (Van den Top, 1995; Hoedemaker, et al., 2004).

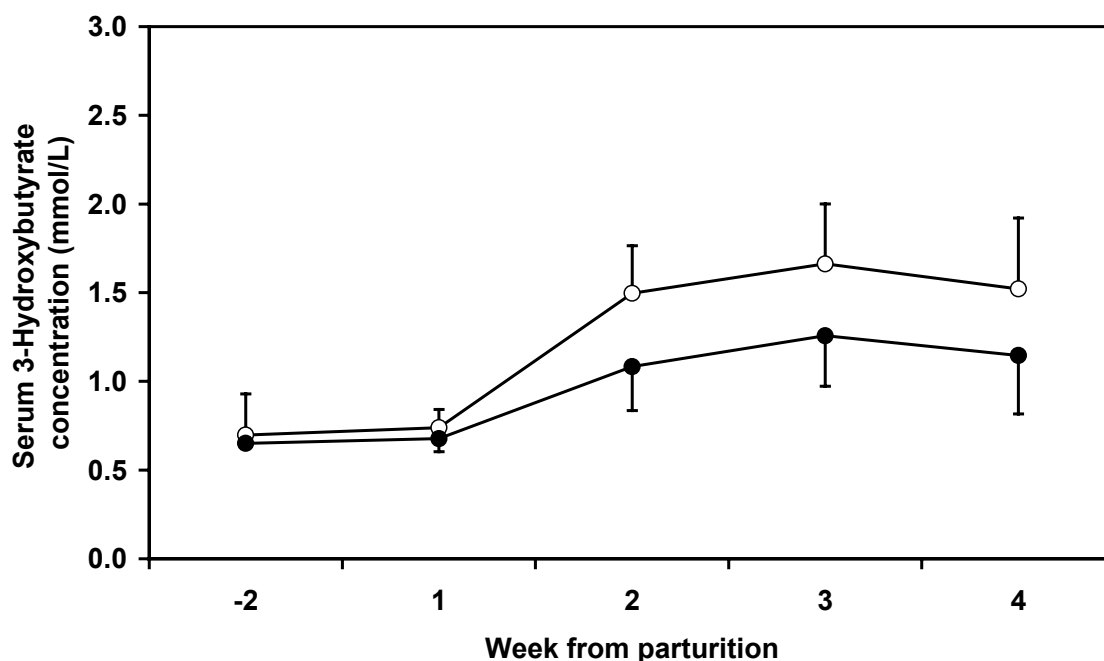


Figure 5. Comparison of β -hydroxybutyrate concentrations in the serum measured before and after parturition between cows in alfalfa-base diet (●; n = 20) and cows in peanut-base diet (○; n = 20) groups. Data are means ($\pm$ SEM).

Serum urea nitrogen concentrations did not differ between groups during prepartum and postpartum periods (Figure 5). The mean concentrations in both groups remained in a narrow range between 12 and 15 mg/dL. Apart from being glucogenic precursor, propylene glycol might improve protein utilization and metabolism in the rumen. Therefore, cows fed high protein diet (19%) had similar concentrations of serum urea nitrogen to cows fed 16.5% crude protein in the diet.

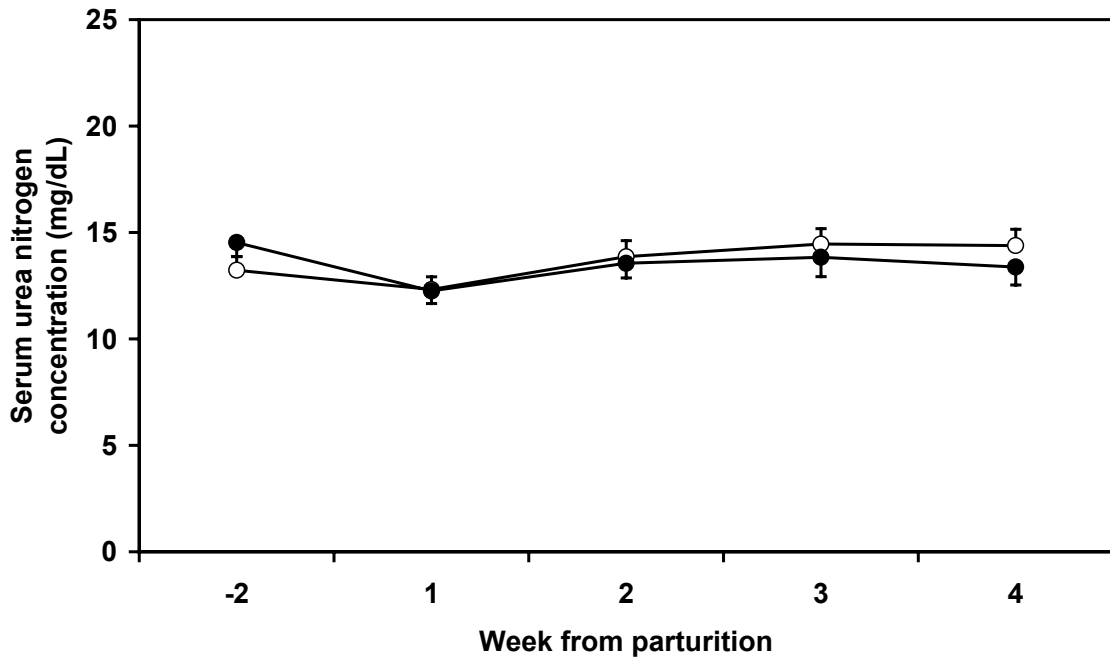


Figure 6. Comparison of urea nitrogen concentrations in the serum measured before and after parturition between cows in alfalfa-base diet (●; n = 20) and cows in peanut-base diet (○; n = 20) groups. Data are means ($\pm$ SEM).

CONCLUSIONS

Drenching propylene glycol did not effect the feed intake. Furthermore, propylene glycol administered orally to a cow 7 d before expected calving to 7 d after calving was proven to be effective in reducing negative energy balance postpartum in both cows fed alfalfa-base diet and cows fed peanut-base diet. Cows in both groups had a slight drop in glucose concentrations in the blood after calving. Concentrations of serum NEFA and β -hydroxybutyrate after calving in both groups of cows were slightly increased. It could be expected that negative energy balance occurring in cows of both groups was mild. Therefore, milk production of cows in both groups was not affected by negative energy balance. However, cows fed alfalfa-base diet seemed to produce more milk than cows fed peanut-base diet. Milk compositions were also not affected by propylene glycol or diet in this study. Further study is required to investigate the effect of propylene glycol administered to cows fed different crude protein levels in the diet on reproductive performance.

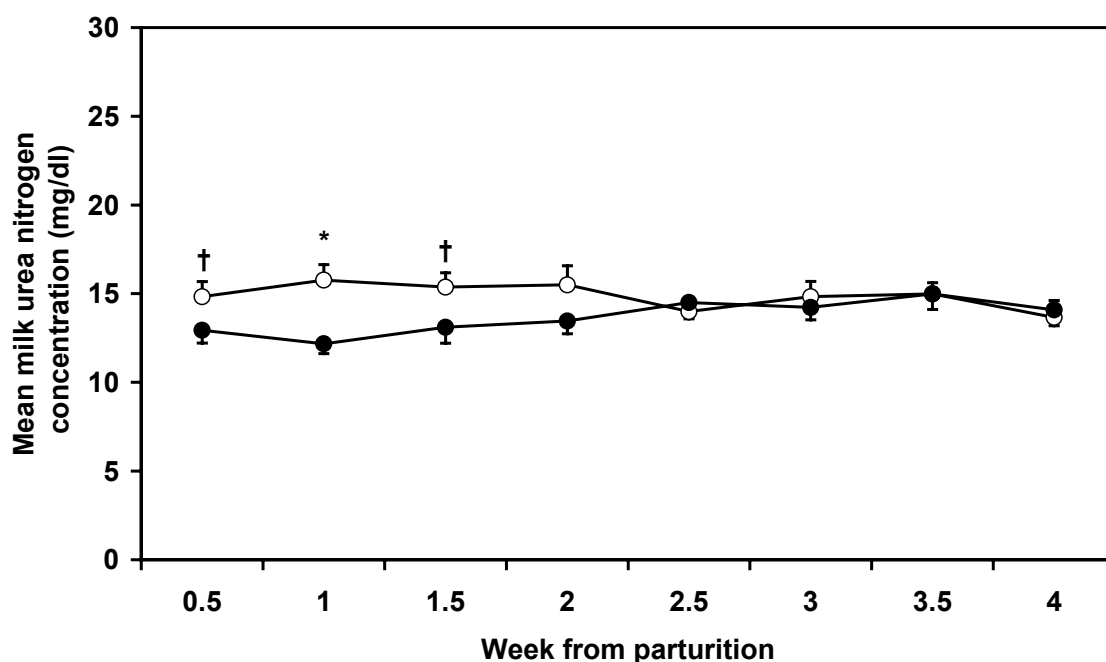


Figure 7. Comparison of urea nitrogen concentrations in the milk measured after parturition between cows in alfalfa-base diet (●; n = 20) and cows in peanut-base diet (○; n = 20) groups. Data are means ($\pm$ SEM). Asterisk indicates mean milk urea nitrogen concentrations between the two groups were different ($P \leq 0.05$). Daggers indicate mean milk urea nitrogen concentrations between the two groups tended to be different ($P < 0.1$).

REFERENCES

1. 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.
2. Christensen, J. O., R. R. Grummer, F. E. Rasmussen, and S. J. Bertics. 1997. Effect of method of delivery of propylene glycol on plasma metabolites of feed-restricted cattle. *J. Dairy Sci.* 80:563-568.
3. Ferguson, J. D., T. Blanchard, D. T. Galligan, and D. C. Hoshall. 1988. Infertility in dairy cattle fed a high percentage of protein degradable in the rumen. *J. Am. Vet. Med. Assoc.* 192(5):659-662.

4. Grummer, R. R., J. C. Winkler, S. J. Bertics, and V. A. Studer. 1994. Effect of propylene glycol during feed restriction on metabolites in blood of prepartum Holstein heifers. *J. Dairy Sci.* 77:3618-3623.
5. 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.
6. 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.
7. Hoedemaker, M., D. Prange, H. Zerbe, J. Frank, A. Daxenberger, and H.H.D. Meyer. 2004. Periparturient propylene glycol supplementation and metabolism, animal health, fertility, and production in dairy cows. *J. Dairy Sci.* 87:2136-2145.
8. Holtenius, P. 1993. Hormonal regulation related to the development of fatty liver and ketosis. *Acta. Vet. Scand. Suppl.* 89:55-60.
9. 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.
10. 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.
11. Rukkwamsuk, T., T. Wensing, and T.A.M. Kruip. 1999a. Relationship between triacylglycerol concentration in the liver and first ovulation in postparturient dairy cows. *Theriogenology.* 51:1133-1142.
12. Rukkwamsuk, T., T. Wensing, and M.J.H. Geelen. 1999b. Effect of fatty liver on hepatic gluconeogenesis in periparturient dairy cows. *J. Dairy Sci.* 82: 500-505.
13. 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.
14. Rukkwamsuk, T., S. Rungruang, A. Choothesa, and T. Wensing. 2004. Effect of propylene glycol on fatty liver development and hepatic gluconeogenesis in periparturient dairy cows. Submitted.
15. Studer, V. A., R. R. Grummer, and S. J. Bertics. 1993. Effect of prepartum propylene glycol administration on periparturient fatty liver in dairy cows. *J. Dairy Sci.* 76:2931-2939.

16. Van den Top, A. M. 1995. Diet and lipid metabolism in ruminants with particular reference to fatty liver development. Ph.D. Dissert. Utrecht, The Netherlands.
17. 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
18. West, H. J. 1990. Effect on liver function of acetonemia and the fat cow syndrome in cattle. *Res. Vet. Sci.* 48:221-227.
19. Yawongsa, A., W. Rungratanaubol, and T. Rukkwamsuk. 2003. Relationship between urea nitrogen concentrations in serum and milk of dairy cow. *In Proceedings of 41st Kasetsart University Annual Conference*, Bangkok, Thailand. Pages 516-520.