



รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

โครงการ

สถานะและผลกระทบของความไม่สมดุลของพลังงาน ภาวะความเป็นกรดใน
กระเพาะรูเมน และการจัดการอาหาร ต่อสมรรถนะด้านระบบสืบพันธุ์ในโคนม
ฟาร์มเกษตรกรรายย่อยในเมืองไทย

**Status and the effect of negative energy balance, rumen acidosis and feeding
management on reproductive performances of
small-holder dairy farms in Thailand**

โดย นายชัยเดช อินทร์ชัยศรี

นายสมชาย จันทรผ่องแสง

Mr.J.P.T.M. Noordhuizen

เดือน ปี ที่เสร็จโครงการ 31 ธ.ค. 2548

สัญญาเลขที่ TRG4680021

รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

โครงการ

สถานะและผลกระทบของความไม่สมดุลของพลังงาน ภาวะความเป็นกรดใน
กระเพาะรูเมน และการจัดการอาหาร ต่อสมรรถนะด้านระบบสืบพันธุ์ในโคนม
ฟาร์มเกษตรกรรายย่อยในเมืองไทย

**Status and the effect of negative energy balance, rumen acidosis and feeding
management on reproductive performances of
small-holder dairy farms in Thailand**

คณะผู้วิจัย

นายชัยเดช อินทร์ชัยศรี

นายสมชาย จันทน์ผ่องแสง

Mr.J.P.T.M. Noordhuizen

สังกัด คณะสัตวแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย และ

คณะสัตวแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยยูเทรค

สนับสนุนโดยสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย

Abstract

Project Code: TRG4680021

Project Title: Status and the effect of negative energy balance, rumen acidosis and feeding management on reproductive performances of small-holder dairy farms in Thailand

Investigator:	Inchaisri C.	Chulalongkorn University
	Chunpongsang S.	Chulalongkorn University
	Noordhuizen J.P.T.M.	Utrecht University

E-mail Address: chaidate@hotmail.com

Project Period: 2 years

Status and the effect of negative energy balance, rumen acidosis and feeding management on reproductive performances of small-holder dairy farms in Thailand

The objectives of this study were to determine the risk factor of some metabolic disorders of dairy cow including individual cow factors and feed&feeding management factors, to investigate the relationship among some metabolic parameters, and to determine the effect of some metabolic disorders on reproductive performance. The field study was conducted in 36 small-holder dairy farms (387 cows) of Kampangsan milk cooperation, Nakhonpathom province, Thailand. Serum β -hydroxybutyrate (SBHB), ruminal pH and precalving body condition score (BCS) and postpartum BCS were evaluated as metabolic parameters. Cow with SBHB > 1.4 mmol/l was identified as negative energy balance cow (NEB) while cow with ruminal pH < 6 was identified as subacute ruminal acidosis cow (SARA). The results have shown that SARA cows or low ruminal pH cows were low postpartum BCS, young and low SBHB cows while NEB cows or high SBHB cows were high precalving BCS and more loss of BCS after calving. The systemic illness cows after calving were lower postpartum BCS than cows without systemic illness. Cows fed by more frequency feeding of concentrate, baby corn husk, corn tip were high risk to have low ruminal pH while cows fed by 16-18% protein of concentrate were higher ruminal pH than cows fed by 14% of protein of concentrate. In the study to evaluate the relationship of metabolic parameter, all parameters including SBHB, BCS and SUN started to change at calving period and reached the peak at the 4th week postpartum. The SBHB level had no change for the whole study in SARA cows and the SBHB level of SARA cows were lower significantly than the SBHB level of non-SARA cows while SUN level of SARA cows were higher significantly than SUN level of non-SARA cows but the SUN level did not differ between NEB and non-NEB cows for the whole study. NEB cows were higher precalving BCS and more loss of BCS after calving than non-NEB cows. In the study effect of metabolic disorders on reproductive performance, SARA, NEB, and low postpartum BCS delayed first ovulation postpartum. Low ruminal pH and low postpartum BCS reduced the probability of cow conceived before 150 days postpartum. In conclusion, Not only NEB affected fertility but SARA also reduce reproductive performance. Feed&feeding management and BCS adjustment before calving were the important strategy to improve fertility. High amount of concentrate and low fiber roughage should be avoided to feed the cows even the cows have no problem of NEB but they will confront with SARA. The suitable feeding should be fed cows with enough energy, fiber and protein for different stages of lactation to improve health and fertility in dairy cow of small-holder farms.

Keywords: NEB, SARA, BCS, fertility

บทคัดย่อ

รหัสโครงการ: TRG4680021

ชื่อโครงการ: สถานะและผลกระทบของความไม่สมดุลของพลังงาน ภาวะความเป็นกรดในกระเพาะ
รูเมน และการจัดการอาหาร ต่อสมรรถนะด้านระบบสืบพันธุ์ในโคนมฟาร์มเกษตรกรรายย่อยใน
เมืองไทย

ชื่อนักวิจัยและสถาบัน: นายชัยเดช อินทร์ชัยศรี	จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
นายสมชาย จันทร์พ่องแสง	จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Mr. J.P.T.M. Noordhuizen	Utrecht University

E-mail Address: chaidate@hotmail.com

ระยะเวลาโครงการ: 2 ปี

สถานะและผลกระทบของความไม่สมดุลของพลังงาน ภาวะความเป็นกรดในกระเพาะรูเมน และการจัดการอาหาร ต่อสมรรถนะด้านระบบสืบพันธุ์ในโคนมฟาร์มเกษตรกรรายย่อยในเมืองไทย

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อศึกษาหาปัจจัยเสี่ยงที่มีผลต่อการความบกพร่องด้านเมตาบอลิซึมทั้งระดับตัวโค อาหารและการจัดการอาหาร รวมถึงศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปัญหาความบกพร่องด้านเมตาบอลิซึม และผลกระทบของปัญหาความบกพร่องด้านเมตาบอลิซึมต่อประสิทธิภาพด้านระบบสืบพันธุ์ ในฟาร์มรายย่อยจำนวน 36 ฟาร์ม (แม่โครีดนม 387 ตัว) ในสหกรณ์โคนมกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม โดยใช้ฟาร์มเตอร์ที่บ่งบอกปัญหาความบกพร่องด้านเมตาบอลิซึมจาก ปริมาณเบต้าไฮดรอกซีบิวทิเรตในเลือด (SBHB) ความเป็นกรดต่างในกระเพาะหมัก (ruminal pH) และคะแนนความสมบูรณ์ของโค (BCS) โคที่มีระดับ SBHB มากกว่า 1.4 mmol/l กำหนดให้เป็นโคที่มีปัญหาขาดสมดุลของพลังงาน (NEB) และโคที่มีความเป็นกรด ต่างในกระเพาะหมักน้อยกว่า 6 เป็นโคที่มีปัญหาภาวะเป็นกรดในกระเพาะแบบไม่แสดงอาการ (SARA) ผลการศึกษาพบว่าโคที่มีปัญหา SARA หรือมีความเป็ดกรดต่างในกระเพาะหมักต่ำ จะเป็นโคที่มี BCS หลังคลอดต่ำ อายุสั้น มีระดับ SBHB ต่ำ ขณะที่โคที่มีปัญหา NEB หรือมีระดับ SBHB สูง เป็นโคที่มี BCS ก่อนคลอดสูง และสูญเสีย BCS มากหลังคลอด และโคที่ป่วยซึมหลังคลอดจะมี BCS หลังคลอดต่ำ จากผลการศึกษาปัจจัยเสี่ยงด้านอาหารและการจัดการอาหาร พบว่าการให้อาหารชั้นหลายมื้อต่อวัน การให้อาหารหยาดชนิดเปลือกแฉ่ำข้าวโพด ยอดต้นข้าวโพด มีความเป็นกรดต่างในกระเพาะหมักต่ำ ขณะที่การให้อาหารชั้นที่มีเปอร์เซ็นต์โปรตีน 16-18% จะมีความเป็นกรดต่างในกระเพาะหมักสูงกว่าให้อาหารที่มีเปอร์เซ็นต์โปรตีน 14% จากการติดตามการเปลี่ยนแปลงและความสัมพันธ์ระหว่างฟาร์มเตอร์ที่เกี่ยวข้องกับปัญหาด้านเมตาบอลิซึมพบว่า ทุกฟาร์มเตอร์เริ่มมีการเปลี่ยนแปลงตั้งแต่หลังคลอดจนกระทั่งมีการเปลี่ยนแปลงมากที่สุดในสัปดาห์ที่ 4 โคที่มีปัญหา SARA มีการเปลี่ยนแปลงของ ปริมาณ SBHB น้อย และมีระดับที่ต่ำกว่าโคที่ไม่มีปัญหา ขณะที่ปริมาณยูเรียในเลือดสูงกว่าโคที่มีปัญหา NEB ไม่พบความแตกต่างของระดับยูเรีย แต่ BCS ของโคที่มีปัญหามีระดับคะแนนความสมบูรณ์สูงกว่าโคที่ไม่มีปัญหาดังแต่ในช่วงก่อนคลอด และมีการสูญเสียคะแนนมากกว่าโคที่ไม่มีปัญหาในช่วงหลังคลอด จากการศึกษาผลกระทบของปัญหาความบกพร่องด้านเมตาบอลิซึมต่อสมรรถภาพด้านระบบสืบพันธุ์พบว่า โคที่ผอม โคที่มีปัญหา NEB โคที่มีปัญหา SARA มีผลให้การตกไข่ครั้งแรกหลังคลอดล่าช้า และโคที่มีระดับความเป็นกรดต่างในกระเพาะต่ำ โคที่ผอม จะลดโอกาสในการผสมติดภายใน 150 วัน จากผลการศึกษานี้กล่าวได้ว่า ไม่เพียงปัญหา NEB เท่านั้นที่มีผลกระทบต่อการผสมติดในโค ยังต้องให้ความสำคัญกับปัญหา SARA ซึ่งสามารถลดปัญหาทั้งคู่ได้ด้วยการจัดการอาหาร และให้ความสำคัญในการให้คะแนนความสมบูรณ์ตั้งแต่ช่วงก่อนคลอด การให้อาหารชั้นที่มากเกินไปหรือ อาหารที่มีเยื่อใยต่ำ โคอาจได้รับพลังงานเพียงพอแต่โคจะเกิดปัญหา SARA ดังนั้นโคควรได้รับทั้งพลังงาน เยื่อใย โปรตีน ที่เพียงพอและเหมาะสมสำหรับโคแต่ละระยะการรีดนมสำหรับโคแต่ละระยะการรีดนมเพื่อพัฒนาสุขภาพและการผสมติดในโคนมของฟาร์มเกษตรกรรายย่อย

คำสำคัญ: ภาวะขาดสมดุลของพลังงาน ภาวะเป็นกรดในกระเพาะหมักแบบไม่แสดงอาการ, คะแนนความสมบูรณ์, การผสมติด

บทนำ

เป็นที่ทราบกันดีว่ากิจกรรมการเลี้ยงโคนมในเมืองไทยนั้น ฟาร์มส่วนใหญ่เป็นฟาร์มรายย่อย และปัญหาหนึ่งที่สำคัญและกระทบต่อประสิทธิภาพการผลิตมาโดยตลอดก็คือปัญหาการผสมไม่ติด นอกจากปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับคุณภาพน้ำเชื้อ เทคนิคการผสมเทียม เวลาในการผสมเทียม และโรคติดเชื้อมาแล้ว ยังเกี่ยวข้องกับปัญหาที่เกิดขึ้นกับตัวโคเองเช่น รังไข่ไม่ทำงานหรือทำงานช้า สภาพภายในมดลูกไม่เหมาะสมในการฝังตัวของตัวอ่อน หรือการหลั่งอย่างผิดปกติหรือยับยั้งการหลั่งของฮอร์โมนที่เกี่ยวข้องกับการอุ้มท้องของโค เช่น ฮอร์โมนโปรเจสเตอโรน โปรสตาแกลดิน เป็นต้น ปัญหาเหล่านี้อาจเกี่ยวข้องกับปัจจัยแวดล้อมหลายอย่าง เช่น ฤดูกาล อุณหภูมิ ความชื้น อาหารและการจัดการอาหาร จากหลายการศึกษาในต่างประเทศเป็นพบว่า ในช่วงหลังคลอดเป็นช่วงเวลาที่เสี่ยงที่โคจะมีปัญหาและมีผลกระทบต่อตรงการตกไข่ การผสมติด ยืดระยะเวลาการผสมติดหลังจากคลอด ทั้งจากปัญหาที่โคแสดงอาการให้เห็นอย่างชัดเจน เช่น มดลูกอักเสบ เต้านมอักเสบ ขาเจ็บ เป็นต้น และจากปัญหาที่โคไม่แสดงอาการ เช่น ปัญหาความไม่สมดุลของพลังงาน (Andersson, 1988, Jorritsma, et al., 2003) หรือ ภาวะยูเรียในเลือดสูง ที่มีผลต่อการทำงานของรังไข่และการผสมติดตามลำดับ (Beam and Butler, 1999, Butler and Smith, 1989) เมื่อหลายปีที่ผ่านมา ได้มีการให้ความสำคัญกับปัญหาอีกปัญหาหนึ่งคือ subacute ruminal acidosis (SARA) มากขึ้นเนื่องจากปัจจุบันการผลิตน้ำนมเพื่อให้ได้ปริมาณน้ำนมสูง จะเน้นการเพิ่มปริมาณอาหารข้นในช่วงหลังคลอดเพื่อให้เพียงพอต่อความต้องการและเพื่อลดปัญหาความไม่สมดุลของพลังงาน สัดส่วนของอาหารข้นและอาหารหยาบที่ไม่เหมาะสม รวมทั้งปัญหาที่เกิดจากการจัดการ แม้ว่าฟาร์มในประเทศตะวันตกได้มีการให้อาหารโคแบบผสมระหว่างอาหารข้นและอาหารหยาบมากขึ้น (total mixed ratio, TMR) การผสมที่ไม่ทั่วถึงระหว่างอาหารข้นและอาหารหยาบ หรือขนาดของอาหารหยาบที่ละเอียดมากเกินไปก็เป็นปัจจัยหนึ่งที่ก่อให้เกิดปัญหา SARA (Kleen, et al., 2003, Nocek, 1997) ซึ่งปัญหานี้เกี่ยวข้องกับปัญหาการผสมติดหรือไม่ยังไม่มีการศึกษา

การเลี้ยงโคนมในเมืองไทยนั้น จากการตรวจคุณภาพอาหารหยาบพบว่ามีคุณภาพต่ำ เช่น ต้นข้าวโพดและหญ้าเลี้ยงสัตว์ เช่น เนเปียร์ กินนี รูซี่ มีเปอร์เซ็นต์โปรตีนเพียง 7-10 เปอร์เซ็นต์เท่านั้น ดังนั้นการผลิตเพื่อให้ได้ปริมาณน้ำนมสูง และลดปัญหาความไม่สมดุลพลังงาน จะเน้นการให้อาหารโดยเน้นด้วยการเพิ่มปริมาณและคุณภาพอาหารข้นซึ่งมีต้นทุนที่สูง นอกจากนี้ฟาร์มส่วนใหญ่ในเมืองไทยจะมีการให้อาหารหยาบแยกจากการให้อาหารข้น และมักจะให้อาหารข้นก่อนการรีดนม และเมื่อรีดนมเสร็จจึงให้อาหารหยาบ และมักพบว่าโคที่ให้ผลผลิตสูงมักมีปัญหาผสมติดต่ำ ปัจจัยด้านอาหารเหล่านี้อาจเป็นปัจจัยที่สำคัญที่มีผลต่อการผสมติดของโคนมในเมืองไทย ดังนั้นการศึกษาเพื่อเชื่อมโยงความสัมพันธ์ของปัจจัยด้านอาหารและการจัดการด้านอาหาร ปัญหาเมตาบอลิซึมซึ่งรวมถึง ความไม่สมดุลของพลังงาน SARA ภาวะยูเรียในเลือด ความสมบูรณ์ของโค ต่อดัชนีชี้วัดที่บอกถึงประสิทธิภาพการผลิตด้านระบบสืบพันธุ์จะเป็นข้อมูลพื้นฐานที่สำคัญในการลด

ปัญหาการผสมติดยาก ลดต้นทุนการผลิต และกำหนดขบวนการผลิตที่ถูกทิศทางในอุตสาหกรรมในการเลี้ยงโคนมในฟาร์มเกษตรกรรายย่อยของประเทศไทยต่อไป

ดังนั้นการศึกษานี้จะแบ่งการศึกษาเป็น 3 ส่วน คือ

- การศึกษาเพื่อหาสถานะของปัญหาความบกพร่องด้านเมตาบอลิซึมในโคนมหลังคลอดในฟาร์มเกษตรกรรายย่อย และหาสัมพันธ์ของอาหารและการจัดการอาหารปัจจัยตัวโคที่มีผลต่อปัญหาด้านเมตาบอลิซึม
- การศึกษาเพื่อติดตามการเปลี่ยนแปลงและความสัมพันธ์ระหว่างปัญหาความบกพร่องด้านเมตาบอลิซึม
- ศึกษาผลกระทบของปัญหาความบกพร่องด้านเมตาบอลิซึมต่อปัญหาการผสมติดต่ำในโคนม

1. ศึกษาสถานะปัญหาของความไม่สมดุลของพลังงาน และภาวะความเป็นกรดในกระเพาะ รูเมนในช่วงหลังคลอด และศึกษาปัจจัยเสี่ยงระดับตัวโค และการจัดการด้านอาหารระดับ ตัวโค

วิธีการทดลอง

- a. เลือกฟาร์มเพื่อใช้ในการศึกษาในพื้นที่ อำเภอกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม จำนวน 36 ฟาร์ม ที่มีจำนวนแม่โครีดนม ระหว่าง 8-25 ตัว และใช้โคในการศึกษานี้จำนวนทั้งหมด 387 ตัว โดยใช้โคที่คลอดระหว่าง ม.ค. 47 ถึง มี.ค. 48
- b. เก็บข้อมูลตัวโค ได้แก่ อายุ ลำดับที่การให้นม จากใบประวัติโคนม ปัญหาในระหว่างการคลอด และหลังคลอด ได้แก่ การคลอดยาก รกค้าง ถังน้ำในรังไข่ เต้านมอักเสบ ขาเจ็บ มดลูกอักเสบ โคป่วยซึมไม่กินอาหาร สอบถามข้อมูลการเลี้ยงโคจากเกษตรกรในช่วงที่ทำการเก็บตัวอย่าง ได้แก่ ชนิดอาหารหยาบ ชนิดอาหารข้น ปริมาณและความถี่ในการให้เปอร์เซ็นต์โปรตีนในอาหารข้น
- c. ให้คะแนนความสมบูรณ์ (BCS) ตามวิธี (Edmonson, et al., 1989) โดยให้ระดับคะแนนในหน่วยต่ำสุดที่ 0.25 ในโคช่วง 1 เดือนก่อนคลอด และ 1 เดือนหลังคลอด
- d. เก็บตัวอย่างเลือด หลังโคกินอาหารตอนเช้า ประมาณ 2-4 ชม. ในช่วง 3-4 สัปดาห์หลังคลอด และตรวจภาวะความเป็นกรด ดังในกระเพาะด้วย portable pH meter ในช่วงเวลาเดียวกัน โดยเก็บตัวอย่างน้ำในกระเพาะหมักที่ตำแหน่ง caudo-ventral sac ของกระเพาะหมักโดยวิธี rumenocentesis (Garrett, et al., 1999)
- e. ตรวจวัดระดับ β -hydroxybutyrate ในซีรัม (SBHB) โดยวิธี kinetic enzyme method (Ranbut D-3-hydroxybutyrate kit number RB1008; Randox Laboratories LTD., Crumlin, UK) และตรวจยูเรียในซีรัม (SUN) โดยวิธี Urease-Berthelot method (Urea UV kit number AD822U, Audit Diagnostics, Doughcloyne-Cork, Ireland)
- f. กำหนดให้โคที่มี ruminal pH น้อยกว่า 6 เป็นโคที่มีปัญหา subacute ruminal acidosis (SARA) และโคที่มีระดับของ SBHB ในซีรัมมากกว่า 1.4 mmol/l เป็นโคที่มีปัญหาขาดสมดุลของพลังงาน (negative energy balance, NEB)
- g. วิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

ศึกษาสถานะของปัญหาความไม่สมดุลของพลังงาน ภาวะความเป็นกรดต่างแบบไม่แสดงอาการ และปัญหาในระหว่างการคลอดและหลังคลอด

กำหนดให้ ruminal pH, SBHB และ BCS หลังคลอดเป็นปัจจัยตามและปัจจัยอื่นๆเป็นปัจจัยอิสระ ทำการวิเคราะห์ข้อมูลแบบ multivariable analysis โดยวิธี General linear mixed model (proc mixed) โดยโปรแกรม SAS for windows version 8 (1999) ทำการ

เข้าปัจจัยอิสระที่ละปัจจัย (free entering method) และประเมินความสัมพันธ์ของปัจจัยอิสระต่อปัจจัยตามโดยใช้ residual maximum likelihood ที่ระดับนัยสำคัญที่ $p < 0.05$ และปัจจัยฟาร์มถูกรวมเข้าไปอยู่ในโมเดลแบบสุ่ม (random effect) เพื่อลดความแปรปรวนที่เกิดเนื่องจากอิทธิพลของความแตกต่างระหว่างฟาร์ม

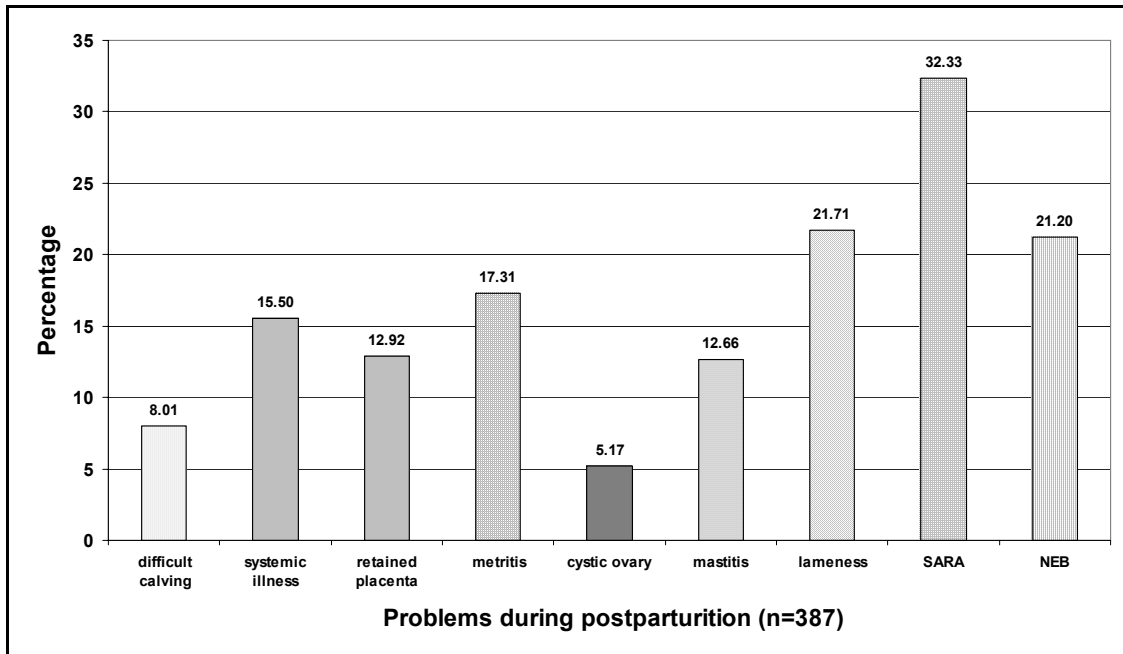
ผลการทดลอง

จากผลการศึกษาพบว่าปัญหาหลังคลอดที่พบบ่อยที่สุดคือ ปัญหาขาเจ็บ (21.71%) มดลูกอักเสบ (17.31%) โคป่วยซึมไม่กินอาหาร (15.50%) รกค้าง (12.92%) เต้านมอักเสบ (12.66%) โคคลอดยาก (8.01%) และ ปัญหาถุงน้ำในรังไข่ (5.17%) ตามลำดับ ขณะที่ปัญหา SARA 32.33% และ ปัญหาความไม่สมดุลย์ของพลังงาน (NEB) 21.20% ดังแสดงในรูปที่ 1 โดยพบว่าค่าเฉลี่ยของพารามิเตอร์ที่บ่งชี้ปัญหาด้านเมตาบอลิซึมที่สำคัญ เช่น คะแนนความสมบูรณ์ก่อนคลอด คะแนนความสมบูรณ์หลังคลอด ความเป็นกรดต่างในกระเพาะหมัก ปริมาณ SBHB และ SUN ในเลือด เท่ากับ 3.09, 2.77, 6.15 และ 1.16 (mmol/l) และ 12.57 (mg/dl) ตามลำดับ ดังแสดงในตารางที่ 1

จากการวิเคราะห์ข้อมูลแบบ multivariable analysis พบว่าปัจจัยระดับตัวโคที่มีความสัมพันธ์แบบเส้นตรงกับ ความเป็นกรดต่างในกระเพาะหมัก พบว่าปริมาณ SBHB ในซีรัม คะแนนความสมบูรณ์โคหลังคลอด อายุมีความสัมพันธ์แบบเส้นตรงกับความเป็นกรดต่างในกระเพาะดังแสดงในตารางที่ 2 หมายความว่าตัวโคที่มีระดับความเป็นกรดต่างในกระเพาะหมักต่ำ มี SBHB ต่ำ และมีคะแนนความสมบูรณ์หลังคลอดต่ำ และโคอายุน้อยมีความเสี่ยงที่จะมีภาวะกรดต่างในกระเพาะหมักจะต่ำ นอกจากนี้ยังพบว่าอาหารและการจัดการให้อาหารโคมีผลกระทบต่อภาวะเป็นกรดต่างในกระเพาะหมักด้วย จากผลการศึกษาในตารางที่ 5 และรูปที่ 2, 3 และ 4 พบว่าการเพิ่มความถี่ในการให้อาหารขึ้น และการให้อาหารโคที่มีเปอร์เซ็นต์โปรตีนต่ำมีผลที่จะลด ruminal pH และการให้อาหารหยาบชนิด เปลือกแฉ่ำข้าวโพด ยอดต้นข้าวโพด มีความเสี่ยงมากที่สุดที่จะมี ruminal pH ต่ำเมื่อเปรียบเทียบกับให้อาหารหยาบชนิด ต้นข้าวโพด หญ้าเนเปียร์ และฟางข้าว

จากการวิเคราะห์หาปัจจัยที่มีผลต่อการเพิ่มขึ้นของ SBHB ในช่วงหลังคลอดพบว่า โคที่มีคะแนนความสมบูรณ์ก่อนคลอดสูงหรืออ้วน และมีการสูญเสียคะแนนความสมบูรณ์หลังคลอดมาก จะมีความเสี่ยงที่จะมีปริมาณ SBHB สูง ดังแสดงในตารางที่ 3 และยังพบปัจจัยที่มีผลให้คะแนนความสมบูรณ์โคหลังคลอดต่ำ หรือผอมหลังคลอดพบว่า โคที่สูญเสียคะแนนความสมบูรณ์มากหลังคลอดจะมีความเสี่ยงสูงที่จะผอมหลังคลอดเช่นเดียวกับ โคที่มี ruminal pH ต่ำ และโคที่ป่วยหลังคลอด อย่างไรก็ตามโคที่มีคะแนนความสมบูรณ์หลังคลอดสูงจะมี SBHB สูง ทั้งนี้เนื่องจากโคที่มี SBHB สูงเป็นโคที่อ้วนในช่วงก่อนคลอด จากการวิเคราะห์แบบ multivariable analysis เพื่อศึกษาปัจจัยอาหารและการให้อาหารที่มีผลกระทบต่อปริมาณ SBHB ไม่พบปัจจัยใดมีความสัมพันธ์

กับ SBHB ขณะที่พบว่าโคที่กินเปลือกแฉ่ำข้าวโพด และยอดต้นข้าวโพดมีคะแนนความสมบูรณ์หลังคลอดสูงกว่าโคที่กินต้นข้าวโพด หญ้าเนเปียร์ และฟาง ตามที่แสดงในตารางที่ 6 และ รูปที่ 5



รูปที่ 1 แสดงสถานะของปัญหาความไม่สมดุลของพลังงาน ภาวะความเป็นกรดในกระเพาะหมักแบบไม่แสดงอาการ และปัญหาในระหว่างการคลอดและหลังคลอด

ตารางที่ 1 แสดงค่าเฉลี่ยของพารามิเตอร์ด้านความบกพร่องของเมตาบอลิซึมที่สำคัญในแม่โคของฟาร์มเกษตรกรรายย่อย

Metabolic parameters	N	Mean	SE
Precalving BCS	350	3.09	0.03
Postpartum BCS	386	2.77	0.02
Ruminal pH	365	6.15	0.02
SBHB	382	1.16	0.05
SUN	382	12.57	0.26

ตารางที่ 2 แสดงปัจจัยเสี่ยงระดับตัวโคที่มีผลกระทบต่อความเป็นกรด ต่างในกระเพาะหมัก (Ruminal pH) ในช่วง3-4 สัปดาห์หลังคลอด

Effect on ruminal pH	β	SE	t	P value
Constant	5.71	0.13	43.01	<.0001
SBHB	0.06	0.02	2.46	0.01
Postpartum BCS	0.10	0.04	2.30	0.02
Age	0.02	0.01	2.84	0.00

ตารางที่ 3 แสดงปัจจัยเสี่ยงระดับตัวโคที่มีผลกระทบต่อปริมาณของ SBHB ในเลือด ในช่วง3-4 สัปดาห์หลังคลอด

Effect on SBHB	β	SE	t	P value
Constant	-1.67	0.83	-2.01	0.05
Ruminal pH	0.29	0.13	2.17	0.03
Prepartum BCS	0.31	0.11	2.78	0.01
Loss of BCS	0.27	0.15	1.86	0.06

ตารางที่ 4 แสดงปัจจัยเสี่ยงระดับตัวโคที่มีผลกระทบต่อคะแนนความสมบูรณ์ของแม่โค ในช่วง3-4 สัปดาห์หลังคลอด

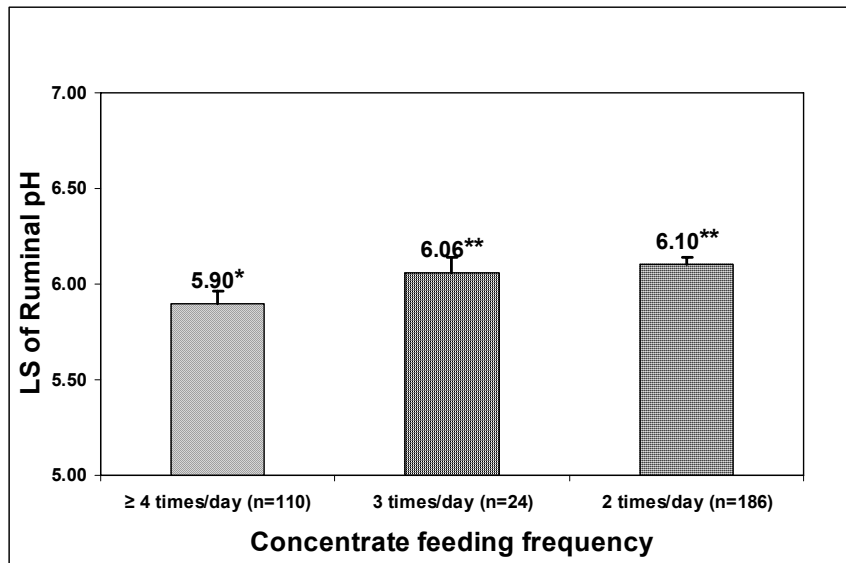
Effect on postpartum BCS	β	SE	t	P value
Constant	1.60	0.39	4.11	<.0001
Loss of BCS	-0.35	0.06	-5.67	<.0001
SBHB	0.05	0.02	2.22	0.03
Ruminal pH	0.18	0.06	2.87	0.00
Systemic illness				
Without systemic illness	0.12	0.06	2.17	0.03
Systemic illness			Reference	

ตารางที่ 5 แสดงปัจจัยเสี่ยงจากอาหารและวิธีการให้อาหารโคที่มีผลกระทบต่อระดับความเป็นกรดต่างในกระเพาะหมัก ในช่วง 3-4 สัปดาห์หลังคลอด

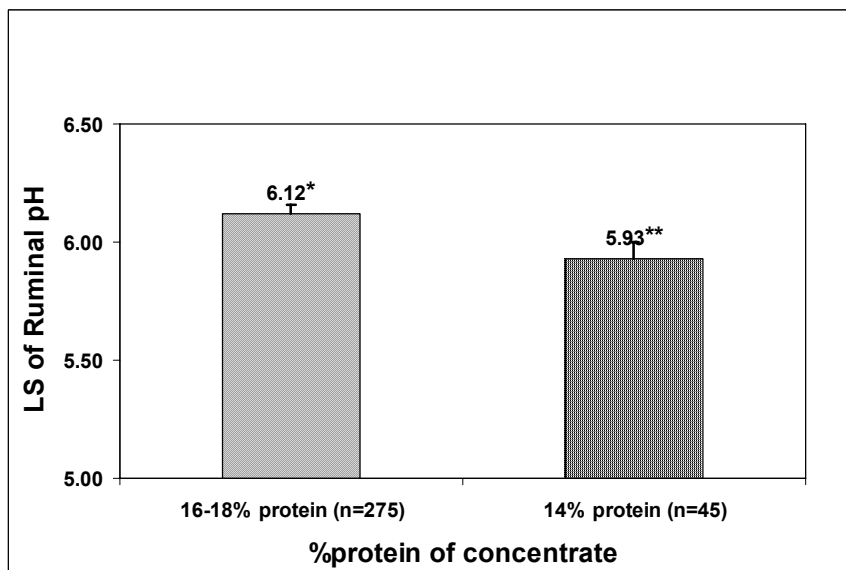
Effect on ruminal pH	β	SE	t	P value
Constant	6.28	0.07	93.32	<.0001
Concentrate feeding frequency				
≥ 4 times/day	-0.19	0.05	-3.66	0.00
3 times/day	-0.04	0.07	-0.48	0.63
2 times/day			Reference	
%protein of concentrate				
16-18% protein	0.19	0.06	3.23	0.00
14% protein			Reference	
Roughage type				
corn tip and baby corn husk	-0.62	0.09	-6.86	<.0001
corn three and nepier grass	-0.22	0.06	-3.69	0.00
rice straw			Reference	

ตารางที่ 6 แสดงปัจจัยเสี่ยงจากอาหารและวิธีการให้อาหารโคที่มีผลกระทบต่อคะแนนความสมบูรณ์ของโค ในช่วง 3-4 สัปดาห์หลังคลอด

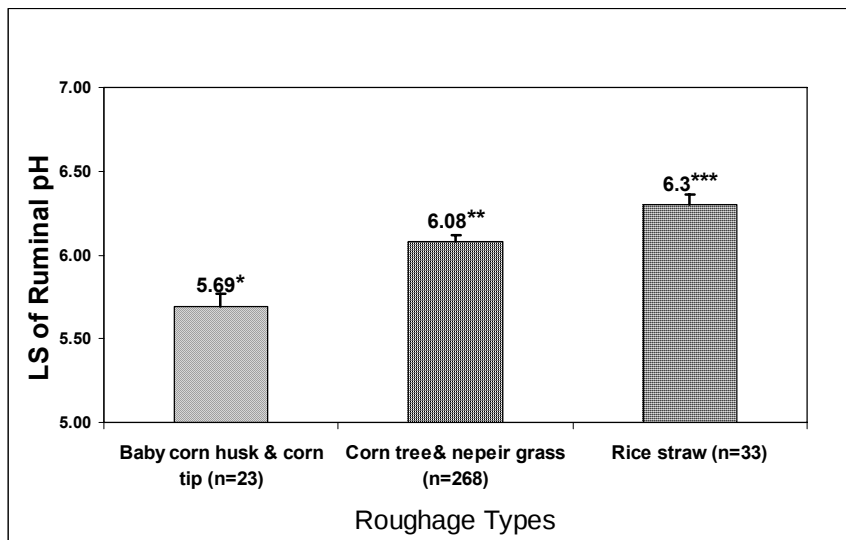
Effect on postpartum BCS	β	SE	t	P value
Constant	2.58	0.08	32.73	<.0001
Roughage type				
corn tip and baby corn husk	0.24	0.12	2.09	0.04
corn three and nepier grass	0.18	0.08	2.31	0.02
rice straw			Reference	



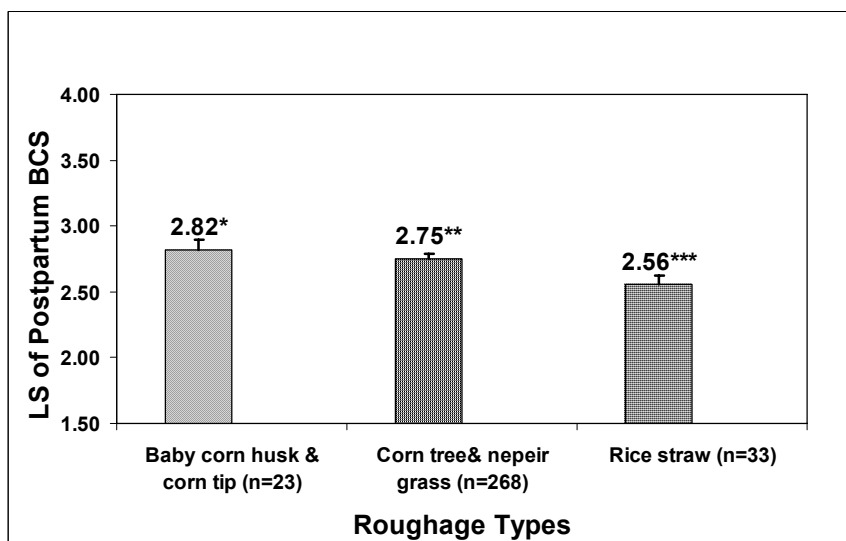
รูปที่ 2 แสดงความแตกต่างของค่าเฉลี่ย (Least square mean) ของความเป็นกรด ต่างในกระเพาะหมักในช่วงหลังคลอดจากความถี่ในการให้อาหารชั้นต่อวันที่แตกต่างกัน โดย * และ ** แสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $p < 0.05$



รูปที่ 3 แสดงความแตกต่างของค่าเฉลี่ย (Least square mean) ของความเป็นกรด ต่างในกระเพาะหมักในช่วงหลังคลอดจากการให้อาหารชั้นที่มีเปอร์เซ็นต์โปรตีนในอาหารชั้นที่แตกต่างกัน โดย * และ ** แสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $p < 0.05$



รูปที่ 4 แสดงความแตกต่างของค่าเฉลี่ย (Least square mean) ของความเป็นกรด ต่างในกระเพาะหมักในช่วงหลังคลอดจากการให้ชนิดอาหารหยาบที่แตกต่างกัน โดย *, **และ *** แสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $p<0.05$



รูปที่ 5 แสดงความแตกต่างของค่าเฉลี่ย (Least square mean) ของคะแนนความสมบูรณ์ของโค ในช่วงหลังคลอดจากการให้ชนิดอาหารหยาบที่แตกต่างกัน โดย *, **และ *** แสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $p<0.05$

บทวิจารณ์

จากผลการศึกษาพบว่าโคที่มี ruminal pH ต่ำจะมี SBHB และ BCSต่ำในช่วงหลังคลอด ขณะที่ โคที่มี SBHB สูงจะมี ruminal pH และ BCS สูงในช่วงหลังคลอด การที่พบ

ความสัมพันธ์เช่นนี้นั้น สาเหตุอาจเนื่องจากว่า โคที่มี SBHB ต่ำเนื่องจากได้รับอาหารที่เพียงพอต่อความต้องการ แต่อย่างไรก็ตามอาจจะก่อให้เกิดปัญหา SARA ตามมาทำให้ ruminal pH ลดต่ำลง ทั้งนี้สาเหตุอาจเกิดจากโคได้รับอาหารที่มีสัดส่วนของเยื่อใยต่ำ อาหารที่มีคาร์โบไฮเดรตมากเกินไป หรือสัดส่วนของอาหารชั้นต่ออาหารหยาบที่สูงเกินไปเพื่อให้เพียงพอต่อความต้องการ หรือชดเชยกรณีที่คุณภาพอาหารหยาบต่ำ (Kleen, et al., 2003, Nocek, 1997) และจากปัญหา SARA อาจลดความอยากอาหาร ลดความสามารถในการกิน ความสามารถในการย่อยเยื่อใย (Enemark and Jorgensen, 2001, Gozho, et al., 2005, Krajcarski-Hunt, et al., 2002) หรือ กระตุ้นให้เกิดการอักเสบภายในกระเพาะหรือภายใน (Gozho, et al., 2005) หรือเมื่อโคเกิดปัญหา SARA กรดจะซึมผ่านเข้าไปในหลอดเลือดกระตุ้นให้เกิดภาวะ metabolic acidosis และนำไปสู่การทำลายโปรตีนในกล้ามเนื้อ (Mutsvangwa, et al., 2004) ทำให้คะแนนความสมบูรณ์ลดต่ำลง นอกจากนี้การศึกษานี้พบว่าโคที่มีภาวะ NEB หรือมีปริมาณ SHBH สูงมีคะแนนความสมบูรณ์ในช่วงก่อนคลอดสูง และยังพบอีกว่าโคที่อ้วนก่อนคลอดจะสูญเสียคะแนนความสมบูรณ์ช่วงหลังคลอดมาก จะมีระดับของ SBHB สูงหลังคลอด ซึ่งสอดคล้องกับหลายการศึกษา (Gillund, et al., 2001, Pedron, et al., 1993) นอกจากนี้บางการศึกษาพบว่าโคที่ผอมในช่วงก่อนคลอดจะสูญเสียคะแนนความสมบูรณ์ต่ำ (Mayne, et al., 2002) จากการศึกษาพบ SBHB สูงในโคที่มีคะแนนความสมบูรณ์หลังคลอดสูง ทั้งนี้เป็นไปได้ที่ก่อนคลอดโคกลุ่มนี้มีคะแนนความสมบูรณ์ที่สูงแม้จะสูญเสียคะแนนความสมบูรณ์ไปแล้วก็ตาม ซึ่งผลการศึกษานี้จะชัดเจนในการศึกษาที่ 2

จากผลการศึกษา พบโคที่มี ruminal pH ต่ำในแม่โคที่มีอายุน้อยมากกว่าแม่โคที่มีอายุมาก ทั้งนี้เนื่องจากแม่โคอายุน้อยมีความสามารถในการปรับตัวของกระเพาะหมักต่อการเพิ่มของปริมาณอาหารชั้นที่ให้หลังคลอดน้อย (Enemark, et al., 2004) ตรงข้ามกับบางการศึกษาที่พบว่าแม่โคที่มีอายุมากจะมีความเสี่ยงในการมีปัญหา SARA มากกว่าเนื่องจาก ปริมาณน้ำลายที่โคหลังหรืออัตราการเคี้ยวเอื้องของโคไม่เพียงพอกับ อัตราการเพิ่มของปริมาณอาหารชั้นที่แม่โคได้รับในแม่โคที่มีลำดับท้องมากขึ้น เนื่องจากอัตราการเพิ่มปริมาณน้ำนมสูงมากขึ้นในแม่โคที่มีลำดับท้องมากขึ้น จึงมีการให้อาหารชั้นในปริมาณที่สูง ซึ่งปริมาณน้ำลายที่หลั่งมาไม่เพียงพอที่จะสามารถปรับ pH ให้อยู่ในระดับปกติได้ (Maekawa, et al., 2002a)

จากผลการศึกษาผลของอาหารและการให้อาหารต่อปัญหาเมตาบอลิซึม พบว่า การเพิ่มจำนวนมื้อการให้อาหารชั้นมีโอกาสรูมินัล pH ต่ำกว่าการให้อาหารชั้นน้อยมื้อ เนื่องจากการให้อาหารหลายมื้อมีโอกาสที่โคจะได้รับปริมาณอาหารชั้นมากขึ้น และยังมีผลมากขึ้นเมื่อให้อาหารชั้นแยกจากการให้อาหารหยาบ (Maekawa, et al., 2002b, Nocek, et al., 2002) การให้อาหารชั้นที่มีเปอร์เซ็นต์โปรตีนสูง มี ruminal pH สูงกว่าการให้อาหารชั้นที่มีเปอร์เซ็นต์โปรตีนต่ำ ปกติเมื่อโคกิน degradable protein เข้าไปจะเปลี่ยนเป็นแอมโมเนียในกระเพาะหมัก และจะเพิ่ม ruminal pH (Fekete, et al., 1996, Hojman, et al., 2004) นอกจากนี้พบว่าชนิดอาหารหยาบมีผลต่อ ruminal

pH โคที่กินเปลือกแ้วข้าวโพด ยอดต้นข้าวโพด มี ruminal pH ต่ำกว่าโคที่กิน ต้นข้าวโพด หญ้าเนเปียร์และฟางข้าวเป็นอาหารหยาบหลัก ทั้งนี้เนื่องจาก เปลือกแ้วข้าวโพด ยอดต้นข้าวโพด มีเยื่อใยต่ำ (55% และ 58% NDF ตามลำดับ) และมีพลังงานสูงจากคาร์โบไฮเดรต (62% และ 63% TDN ตามลำดับ) เมื่อเปรียบเทียบกับอาหารหยาบชนิดอื่นในการศึกษานี้ การได้รับอาหารที่มีเยื่อใยต่ำ หรือมีคาร์โบไฮเดรตสูงจะมีผลลด ruminal pH (Nocek, 1997) อย่างไรก็ตามพบว่าโคที่กิน เปลือกแ้วข้าวโพด ยอดต้นข้าวโพด มีคะแนนความสมบูรณ์สูงเมื่อเปรียบเทียบกับกรกินอาหารหยาบชนิดอื่นเนื่องจากโคได้รับพลังงานที่เพียงพอมากกว่าการกินอาหารหยาบชนิดอื่น และโคที่กินต้นข้าวโพด (65% NDF, 56% TDN) และหญ้าเนเปียร์ (63% NDF, 54% TDN) มีคะแนนความสมบูรณ์หลังคลอดสูงกว่าโคที่กินฟาง (74% NDF, 47% TDN) ซึ่งอธิบายได้ด้วยเหตุผลเดียวกัน อย่างไรก็ตามการที่โคกินเปลือกแ้วข้าวโพดและยอดต้นข้าวโพดมี ruminal pH ต่ำ แต่มีคะแนนความสมบูรณ์สูง ซึ่งผลไม่สอดคล้องกับความสัมพันธ์ของ ruminal pH กับ คะแนนความสมบูรณ์หลังคลอดที่มีความสัมพันธ์ไปในทิศทางเดียวกัน ทั้งนี้เนื่องจากการลดลงของ ruminal pH อาจเนื่องจากเหตุผลอื่นๆ เช่น ความถี่การให้และปริมาณอาหารชั้น เปอร์เซ็นต์โปรตีนในอาหารชั้น เป็นต้น ก่อให้เกิดปัญหา SARA และอาจไปลดคะแนนความสมบูรณ์ดังเหตุผลที่กล่าวมาแล้ว และจากการศึกษานี้เป็นการศึกษาภาคสนาม ข้อมูลการกินได้ของโคทั้งจากอาหารหยาบ อาหารชั้นจึงจำเป็นต้องใช้พิจารณาร่วมกัน รวมทั้งคุณค่าทางโภชนาที่สำคัญที่ต้องคำนวณให้ถูกต้อง รวมถึงเยื่อใย พลังงาน โปรตีนที่โคได้รับ โดยเฉพาะอย่างยิ่งแหล่งคาร์โบไฮเดรตที่มาจากอาหารหยาบหรืออาหารชั้น การศึกษาเพื่อตรวจวัดชนิด volatile fatty acid อาจจะช่วยในการอธิบายได้มากขึ้น เช่น การเพิ่มของ propionic acid ในกระเพาะหมักจะลดการกินได้และการได้รับพลังงานของโค (Masahito and Michael, 2003) เป็นต้น

2. ศึกษาสถานะความบกพร่องของเมตาบอลิซึม โดยการเปรียบเทียบค่า SBHB, SUN และ BCS ในแต่ละช่วงของการให้นม

วิธีการทดลอง

- เลือกฟาร์มเพื่อใช้ในการศึกษาในพื้นที่ อำเภอกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม จำนวน 26 ฟาร์ม ที่มีจำนวนแม่โครีดนม ระหว่าง 8-25 ตัว และใช้โคในการศึกษานี้จำนวนทั้งหมด 167 ตัว โดยใช้โคที่คลอดระหว่างเดือน ก.ค. 47 ถึง มี.ค. 48
- เก็บตัวอย่างเลือด และให้คะแนนความสมบูรณ์โคในช่วง 8, 4 สัปดาห์ก่อนคลอด และในวันที่คลอด 2, 4, 6, 8, และ 12 สัปดาห์ หลังคลอด
- ตรวจภาวะความเป็นกรด ต่างในกระเพาะในช่วง 3-4 สัปดาห์หลังคลอดที่ช่วงเวลาประมาณ 2-4 ชม. หลังกินอาหาร โดยเก็บตัวอย่างเช่นเดียวกับการศึกษาที่ 1
- ตรวจวัดระดับ SBHB และ SUN เช่นกับกับวิธีในการศึกษาที่ 1
- กำหนดให้โคที่มี ruminal pH น้อยกว่า 6 เป็นโคที่มีปัญหา subacute ruminal acidosis (SARA) และโคที่มีระดับของ SBHB ในซีรัมหลังคลอดอย่างน้อยหนึ่งครั้งมากกว่า 1.4 mmol/l เป็นโคที่มีปัญหาขาดสมดุลของพลังงาน (negative energy balance, NEB)
- วิธีวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

ศึกษาการเปลี่ยนแปลงของ SBHB, SUN และ BCS ตลอดช่วงการศึกษาเป็นปัจจัยตามในการศึกษาโดยใช้วิธีวิเคราะห์ข้อมูลซ้ำซ้อน (repeated measure analysis) ด้วยโปรแกรม SAS for windows version 8 (1999) โดยกำหนดให้ปัจจัยฟาร์ม และโค เป็น subject effect และให้สัปดาห์ที่ทำการเก็บตัวอย่างเป็น repeated effect

ศึกษาการเปลี่ยนแปลงของ SBHB, SUN และ BCS ที่แตกต่างกันในโคที่มีปัญหา subacute ruminal acidosis (SARA) และ ไม่มีปัญหา (Non-SARA) หรือโคที่มีปัญหาความไม่สมดุลของพลังงาน (NEB) และ ไม่มี (Non-NEB) โดยกำหนดให้ SBHB, SUN และ BCS เป็นปัจจัยตามในการใช้วิธีวิเคราะห์ข้อมูลแบบซ้ำซ้อน โดยกำหนดให้ปัจจัยฟาร์ม และโค เป็น subject effect และให้สัปดาห์ที่ทำการเก็บตัวอย่างเป็น repeated effect และ โคที่มีปัญหาหรือไม่มีและสัปดาห์ที่ทำการเก็บตัวอย่างเป็นปัจจัยอิสระในโมเดล

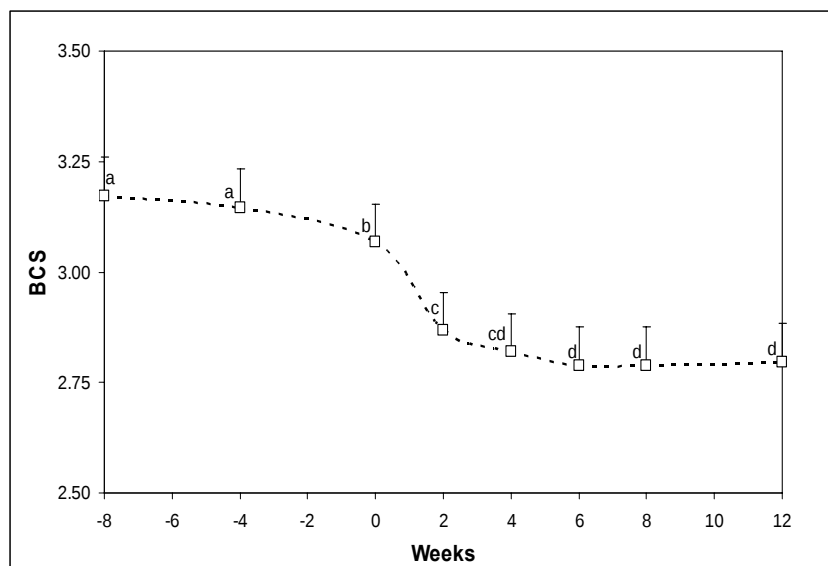
ผลการทดลอง

จากผลการศึกษาพบว่า โคหลังคลอดมีคะแนนความสมบูรณ์ลดลงและลดต่ำสุดในช่วงสัปดาห์ที่ 4-6 ดังแสดงในรูปที่ 6 ขณะที่ปริมาณ SBHB ในซีรัมมีปริมาณเพิ่มขึ้นเมื่อคะแนนความสมบูรณ์เริ่มลดลงในช่วงสัปดาห์ที่ 0-2 และปริมาณ SBHB มีปริมาณสูงสุดในช่วงสัปดาห์ที่ 4 หลังจาก 6 สัปดาห์ไปแล้ว ปริมาณ SBHB เริ่มลดลงจนกระทั่งสัปดาห์ที่ 12 ดังแสดงในรูปที่ 7

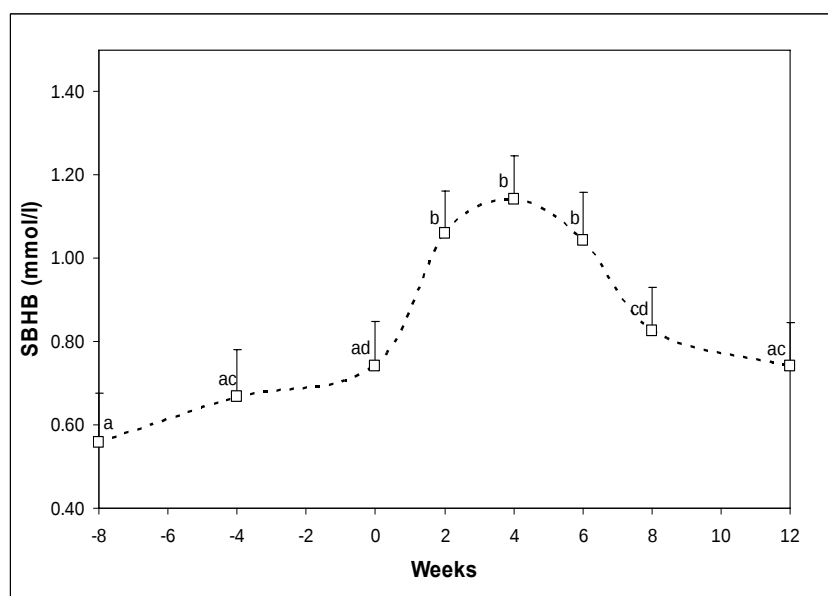
ขณะที่คะแนนความสมบูรณ์หลังจากลดลงต่ำสุดแล้วไม่ได้เพิ่มขึ้นหลังจากนั้น ปริมาณยูเรียในซีรัมเพิ่มขึ้นหลังจากคลอด เพิ่มสูงสุดในสัปดาห์ที่ 4 และเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ จนกระทั่งสัปดาห์ที่ 12 ดังแสดงในรูปที่ 8

เมื่อศึกษาเปรียบเทียบคะแนนความสมบูรณ์ของโคที่มีปัญหา SARA และไม่มีปัญหา ในแต่ละช่วงเวลาตั้งแต่ก่อนคลอดจนกระทั่ง 3 เดือนหลังคลอด พบว่า ไม่มีความแตกต่างกันของคะแนนความสมบูรณ์ระหว่าง 2 กลุ่มนี้ ดังแสดงในรูปที่ 9 โดยคะแนนความสมบูรณ์ของทั้งสองกลุ่มลดลงหลังคลอดและต่ำสุดในช่วง 4-8 สัปดาห์หลังคลอด อย่างไรก็ตามเมื่อเปรียบเทียบปริมาณ SBHB ในกระแสเลือดพบว่า ปริมาณ SBHB ในกลุ่ม Non-SARA มีค่าสูงขึ้นอย่างมากในสัปดาห์ที่ 2-4 หลังคลอด และมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $p < 0.05$ กับกลุ่ม SARA ในช่วงเวลาดังกล่าว นอกจากนี้ปริมาณ SBHB ในกลุ่ม SARA ตลอดช่วงเวลาที่ทำการศึกษาไม่พบความแตกต่างหรือการเปลี่ยนแปลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ดังแสดงในรูปที่ 10 เมื่อพิจารณาผลการเปลี่ยนแปลงของปริมาณ SUN พบว่า โคทั้งสองกลุ่มคือกลุ่ม Non-SARA และ SARA มีปริมาณเพิ่มขึ้นในช่วงหลังคลอด อย่างไรก็ตามพบว่ากลุ่ม SARA มีการเพิ่มขึ้นที่มากกว่ากลุ่ม Non-SARA และปริมาณ SUN ในกลุ่ม SARA มีปริมาณมากกว่ากลุ่ม Non-SARA ที่ 2 และ 12 สัปดาห์หลังคลอด แต่อย่างไรก็ตามปริมาณ SUN ทั้งสองกลุ่มยังมีปริมาณที่ปกติตลอดช่วงที่ทำการศึกษา ดังแสดงในรูปที่ 11

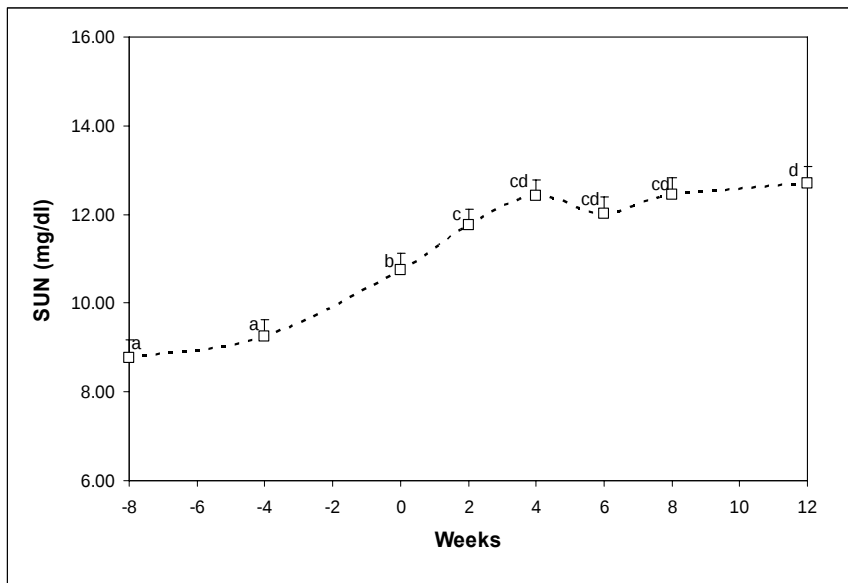
ในการศึกษาเปรียบเทียบคะแนนความสมบูรณ์ของโคที่มีปัญหา NEB และไม่มีปัญหา ในแต่ละช่วงเวลาตั้งแต่ก่อนคลอดจนกระทั่ง 3 เดือนหลังคลอด พบว่า โคที่มีปัญหา NEB มีคะแนนความสมบูรณ์สูงกว่าโคที่ไม่มีปัญหาตั้งแต่ช่วงก่อนคลอดที่ 8, 4 สัปดาห์ก่อนคลอด และในช่วงหลังคลอดที่ 0, และ 2 สัปดาห์หลังคลอด อย่างไรก็ตามโคกลุ่ม NEB มีการสูญเสียน้ำหนักมากกว่ากลุ่ม Non-NEB จะพบว่า คะแนนความสมบูรณ์ไม่มีความแตกต่างกันระหว่างทั้งสองกลุ่มที่ 4-12 สัปดาห์ ดังแสดงในรูปที่ 12 เมื่อเปรียบเทียบปริมาณ SBHB ในซีรัมในกลุ่ม NEB กับกลุ่ม Non-NEB พบว่า ปริมาณ SBHB ในกลุ่ม NEB เพิ่มขึ้นอย่างมากตั้งแต่หลังคลอดและมีความแตกต่างจากกลุ่ม Non-NEB ตั้งแต่วันคลอด จนกระทั่งจบการศึกษาที่ 12 สัปดาห์หลังคลอด โดยที่กลุ่ม Non-NEB มีการเปลี่ยนแปลงของปริมาณ SBHB เช่นกันแต่ไม่สูงมากเมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่ม NEB โดยทั้งสองกลุ่มมีปริมาณ SBHB สูงสุดที่สัปดาห์ที่ 4 หลังคลอด ดังแสดงในรูปที่ 13 การเปลี่ยนแปลงของปริมาณ SUN ของทั้งสองกลุ่มเป็นไปในทิศทางเดียวกันคือเพิ่มขึ้นหลังคลอดแต่ไม่พบว่ามีค่าแตกต่างกันตลอดช่วงที่ทำการศึกษา



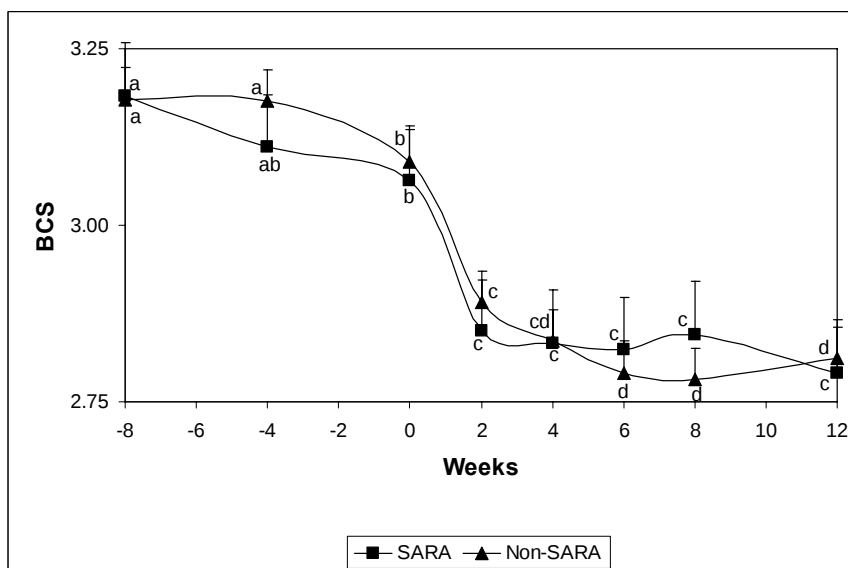
รูปที่ 6 แสดงการเปลี่ยนแปลงของคะแนนความสมบูรณ์ตั้งแต่ช่วงก่อนคลอดจนกระทั่งหลังคลอด a, b, c, และ d แสดงความแตกต่างของคะแนนความสมบูรณ์แต่ละช่วงเวลาในระดับนัยสำคัญทางสถิติ $p < 0.05$ (N=167)



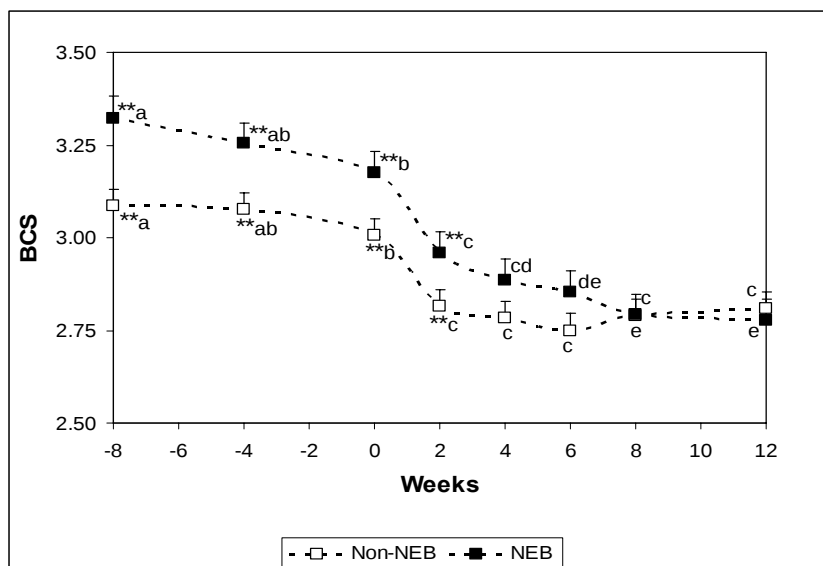
รูปที่ 7 แสดงการเปลี่ยนแปลงของ SBHB (mmol/l) ตั้งแต่ช่วงก่อนคลอดจนกระทั่งหลังคลอด a, b, c, และ d แสดงความแตกต่างของ SBHB แต่ละช่วงเวลาในระดับนัยสำคัญทางสถิติ $p < 0.05$ (N=167)



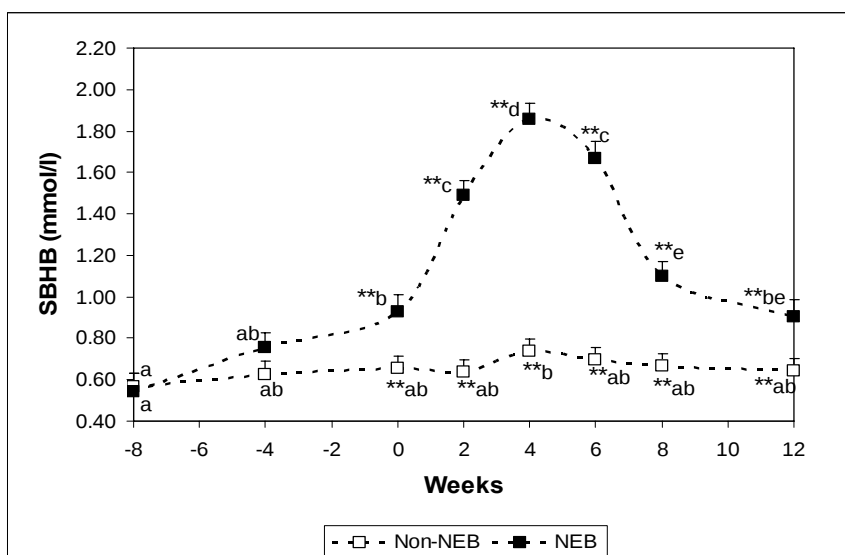
รูปที่ 8 แสดงการเปลี่ยนแปลงของ SUN (mg/dl) ตั้งแต่ช่วงก่อนคลอดจนกระทั่งหลังคลอด a, b, c, และ d แสดงความแตกต่างของ SUN แต่ละช่วงเวลาในระดับนัยสำคัญทางสถิติ $p < 0.05$ (N=167)



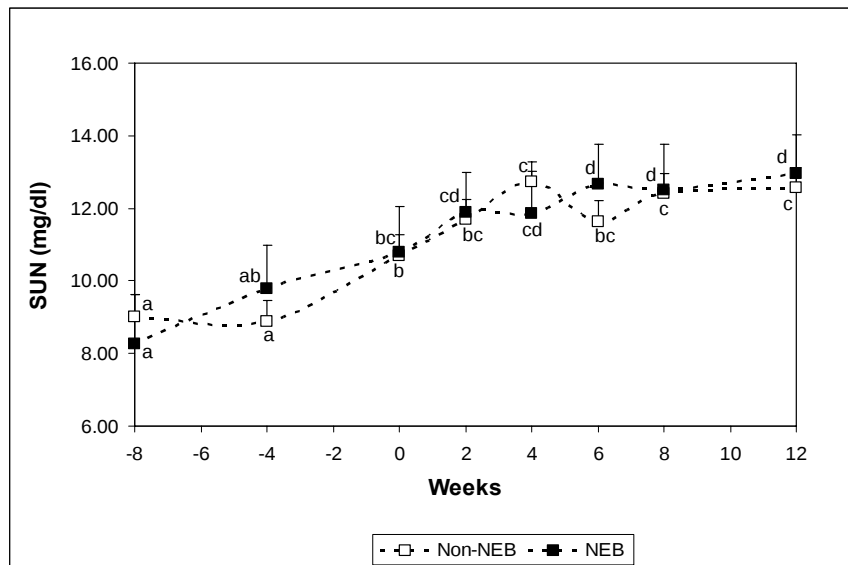
รูปที่ 9 แสดงการเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงของคะแนนความสมบูรณ์ระหว่างกลุ่มโคที่มีปัญหา SARA (n=44) และ กลุ่ม Non-SARA (n=108) ตั้งแต่ช่วงก่อนคลอดจนกระทั่งหลังคลอด a, b, c, และ d แสดงความแตกต่างของคะแนนความสมบูรณ์ภายในกลุ่มในแต่ละช่วงเวลาในระดับนัยสำคัญทางสถิติ $p < 0.05$



รูปที่ 12 แสดงการเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงของคะแนนความสมบูรณ์ระหว่างกลุ่มโคที่มีปัญหา NEB (n=66) และ กลุ่ม Non-NEB (n=101) ตั้งแต่ช่วงก่อนคลอดจนกระทั่งหลังคลอด a, b, c, d และ e แสดงความแตกต่างของคะแนนความสมบูรณ์ภายในกลุ่มในแต่ละช่วงเวลาในระดับนัยสำคัญทางสถิติ $p < 0.05$ **แสดงถึงความแตกต่างระหว่างกลุ่มในช่วงเวลาเดียวกันในระดับนัยสำคัญทางสถิติ $p < 0.05$



รูปที่ 13 แสดงการเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงของ SBHB (mmol/l) ระหว่างกลุ่มโคที่มีปัญหา NEB (n=66) และ กลุ่ม Non-NEB (n=101) ตั้งแต่ช่วงก่อนคลอดจนกระทั่งหลังคลอด a, b, c, d และ e แสดงความแตกต่างของ SBHB ภายในกลุ่มในแต่ละช่วงเวลาในระดับนัยสำคัญทางสถิติ $p < 0.05$ ** แสดงความแตกต่างระหว่างกลุ่มในช่วงเวลาเดียวกันในระดับนัยสำคัญทางสถิติ $p < 0.05$



รูปที่ 14 แสดงการเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงของ SUN (mg/dl) ระหว่างกลุ่มโคที่มีปัญหา NEB (n=66) และ กลุ่ม Non-NEB (n=101) ตั้งแต่ช่วงก่อนคลอดจนกระทั่งหลังคลอด a, b, c และ d แสดงความแตกต่างของ SUN ภายในกลุ่มในแต่ละช่วงเวลาในระดับนัยสำคัญทางสถิติ $p < 0.05$

บทวิจารณ์

จากผลการศึกษาแบบ longitudinal study พบว่าในช่วงหลังคลอดคะแนนความสมบูรณ์ของโคลดลงขณะที่ SBHB และ SUN สูงขึ้น โดยเริ่มเห็นการเปลี่ยนแปลงของพารามิเตอร์เหล่านี้ตั้งแต่วันที่คลอด และเปลี่ยนแปลงไปสู่จุดสูงสุดของ SBHB และ SUN หรือต่ำสุดของคะแนนความสมบูรณ์ในสัปดาห์ที่ 4 ซึ่งสอดคล้องกับหลายการศึกษาที่ผ่านมา (Andersson, 1988) ในการสูงขึ้นของ SBHB เนื่องจากเกิดภาวะความไม่สมดุลของพลังงานทำให้มีการดึงไขมันหรือโปรตีนที่สะสมอยู่มาใช้ในขบวนการ gluconeogenesis เพื่อให้โคได้รับพลังงานที่เพียงพอในการดำรงชีวิตและผลิตน้ำนม (Bobe, et al., 2004, Murondoti, et al., 2004) ซึ่งในขบวนการดังกล่าวปริมาณ SBHB สูงขึ้น การสูงขึ้นของ SUN เนื่องจากการที่โคได้รับอาหารที่มี nitrogen protein หรือ non nitrogen protein มากขึ้นในช่วงหลังคลอดเพื่อการเพิ่มปริมาณน้ำนมในช่วงหลังคลอด (Fekete, et al., 1996, Roseler, et al., 1993, Visek, 1984) ไนโตรเจนจะเปลี่ยนเป็นแอมโมเนียและยูเรียในกระเพาะหมัก อย่างไรก็ตามการเพิ่มขึ้นของยูเรียในเลือด อาจเกิดจากการดึงโปรตีนมาใช้ในขบวนการ gluconeogenesis ในกรณีที่เกิดภาวะความไม่สมดุลในช่วงหลังคลอด (Bobe, et al., 2004, Murondoti, et al., 2004) แต่เมื่อพิจารณาจากผลการศึกษาโดยเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงของ SUN ระหว่างกลุ่ม NEB และ Non-NEB ที่แสดงในรูปที่ 14 พบว่าตลอดช่วงการศึกษาไม่พบความแตกต่างกัน เป็นไปได้ที่การเพิ่มขึ้นของ SUN มีอิทธิพลมาจากการเพิ่มปริมาณอาหารชั้นให้โคหลังคลอด หรืออาจจะมาจากการเกิดปัญหา SARA ซึ่งแสดงให้เห็นความแตกต่างของ SUN

ระหว่างกลุ่ม SARA และ Non-SARA ที่แสดงในรูปที่ 11 ที่อาจเกิดผ่านขบวนการ proteolytic pathway จาก metabolic acidosis (Mutsavangwa, et al., 2004) ดังที่ได้อธิบายมาในการศึกษาที่ 1 แต่อย่างไรก็ตามเมื่อเปรียบเทียบคะแนนสมบูรณ์ระหว่างกลุ่ม SARA และ Non-SARA พบว่าไม่พบความแตกต่างระหว่างทั้งสองกลุ่ม ดังนั้น SUN ที่เพิ่มขึ้นจึงน่าจะเกิดจากการเพิ่มปริมาณอาหารชั้นที่มีส่วนประกอบของไนโตรเจนที่เพิ่มขึ้นในช่วงหลังคลอด และเมื่อพิจารณาการเปลี่ยนแปลงของ SBHB ระหว่างกลุ่ม SARA และ Non-SARA ในรูปที่ 10 พบว่าไม่พบการเปลี่ยนแปลงในกลุ่มโคที่มีปัญหา SARA ตลอดช่วงระยะเวลาที่ทำการศึกษา และมีระดับของ SBHB ต่ำกว่าโคในกลุ่ม Non-SARA ในสัปดาห์ที่ 2-4 หลังคลอด บ่งชี้ว่าโคที่มีปัญหา SARA ได้รับอาหารอย่างเพียงพอไม่เกิดภาวะขาดสมดุลของพลังงานแต่จะมีความเสี่ยงที่จะมีปัญหา SARA ซึ่งโดยทั่วไปแล้วการเลี้ยงโคนมในพื้นที่กำแพงแสนจะเน้นการให้อาหารชั้นเพื่อเพิ่มปริมาณน้ำนมในช่วงหลังคลอด โคจึงได้รับพลังงานที่เพียงพอในการดำรงชีวิตและผลิตน้ำนมจากอาหารชั้น จึงกล่าวได้ว่าการเพิ่มอาหารชั้นให้โคเพื่อเพิ่มปริมาณน้ำนมช่วงหลังคลอดสามารถลดปัญหาภาวะขาดสมดุลของพลังงาน แต่โคก็จะเผชิญปัญหา SARA

จากการศึกษาที่ 1 ที่ผ่านมาพบความสัมพันธ์แบบเส้นตรงระหว่าง คะแนนความสมบูรณ์ และ ruminal pH ซึ่งเป็นข้อมูลแบบต่อเนื่อง ซึ่งต่างจากการเปรียบเทียบระหว่างกลุ่มของ SARA และ Non-SARA ในการศึกษาครั้งนี้ จึงไม่เห็นความแตกต่างระหว่างคะแนนความสมบูรณ์ในช่วงหลังคลอดดังเช่นการศึกษาที่ 1 อย่างไรก็ตามการเปลี่ยนแปลงของคะแนนความสมบูรณ์มีความแตกต่างกันอย่างชัดเจนระหว่างกลุ่มโคที่มีปัญหา NEB และ Non-NEB ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาที่ 1 ที่พบว่าโคที่อ้วนก่อนคลอดและโคที่มีการสูญเสียคะแนนความสมบูรณ์มากหลังคลอด จะมีปริมาณ SBHB สูง หรือมีโอกาสมีปัญหา NEB มากขึ้น สอดคล้องกับบางการศึกษาที่พบโคที่มีคะแนนความสมบูรณ์สูงก่อนคลอดมีความเสี่ยงที่จะมีปัญหาคีโตซิส (Gillund, et al., 2001) ดังนั้นจากการศึกษานี้และการศึกษาที่ 1 จึงสรุปได้ว่า เพื่อลดปัญหาภาวะขาดสมดุลของพลังงาน และ ภาวะความเป็นกรดในกระเพาะ จะต้องให้ความสำคัญในการจัดการอาหาร การปรับคะแนนความสมบูรณ์ให้เหมาะสม ให้ถูกต้องและเหมาะสมตามความต้องการของโคแต่ละระยะ โดยคำนึงถึงความต้องการของโคและต้องให้โคได้รับอัตราส่วนของเยื่อใยอย่างเหมาะสมโดยเริ่มตั้งแต่วงก่อนคลอดจนกระทั่งถึงช่วงหลังคลอด อย่างไรก็ตามการพัฒนาคุณภาพอาหารหยาบให้มีคุณภาพสูง เพื่อลดปริมาณอาหารชั้นที่ใช้ เพื่อเป็นประโยชน์ในแง่การลดต้นทุนและให้ได้ตามความต้องการของโคเป็นสิ่งที่ต้องจัดการเพื่อลดปัญหาทั้ง NEB และ SARA หรือการเปลี่ยนวิธีการให้อาหารเช่นการให้อาหารโคโดยผสมระหว่างอาหารชั้นและหยาบ (TMR) หรือการให้อาหารหยาบก่อนให้โคกินอาหารชั้น อาจจะลดปัญหาดังกล่าวได้

3. ศึกษาผลกระทบของปัญหาเมตาบอลิซึมต่อสมรรถภาพของระบบสืบพันธุ์ในโคนมหลังคลอด

วิธีการทดลอง

- a. เลือกฟาร์มเพื่อใช้ในการศึกษาในพื้นที่ อำเภอกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม จำนวน 36 ฟาร์ม ที่มีจำนวนแม่โครีดนม ระหว่าง 8-25 ตัว และใช้โคในการศึกษานี้จำนวนทั้งหมด 387 ตัว โดยใช้โคที่คลอดระหว่าง ม.ค. 47 ถึง มี.ค. 48
- b. เก็บข้อมูลตัวโค ได้แก่ อายุ ลำดับที่การให้นม ประวัติการผสมเทียม จากใบประวัติโคนม ปัญหาในระหว่างการคลอดและหลังคลอด ได้แก่ การคลอดยาก รกค้าง ภูุน้ำในรังไข่ เต้านมอักเสบ ขาเจ็บ มดลูกอักเสบ โคป่วยซึมไม่กินอาหาร ให้คะแนนความสมบูรณ์ (BCS) ตามวิธี Edmonson (1989) โดยให้ระดับคะแนนในหน่วยต่ำสุดที่ 0.25 ในโคช่วง 1 เดือนก่อนคลอด และ 1 เดือนหลังคลอด
- c. เก็บตัวอย่างเลือด หลังโคกินอาหารตอนเช้า ประมาณ 2-4 ชม. ในช่วง 3-4 สัปดาห์หลังคลอด และตรวจภาวะความเป็นกรด ด่างในกระเพาะด้วย portable pH meter เช่นเดียวกับการศึกษาที่ 1
- d. ตรวจวัดระดับ β -hydroxybutyrate ในซีรัม (SBHB) และตรวจยูเรียในซีรัม (SUN) เช่นเดียวกับการศึกษาที่ 1 และกำหนดให้โคที่มี ruminal pH น้อยกว่า 6 เป็นโคที่มีปัญหา subacute ruminal acidosis (SARA) และโคที่มีระดับของ SBHB ในซีรัมมากกว่า 1.4 mmol/l เป็นโคที่มีปัญหาขาดสมดุลของพลังงาน (negative energy balance, NEB)
- e. เก็บตัวอย่างน้ำนม สัปดาห์ละ 2 ครั้ง ตั้งแต่หลังคลอดจนถึง 45 วัน หลังคลอด สุ่มเลือกตัวอย่างน้ำนมจากโคที่มีปัญหา SARA 30 ตัว โคที่มีปัญหา NEB 30 ตัว และ โคกลุ่มควบคุมซึ่งเป็นโคที่ไม่มีปัญหาทั้ง SARA และ NEB จำนวน 20 ตัว นำน้ำนมที่ได้มาตรวจระดับฮอร์โมนโปรเจสเตอโรนเพื่อบอกระยะการตกไข่ครั้งแรกหลังคลอด โดยใช้ชุดตรวจสอบโดยวิธี immunoenzymatic test (Ovucheck[®] milk kit number C006, Biovet[®], Saint-Hyacinthe, Canada) โดยถ้าพบวาระดับโปรเจสเตอโรนในน้ำนมมากกว่า 2 ng/ml ติดต่อกัน 2 ครั้ง กำหนดว่าโคมีการตกไข่ครั้งแรกในเวลาที่ทำการเก็บตัวอย่าง
- f. เข้าตรวจเยี่ยมฟาร์มเดือนละ 1 ครั้ง ทำการตรวจเช็คระบบสืบพันธุ์หลังคลอด 30 วัน และทำการล้างตรวจท้องหลังจากโคได้รับการผสมครั้งสุดท้ายประมาณ 60 วันหลังคลอด
- g. วิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

หาค่าเฉลี่ยของระยะจากคลอดถึงผสมครั้งแรก (calving to first service) ระยะจากคลอดถึงผสมติด (days Open) จำนวนครั้งของการผสมต่อการผสมติด (number of service per conception) เปอร์เซ็นต์การผสมติดครั้งแรกหลังคลอด (first service

conception rate) เปอร์เซ็นต์ของโคที่ผสมซ้ำมากกว่า 3 ครั้ง (repeat breeder) เปอร์เซ็นต์ของโคที่ผสมติดภายใน 150 วัน และเปอร์เซ็นต์ของโคที่ถูกคัตทิ้งระหว่างการศึกษา

วิเคราะห์หาปัจจัยที่มีผลต่อการตกไข่ครั้งแรกภายใน 45 วัน ต่อการผสมครั้งแรกภายใน 90 วัน และ ต่อการผสมติดภายใน 150 วัน โดยใช้การวิเคราะห์แบบ survival analysis ใช้เทคนิค Cox's proportional hazard model (the PHREG procedure in SAS System for windows version 8, 1999)

ในโมเดลการวิเคราะห์หาปัจจัยที่มีผลต่อการตกไข่ครั้งแรกหลังคลอด กำหนดให้ระยะเวลาจากหลังคลอดถึงการตกไข่ครั้งแรกเป็น survival time และโคที่ตกไข่ภายใน 45 วัน เป็น censor case ปัจจัยอื่นๆ เช่น อายุ ลำดับที่การคลอด การป่วยอื่นๆหลังคลอด คะแนนความสมบูรณ์ของโคก่อนและหลังคลอด ปริมาณ SUN การพบปัญหา SARA หรือ NEB ในโคเป็น explanatory factor โดยทำการคัดเลือกปัจจัยต่างๆในโมเดลแบบ stepwise ที่ $p < 0.1$ และในการวิเคราะห์ได้รวมปัจจัยฟาร์มไว้ในโมเดลเพื่อลดความแปรปรวนที่เกิดขึ้นระหว่างฟาร์ม

ในโมเดลการวิเคราะห์หาปัจจัยที่มีผลต่อการผสมครั้งแรกหลังคลอด กำหนดให้ระยะเวลาจากหลังคลอดถึงการผสมครั้งแรกเป็น survival time และโคที่ผสมครั้งแรกภายใน 90 วัน เป็น censor case ปัจจัยอื่นๆ เช่น อายุ ลำดับที่การคลอด การป่วยอื่นๆหลังคลอด คะแนนความสมบูรณ์ของโคก่อนและหลังคลอด ปริมาณ SUN, ปริมาณ SBHB, ruminal pH ในโคเป็น explanatory factor โดยทำการคัดเลือกปัจจัยต่างๆในโมเดลแบบ stepwise ที่ $p < 0.1$ และในการวิเคราะห์ได้รวมปัจจัยฟาร์มไว้ในโมเดลเพื่อลดความแปรปรวนที่เกิดขึ้นระหว่างฟาร์ม

ในโมเดลการวิเคราะห์หาปัจจัยที่มีผลต่อการผสมติดหลังคลอด กำหนดให้ระยะเวลาจากหลังคลอดถึงการผสมติดเป็น survival time และโคที่ผสมติดภายใน 150 วัน เป็น censor case ปัจจัยอื่นๆ เช่น อายุ ลำดับที่การคลอด การป่วยอื่นๆหลังคลอด คะแนนความสมบูรณ์ของโคก่อนและหลังคลอด ปริมาณ SUN, ปริมาณ SBHB, ruminal pH ในโคเป็น explanatory factor โดยทำการคัดเลือกปัจจัยต่างๆในโมเดลแบบ stepwise ที่ $p < 0.1$ และในการวิเคราะห์ได้รวมปัจจัยฟาร์มไว้ในโมเดลเพื่อลดความแปรปรวนที่เกิดขึ้นระหว่างฟาร์ม และรวมระยะเวลาการคลอดถึงผสมครั้งแรกในโมเดลเพื่อลดปัจจัยที่มีผลต่อการผสมติดซ้ำที่เกิดจากการผสมครั้งแรกซ้ำ

ผลการทดลอง

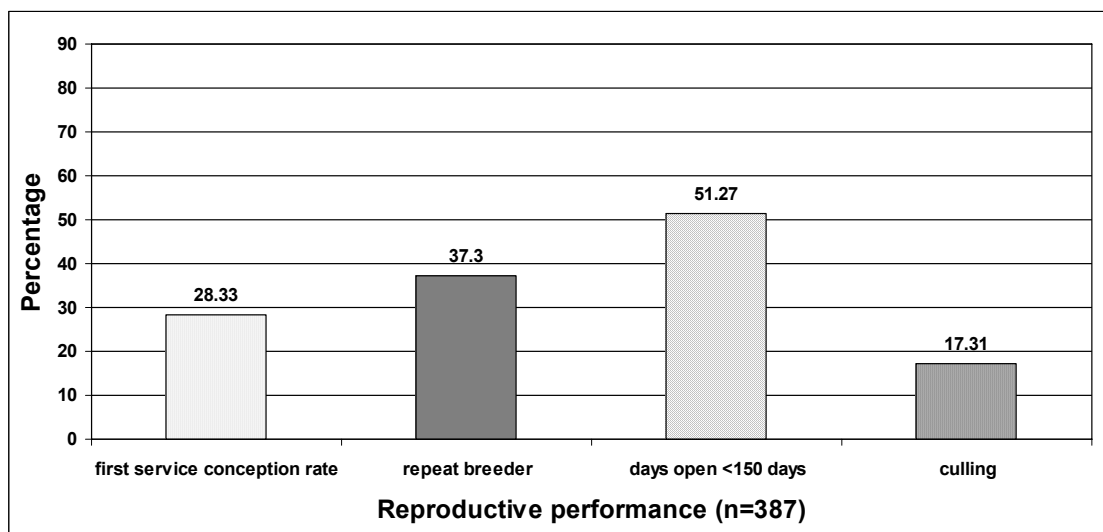
จากผลการศึกษาพบว่าดัชนีชี้วัดด้านระบบสืบพันธุ์ทุกตัวที่แสดงใน ตารางที่ 7 และรูปที่ 16 บ่งชี้ว่าฟาร์มเกษตรกรรายย่อยในพื้นที่ อ.กำแพงแสนจังหวัดนครปฐม มีอัตราการผสมติดต่ำ

ทั้งนี้จากข้อมูลบ่งชี้ว่า มีการผสมครั้งแรกหลังคลอดซ้ำและอัตราการผสมติดครั้งแรกต่ำ และมีจำนวนโคที่ผสมมากกว่า 3 ครั้งมาก ทำให้มีโคเพียงประมาณ 50% เท่านั้นที่ผสมติดภายใน 150 วัน

จากการวิเคราะห์ข้อมูลแบบ multivariable survival analysis พบว่าโคที่มีปัญหา SARA หรือ NEB มีโอกาสที่จะตกไข่ภายใน 45 วันต่ำเป็น 0.55 และ 0.32 เท่าของโคที่ไม่มีปัญหาตามลำดับ และพบว่าโคที่มีคะแนนความสมบูรณ์หลังคลอดสูงขึ้น 1 หน่วย จะมีโอกาสในการตกไข่ครั้งแรกภายใน 45 วันสูงขึ้น 3.85 เท่า ดังแสดงในตารางที่ 8 และเมื่อศึกษาปัจจัยที่จะมีผลต่อการผสมครั้งแรกภายใน 90 วันพบว่า โคที่ป่วยซึมหลังคลอด โคที่มีปัญหาขาเจ็บ และโคที่มีปัญหามดลูกอักเสบจะมีโอกาสผสมครั้งแรกภายใน 90 วันต่ำ เป็น 0.61, 0.70 และ 0.60 เท่าของโคที่ไม่มีปัญหาตามลำดับ และเมื่อโคมีอายุมากขึ้นทุก 1 ปี โคจะมีโอกาสที่จะมีการผสมครั้งแรกภายใน 90 วันต่ำลง เป็น 0.93 เท่า โคที่มีคะแนนความสมบูรณ์หลังคลอดสูงขึ้น 1 หน่วย จะมีโอกาสในการผสมครั้งแรกภายใน 90 วัน 1.95 เท่า ดังแสดงในตารางที่ 9 นอกจากนี้จากการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อโอกาสในการผสมติดภายใน 150 วันพบว่า โคที่มีความเป็นกรดต่างในกระเพาะหมักสูงขึ้น 1 หน่วย โคที่มีคะแนนความสมบูรณ์หลังคลอดสูงขึ้น 1 หน่วย และโคที่มีลำดับการคลอดมากขึ้น 1 หน่วย จะมีโอกาสในการผสมติดภายใน 150 วันสูงขึ้นเป็น 1.64, 1.70 และ 1.12 เท่า ตามลำดับ ดังแสดงในตารางที่ 10

ตารางที่ 7 แสดงค่าเฉลี่ยของดัชนีสมรรถภาพด้านระบบสืบพันธุ์ที่สำคัญ

Reproductive performance	N	Mean	SE
Calving to first service	356	89.93	2.7
Days open	271	147.1	5.02
Number of service per conception	356	2.6	0.13



รูปที่ 16 แสดงเปอร์เซ็นต์ของโคที่ผสมติดครั้งแรก เปอร์เซ็นต์โคที่มีการผสมซ้ำ เปอร์เซ็นต์โคที่ผสมติดภายใน 150 วัน และอัตราการคัดทิ้งในกลุ่มโคที่ทำการศึกษา

ตารางที่ 8 แสดงปัจจัยที่มีผลต่อการตกไข่ครั้งแรกหลังคลอดภายใน 45 วัน

Variable	β	SE	Chi-Square	P value	HR
Farm	-0.01	0.02	0.09	0.76	0.99
Postpartum BCS	1.35	0.62	4.69	0.03	3.85
SARA	-0.60	0.36	2.74	0.10	0.55
NEB	-1.13	0.42	7.23	0.01	0.32

ตารางที่ 9 แสดงปัจจัยที่มีผลต่อการผสมครั้งแรกหลังคลอดภายใน 90 วัน

Variable	β	SE	Chi-Square	P value	HR
Farm	-0.01	0.01	1.16	0.28	0.99
Age	-0.07	0.04	3.73	0.05	0.93
Postpartum BCS	0.67	0.15	19.75	<.0001	1.95
Systemic illness	-0.49	0.26	3.64	0.06	0.61
Lameness	-0.36	0.20	3.26	0.07	0.70
Metritis	-0.50	0.24	4.54	0.03	0.60

ตารางที่ 10 แสดงปัจจัยที่มีผลต่อการผสมครั้งติดภายใน 150 วัน

Variable	β	SE	Chi-Square	P value	HR
Farm	0.01	0.01	2.13	0.14	1.01
Lactation no.	0.11	0.06	3.85	0.05	1.12
Postpartum BCS	0.53	0.18	9.27	0.002	1.70
Ruminal pH	0.50	0.28	3.17	0.08	1.64
Calving to 1st service	-0.02	0.00	34.20	<.0001	0.98

บทวิจารณ์

จากผลการศึกษาพบว่า ประสิทธิภาพด้านระบบสืบพันธุ์ในฟาร์มรายย่อยในพื้นที่กำแพงแสน ก่อนช่วงต่ำ จาก ระยะการผสมครั้งแรกหลังคลอดที่ ประมาณ 90 วัน และระยะการผสมติดหลังคลอดที่ประมาณ 148 วันหลังคลอด อัตราการผสมติดครั้งแรกหลังคลอดเพียง 28 % เท่านั้น และจำนวนโคที่ต้องผสมซ้ำมากกว่า 3 ครั้ง มีถึง 37 % และโคมากกว่าครึ่งหนึ่งที่ผสมติดเกิน 150 วันหลังคลอด ทั้งนี้เมื่อพิจารณาปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับดัชนีชี้วัดด้านประสิทธิภาพด้านระบบสืบพันธุ์ ได้แก่ ระยะการตกไข่ครั้งแรก ระยะการผสมครั้งแรกหลังคลอด หรือ ระยะเวลาการผสมติดหลังคลอด พบว่า โคที่มีคะแนนความสมบูรณ์ต่ำในช่วงหลังคลอดจะมีผลต่อทั้ง 3 ดัชนี ทำให้ไข่ตก ผสมครั้งแรกและผสมติดช้า และภาวะการขาดพลังงานมีผลต่อการตกไข่ครั้งแรก ซึ่งได้ผลการศึกษาเช่นเดียวกับหลายการศึกษาที่ผ่านมา (Gillund, et al., 2001, Jorritsma, et al., 2005, Kim and Suh, 2003, Lopez-Gatius, et al., 2003, Westwood, et al., 2002) ทั้งนี้เนื่องจากภาวะการขาดสมดุลของพลังงาน จะมีการยับยั้งหรือลดการหลั่ง มีผลต่อการลดลงของระดับของ IGF-1 (insulin like growth factor-1), LH, progesterone, leptin, insulin (Formigoni and Trevisi, 2003, Reist, et al., 2003, Wathes, et al., 2003) ซึ่งมีผลต่อการทำงานของรังไข่ และการฝังตัวและอยู่รอดของตัวอ่อน นอกจากภาวะการขาดสมดุลของพลังงานที่มีผลต่อประสิทธิภาพของระบบสืบพันธุ์แล้วยังพบว่า ปัญหา SARA มีผลต่อการตกไข่ครั้งแรก และการผสมติด ซึ่งการค้นคว้าความสัมพันธ์ดังกล่าวยังไม่ทราบเหตุผลแน่ชัด เนื่องจากยังไม่มีรายการการพบความสัมพันธ์ดังกล่าวมาก่อน การค้นพบความสัมพันธ์นี้ซึ่งทำการศึกษาในเมืองไทย อาจเนื่องมาจากระบบการให้อาหารในเมืองไทยแตกต่างจากประเทศแถบตะวันตกที่ได้ทำการศึกษาปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการผสมติดเป็นจำนวนมาก แต่ยังไม่พบความสัมพันธ์ดังกล่าว โดยทั่วไปเมืองไทยจะให้อาหารข้นแยกจากอาหารหยาบ และด้วยเหตุผลที่คุณภาพอาหารหยาบต่ำ จึงต้องเพิ่มปริมาณและคุณภาพอาหารข้นเพื่อให้เพียงพอกับความต้องการ โคเมืองไทยจึงเผชิญปัญหา SARA มากกว่าประเทศแถบตะวันตก อย่างไรก็ตาม ประเทศแถบตะวันตกก็ยังมีการศึกษาเกี่ยวกับเรื่องนี้น้อย เหตุผลที่สามารถอธิบายความสัมพันธ์

ของ ปัญหา SARA และ ประสิทธิภาพระบบสืบพันธุ์ได้เช่นเดียวกับการศึกษาในโคเนื้อ (Gozho, et al., 2005) เนื่องจากว่าเมื่อโคมีปัญหา SARA จะเหนี่ยวนำให้เกิดการหลั่งของ inflammatory mediator (Andersen, et al., 1994, Gozho, et al., 2005) เช่น histamine (Aschenbach and Gabel, 2000), PGF2 α , amyloid-A หรือ lypopolysaccharide เป็นต้น การศึกษาในคนพบว่า histamine และ PGF2 α ไปเพิ่มการหดตัวของกล้ามเนื้อเรียบในท่อนำไข่มีผลต่อการผสมติด (Downing, et al., 1999) หรือการหลั่งของ inflammatory mediator ไปยับยั้ง hypothalamus-pituitary-ovarian pathway ไปขัดขวางการทำงานของรังไข่และมีผลต่อการรอดชีวิตของตัวอ่อน เช่นเดียวกับกรณีของเต้านมอักเสบ (Hansen, et al., 2004) ดังนั้นการเพิ่มอัตราการผสมติดในโคนมในเมืองไทยจำเป็นต้องคำนึงถึงทั้งปัญหา NEB และ SARA นอกจากนี้ยังพบปัจจัยอื่นๆ ที่มีผลต่อการผสมครั้งแรกซ้ำ ได้แก่ ปัญหาการป่วยซึมหลังคลอด ขาเจ็บ และมดลูกอักเสบ ปัญหาเหล่านี้ อาจเกี่ยวข้องกับทำให้โคกินอาหารได้น้อยและมีภาวะขาดสมดุลของพลังงาน หรือมีการหลั่ง inflammatory mediator และมีผลต่อการทำงานของรังไข่และการผสมติดดังเหตุผลที่ได้กล่าวมา และจากการศึกษานี้พบว่า โคสาวจะได้รับการผสมเร็วกว่าโคที่มีอายุมากแต่จะผสมติดยากมากกว่า โคแก่ ทั้งนี้จากการศึกษาที่ 1 พบว่าโคสาวมีความเสี่ยงที่จะมี ruminal pH ต่ำ แต่ไม่พบความสัมพันธ์ของอายุกับ SBHB และ คะแนนความสมบูรณ์หลังคลอด การที่โคสาวได้รับการผสมครั้งแรกเร็วกว่าอาจเนื่องมาจากปัญหาหลังคลอดน้อยกว่าโคแก่ หรือมีการเปลี่ยนแปลงของคะแนนความสมบูรณ์น้อยกว่าโคแก่ เนื่องจากโคสาวจะมีผลผลิตต่ำกว่า และการมีความเสี่ยงของปัญหา SARA มากจึงทำให้ผสมติดยาก อย่างไรก็ตาม ควรมีการศึกษากว้างของปัญหาความเป็นกรดในกระเพาะหมักแบบไม่แสดงอาการกับการทำงานของรังไข่และการผสมติดในสัตว์ทดลองในอนาคต เพื่อทราบความสัมพันธ์ที่ชัดเจนก่อนจะนำไปให้คำแนะนำที่เหมาะสมกับการเลี้ยงโคนมในฟาร์มรายย่อยในประเทศไทยต่อไป

หนังสืออ้างอิง

- Andersen, P. H., M. Hesselholt, and N. Jarlov. 1994. Endotoxin and arachidonic acid metabolites in portal, hepatic and arterial blood of cattle with acute ruminal acidosis. *Acta Vet Scand.* 35(3):223-234. Online. Available: http://www.ncbi.nlm.nih.gov/entrez/query.fcgi?cmd=Retrieve&db=PubMed&dopt=Citation&list_uids=7847191.
- Andersson, L. 1988. Subclinical ketosis in dairy cows. *Vet Clin North Am Food Anim Pract.* 4(2):233-251. Online. Available: http://www.ncbi.nlm.nih.gov/entrez/query.fcgi?cmd=Retrieve&db=PubMed&dopt=Citation&list_uids=3061609.

- Aschenbach, J. R. and G. Gabel. 2000. Effect and absorption of histamine in sheep rumen: significance of acidotic epithelial damage. *J Anim Sci.* 78(2):464-470. Online. Available: http://www.ncbi.nlm.nih.gov/entrez/query.fcgi?cmd=Retrieve&db=PubMed&dopt=Citation&list_uids=10709939.
- Beam, S. W. and W. R. Butler. 1999. Effects of energy balance on follicular development and first ovulation in postpartum dairy cows. *J Reprod Fertil Suppl.* 54:411-424. Online. Available: http://www.ncbi.nlm.nih.gov/entrez/query.fcgi?cmd=Retrieve&db=PubMed&dopt=Citation&list_uids=10692872.
- Bobe, G., J. W. Young, and D. C. Beitz. 2004. Invited review: pathology, etiology, prevention, and treatment of fatty liver in dairy cows. *J Dairy Sci.* 87(10):3105-3124. Online. Available: http://www.ncbi.nlm.nih.gov/entrez/query.fcgi?cmd=Retrieve&db=PubMed&dopt=Citation&list_uids=15377589.
- Butler, W. R. and R. D. Smith. 1989. Interrelationships between energy balance and postpartum reproductive function in dairy cattle. *J Dairy Sci.* 72(3):767-783. Online. Available: http://www.ncbi.nlm.nih.gov/entrez/query.fcgi?cmd=Retrieve&db=PubMed&dopt=Citation&list_uids=2654227.
- Downing, S. J., E. L. Chambers, S. D. Maguiness, A. Watson, and H. J. Leese. 1999. Effect of inflammatory mediators on the electrophysiology of the human oviduct. *Biol Reprod.* 61(3):657-664. Online. Available: http://www.ncbi.nlm.nih.gov/entrez/query.fcgi?cmd=Retrieve&db=PubMed&dopt=Citation&list_uids=10456842.
- Edmonson, A. J., I. J. Lean, L. D. Weaver, T. Farver, and G. Webster. 1989. A body condition scoring chart for Holstein dairy cows. *J. Dairy Sci.* 72:68-78.
- Enemark, J. M. and R. J. Jorgensen. 2001. Subclinical rumen acidosis as a cause of reduced appetite in newly calved dairy cows in Denmark: results of a poll among Danish dairy practitioners. *Vet Q.* 23(4):206-210. Online. Available: http://www.ncbi.nlm.nih.gov/entrez/query.fcgi?cmd=Retrieve&db=PubMed&dopt=Citation&list_uids=11765242.

- Enemark, J. M., R. J. Jorgensen, and N. B. Kristensen. 2004. An evaluation of parameters for the detection of subclinical rumen acidosis in dairy herds. *Vet Res Commun.* 28(8):687-709. Online. Available:
http://www.ncbi.nlm.nih.gov/entrez/query.fcgi?cmd=Retrieve&db=PubMed&dopt=Citation&list_uids=15609869.
- Fekete, S., G. Huszenicza, R. O. Kellems, I. Szakall, H. Febel, F. Husveth, P. Nagy, M. Kulcsar, E. Kosa, T. Gaal, P. Rudas, and K. Oppel. 1996. Influence of a deficient intake of high and low degradable protein on body composition, metabolic adaptation, production and reproductive performance in early lactation dairy cows. *Acta Vet Hung.* 44(3):309-333. Online. Available:
http://www.ncbi.nlm.nih.gov/entrez/query.fcgi?cmd=Retrieve&db=PubMed&dopt=Citation&list_uids=9055456.
- Formigoni, A. and E. Trevisi. 2003. Transition cow: interaction with fertility. *Vet Res Commun.* 27 Suppl 1:143-152. Online. Available:
http://www.ncbi.nlm.nih.gov/entrez/query.fcgi?cmd=Retrieve&db=PubMed&dopt=Citation&list_uids=14535382.
- Garrett, E. F., M. N. Pereira, K. V. Nordlund, L. E. Armentano, W. J. Goodger, and G. R. Oetzel. 1999. Diagnostic methods for the detection of subacute ruminal acidosis in dairy cows. *J Dairy Sci.* 82(6):1170-1178. Online. Available:
http://www.ncbi.nlm.nih.gov/entrez/query.fcgi?cmd=Retrieve&db=PubMed&dopt=Citation&list_uids=10386303.
- Gillund, P., O. Reksen, Y. T. Grohn, and K. Karlberg. 2001. Body condition related to ketosis and reproductive performance in Norwegian dairy cows. *J Dairy Sci.* 84(6):1390-1396. Online. Available:
http://www.ncbi.nlm.nih.gov/entrez/query.fcgi?cmd=Retrieve&db=PubMed&dopt=Citation&list_uids=11417697.
- Gozho, G. N., J. C. Plaizier, D. O. Krause, A. D. Kennedy, and K. M. Wittenberg. 2005. Subacute ruminal acidosis induces ruminal lipopolysaccharide endotoxin release and triggers an inflammatory response. *J Dairy Sci.* 88(4):1399-1403. Online. Available:
http://www.ncbi.nlm.nih.gov/entrez/query.fcgi?cmd=Retrieve&db=PubMed&dopt=Citation&list_uids=15778308.

- Hansen, P. J., P. Soto, and R. P. Natzke. 2004. Mastitis and fertility in cattle - possible involvement of inflammation or immune activation in embryonic mortality. *Am J Reprod Immunol.* 51(4):294-301. Online. Available:
http://www.ncbi.nlm.nih.gov/entrez/query.fcgi?cmd=Retrieve&db=PubMed&dopt=Citation&list_uids=15212683.
- Hojman, D., O. Kroll, G. Adin, M. Gips, B. Hanochi, and E. Ezra. 2004. Relationships between milk urea and production, nutrition, and fertility traits in Israeli dairy herds. *J Dairy Sci.* 87(4):1001-1011. Online. Available:
http://www.ncbi.nlm.nih.gov/entrez/query.fcgi?cmd=Retrieve&db=PubMed&dopt=Citation&list_uids=15259235.
- Jorritsma, R., P. Langendijk, T. A. Kruip, T. H. Wensing, and J. P. Noordhuizen. 2005. Associations between energy metabolism, LH pulsatility and first ovulation in early lactating cows. *Reprod Domest Anim.* 40(1):68-72. Online. Available:
http://www.ncbi.nlm.nih.gov/entrez/query.fcgi?cmd=Retrieve&db=PubMed&dopt=Citation&list_uids=15655004.
- Jorritsma, R., T. Wensing, T. A. Kruip, P. L. Vos, and J. P. Noordhuizen. 2003. Metabolic changes in early lactation and impaired reproductive performance in dairy cows. *Vet Res.* 34(1):11-26. Online. Available:
http://www.ncbi.nlm.nih.gov/entrez/query.fcgi?cmd=Retrieve&db=PubMed&dopt=Citation&list_uids=12588681.
- Kim, I. 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(8):1445-1456. Online. Available:
http://www.ncbi.nlm.nih.gov/entrez/query.fcgi?cmd=Retrieve&db=PubMed&dopt=Citation&list_uids=14519466.
- Kleen, J. L., G. A. Hooijer, J. Rehage, and J. P. Noordhuizen. 2003. Subacute ruminal acidosis (SARA): a review. *J Vet Med A Physiol Pathol Clin Med.* 50(8):406-414. Online. Available:
http://www.ncbi.nlm.nih.gov/entrez/query.fcgi?cmd=Retrieve&db=PubMed&dopt=Citation&list_uids=14633219.

- Krajcarski-Hunt, H., J. C. Plaizier, J. P. Walton, R. Spratt, and B. W. McBride. 2002. Short communication: Effect of subacute ruminal acidosis on in situ fiber digestion in lactating dairy cows. *J Dairy Sci.* 85(3):570-573. Online. Available: http://www.ncbi.nlm.nih.gov/entrez/query.fcgi?cmd=Retrieve&db=PubMed&dopt=Citation&list_uids=11949861.
- Lopez-Gatius, F., J. Yaniz, and D. Madriles-Helm. 2003. Effects of body condition score and score change on the reproductive performance of dairy cows: a meta-analysis. *Theriogenology.* 59(3-4):801-812. Online. Available: http://www.ncbi.nlm.nih.gov/entrez/query.fcgi?cmd=Retrieve&db=PubMed&dopt=Citation&list_uids=12517383.
- Maekawa, M., K. A. Beauchemin, and D. A. Christensen. 2002a. Chewing activity, saliva production, and ruminal pH of primiparous and multiparous lactating dairy cows. *J Dairy Sci.* 85(5):1176-1182. Online. Available: http://www.ncbi.nlm.nih.gov/entrez/query.fcgi?cmd=Retrieve&db=PubMed&dopt=Citation&list_uids=12086053.
- Maekawa, M., K. A. Beauchemin, and D. A. Christensen. 2002b. Effect of concentrate level and feeding management on chewing activities, saliva production, and ruminal pH of lactating dairy cows. *J Dairy Sci.* 85(5):1165-1175. Online. Available: http://www.ncbi.nlm.nih.gov/entrez/query.fcgi?cmd=Retrieve&db=PubMed&dopt=Citation&list_uids=12086052.
- Masahito, O. and S. A. Michael. 2003. Intraruminal infusion of propionate alters feeding behavior and decrease energy intake of lactating dairy cows. *The Journal of Nutrition.* 133(4):1094-1099.
- Mayne, C. S., M. A. McCoy, S. D. Lennox, D. R. Mackey, M. Verner, D. C. Catney, W. J. McCaughey, A. R. Wylie, B. W. Kennedy, and F. J. Gordon. 2002. Fertility of dairy cows in Northern Ireland. *Vet Rec.* 150(23):707-713. Online. Available: http://www.ncbi.nlm.nih.gov/entrez/query.fcgi?cmd=Retrieve&db=PubMed&dopt=Citation&list_uids=12081305.
- Murondoti, A., R. Jorritsma, A. C. Beynen, T. Wensing, and M. J. Geelen. 2004. Activities of the enzymes of hepatic gluconeogenesis in periparturient dairy cows with induced fatty liver. *J Dairy Res.* 71(2):129-134. Online. Available:

http://www.ncbi.nlm.nih.gov/entrez/query.fcgi?cmd=Retrieve&db=PubMed&dopt=Citation&list_uids=15190939.

Mutsvangwa, T., J. Gilmore, J. E. Squires, M. I. Lindinger, and B. W. McBride. 2004. Chronic metabolic acidosis increases mRNA levels for components of the ubiquitin-mediated proteolytic pathway in skeletal muscle of dairy cows. *J Nutr.* 134(3):558-561. Online. Available:

http://www.ncbi.nlm.nih.gov/entrez/query.fcgi?cmd=Retrieve&db=PubMed&dopt=Citation&list_uids=14988446.

Nocek, J. E. 1997. Bovine acidosis: implications on laminitis. *J Dairy Sci.* 80(5):1005-1028. Online. Available:

http://www.ncbi.nlm.nih.gov/entrez/query.fcgi?cmd=Retrieve&db=PubMed&dopt=Citation&list_uids=9178142.

Nocek, J. E., J. G. Allman, and W. P. Kautz. 2002. Evaluation of an indwelling ruminal probe methodology and effect of grain level on diurnal pH variation in dairy cattle. *J Dairy Sci.* 85(2):422-428. Online. Available:

http://www.ncbi.nlm.nih.gov/entrez/query.fcgi?cmd=Retrieve&db=PubMed&dopt=Citation&list_uids=11913703.

Pedron, O., F. Cheli, E. Senatore, D. Baroli, and R. Rizzi. 1993. Effect of body condition score at calving on performance, some blood parameters, and milk fatty acid composition in dairy cows. *J Dairy Sci.* 76(9):2528-2535. Online. Available:

http://www.ncbi.nlm.nih.gov/entrez/query.fcgi?cmd=Retrieve&db=PubMed&dopt=Citation&list_uids=8227654.

Reist, M., D. K. Erdin, D. von Euw, K. M. Tschumperlin, H. Leuenberger, H. M. Hammon, C. Morel, C. Philipona, Y. Zbinden, N. Kunzi, and J. W. Blum. 2003. Postpartum reproductive function: association with energy, metabolic and endocrine status in high yielding dairy cows. *Theriogenology.* 59(8):1707-1723. Online. Available:

http://www.ncbi.nlm.nih.gov/entrez/query.fcgi?cmd=Retrieve&db=PubMed&dopt=Citation&list_uids=12566146.

Roseler, D. K., J. D. Ferguson, C. J. Sniffen, and J. Herrema. 1993. Dietary protein degradability effects on plasma and milk urea nitrogen and milk nonprotein nitrogen in Holstein cows. *J. Dairy Sci.* 76: 525- 534.

SAS User's Guide: Statistics, Version 8 Edition. 1999. SAS Inst., Inc., Cary, NC

- Vissek, W. J. 1984. Ammonia: its effects on biological systems, metabolic hormones, and reproduction. J Dairy Sci. 67(3):481-498. Online. Available:
http://www.ncbi.nlm.nih.gov/entrez/query.fcgi?cmd=Retrieve&db=PubMed&dopt=Citation&list_uids=6371080.
- Wathes, D. C., V. J. Taylor, Z. Cheng, and G. E. Mann. 2003. Follicle growth, corpus luteum function and their effects on embryo development in postpartum dairy cows. Reprod Suppl. 61:219-237. Online. Available:
http://www.ncbi.nlm.nih.gov/entrez/query.fcgi?cmd=Retrieve&db=PubMed&dopt=Citation&list_uids=14635938.
- Westwood, C. T., I. J. Lean, and J. K. Garvin. 2002. Factors influencing fertility of Holstein dairy cows: a multivariate description. J Dairy Sci. 85(12):3225-3237. Online. Available:
http://www.ncbi.nlm.nih.gov/entrez/query.fcgi?cmd=Retrieve&db=PubMed&dopt=Citation&list_uids=12512596.

Output

1. ผลงานตีพิมพ์ในวารสารวิชาการนานาชาติ

- a. Inchaisri, C., Ajariyakhajorn, K., Chunpongsang, S., Suriyasataporn, W., Pinyopummintr, T. and Noordhuizen, J.P.T.M. 2006. Risk factors of subclinical ketosis and subacute ruminal acidosis in different feeding managements during post calving of Thai dairy cattle in small holder farms. Prev. Vet. Med. (preparing for submission)
- b. Inchaisri, C., Ajariyakhajorn, K., Chunpongsang, S., Suriyasataporn, W., Pinyopummintr, T. and Noordhuizen, J.P.T.M. 2006. Effect of subacute ruminal acidosis on some metabolic parameters and reproductive performance during postparturient in dairy cattle. J. Dairy Sci. (preparing for submission)
- c. Inchaisri, C., Ajariyakhajorn, K., Chunpongsang, S., Suriyasataporn, W., Pinyopummintr, T. and Noordhuizen, J.P.T.M. 2006. Effect of negative energy balance on reproductive performance of Thai dairy cattle in small holder farms. Vet. Rec. (preparing for submission)

2. การนำผลงานวิจัยไปใช้ประโยชน์

- เชิงพาณิชย์ นำไปประยุกต์ใช้ในฟาร์มเกษตรกร เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพระบบสืบพันธุ์ ลดปัญหาผสมติดยากซึ่งเป็นปัญหาหลักในการเลี้ยงโคนมในเมืองไทย
- เชิงวิชาการ เกิดองค์ความรู้ใหม่ ในเรื่องของความสัมพันธ์ระหว่างปัญหา subacute ruminal acidosis กับ ประสิทธิภาพระบบสืบพันธุ์ ซึ่งไม่เคยมีรายงานมาก่อน อย่างไรก็ตามจำเป็นต้องศึกษาเพิ่มเติมเพื่อให้ทราบกลไกที่แน่ชัด

3. อื่น ๆ

- นำเสนอผลงานในที่ประชุมวิชาการ (oral presentation) "Integrating Livestock-Crop System to meet the Challenges of Globalisation" BSAS and AHAT international conference 14-18 November, 2005. Khon Kaen, Thailand.
- นำเสนอผลงานในที่ประชุมวิชาการ (oral presentation) XXIVth World Buiatrics Congress. 15-19 October, 2006. Nice, France. (submitted)

ภาคผนวก

Risk factors of subclinical ketosis and subacute ruminal acidosis in different feeding managements during post calving of Thai dairy cattle in small holder farms

Inchaisri, C.^a, K. Ajariyakhajorn^a, S. Chunpongsang^a, W. Suriyasataporn^b, T. Pinyopummintr^c, A. Smolenaars^d & J.P. Noordhuizen.^d

^a Chulalongkorn University, Pathumwan, Bangkok 11030, Thailand, ^b Chiangmai University, Mahae, Chiangmai, 50100, Thailand, ^c Kasetsart University, Kumpangsan, Nakhonpathom, 73000, Thailand, ^d Utrecht University, Yalelaan 7, 3584 CL Utrecht, The Netherlands

Summary

The objective of this study was to determine the risk factors of subacute ruminal acidosis (SARA) and subclinical ketosis (SCK) of dairy cows in small dairy holders of Kumpangsan milk cooperation, Thailand. The study was conducted as a cross-sectional study in early lactation cows during 3-5 weeks postpartum in 36 farms (328 cows). Individual cow factors, the problems after calving, feed&feeding managements, housing styles, and calving months and seasons were recorded during farm visits. Serum β -hydroxybutyrate (SBHB) was measured to detect SCK (SBHB level > 1.40 mmol/l), while ruminal fluid was collected by rumenocentesis at 2-4 hours after feeding to detect SARA (ruminal pH < 6). Multivariable analysis was done with all independent factors and using dependent factors as continuous data (SBHB or ruminal pH) by GLMM (proc mixed) model while farms were included in the model as random effect. Dichotomous factors (SCK or SARA) were evaluated with all factors by stepwise logistic regression model. The prevalence of SARA and SCK were 30% and 21.1%, respectively. The linear association of SBHB in the model included positive effects of ruminal pH and precalving BCS, and negative effects of eating normally comparing with off feed during transition period, while the linear association of ruminal pH included positive effects of SBHB, age, postpartum BCS, and negative effects on feeding baby corn husk, corn tip, corn tree, napier grass and roughage feeding ≥ 3 times/day. The risk factors of SARA were found in the stepwise logistic model including low precalving BCS (OR= 0.47), cows fed with corn tip&baby corn husk (OR= 33.05), corn tree&napier grass (OR= 4.99) comparing with rice straw, and cows fed more frequently roughage (OR= 3.12). The risks of SCK were found in cows with high ruminal pH (OR= 7.10), high precalving BCS (OR= 2.74), more loss of BCS (OR= 4.23) and cows fed low amount of concentrate per time (OR= 5.59). Problems of SARA and SCK could be minimized or prevented using feed&feeding management strategies.

Keywords: SBHB, ruminal pH, SCK, SARA

Introduction

The dairy farm industry in Thailand was established since 1963 but still is confronted with low milk production and low fertility especially in small dairy holder farms. In general, SCK affects on milk production and fertility in the dairy cows (Duffield, 2000; Garrett et al., 1989), and SARA affects on health and appetite (Enemark and Jorgensen, 2001; Kleen et al., 2003). Because few studies about metabolic disturbances in Thailand have been done, the metabolic disturbance might be the major problem in Thai small dairy holders with various kinds of management. Many factors such as individual cow factors, feed&feeding management, calving month, calving season, and housing styles might be the risk of SCK and SARA. The objective of this study was to determine the prevalence of SCK and SARA during postpartum period in small dairy holder farms and the involving factors might be the risk of these metabolic disturbances either directly or indirectly. A suitable management should be provided by the farmer in order to prevent metabolic disturbance in their farms

which will be the first step to improve milk production and fertility in Thai small dairy holder farms.

Materials and Methods

Cows and management data

36 herds were selected conveniently from farm members of Kampangsan milk cooperation. Herd size was between 5 and 28 milking cows. The study was conducted as a cross sectional study in cows calving during January to December, 2004. 328 cows in 36 farms were recorded for age, lactation number, days in milk, precalving body condition score (BCS0), postpartum body condition score (BCS1) during 3-5 weeks after parturition and the periparturient problem occurrences until 5 weeks after parturition including difficult calving, off feed, retained placenta, metritis, cystic ovary, ovarian dysfunction and mastitis. BCS was evaluated following the pattern of Edmonson et al., (1989) giving the minimum unit at 0.25. Feed & feeding management were interviewed and observed during regular farm visits once a month including concentrate types, roughage types, frequency of feeding, percentage of protein in concentrate, amount of concentrate feeding per time, and roughage chopping. Moreover, housing styles, calving months and calving seasons were also recorded. Definitions and coding for statistical analysis of all factors are shown in *table 1*.

Sampling and analysis

Serum and ruminal fluid were collected 2-4 hours after feeding during 3-5 weeks postpartum. Ruminocentesis was done following the method of Garrett et al., (1999) and pH measured immediately by portable pH meter. SBHB was measured by kinetic enzyme method using a commercial kit (Ranbut D-3-hydroxybutyrate kit number RB1008; Randox Laboratories LTD., Crumlin, UK) and SUN was determined by Urease-Berthelot method (Urea UV kit number AD822U, Audit Diagnostics, Doughcloyne-Cork, Ireland).

Statistical analysis

Descriptive statistics and the association between ruminal pH or SBHB as dependent factors and other independent factors showing in *table 2* were analyzed by using univariable analysis with linear regression model in SAS for windows version 8 (1999). The multivariable linear model was evaluated by using ruminal pH or SBHB as a dependent factor with all independent factors including cow factors, problems after calving, feed&feeding management, housing styles, and calving months and seasons. Moreover, farms were included in the model as random effect. General linear mixed model (proc mixed) in SAS for windows version 8 (1999) was used for multivariable analysis by free entering method using estimation method of residual maximum likelihood at 95% confidence interval. Multivariable logistic regression model was determined by using stepwise procedure in SAS for windows version 8 (1999) between a dependent factor as SARA or SCK which were identified below with all independent factors including individual cow factors, problems after calving, feed&feeding management factor, housing styles, calving months and seasons. SARA was defined at ruminal pH <6, while SCK was defined at SBHB > 1.4 mmol/l. Pearson Goodness-of-fit was evaluated to the best fit of the model.

Results

Individual cow and problems after calving

The prevalence of SARA and SCK were 30% and 21.1%, respectively. Univariable analysis of ruminal pH model shown in *table 2* found the positive effect of age, and lactation number, while negative effect on milk weight at sampling time was significantly associated with ruminal pH ($p < 0.05$). However, multiple analysis shown in *table 3* after adjusting to other factors found that age still was associated significantly and linearly with positive effect on ruminal pH and also SBHB and BCS1. In multiple logistic model showing in *table 4*, high

BCS0 cows were preventive factor of SARA (OR= 0.47) after adjusting to other factors in the model.

The linear positive associations of SBHB with BCS0, BCS2 and off feed cows during transition period were found significantly ($p<0.05$) in the univariable model. Moreover, BCS0 and off feed cows were still associated linearly with SBHB in multiple analysis model and SBHB showed also associated positive effect on ruminal pH after adjusting to other factors. The multiple logistic model found that the risk increase of SCK included high ruminal pH (OR=7.10), high BCS0 (OR= 2.74) and BCS2 (OR= 4.23) as shown in *table 4*.

Feed&feeding management

The associations between concentrate feeding frequency, concentrate amount per time of feeding, roughage types or roughage feeding frequency with ruminal pH were found in univariable analysis shown in *table 2*. In the linear multiple model, roughage types and roughage feeding frequency were still significantly associated with ruminal pH ($p<0.05$). Cows being fed with baby corn husk&corn tip, corn tree&nepier grass having lower ruminal pH than cows fed with rice straw and cows fed roughage ≥ 3 times/day had low ruminal pH as shown in *table 3*. This result was similar to the multivariable logistic model results shown in *table 4*. Cows fed with baby corn husk&corn tip were at the highest risk to SARA (OR= 33.05) as compared to cows fed rice straw, while cows fed with corn tree&napeir grass were not significant in the model.

In linear univariable analysis, SBHB associated significantly ($p<0.05$) with concentrate types, concentrate feeding frequency, and roughage feeding frequency. Nevertheless, no feed&feeding management factors related with SBHB in linear multivariable analysis (*table 3*) except for low amount of concentrate fed per meal time (OR= 5.59) were still a risk to SCK in multiple logistic model as shown in *table 4*.

Housing styles, calving months and seasons

In univariable analysis, cows were with higher SBHB in tied stall housing than cows were in loose housing. The lowest ruminal pH (5.89 ± 0.36) was in cows calving in January but ruminal pH was not different among seasons, while SBHB was not different among calving seasons and calving months.

Discussion

In general, primiparous cows seemed more prone to low ruminal pH values (< 6.0) than were multiparous cows (Enemark et al., 2004) because of more difficult adaptation to high concentrate levels during periparturient period. However, Maekawa et al. (2002a) reported that multiparous cows may have a greater risk of incurring acidosis than primiparous cows because increased salivary secretion associated with increased chewing may not sufficiently compensate the increment of fermentation acids produced in the rumen due to high feed intake. In this study, we found that primiparous cows have lower ruminal pH than multiparous cows at 3-5 weeks postpartum, while no effect of age or lactation number on SBHB was showed.

Low ruminal pH occurred more frequently in low BCS cows than in high BCS cows at 3-5 weeks postpartum. Inadequate feeding strategies during transition period may be the main cause of low ruminal pH and reduce appetite (Enemark and Jorgensen, 2001) and low ruminal pH reduce dry matter intake of both concentrate and hay (Gozho et al., 2005). SARA also reduces the rumen digestion of NDF from grass hay, legume hay, and corn silage (Krajcarski-Hunt et al., 2002). Moreover, SARA induced a systemic inflammatory response in the steers (Gozho et al., 2005). The BCS were slightly lower in cows fed low degradable

protein feed with lower ruminal pH than cows fed highly degradable protein feed (Fekete et al., 1996). Low BCS might result from low ruminal pH with above reason.

In this study, high precalving BCS cows and more loss of postpartum BCS were high risk to SCK or high SBHB level but high precalving BCS cows were at low risk to SARA. Subclinical ketosis cows might eat less concentrate than healthy cows as shown in table 4, so ruminal pH should be at less risk to low level. On the other hand, cows fed by more concentrate and less fiber had lower ruminal fluid pH (Reed et al., 1997). The positive association between ruminal pH and SBHB also was found in this study. Cows fed more feed which might be more concentrate or less fiber, induce lower ruminal pH and also get lower SBHB.

Cows with NEB had higher precalving BCS than healthy cows, and then they lost more body condition (Pedron et al., 1993; Gillund et al., 2001). SCK cows were more sensitive to oxidative stress (Bernabucci et al., 2005) and increase the level of SBHB and NEFA (non-esterified fatty acid) (Pedron et al., 1993; Bernabucci et al., 2005). On the other hand, cows had lower body condition scores (BCS) in the dry period but lost less body condition in early lactation (Mayne et al., 2002). In this study, high precalving BCS and high loss of BCS postpartum were a high risk to SCK. Furthermore, this result shows that cows refusing to eat during transition period had higher level of SBHB postpartum than cows which adapted themselves to eat normally.

Cows fed with baby corn husk or corn tip and more frequent feeding were at high risk to SARA or low ruminal pH which result from these roughages that are high in rumen available carbohydrates, or forage that is low in effective fiber inducing low ruminal pH (Nocek, 1997). Neutral detergent fiber of baby corn husk, corn tip, corn tree, napier grass and rice straw were approximately 55.1%, 57.7%, 65.0%, 63.0%, and 74.4%, while total digestibility nutrients (TDN) were 61.5%, 63%, 56%, 54%, and 47%, respectively (personal data). Moreover, the result from univariable analysis indicated that more amount concentrate and more frequent feeding also affect low ruminal pH and low SBHB. Cows ate a high proportion of concentrate inducing SARA especially when roughage was fed separately from concentrate (Maekawa et al., 2002b; Nocek et al., 2002). However, it also can reduce SCK by increasing the amount of concentrate fed per meal. Factors such as energy- and protein-rich roughage, tasty high-energy concentrates, suitable feeding during the dry period, and division of the concentrates into at least four meals are considered to be important to reduce SCK (Andersson, 1988)

The balance between amount and frequent feeding of both roughage and concentrate is important to reduce both SARA and SCK. The ratio between concentrate and roughage including nutrient requirement should be adjusted for individual cows to reach suitable production with a good health. Further study should investigate the effect on fertility and milk production what is the best nutritional management tool to make more benefit to farmer.

Acknowledgments

The authors are gratefully to TRF (Thailand research Fund) for funding this work.

Table 1. Continuous and categorical variables, their definition and coding of category data evaluated in the models.

Continuous variables	Independent factors
<i>Individual cow factors</i>	
Age	Age (years)
Lact. No.	Lactation number; 1= lact. No. 1, 2= lact. No. 2-3, 3= lact. No. ≥ 4
BCS0	BCS at 1 week before calving
BCS1	BCS at sampling time 3-5 week postpartum
BCS2	Difference between BCS0 and BCS1
SBHB	Serum betahydroxybutyrate (mmol/l)
Ruminal pH	Ruminal pH collected by ruminocentesis at ventral sac of rumen
SUN	Serum urea level (mg/dl)
MW	Milk weight at sampling date (kg/day)
Categorical variables	Independent factors
<i>Problems after calving</i>	
0 or 1	Difficult calving; 0= normal calving, 1= difficult calving
0 or 1	Off feed during postpartum period; 0= normal eating, 1= off feed
0 or 1	Retained placenta at more than 24 hours postcalving; 0= no, 1= yes
0 or 1	Metritis by clinical observation; 0= no, 1= yes
0 or 1	Cystic ovary examined by rectal palpation; 0= no, 1= yes
0 or 1	Ovarian dysfunction meaning small and smooth ovary by rectal palpation and no estrous observation; 0= no, 1= yes
0 or 1	Clinical mastitis by clinical observation; 0= no, 1= yes
<i>Feed&Feeding management factors</i>	
1-2	Concentrate type; 1= commercial, 2= hand made
1-2	% protein of concentrate; 1= 16-18% protein, 2= 14% protein
1-3	Concentrate feeding frequency; 1 ≥ 4 times/day, 2= 3 times/day, 3= 2 times/day
1-2	Concentrate amount per time of feeding; 1 ≤ 4 kg/time, 2 > 4 kg/time
1-3	Roughage type; 1= corn tip&baby corn husk, 2= corn three&napier grass, 3= rice staw
1-3	Roughage feeding frequency; 1 ≥ 3 times/day, 2 < 3 times/day
0 or 1	Roughage chopping; 0= no, 1= yes
<i>Calving months, calving seasons and housing styles</i>	
1-3	Calving season; 1= Mar-Jun, 2= Jul-Oct, 3= Nov-Feb
1-12	Calving month; 1= Jan, 2= Feb, 3= Mar, 4= Apr, 5= May, 6= Jun, 7= Jul, 8= Aug, 9= Sep, 10= Oct, 11= Nov, 12= Dec
1-2	Housing style; 1= Loose housing, 2= Tied stall

Table 2. Univariable analysis using general linear regression model for risk factors for 2 dependent factors; ruminal pH or SBHB sampled 3-4 wks postpartum.

Variables	Ruminal pH				SBHB			
	N	mean	SD	P value	N	mean	SD	P value
<i>Individual cow factors</i>								
Age (years) (mean $\pm$ SD= 5.06 $\pm$ 2.25)	303	6.14	0.33	0.00	298	1.18	1.05	0.66
Lact. No.	320	6.15	0.34	0.05	317	1.17	1.02	0.20
1= lact no. 1	81	6.11	0.35		79	1.17	1.23	
2= lact no. 2-3	153	6.13	0.33		149	1.07	0.75	
3= lact no. $\geq$ 4	86	6.22	0.32		89	1.32	1.20	
BCS precalving (mean $\pm$ SD= 3.06 $\pm$ 0.48)	285	6.16	0.34	0.09	279	1.19	1.06	0.00
BCS postpartum (mean $\pm$ SD= 2.75 $\pm$ 0.41)	320	6.15	0.34	0.21	317	1.17	1.02	0.13
Change of BCS (mean $\pm$ SD= 0.31 $\pm$ 0.35)	285	6.16	0.34	0.28	279	1.19	1.06	0.00
SBHB	317	6.15	0.34	0.00				
Ruminal pH					317	1.17	1.02	0.00
SUN (mean $\pm$ SD= 12.09 $\pm$ 5.09)	309	6.15	0.33	0.42	317	1.17	1.02	0.37
Milk weight (mean $\pm$ SD= 16.78 $\pm$ 4.67)	322	6.15	0.34	0.02	322	1.17	1.02	0.61
<i>Problems after calving</i>								
Difficult calving	320	6.15	0.34	0.62	317	1.17	1.02	0.75
0= no	249	6.15	0.33		250	1.18	1.03	
1= yes	71	6.13	0.37		67	1.13	1.00	
Off feed after calving	320	6.15	0.34	0.66	317	1.17	1.02	0.00
0= no	286	6.15			281	1.11	0.89	
1= yes	34	6.13			36	1.63	1.71	
Retained placenta	320	6.15	0.34	0.52	317	1.17	1.02	0.49
0= no	278	6.15	0.34		276	1.18	1.06	
1= yes	42	6.12	0.35		41	1.07	0.76	
Metritis	320	6.15	0.34	0.26	317	1.17	1.02	0.17
0= no	273	6.16	0.33		273	1.20	1.07	
1= yes	43	6.10	0.38		44	0.97	0.60	
Cystic ovary	320	6.15	0.34	0.58	317	1.17	1.02	0.29
0= no	308	6.15	0.34		306	1.16	1.00	
1= yes	12	6.20	0.34		11	1.50	1.63	
Ovarian dysfunction	320	6.15	0.34	0.69	317	1.17	1.02	0.19
0= no	208	6.16	0.33		207	1.22	1.06	
1= yes	112	6.14	0.35		110	1.07	0.95	
Mastitis	320	6.15	0.34	0.83	317	1.17	1.02	0.15
0= no	285	6.15	0.34		281	1.20	1.06	
1= yes	35	6.16	0.33		36	0.94	0.59	

Variables	Ruminal pH				SBHB			
	N	mean	SD	P value	N	mean	SD	P value
<i>Feed&feeding management factors</i>								
Concentrate type	320	6.15	0.34	0.10	317	1.17	1.02	0.03
1= Commercial	216	6.17	0.33		210	1.26	1.17	
2= hand made	104	6.10	0.34		102	0.98	0.58	
%protein of concentrate	320	6.15	0.34	0.35	317	1.17	1.02	0.35
1= 16-18% protein	275	6.16	0.34		273	1.19	0.06	
2= 14% protein	45	6.11	0.33		44	1.04	0.77	
Concentrate feeding frequency	320	6.15	0.34	0.00	317	1.17	1.02	0.01
1≥ 4 times/day	110	6.04	0.30		104	0.93	0.51	
2= 3 times/day	26	6.24	0.31		23	1.35	1.18	
3= 2 times/day	186	6.20	0.34		190	1.28	1.18	
Concentrate amount per time of feeding	320	6.15	0.34	0.03	317	1.17	1.02	0.04
1≤ 4 kg/time	267	6.17	0.34		266	1.22	1.07	
2 > 4 kg/time	53	6.06	0.31		51	0.90	0.64	
Roughage type	320	6.15	0.34	0.00	317	1.17	1.02	0.15
1= corn tip&babycorn husk	22	5.85	0.35		23	0.91	0.39	
2= corn three&napier grass	262	6.14	0.32		258	1.16	0.92	
3= rice straw	36	6.40	0.26		36	1.43	1.75	
Roughage feeding frequency	320	6.15	0.34	0.00	317	1.17	1.02	0.03
1≥ 3 times/day	54	5.99	0.30		52	0.89	0.68	
2< 3 times/day	266	6.18	0.33		265	1.22	1.07	
Roughage chopping	320	6.15	0.34	0.98	317	1.17	1.02	0.52
0= no	134	6.15	0.32		135	1.13	1.16	
1= yes	186	6.15	0.35		182	1.20	0.91	
<i>Calving months, calving seasons and housing styles</i>								
Calving seasons	320	6.15	0.34	0.53	317	1.17	1.02	0.08
1= Mar-Jun	102	6.14	0.30		104	0.99	0.58	
2= Jul-Oct	113	6.13	0.34		106	1.30	1.11	
3= Nov-Feb	105	6.18	0.36		107	1.21	1.23	
Calving months	320	6.15	0.34	0.03	317	1.17	1.02	0.23
1= Jan	14	5.89	0.36		14	0.91		
2= Feb	21	6.17	0.29		21	0.97		
3= Mar	30	6.03	0.30		32	1.21		
4= Apr	28	6.20	0.31		28	0.83		
5= May	20	6.23	0.29		20	0.86		
6= Jun	35	6.14	0.32		35	1.01		
7= Jul	13	6.14	0.45		13	1.26		
8= Aug	30	6.13	0.37		27	1.45		
9= Sep	40	6.12	0.31		36	1.43		
10= Oct	49	6.23	0.37		49	1.27		
11= Nov	26	6.28	0.28		26	1.40		
12= Dec	14	6.12	0.33		16	1.05		
Housing styles	322	6.15	0.34	0.56	317	1.17	1.02	0.01
1= Loose housing	205	6.14	0.34		199	1.06	0.80	
2= Tied stall	115	6.16	0.34		118	1.36	1.30	

Table 3. Multivariable analysis by general linear mixed model (proc mixed) of 2 dependent factors including ruminal pH or SBHB sampled 3-4 week postpartum and farms were included in the model as random effect.

<i>Factor</i>	β	<i>SE (β)</i>	<i>P value</i>
<i>Ruminal pH</i>			
<i>Fixed effects</i>			
SBHB	0.04	0.02	0.01
Age	0.02	0.01	0.00
BCS postpartum	0.14	0.05	0.00
Roughage type			
1= corn tip and baby corn husk	-0.55	0.09	0.00
2= corn three and napier grass	-0.23	0.06	0.00
3= rice straw	base line	-	-
Roughage feeding frequency			
1 $\geq$ 3 times/day	-0.18	0.06	0.01
2< 3 times/day	baseline	-	-
Constant	5.82	0.14	0.00
<i>Random effect</i>			
Farms	0.01	0.00	0.05
<i>SBHB</i>			
<i>Fixed effects</i>			
Ruminal pH	0.49	0.19	0.02
BCS precalving	0.45	0.14	0.00
Off feed after calving			
0= no	-0.39	0.20	0.05
1= yes	baseline	-	-
Constant	-2.82	1.18	0.02
<i>Random effect</i>			
Farms	0.12	0.06	0.03

Table 4. Multiple analysis by stepwise procedure of logistic regression model for risk factors of 2 dependent factors; SARA (pH<6.0) or SCK (SBHB> 1.4 mmol/l) sampled 3-4 week postpartum. Criteria to enter $p<0.1$ and stay $p<0.05$, Pearson goodness of fit $\chi^2= 0.47$ for SARA model, Pearson goodness of fit $\chi^2= 0.65$ for SCK model.

<i>Factor</i>	β	<i>SE (β)</i>	<i>Wald's</i>	<i>OR</i>	<i>95%CI</i>	<i>P value</i>
SARA						
BCS precalving	-0.76	0.37	4.19	0.47	0.23-0.97	0.04
Roughage types						
-rice straw	baseline	-	-	-	-	-
-corn tip&baby corn husk	1.80	0.42	17.88	33.05	5.62-194.54	<0.00
-corn three&napier grass	-0.09	0.32	0.09	4.99	1.12-22.20	0.77
Roughage feeding frequency						
1 $\geq$ 3 times/day	0.57	0.19	8.53	3.12	1.45-6.70	0.00
2< 3 times/day	baseline	-	-	-	-	-
Constant	1.78	1.20	2.20	-	-	0.14
SCK						
Ruminal pH	1.96	0.60	10.79	7.10	2.21-22.88	0.00
BCS precalving	1.01	0.43	5.63	2.74	1.19-6.31	0.02
Change of BCS	1.44	0.60	5.69	4.23	1.29-13.86	0.02
Concentrate amount per time of feeding						
1 $\leq$ 4 kg/time	0.86	0.34	6.32	5.59	1.46-21.42	0.01
2 > 4 kg/time	baseline	-	-	-	-	-
constant	-17.85	3.97	20.18	-	-	<0.00

References

- Andersson, L., 1988. Subclinical ketosis in dairy cows. *Vet Clin North Am Food Anim Pract.* 4: 233-251.
- Bernabucci, U., B. Ronchi, N. Lacetera and A. Nardone, 2005. Influence of body condition score on relationships between metabolic status and oxidative stress in periparturient dairy cows. *J Dairy Sci.* 88: 2017-2026.
- Duffield, T., 2000. Subclinical ketosis in lactating dairy cattle. *Vet Clin North Am Food Anim Pract.* 16: 231-253, v.
- Edmonson, A. J., I. J. Lean, L. D. Weaver, T. Farver and G. Webster, 1989. A body condition scoring chart for Holstein dairy cows. *J. Dairy Sci.* 72: 68-78.
- Enemark, J. M. and R. J. Jorgensen, 2001. Subclinical rumen acidosis as a cause of reduced appetite in newly calved dairy cows in Denmark: results of a poll among Danish dairy practitioners. *Vet Q.* 23: 206-210.
- Enemark, J. M., R. J. Jorgensen and N. B. Kristensen, 2004. An evaluation of parameters for the detection of subclinical rumen acidosis in dairy herds. *Vet Res Commun.* 28: 687-709.
- Fekete, S., G. Huszenicza, R. O. Kellems, I. Szakall, H. Febel, F. Husveth, P. Nagy, M. Kulcsar, E. Kosa, T. Gaal, P. Rudas and K. Oppel, 1996. Influence of a deficient intake of high and low degradable protein on body composition, metabolic adaptation, production and reproductive performance in early lactation dairy cows. *Acta Vet Hung.* 44: 309-333.

- Garrett, E. F., M. N. Pereira, K. V. Nordlund, L. E. Armentano, W. J. Goodger and G. R. Oetzel, 1999. Diagnostic methods for the detection of subacute ruminal acidosis in dairy cows. *J Dairy Sci.* 82: 1170-1178.
- Garrett, E. F., M. N. Pereira, K. V. Nordlund, W. R. Butler and R. D. Smith, 1989. Interrelationships between energy balance and postpartum reproductive function in dairy cattle. *J Dairy Sci.* 72: 767-783.
- Gillund, P., O. Reksen, Y. T. Grohn and K. Karlberg, 2001. Body condition related to ketosis and reproductive performance in Norwegian dairy cows. *J Dairy Sci.* 84: 1390-1396.
- Gozho, G. N., J. C. Plaizier, D. O. Krause, A. D. Kennedy and K. M. Wittenberg, 2005. Subacute ruminal acidosis induces ruminal lipopolysaccharide endotoxin release and triggers an inflammatory response. *J Dairy Sci.* 88: 1399-1403.
- Kleen, J. L., G. A. Hooijer, J. Rehage and J. P. Noordhuizen, 2003. Subacute ruminal acidosis (SARA): a review. *J Vet Med A Physiol Pathol Clin Med.* 50: 406-414.
- Krajcarski-Hunt, H., J. C. Plaizier, J. P. Walton, R. Spratt and B. W. McBride, 2002. Short communication: Effect of subacute ruminal acidosis on in situ fiber digestion in lactating dairy cows. *J Dairy Sci.* 85: 570-573.
- Maekawa, M., K. A. Beauchemin and D. A. Christensen, 2002a. Chewing activity, saliva production, and ruminal pH of primiparous and multiparous lactating dairy cows. *J Dairy Sci.* 85: 1176-1182.
- Maekawa, M., K. A. Beauchemin and D. A. Christensen, 2002b. Effect of concentrate level and feeding management on chewing activities, saliva production, and ruminal pH of lactating dairy cows. *J Dairy Sci.* 85: 1165-1175.
- Mayne, C. S., M. A. McCoy, S. D. Lennox, D. R. Mackey, M. Verner, D. C. Catney, W. J. McCaughey, A. R. Wylie, B. W. Kennedy and F. J. Gordon, 2002. Fertility of dairy cows in Northern Ireland. *Vet Rec.* 150: 707-713.
- Nocek, J. E., 1997. Bovine acidosis: implications on laminitis. *J Dairy Sci.* 80: 1005-1028.
- Nocek, J. E., J. G. Allman and W. P. Kautz, 2002. Evaluation of an indwelling ruminal probe methodology and effect of grain level on diurnal pH variation in dairy cattle. *J Dairy Sci.* 85, 422-428.
- Pedron, O., F. Cheli, E. Senatore, D. Baroli and R. Rizzi, 1993. Effect of body condition score at calving on performance, some blood parameters, and milk fatty acid composition in dairy cows. *J Dairy Sci.* 76: 2528-2535.
- Reed, B. K., C. W. Hunt, R. G. Sasser, P. A. Momont, L. M. Rode and J. P. Kastelic, 1997. Effect of forage:concentrate ratio on digestion and reproduction in primiparous beef heifers. *J Anim Sci.* 75: 1708-1714.
- SAS User's Guide: Statistics, Version 8 Edition. 1999. SAS Inst., Inc., Cary, NC.

Effect of subacute ruminal acidosis on some metabolic parameters and conception in dairy cattle

Inchaisri C.^a, Ajariyakajorn K.^a, Chanpongsang S.^a, . Suriyasataporn W.^b,
Pinyopummintr T.^c, and Noordhuizen J.P.^d

^aFaculty of Veterinary Science, Chulalongkorn University,
Pathumwan, Bangkok 11030, Thailand

^bFaculty of Veterinary Medicine, Chiangmai University,
Mahae, Chiangmai, 50100, Thailand

^cFaculty of Veterinary Medicine, Kasetsart University,
Kumpangsan, Nakhonpathom, 73000, Thailand,

^dFaculty of Veterinary Medicine, Utrecht University,
Yalelaan 7, 3584 CL Utrecht, The Netherlands

Keywords -SARA, metabolic, conception

ABSTRACTS

The research was conducted as a longitudinal study at -8, -4, 0, 2, 4, 6, 8, and 12 weeks postpartum to investigate the relation of BCS, SBHB and SUN with the different status of ruminal pH classified to be SARA (ruminal pH < 6) and Non-SARA (ruminal pH ≥ 6) cows; ruminal pH was measured by rumenocentesis at 3-4 weeks postpartum. Moreover, the cross-sectional study was also conducted to evaluate the risk factor of SARA in cow level including age, lactation number, problems during transition period including difficult calving, systemic illness, retained placenta, metritis, cystic ovary, mastitis and lameness, and BCS, SBHB&SUN sampled at 4 weeks. The effect of SARA on conception was evaluated before 150 days postpartum. SBHB was different between SARA and Non-SARA group at 2-4 weeks postpartum; the highest level was found at 4 weeks after parturition in Non-SARA groups while SBHB in SARA group was not different among sampling times for the whole study. BCS was not different between SARA and Non-SARA group. SUN in both groups reached the highest level at 2-4 weeks postpartum and SUN in SARA group was higher than SUN in Non-SARA group after parturition at 2 and 12 weeks postpartum. The results in multivariable logistic model of cross-sectional study showed that primiparous cows and low SBHB cows at 4th week were at high risk of SARA. The effect of SARA on conception before 150 postpartum was evaluated by Cox's proportional hazard model. The probability of cows with SARA conceiving before 150 days was 0.51 times (HR=0.51, p<0.1) of cows with Non-SARA. However, further studies into the mechanistic pathway have to be conducted which might involve either the hypothalamic-pituitary-ovarian axis passed through inflammatory mediator or effect of inflammatory mediator on contraction of smooth muscle.

INTRODUCTION

Subacute Ruminal Acidosis (SARA) is likely to arise when dairy farms try to increase milk production by feeding more concentrates especially during early lactation. Ruminal environment is not adapted for high-energy diets such as high ruminal available carbohydrate and inaccurate calculation of dry-matter-intake leading to wrong

roughage/concentrate ratio which are the main causes of SARA (Kleen, et al., 2003, Nocek, 1997). SARA activates a systematic inflammatory response (Gozho, et al., 2005), reduces appetite (Enemark and Jorgensen, 2001) and causes laminitis (Nocek, 1997) leading to more loss of body condition score which might change some blood metabolic parameters. Furthermore, some reports have shown that this inflammation-like response is related with infertility (Hansen, et al., 2004). A study in steers has shown that acute acidosis increased negative energy balance and increase of plasma NEFA concentration (Brown, et al., 2000) but no study in dairy cows shows clear results, particularly in case of SARA and the effect of SARA on fertility. Hence, the objectives of this study are to evaluate the relationship between SARA and some metabolic parameters such as BCS, serum β -hydroxybutyrate (SBHB) and serum urea (SUN), and the effect of SARA on conception before 150 days postpartum.

MATERIALS AND METHODS

Cow data

The research was conducted as a cross-sectional and longitudinal study in cows calving during January 2004- March 2005 in 36 small-holder dairy farms in Kampangsan milk cooperation, Nakhonpathom province, Thailand. In the previous study found that the 4th week after parturition is the highest risk of metabolic problems (Andersson, 1988). Thus, 387 cows were included in cross-sectional by using data at the 4th week after parturition. 167 cows were randomly selected for longitudinal study. Cow data was collected including age, lactation number, days in milk, calving date, inseminated date and the problems during transition period such as difficult calving, systemic illness, retained placenta, metritis, cystic ovary, mastitis and lameness. BCS and blood samples were collected at -8, -4, 0, 2, 4, 6, 8 and 12 weeks after parturition. BCS was evaluated following the method of Edmonson (Edmonson, et al., 1989) giving the minimum unit at 0.25. Ruminal fluid was collected 2-4 hours after feeding during 3-5 weeks postpartum by ruminocentesis following the method of Garrett (Garrett, et al., 1999) and pH measured immediately by portable pH meter. The subacute ruminal acidosis (SARA) was identified using cutoff at ruminal pH < 6. Cows were examined for pregnancy by rectal palpation at 60 days after the last insemination.

Laboratory analysis

SBHB was measured by kinetic enzyme method using a commercial kit (Ranbut D-3-hydroxybutyrate kit number RB1008; Randox Laboratories LTD., Crumlin, UK) and SUN was determined by Urease-Berthelot method (Urea UV kit number AD822U, Audit Diagnostics, Doughcloyne-Cork, Ireland).

Statistical analysis

Univariable logistic regression model was used in cross-sectional study to evaluate the risk of SARA with independent factors such as age, lactation number, problems during transition period including difficult calving, systemic illness, retained placenta, metritis, cystic ovary, mastitis and lameness, and BCS, SBHB&SUN sampled at 4 weeks. The factor associated with SARA at $p < 0.25$ in the univariable model was entered in multivariable logistic regression model with stepwise procedure and the factor was allowed to remain in the multivariable model at $p < 0.1$ evaluated by SAS for

windows version 8 (1999). Pearson Goodness-of-fit was evaluated to the best fit of the model.

SBHB, BCS and SUN in the longitudinal study were evaluated for SARA and Non-SARA cows by repeated measurement analysis in mixed procedure (SAS version 8, 1999). Farms and cows were in the model as the subject effect while sampling time at -8, -4, 0, 2, 4, 6, 8 and 10 weeks postpartum was tested for the repeated effect comparing by least square means at $p < 0.05$ (SAS version 8, 1999).

The effect of SARA on the conception before 150 days after parturition was investigated by Cox's proportional hazard model (the PHREG procedure in SAS System for windows version 8, 1999) using days at conception after parturition as survival time and SARA cows as explanatory factor with criteria entering at $p < 0.1$ and staying at $p < 0.1$. The cows conceiving before 150 days after parturition was sensor for cumulative survival probability comparing between the SARA and Non-SARA group ($p < 0.1$). The associations between ruminal pH and cows conceiving before or after 150 days was evaluated by two sample T-test for means ($p < 0.01$).

RESULTS

SBHB, BCS and SUN were not different between SARA and Non-SARA before calving but these parameters had changed after parturition. SBHB in Non-SARA group increased at calving period and reached the highest level at 4 weeks after parturition. SBHB in Non-SARA group was higher significantly than SBHB in SARA group at 2-4 weeks after parturition. SBHB in SARA group was not different among sampling times for the whole study (figure 1). BCS in both groups decreased at calving period and reach the lowest level at 2-6 weeks after parturition. However, BCS in SARA group was not different from BCS in Non-SARA group for the whole study (figure 2). SUN in both groups increased after parturition. SUN in SARA group was higher than SUN in Non-SARA group at the 2nd and 12nd week after parturition (figure 3). The result of the multivariable logistic model showed that primiparous cows and low SBHB cows at 4th week after parturition were at high risk to SARA (table 1). In the study effect of SARA on conception found that the probability of SARA cows conceiving within 150 days less than cow in Non-SARA group with HR = 0.51 ($p < 0.1$). The survival distribution function was shown the difference between SARA and Non-SARA cow in figure 5. Ruminal pH in cows conceiving before 150 days postpartum (6.22 ± 0.03) was also significantly ($p < 0.005$) higher than ruminal pH in cows conceiving after 150 days postpartum (6.09 ± 0.02) (figure 4).

DISCUSSION

A common feeding management strategy to increase milk production is to increase concentrate supply such as the dietary content of readily fermentable nonfiber carbohydrates (Nagaraja, et al., 1998, Nocek, 1997) and rumen degradable protein (Fekete, et al., 1996). However, these may cause ruminal acidosis and high SUN which was also found in this study. SBHB in Non-SARA group was higher than in SARA group at 2-4 weeks after parturition meaning that Non-SARA cow has more chance to confront with the problem of negative energy balance while SARA cows have no effect either on negative energy balance or BCS loss as other studies (Mutsvangwa, et al., 2004, Nocek, 1997). However, these studies referred to acute acidosis differing from SARA in this

study. SUN increased in both groups after parturition and SUN in SARA group was higher than SUN in Non-SARA group at 2 and 12 weeks after parturition. However, increase of SUN after parturition was still in the normal level. This occurrence might involve with either negative energy balance or high amount of concentrate fed to the cow. The cow eats more amount concentrate after parturition meaning high amount of both carbohydrate and protein was ate. Feeding by high amount of carbohydrate let the cow to a high risk of SARA (Kleen, et al., 2003, Nocek, 1997, Owens, et al., 1998) and feeding by high amount of protein let the cow to have high SUN (Fekete, et al., 1996, Roseler, et al., 1993, Visek, 1984). SUN laso might be released to compensate for negative energy balance in gluconeogenesis by proteolysis (Bobe, et al., 2004, Murondoti, et al., 2004). Moreover, the increase of SUN may occur because in chronic ruminal acidosis excessive lactate is absorbed into the bloodstream which can induce metabolic acidosis leading to upregulated gene expression of the major proteolytic pathway in skeletal muscle and undesirable muscle protein wasting (Mutsvangwa, et al., 2004). However, BCS should decrease with the process of proteolytic pathway but BCS in SARA cows was not different from BCS in Non-SARA cows in this study. Nevertheless, negative energy balance occurred in both groups showing the decrease of BCS to the lowest BCS at 2-6th occurring in both groups but did not find the difference between groups. However, SBHB in Non-SARA group was increase with high acceleration more than SBHB in SARA group.

In general, primiparous cows seemed more prone to low ruminal pH values (< 6.0) than were multiparous cows (Enemark, et al., 2004) because of more difficult adaptation to high concentrates during periparturient period. However, Maekawa et al. (2002) reported that multiparous cows may have a greater risk of incurring acidosis than primiparous cows because increased salivary secretion associated with increased chewing may not sufficiently compensate for the increment of fermentation acids produced in the rumen due to high feed intake (Maekawa, et al., 2002). In this study, we found that primiparous cows had lower ruminal pH than multiparous cows at 4 weeks postpartum.

The association of SARA and conception was shown in figure 4 and 5. The ruminal pH in cows conceiving later than 150 days postpartum (6.09 ± 0.02) was significantly lower than in cows conceiving earlier than 150 days (6.22 ± 0.03). The cumulative survival probability of conception before 150 days after parturition in Non-SARA group was significantly higher than in SARA group. Some reports have shown that ruminal acidosis increases histamine (Gabel, et al., 2002), endotoxin, arachidonic acid metabolites (Andersen, et al., 1994) and lypopolysaccharide concentration in blood (Gozho, et al., 2005). These inflammatory mediators can disturb the hypothalamic-pituitary-ovarian axis by inhibiting the secretion or pulsatile pattern of luteinizing hormone, and reduces circulating concentrations of progesterone (Hansen, et al., 2004) which inhibit ovulation, oocyte maturation, folliculogenesis and luteal function. Thus, it is possible that SARA reduce conception by blocking luteal function or decrease blood progesterone level to maintain the pregnancy through the interference of inflammatory mediators. The influence of inflammatory mediators on fertility in dairy cows might explain as in case of mastitis (Hansen, et al., 2004). Moreover, The study in human shown that inflammatory mediators such as histamine and $\text{PGF}_{2\alpha}$ increase the contraction of smooth muscle of oviduct resulting failure in conception (Downing, et al., 1999). High SUN in SARA group might effect conception by decreasing blood

progesterone concentration in cases of SUN > 20 mg/dl (Barton, 1996) but the highest mean of SUN in SARA group was less than 20 mg/dl which was a normal level and it should less affect fertility. However, the study was the end at 12 weeks after parturition, the level of SUN at later weeks has no information but the milk production after 3 months decreases and less amount of concentrate would be fed.

CONCLUSION

SBHB and SUN were different in cow with SARA and Non-SARA. SARA reduce the probability of cow conceiving before 150 after parturition. Feeding management strategy in early lactation by increasing concentrates might increases the risk of SARA which may reduce conception. However, the mechanistic pathway still needs to be elucidated in further research.

ACKNOWLEDGEMENTS

The authors are gratefully to Thailand Research Fund (TRF) for funding this work.

REFERENCES

- Andersen, P. H., M. Hesselholt, and N. Jarlov. 1994. Endotoxin and arachidonic acid metabolites in portal, hepatic and arterial blood of cattle with acute ruminal acidosis. *Acta Vet Scand.* 35(3):223-234. Online. Available: http://www.ncbi.nlm.nih.gov/entrez/query.fcgi?cmd=Retrieve&db=PubMed&dopt= Citation&list_uids=7847191.
- Andersson, L. 1988. Subclinical ketosis in dairy cows. *Vet Clin North Am Food Anim Pract.* 4(2):233-251. Online. Available: http://www.ncbi.nlm.nih.gov/entrez/query.fcgi?cmd=Retrieve&db=PubMed&dopt= Citation&list_uids=3061609.
- Bobe, G., J. W. Young, and D. C. Beitz. 2004. Invited review: pathology, etiology, prevention, and treatment of fatty liver in dairy cows. *J Dairy Sci.* 87(10):3105-3124. Online. Available: http://www.ncbi.nlm.nih.gov/entrez/query.fcgi?cmd=Retrieve&db=PubMed&dopt= Citation&list_uids=15377589.
- Brown, M. S., C. R. Krehbiel, M. L. Galyean, M. D. Remmenga, J. P. Peters, B. Hibbard, J. Robinson, and W. M. Moseley. 2000. Evaluation of models of acute and subacute acidosis on dry matter intake, ruminal fermentation, blood chemistry, and endocrine profiles of beef steers. *J Anim Sci.* 78(12):3155-3168. Online. Available: http://www.ncbi.nlm.nih.gov/entrez/query.fcgi?cmd=Retrieve&db=PubMed&dopt= Citation&list_uids=11132830.
- Downing, S. J., E. L. Chambers, S. D. Maguiness, A. Watson, and H. J. Leese. 1999. Effect of inflammatory mediators on the electrophysiology of the human oviduct. *Biol Reprod.* 61(3):657-664. Online. Available: http://www.ncbi.nlm.nih.gov/entrez/query.fcgi?cmd=Retrieve&db=PubMed&dopt= Citation&list_uids=10456842.
- Edmonson, A. J., I. J. Lean, L. D. Weaver, T. Farver, and G. Webster. 1989. A body condition scoring chart for Holstein dairy cows. *J. Dairy Sci.* 72:68-78.

- Enemark, J. M. and R. J. Jorgensen. 2001. Subclinical rumen acidosis as a cause of reduced appetite in newly calved dairy cows in Denmark: results of a poll among Danish dairy practitioners. *Vet Q.* 23(4):206-210. Online. Available: http://www.ncbi.nlm.nih.gov/entrez/query.fcgi?cmd=Retrieve&db=PubMed&dopt= Citation&list_uids=11765242.
- Enemark, J. M., R. J. Jorgensen, and N. B. Kristensen. 2004. An evaluation of parameters for the detection of subclinical rumen acidosis in dairy herds. *Vet Res Commun.* 28(8):687-709. Online. Available: http://www.ncbi.nlm.nih.gov/entrez/query.fcgi?cmd=Retrieve&db=PubMed&dopt= Citation&list_uids=15609869.
- Fekete, S., G. Huszenicza, R. O. Kellems, I. Szakall, H. Febel, F. Husveth, P. Nagy, M. Kulcsar, E. Kosa, T. Gaal, P. Rudas, and K. Oppel. 1996. Influence of a deficient intake of high and low degradable protein on body composition, metabolic adaptation, production and reproductive performance in early lactation dairy cows. *Acta Vet Hung.* 44(3):309-333. Online. Available: http://www.ncbi.nlm.nih.gov/entrez/query.fcgi?cmd=Retrieve&db=PubMed&dopt= Citation&list_uids=9055456.
- Gabel, G., J. R. Aschenbach, and F. Muller. 2002. Transfer of energy substrates across the ruminal epithelium: implications and limitations. *Anim Health Res Rev.* 3(1):15-30. Online. Available: http://www.ncbi.nlm.nih.gov/entrez/query.fcgi?cmd=Retrieve&db=PubMed&dopt= Citation&list_uids=12400867.
- Garrett, E. F., M. N. Pereira, K. V. Nordlund, L. E. Armentano, W. J. Goodger, and G. R. Oetzel. 1999. Diagnostic methods for the detection of subacute ruminal acidosis in dairy cows. *J Dairy Sci.* 82(6):1170-1178. Online. Available: http://www.ncbi.nlm.nih.gov/entrez/query.fcgi?cmd=Retrieve&db=PubMed&dopt= Citation&list_uids=10386303.
- Gozho, G. N., J. C. Plaizier, D. O. Krause, A. D. Kennedy, and K. M. Wittenberg. 2005. Subacute ruminal acidosis induces ruminal lipopolysaccharide endotoxin release and triggers an inflammatory response. *J Dairy Sci.* 88(4):1399-1403. Online. Available: http://www.ncbi.nlm.nih.gov/entrez/query.fcgi?cmd=Retrieve&db=PubMed&dopt= Citation&list_uids=15778308.
- Hansen, P. J., P. Soto, and R. P. Natzke. 2004. Mastitis and fertility in cattle - possible involvement of inflammation or immune activation in embryonic mortality. *Am J Reprod Immunol.* 51(4):294-301. Online. Available: http://www.ncbi.nlm.nih.gov/entrez/query.fcgi?cmd=Retrieve&db=PubMed&dopt= Citation&list_uids=15212683.
- Kleen, J. L., G. A. Hooijer, J. Rehage, and J. P. Noordhuizen. 2003. Subacute ruminal acidosis (SARA): a review. *J Vet Med A Physiol Pathol Clin Med.* 50(8):406-414. Online. Available: http://www.ncbi.nlm.nih.gov/entrez/query.fcgi?cmd=Retrieve&db=PubMed&dopt= Citation&list_uids=14633219.
- Maekawa, M., K. A. Beauchemin, and D. A. Christensen. 2002. Chewing activity, saliva production, and ruminal pH of primiparous and multiparous lactating dairy cows. *J Dairy Sci.* 85(5):1176-1182. Online. Available:

- http://www.ncbi.nlm.nih.gov/entrez/query.fcgi?cmd=Retrieve&db=PubMed&dopt= Citation&list_uids=12086053.
- Murondoti, A., R. Jorritsma, A. C. Beynen, T. Wensing, and M. J. Geelen. 2004. Activities of the enzymes of hepatic gluconeogenesis in periparturient dairy cows with induced fatty liver. *J Dairy Res.* 71(2):129-134. Online. Available: http://www.ncbi.nlm.nih.gov/entrez/query.fcgi?cmd=Retrieve&db=PubMed&dopt= Citation&list_uids=15190939.
- Mutsvangwa, T., J. Gilmore, J. E. Squires, M. I. Lindinger, and B. W. McBride. 2004. Chronic metabolic acidosis increases mRNA levels for components of the ubiquitin-mediated proteolytic pathway in skeletal muscle of dairy cows. *J Nutr.* 134(3):558-561. Online. Available: http://www.ncbi.nlm.nih.gov/entrez/query.fcgi?cmd=Retrieve&db=PubMed&dopt= Citation&list_uids=14988446.
- Nagaraja, T. G., M. L. Galyean, and N. A. Cole. 1998. Nutrition and disease. *Vet Clin North Am Food Anim Pract.* 14(2):257-277. Online. Available: http://www.ncbi.nlm.nih.gov/entrez/query.fcgi?cmd=Retrieve&db=PubMed&dopt= Citation&list_uids=9704414.
- Nocek, J. E. 1997. Bovine acidosis: implications on laminitis. *J Dairy Sci.* 80(5):1005-1028. Online. Available: http://www.ncbi.nlm.nih.gov/entrez/query.fcgi?cmd=Retrieve&db=PubMed&dopt= Citation&list_uids=9178142.
- Owens, F. N., D. S. Secrist, W. J. Hill, and D. R. Gill. 1998. Acidosis in cattle: A review. *J. Anim. Sci.* . 76:275-286.
- Roseler, D. K., J. D. Ferguson, C. J. Sniffen, and J. Herrema. 1993. Dietary protein degradability effects on plasma and milk urea nitrogen and milk nonprotein nitrogen in Holstein cows. *J. Dairy Sci.* 76: 525- 534.
- Visek, W. J. 1984. Ammonia: its effects on biological systems, metabolic hormones, and reproduction. *J Dairy Sci.* 67(3):481-498. Online. Available: http://www.ncbi.nlm.nih.gov/entrez/query.fcgi?cmd=Retrieve&db=PubMed&dopt= Citation&list_uids=6371080.

Table 1. Results of Multivariable analysis by stepwise procedure of logistic regression model for risk factors of SARA (pH<6.0) measured 3-4 week postpartum. Criteria to enter $p<0.25$ and retain $p<0.1$, Pearson goodness of fit $\chi^2=0.51$.

Independent factors	β	$SE(\beta)$	Wald's	OR	CI 90%	p value
SBHB	-0.53	0.23	5.35	0.59	0.40-0.86	0.02
Age	-0.12	0.07	3.15	0.89	0.80-0.99	0.08
constant	0.21	0.40	0.28	-	-	0.60

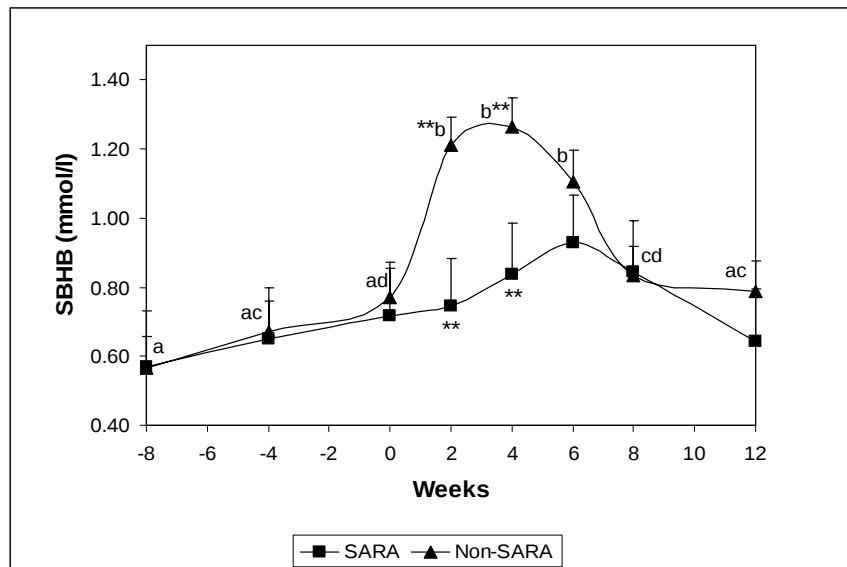


Figure 1. LS Means ($\pm$ SEM) of SBHB after parturition in Non-SARA cows (—▲—; $n = 108$) and SARA cows (—■—; $n = 44$). a, b and c indicated the significant difference ($P<0.05$) within the same group in different time periods. ** indicate the significant difference ($P<0.05$) between SARA and Non-SARA cows at the same sampling time.

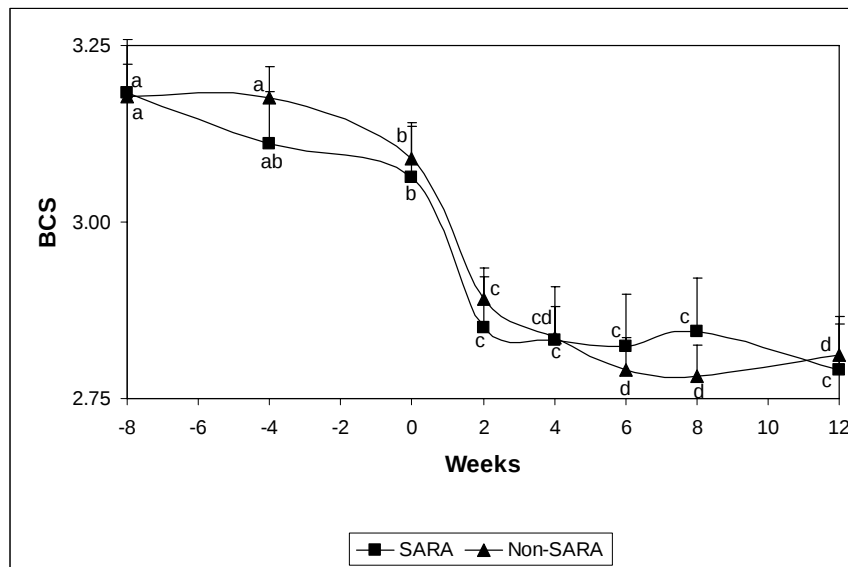


Figure 2. LS Means ($\pm$ SEM) of BCS in Non-SARA cows ($\text{---}\blacktriangle\text{---}$; $n = 108$) and SARA cows ($\text{---}\blacksquare\text{---}$; $n = 44$). a, b, c and d indicated the significant difference ($P < 0.05$) within the same group in different time periods.

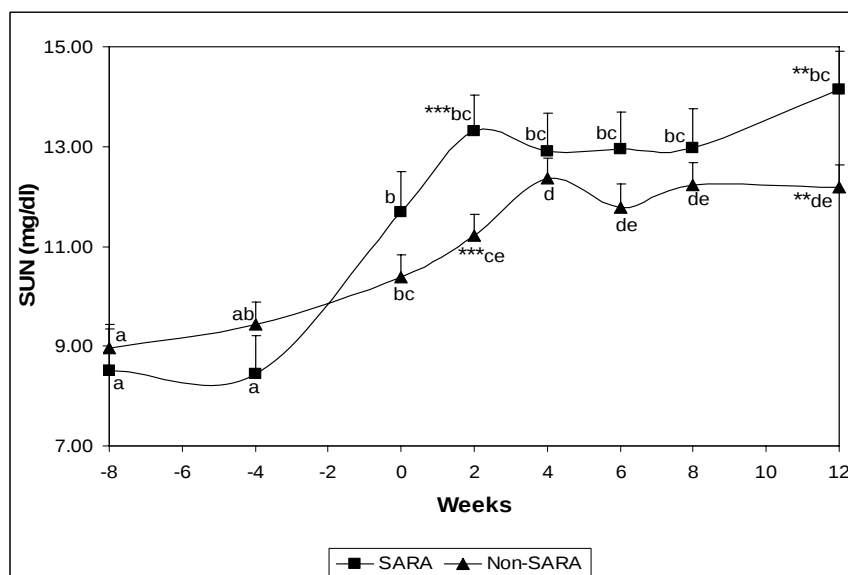


Figure 3. LS Means ($\pm$ SEM) of SUN in Non-SARA cows ($\text{---}\blacktriangle\text{---}$; $n = 108$) and SARA cows ($\text{---}\blacksquare\text{---}$; $n = 44$). a, b, c, d and e indicated the significant difference ($P < 0.05$) within the same group in different time periods. **, *** indicate the significant difference ($P < 0.05$, $P < 0.01$, respectively) between SARA and Non-SARA cows at the same sampling time.

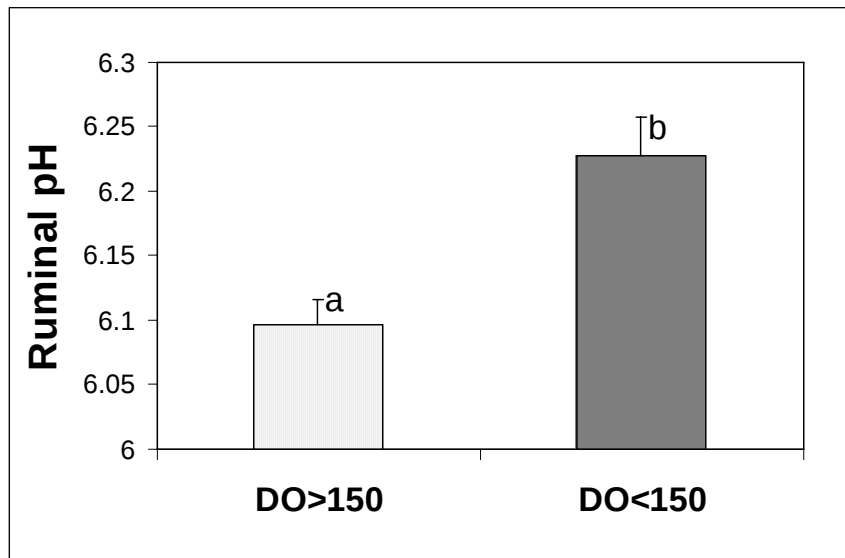


Figure 4. Comparison of ruminal pH (mean $\pm$ sem) measured at 3-4 weeks postpartum between cows conceiving before 150 days after parturition ($n = 154$) and cows conceiving after 150 days ($n = 210$). a and b indicate the significant difference between groups ($P < 0.01$).

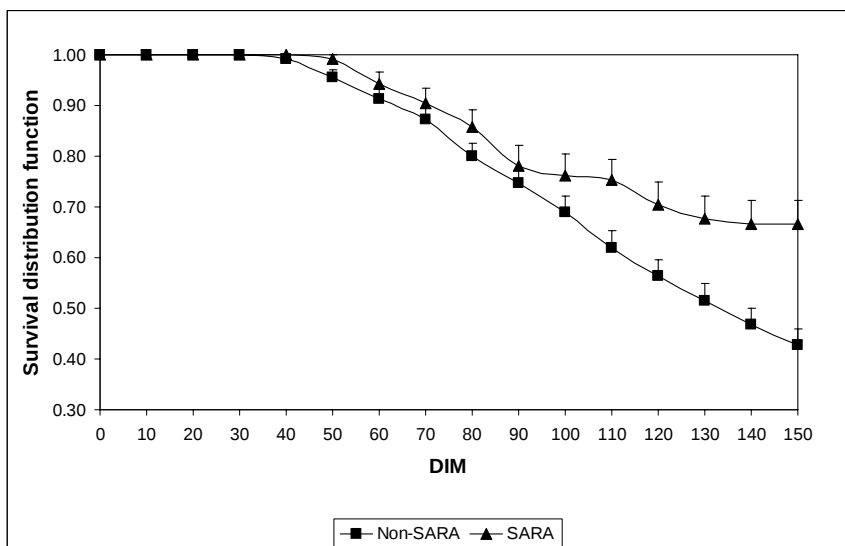


Figure 5. Comparison of cumulative probability of days at conception before 150 days between SARA cows (— $\blacktriangle$ —; $n = 44$) and Non-SARA cows (— $\blacksquare$ —; $n = 108$) measured at 3-4 weeks postpartum.