รหัสโครงการ SUT3-303-49-24-11

รายงานการวิจัย

การศึกษาการเสริมไขมันไหลผ่านชนิดต่างๆ ต่อผลผลิตโคนม

(Studies of Various Bypass Fat Supplementations on Performance of Lactating Dairy Cows)

คณะผู้วิจัย

หัวหน้าโครงการ

รองศาสตราจารย์ ดร. วิศิษฐิพร สุขสมบัติ

สาขาวิชาเทคโนโลยีการผลิตสัตว์

สำนักวิชาเทคโนโลยีการเกษตร

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ผู้ร่วมวิจัย

ดร. พิพัฒน์ เหลืองลาวัณย์

ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยจากมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ปีงบประมาณ พ.ศ. 2549-2550

ผลงานวิจัยเป็นความรับผิดชอบของหัวหน้าโครงการวิจัยแต่เพียงผู้เดียว

มิถุนายน 2551

บทคัดย่อ

โครงการวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของการเสริมไขมันไหลผ่านต่อผลผลิตโคนม ซึ่งประกอบด้วย 2 การทดลอง กล่าวคือ ผลของการเสริมไขมันไหลผ่านต่อผลผลิตโคนม และผลของการเสริมไขมันไหลผ่าน 2 ชนิด ต่อผลผลิตโคนม

การทดลองแรกมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของการเสริมไขมันไหลผ่านต่อผลผลิตโคนม โดยใช้โครีดนมลูกผสมโฮลสไตน์ฟรีเชี่ยน จำนวน 24 ตัว ในช่วงต้น - กลางระยะให้นม ผลผลิตน้ำนมเฉลี่ย 23.3±3.5 กิโลกรัม ระยะให้นมเฉลี่ย 85±5 วัน อายุเฉลี่ย 60.8±5.9 เดือน และน้ำหนักตัวเฉลี่ย 464±43 กิโลกรัม นำมาจัดกลุ่มตามผลผลิตน้ำนม ระยะให้นม อายุ และน้ำหนักตัว หลังจากนั้นทำการสุ่มจัดเข้ากลุ่มการทดลอง 2 กลุ่มๆ ละ 12 ตัว โคทุกตัวได้รับอาหารข้นวันละ 10 กิโลกรัมต่อตัว รวมทั้งหญ้าหมัก มีน้ำสะอาดให้กินตลอดเวลา โคกลุ่มแรก (กลุ่มควบคุม) ไม่ได้รับการเสริมไขมันไหลผ่าน โคกลุ่มที่ 2 ได้รับการเสริมไขมันไหลผ่านตัวละ 300 กรัม/วัน โคทั้งสองกลุ่มกินได้วัตถุแห้งและโปรตีนจากอาหารข้น หญ้าหมัก และอาหารรวมไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ไม่พบความแตกต่างของผลผลิตน้ำนม แลผลผลิตองค์ประกอบของน้ำนม นอกจากนี้โคทั้งสองกลุ่มยังให้น้ำนมที่มีองค์ประกอบของน้ำนมไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ น้ำหนักตัวที่เปลี่ยนแปลงของโคทั้งสองกลุ่มไม่แตกต่างกันเช่นเดียวกัน อย่างไรก็ตาม การเสริมไขมันไหลผ่านลดองค์ประกอบของกรดไขมัน C4:0 แต่เพิ่มองค์ประกอบของกรดไขมัน C12:0 และ C14:0 ในน้ำนมโค งานวิจัยครั้งนี้สรุปได้ว่าการเสริมไขมันไหลผ่านไม่เพิ่มผลผลิตน้ำนม องค์ประกอบของน้ำนมและน้ำหนักตัวที่เปลี่ยนแปลง

การทดลองที่ 2 มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของการเสริมไขมันไหลผ่าน 2 ชนิด ต่อผลผลิตโคนม โดยใช้โครีดนมลูกผสมโฮลสไตน์ฟรีเชี่ยน จำนวน 24 ตัว ในช่วงต้น - กลางระยะให้นม ผลผลิตน้ำนมเฉลี่ย 20.5±2.7 กิโลกรัม ระยะให้นมเฉลี่ย 77±9 วัน อายุเฉลี่ย 47±5 เดือน และน้ำหนักตัวเฉลี่ย 445±44 กิโลกรัม นำมาจัดกลุ่มตามผลผลิตน้ำนม ระยะให้นม อายุ และน้ำหนักตัว หลังจากนั้นทำการสุ่มจัดเข้ากลุ่มการทดลอง 3 กลุ่มๆ ละ 8 ตัว โคทุกตัวได้รับอาหารข้นวันละ 10 กิโลกรัมต่อตัว รวมทั้งหญ้าหมัก มีน้ำสะอาดให้กินตลอดเวลา โคกลุ่มแรก (กลุ่มควบคุม) ไม่ได้รับการเสริมไขมันไหลผ่าน โคกลุ่มที่ 2 ได้รับการเสริมไขมันไหลผ่านชนิด hydrogenated fat ตัวละ 300 กรัม/วัน โคกลุ่มที่ 3 ได้รับการเสริมไขมันไหลผ่านชนิด calcium salt of fatty acids ตัวละ 300 กรัม/วัน โคทั้งสามกลุ่มกินได้วัตถุแห้งและพลังงาน NE_{LP} จากอาหารข้น หญ้าหมัก และอาหารรวมไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ อย่างไรก็ตาม โคที่ได้รับ Ca-salt of fatty acids กินได้โปรตีนน้อยกว่าโคอีกสองกลุ่ม ไม่พบความแตกต่างของผลผลิตน้ำนม แลผลผลิตองค์ประกอบของน้ำนม นอกจากนี้โคทั้งสามกลุ่มยังให้น้ำนมที่มีองค์ประกอบของน้ำนมไม่แตกต่างกัน

อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ น้ำหนักตัวที่เปลี่ยนแปลงของโคทั้งสามกลุ่มไม่แตกต่างกันเช่นเดียวกัน อย่างไรก็ตาม การเสริมไขมันไหลผ่านลดองค์ประกอบของกรดไขมันสายสั้น (short-chain fatty acids; C6:0, C8:0, C10:0, C11:0 และ C12:0) ในน้ำนมโค โคที่ได้รับ Ca-salt of fatty acids ให้น้ำนมที่มีองค์ประกอบของ CLA มากกว่าโคที่ได้รับ hydrogenated fat งานวิจัยครั้งนี้สรุปได้ว่าการเสริมไขมันไหลผ่านไม่เพิ่มผลผลิตน้ำนม องค์ประกอบของน้ำนมและน้ำหนักตัวที่เปลี่ยนแปลง อย่างไรก็ตาม ไขมันไหลผ่านจะลดกรดไขมันสายสั้น และเพิ่ม CLA ในน้ำนมโค

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ น้ำหนักตัวที่เปลี่ยนแปลงของโคทั้งสามกลุ่มไม่แตกต่างกันเช่นเดียวกัน อย่างไรก็ตาม การเสริมไขมันไหลผ่านลดองค์ประกอบของกรดไขมันสายสั้น (short-chain fatty acids; C6:0, C8:0, C10:0, C11:0 และ C12:0) ในน้ำนมโค โคที่ได้รับ Ca-salt of fatty acids ให้น้ำนมที่มีองค์ประกอบของ CLA มากกว่าโคที่ได้รับ hydrogenated fat งานวิจัยครั้งนี้สรุปได้ว่าการเสริมไขมันไหลผ่านไม่เพิ่มผลผลิตน้ำนม องค์ประกอบของน้ำนมและน้ำหนักตัวที่เปลี่ยนแปลง อย่างไรก็ตาม ไขมันไหลผ่านจะลดกรดไขมันสายสั้น และเพิ่ม CLA ในน้ำนมโค

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

Abstract

This research project aimed to study the effect of rumen-protected fat supplementation on performance of dairy cows. It comprised 2 experimental researches including effect of rumen-protected fat supplementation on performance of dairy cows and effect of 2 different rumen-protected fat on dairy cow's performance.

The first experiment was conducted to determine the effect of feeding rumen-bypass fat on performance of dairy cows. Twenty four Holstein Friesian crossbred (>87.5% Holstein Friesian) lactating dairy cows in early-mid lactation; averaging 23.3 $\pm$ 3.5 kg of milk, 85 $\pm$ 5 days in milk, 60.8 $\pm$ 5.9 months old and 464 $\pm$ 43 kg live weight, were stratified for milk yield, days in milk, age, stage of lactation and body weight, and then randomly allocated to two treatment groups. All cows were fed approximately 10 kg of concentrate together with *ad libitum* grass silage and freely access to clean water. Nil or 300 g of rumen-bypass fat was supplemented to the cows according to the treatment groups. All cows consumed similar amount of concentrate, roughage and total dry matter (DM) and crude (CP). There were no significant differences in milk yields and milk composition yields. All cows had similar fat, protein, lactose, solid not fat and total solid percentage in milk. All cows lost similar live weight. Rumen-bypass fat supplementation significantly ($p<0.05$) reduced C4:0 but increased C12:0 and C14:0 fatty acids of cows' milk. The present study indicated that supplementation of rumen-bypass fat did not enhance milk yields, milk composition and live weight change.

The second experiment was carried out to determine the effect of feeding rumen-protected fat on dairy cows performance. Twenty four Holstein Friesian crossbred (>87.5% Holstein Friesian) lactating dairy cows in early lactation; averaging 20.5$\pm$2.7 kg of milk, 77$\pm$9 days in milk, 47$\pm$5 months old and 445$\pm$44 kg live weight, were stratified for milk yield, days in milk, age, stage of lactation and body weight, and then randomly allocated to three treatment groups. All cows were fed approximate 10 kg of concentrate together with *ad libitum* grass silage and freely access to clean water. Nil or 300 g of hydrogenated fat or Ca-salt of fatty acids was supplemented to the cows according to treatment groups. All cows consumed similar concentrate, grass silage and total DM and NE_{LP}. However, cows on Ca-salt of fatty acids consumed less CP than cows on other treatments. There were no significant differences in milk and milk composition yields. All cows had similar fat, protein, lactose, solid not fat and total solid

percentage. All cows loss similar live weight. Rumen-protected fat supplementation significantly reduced short chain fatty acids content of milk (C6:0, C8:0, C10:0, C11:0 and C12:0). Cows on Ca-salt of fatty acids produced milk containing higher CLA than cows on the control and hydrogenated fat. The present study indicated that, supplementation of rumen-bypass fat did not enhance milk yield, milk composition and live weight change. However, it did reduce short chain fatty acids content of cow's milk.

สารบัญ

หน้าที่

บทคัดย่อ (ไทย)..... ก

บทคัดย่อ ..(อังกฤษ)..... ค

สารบัญ ..... จ

สารบัญตาราง ..... ฉ

บทที่

1 บทนำ 1

2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง..... 3

3 ผลของการเสริมไขมันไหลผ่านต่อผลผลิตโคนม..... 9

3.1 บทนำ..... 9

3.2 อุปกรณ์และวิธีการ..... 9

3.3 การวิเคราะห์สถิติ.....12

3.4 ผลการทดลองและอภิปรายผล..... 12

4 ผลของการเสริมไขมันไหลผ่าน 2 ชนิด ต่อผลผลิตโคนม..... 20

4.1 บทนำ.....20

4.2 อุปกรณ์และวิธีการ.....20

4.3 การวิเคราะห์สถิติ.....21

4.4 ผลการทดลองและอภิปรายผล..... 21

รายการอ้างอิง.....28

ประวัตินักวิจัย.....32

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้าที่
2.1	องค์ประกอบทางเคมีของแหล่งไขมันเสริม.....	5
2.2	แหล่งของไขมันชนิดพิเศษ (specialty fats, by pass fats) ที่สามารถใช้ประโยชน์ได้...	6
2.3	ผลของการเสริมไขมันในอาหารโคนม.....	8
2.4	ผลการเสริมไขมันต่อผลผลิต และองค์ประกอบน้ำนม.....	8
3.1	Chemical and nutrient compositions of feeds used in the experiment.....	15
3.2	Intakes of dry matter, crude protein and net energy for lactation at production level of control and rumen-bypass fat supplemented cows.....	16
3.3	Milk yield, milk composition yields, milk composition, initial weight, final weight and body weight change of control and rumen-bypass fat supplemented cows.....	17
3.4	Effect of Rumen-bypass fat supplementation on fatty acid content of cow's milk.....	18
3.5	Estimates of the partitioning of net energy intake (Mcal/d).....	19
4.1	Chemical and nutrient composition of feeds used in the experiment.....	24
4.2	Intakes of dry matter, crude protein and net energy for lactation of control and supplemented cows.....	25
4.3	Milk yield, milk composition yield, milk composition, initial weight, final weight and body weight change of control and supplemented cows.....	26
4.4	Effect of Rumen-protected fat supplementation on fatty acid content of cow's milk..	27

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

บทที่ 1
บทนำ

ในช่วงที่แม่พันธุ์สัตว์คลอดใหม่ มีการเปลี่ยนแปลงระบบฮอร์โมนภายในร่างกาย เป็นเหตุให้แม่พันธุ์สัตว์มีการกินได้อาหารต่ำ ในขณะที่แม่พันธุ์สัตว์มีความต้องการโภชนะโดยเฉพาะพลังงานมากเพื่อการผลิตน้ำนม ทำให้แม่พันธุ์ต้องเคลื่อนย้ายพลังงานสะสมในร่างกายออกมาใช้ ทำให้น้ำหนักตัวแม่พันธุ์ลดลง หรืออาจกล่าวอีกนัยหนึ่งว่าแม่พันธุ์อยู่ในสภาวะ energy negative balance การที่จะบรรเทาการเคลื่อนย้ายพลังงานสะสมมาใช้ หรือการชะลอไม่ให้แม่พันธุ์สูญเสียน้ำหนักตัวมาก อาจทำได้โดยการเพิ่มการกินได้ เพิ่มความเข้มข้นพลังงานในอาหารโดยการเสริมไขมัน จุดประสงค์ของการเสริมไขมันในอาหารแม่พันธุ์หลังคลอดใหม่ก็เพื่อเป็นการเพิ่มความเข้มข้นพลังงานในอาหาร นอกจากนี้ยังเป็นการเพิ่มการดูดซึมโภชนะที่ละลายได้ในไขมัน อีกทั้งยังช่วยลดการเป็นฝุ่นในอาหาร

ไขมันที่เสริมลงในอาหารสัตว์มีหลายรูปแบบ อาจอยู่ในรูป triglycerides, phospholipids, nonesterified fatty acids (NEFAs), salts of long chain fatty acids (LCFAs), oil seeds, animal/animal-vegetable blended, dry granular fats และ protected fats ไขมันเหล่านี้ หรือ esterified FAs ซึ่งส่วนใหญ่ได้แก่ triglycerides จะถูก hydrolyzed ให้อยู่ในรูป free form โดย lipolytic microorganisms หลังจากการ hydrolysis ไขมันจำพวก unsaturated FAs จะถูก hydrogenated โดย ruminal microorganisms โดยเฉพาะ polyunsaturated FAs (PUFAs) และกรดไขมัน C18:0 และ C18:1 จะเป็นกรดไขมันส่วนใหญ่ที่ผ่านกระเพาะ rumen ไปยังกระเพาะส่วนล่างต่อไป สำหรับ LCFAs จะถูกย่อยสลายได้เพียงเล็กน้อยในกระเพาะ rumen ของสัตว์เคี้ยวเอื้อง

การเสริมไขมันในอาหาร โดยเฉพาะที่มีส่วนประกอบของไขมันมากกว่าร้อยละ 3 จะมีผลทำให้ปริมาณน้ำนมเพิ่มขึ้น แต่การกินได้วัตถุแห้ง (dry matter intake, DMI) ลดลง เปอร์เซ็นต์ไขมันในน้ำนมลดลง นอกจากนี้จะทำให้การหมักย่อยเยื่อใยในกระเพาะ rumen ของสัตว์เคี้ยวเอื้องลดลงด้วย

การเสริมไขมันในโคนมที่กำลังให้น้ำนม จะส่งผลทำให้ผลผลิตน้ำนมเพิ่มขึ้น ซึ่งการที่ผลผลิตน้ำนมเพิ่มขึ้นนี้ จะเพิ่มขึ้นในช่วงที่โคนมให้ผลผลิตน้ำนมสูงสุด (peak) แต่เช่นเดียวกับการเพิ่มขึ้นใน lactation curve ส่วน first-calf heifers ไม่ได้ส่งผลตอบสนองเช่นเดียวกับแม่โคที่สมบูรณ์เต็มที่เมื่อมีการเสริมไขมัน โดยทั่วไปเปอร์เซ็นต์ไขมันในน้ำนมจะเพิ่มขึ้น อย่างไรก็ตามการเสริม unsaturated fats หรือ large quantities of fat จะทำให้เปอร์เซ็นต์ไขมันในน้ำนมลดลง นักวิทยาศาสตร์บางท่านเชื่อว่า จุลินทรีย์ในกระเพาะหมัก (bugs) อาจจะถูกยับยั้งโดย unsaturated fatty acids ที่พบใน vegetable oil และ fish oil การเสริม unsaturated fats หรือ large quantities of fat อาจจะทำให้การย่อยได้เยื่อใยลดลง และทำให้เปอร์เซ็นต์ไขมันในน้ำนมลดลง เปอร์เซ็นต์โปรตีนในน้ำนมจะลดลงในโคนมที่ได้รับการเสริมไขมันจากแหล่งต่างๆ ซึ่งการลดลงดังกล่าว ดูเหมือนจะเกิดขึ้นใน casein fraction

การเสริมไขมันในอาหารเพื่อเป็นแหล่งพลังงาน มีผลทำให้ประสิทธิภาพในการย่อยเยื่อใยของจุลินทรีย์ในกระเพาะหมักลดลง เนื่องจากไขมันจะเข้าไปยึดเกาะตามผิวเยื่อใยทำให้จุลินทรีย์ไม่สามารถทำงานได้อย่างเต็มที่ มีผลทำให้ระดับของไขมันที่ระเหยได้ (Volatile fatty acid, VFA) ที่ได้จากการหมักย่อยของจุลินทรีย์ในกระเพาะหมักลดลง ซึ่งส่งผลให้พลังงานที่จะใช้ในการสร้างน้ำนมลดลง (เมธา, 2533) ดังนั้นการเสริมไขมันที่ไม่ย่อยสลายในกระเพาะหมัก (bypass fats) ทำให้สามารถเพิ่มการย่อยได้เยื่อใยเนื่องจาก bypass fats จะไม่ยึดติดเกาะตามผิวของเยื่อใย ทำให้จุลินทรีย์สามารถย่อยเยื่อใยได้ดีขึ้น ส่งผลทำให้กรดไขมันระเหยได้ที่ได้จากการหมักย่อยในกระเพาะหมักเพิ่มขึ้นตามไปด้วย

นอกจากนี้อาหารไขมันในรูป bypass fats จะเข้าขัดขวางการทำงานของจุลินทรีย์ที่สังเคราะห์แก๊สมีเทน ทำให้ลดการเสียพลังงาน มีผลทำให้ propionate เพิ่มขึ้น (Sklan et al., 1992) ซึ่ง propionate ถือเป็นสารตั้งต้นในการสังเคราะห์น้ำตาลกลูโคสที่ใช้เป็นแหล่งพลังงานในการสร้างน้ำนม อาหารไขมันในรูปของ bypass fats จะไม่ถูกดูดซึมในกระเพาะหมัก ทำให้เกิดการไหลผ่านไปยังกระเพาะส่วน abomasums และส่วนของลำไส้เล็กเพื่อย่อยและดูดซึมตามลำดับ พลังงานที่ได้ส่วนหนึ่งสะสมไว้ที่เนื้อเยื่อไขมันเพื่อใช้ในการสร้างกรดไขมันในน้ำนม ทำให้ปริมาณน้ำนมและเปอร์เซ็นต์ไขมันในน้ำนมมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น

นอกจากนี้ในปัจจุบันได้มีการนำไขมันไหลผ่านนี้ไปใช้ในกระบวนการผลิตสุกร ซึ่งสามารถเพิ่มความเข้มข้นของพลังงานในอาหารสุกรได้ Chilliard (1993) รวบรวมเอกสารการใช้ไขมันในโคนมและในสุกรไว้อย่างละเอียด โดยเฉพาะในส่วนของสุกรนั้น Stahly (1984) กล่าวว่าผลของการเสริมไขมันในอาหารสุกรนั้นจะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับอุณหภูมิ เมื่อเปรียบเทียบระหว่าง thermoneutral (25°C) หรือ hot environment (35°C) การเสริมไขมันในอาหารสุกรจะเพิ่มการกินได้พลังงาน และเพิ่มการสะสมไขมันในร่างกาย (fat deposition) แต่ไม่ทำให้การสะสมโปรตีนในร่างกาย (protein deposition) เปลี่ยนไป ดังนั้นเมื่อสุกรประสบกับภาวะอากาศร้อนมากๆ การเสริมไขมันในอาหารจะช่วยเพิ่มการสะสมโปรตีนในร่างกาย ผ่านการเพิ่มการกินได้วัตถุแห้ง และการกินได้ amino acids

งานวิจัยครั้งนี้มุ่งเน้นที่จะศึกษาผลของการเสริม bypass fats ชนิดต่างๆ ต่อการให้ผลผลิตของโคนมในช่วงต้นของการให้นม

บทที่ 2
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การเลี้ยงโคนมในประเทศไทยได้ดำเนินการมากว่า 35 ปี แต่การพัฒนาทางด้านอุตสาหกรรมการเลี้ยงโคนมกลับเป็นไปอย่างล่าช้า ปัจจุบันโดยเฉลี่ยทั้งประเทศ พบว่าปริมาณการให้น้ำนมของโคนมยังต่ำอยู่ กล่าวคือให้น้ำนมเฉลี่ยต่อตัวต่อวันเพียง 9 กิโลกรัมเท่านั้น ซึ่งปริมาณการให้น้ำนมระดับนี้ไม่ได้แตกต่างจากเมื่อ 20 ปีก่อน

การพัฒนาการเลี้ยงโคนมที่ผ่านมาเน้นการพัฒนาในเชิงปริมาณ (Quantitative development) มากกว่าการพัฒนาในเชิงคุณภาพ (Qualitative development) อย่างไรก็ตาม เป็นที่ยอมรับว่าพันธุกรรมของโคนมในประเทศไทยน่าจะมีศักยภาพเพียงพอในการให้น้ำนมเฉลี่ยวันละ 15 กิโลกรัมต่อตัว จากการศึกษาพบว่าปัญหาที่เกิดขึ้นมาจากหลายสาเหตุ เช่น การสุขาภิบาลยังไม่ดีพอ การขาดแคลนอาหาร โดยเฉพาะในช่วงฤดูแล้ง รวมไปถึงการพัฒนาการใช้สารเสริมต่างๆ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตของโคนมเป็นต้น

การนำเทคโนโลยีแนวใหม่ อาทิ การใช้ probiotics เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตน้ำนมได้รับการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง ในต่างประเทศ การใช้ bypass fat เสริมลงในอาหารเป็นทางหนึ่งที่สามารถเพิ่มผลผลิตน้ำนมในโครีดนมที่ให้นมมากๆ การใช้ไขมันเสริมในอาหารสัตว์เคี้ยวเอื้องประกอบด้วยสามเหตุผลหลัก คือ 1) ไขมันที่มีค่าแคลอรี่สูง สามารถนำมาใช้ประโยชน์สำหรับเสริมพลังงานที่มีอยู่อย่างจำกัดในสัตว์เคี้ยวเอื้องที่ให้ผลผลิตสูง 2) ไขมันสามารถถูกย่อยและถูกดูดซึมเป็นโภชนะนำไปใช้ประโยชน์ได้โดยตรง ตัวอย่างเช่น ไขมันสามารถป้องกันการเกิด ruminal acidosis และลดองค์ประกอบของไขมันในน้ำนม ซึ่งเป็นผลมาจากอาหารที่มีคาร์โบไฮเดรตสูงและมีเยื่อใยต่ำ การได้รับอาหารไขมันสามารถเปลี่ยนสัดส่วนของกรดไขมันในเนื้อหรือทำให้ไขมันในน้ำนมเพิ่มขึ้น ซึ่งจะเป็นผลดีต่ออุตสาหกรรมอาหารหรือผู้บริโภค และ 3) ไขมันจากพืชหรือไขมันจากสัตว์บางชนิดเป็นวัตถุดิบอาหารสัตว์ที่มีราคาต่ำ ซึ่งอาจจะเป็นที่น่าสนใจในการนำมาเป็นส่วนประกอบในสูตรอาหารของสัตว์เคี้ยวเอื้อง อาหารไขมันที่เสริมจะส่งผลทำให้การกินได้พลังงาน (energy intake) และประสิทธิภาพเพิ่มขึ้นในระยะของการให้นมในโคนมที่กำลังให้น้ำนมสูง ดังนั้นจึงส่งผลทำให้ผลผลิตน้ำนมเพิ่มขึ้น อย่างไรก็ตามการกินได้พลังงานก็ไม่ได้เพิ่มขึ้นเสมอไป (Chilliard, 1993)

อาหารสัตว์เคี้ยวเอื้องจะประกอบด้วยกรดไขมันในอาหารน้อยกว่า 3 เปอร์เซ็นต์ และได้มาจาก forage, grains หรือ seeds ซึ่งจะมี linoleic acids หรือ linolenic acids อยู่สูง ไขมันเสริมสามารถได้มาจากพืช (เช่น เมล็ดพืช น้ำมันจากพืช และ palm fatty acid) หรือได้จากสัตว์ (เช่น ไขมันสัตว์ น้ำมันหมู และน้ำมันปลา) นอกจากนี้ยังมีการนำเทคโนโลยีมาใช้ในการป้องกันกรดไขมัน (protect dietary FA) ต่อจุลินทรีย์ในกระเพาะหมัก หรือป้องกันการเกิดการหมักย่อยในกระเพาะหมัก ซึ่งจะมีผลกระทบสำหรับอาหารไขมัน โดยการป้องกันดังกล่าวจะทำให้ไขมันไม่ถูกย่อยในกระเพาะหมัก

สามารถทำให้อยู่ในรูป hydrogenation or saponification of fatty acid, crystallization of fats, encapsulation of lipids in formaldehyde-treated protein coat และ formaldehyde treatment of whole seeds (Chilliard, 1993)

การเสริมไขมันในอาหารสัตว์เคี้ยวเอื้อง จะส่งผลกระทบต่อกระบวนการหมักย่อยในกระเพาะหมัก ทำให้การย่อยได้ของ non lipid energy sources ลดลง นอกจากนี้จะทำให้การย่อยได้ของ structural carbohydrates ลดลงประมาณ 50 เปอร์เซ็นต์ หรือมากกว่านั้น เมื่อมีการเสริมไขมันน้อยกว่า 10 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งการลดลงของการย่อยได้นี้จะส่งผลต่อเนื่องทำให้การผลิตแก๊สมีเทน ไฮโดรเจน และกรดไขมันระเหยได้ (VFA) ลดลง โดยทำให้สัดส่วนของ acetate : propionate ลดลงด้วย (Jenkins, 1993) เมื่อมีการเสริมไขมันจะมีผลไปยับยั้งกระบวนการหมักย่อยในกระเพาะหมัก ทำให้การย่อยได้เยื่อใยต่ำลง แต่การขับเยื่อใยออกจากร่างกายในรูปของมูลเพิ่มขึ้น ซึ่งจะเห็นได้ว่าอาหารไขมันจะมีผลต่อการย่อยได้ของ nonstructural carbohydrate และ Palmquist (1991) รายงานไว้ว่า ปกติการย่อยอาหารจำพวกแป้งในกระเพาะหมักของโคเมื่อได้รับการเสริมไขมันร่วมด้วยจะทำให้การย่อยได้เยื่อใยลดต่ำลง

นอกจากนี้กระบวนการเมตาบอลิซึมของโปรตีนในกระเพาะหมัก จะถูกรบกวนเมื่อมีการเสริมไขมัน เช่นเมื่อนำน้ำมันลินซีด (linseed oil) เสริมเข้าไปในกระเพาะหมักของแกะ จะทำให้การย่อยได้โปรตีนในกระเพาะหมักลดลง และส่งผลต่อเนื่องทำให้ความเข้มข้นของแอมโมเนียลดลงเช่นกัน ส่วนไนโตรเจนจะไหลผ่านไปยังลำไส้เล็กส่วน duodenum เพิ่มขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับผลที่ได้จากการทดลองของ Jenkins and Fotouhi (1990) เมื่อแกะได้รับการเสริมไขมันในรูปของ corn oil หรือ lecithin และเมื่อมีการเสริมไขมันจะส่งผลต่อการเพิ่มประสิทธิภาพของการสังเคราะห์จุลินทรีย์โปรตีน (microbial protein synthesis) จากประสิทธิภาพที่เกิดขึ้นดังกล่าวจะส่งผลทำให้จำนวนของโปรโตซัวในกระเพาะหมักลดลง และเกิด bacterial N recycling เพียงเล็กน้อย หรือทำให้อัตราการไหลผ่านของเหลวในกระเพาะหมักเพิ่มขึ้น

การเสริมไขมันในโคนมที่กำลังให้น้ำนม จะส่งผลทำให้ผลผลิตน้ำนมเพิ่มขึ้น ซึ่งการที่ผลผลิตน้ำนมเพิ่มขึ้นนี้ จะเพิ่มขึ้นในช่วยที่โคนมให้ผลผลิตน้ำนมสูงสุด (peak) แต่เช่นเดียวกับการเพิ่มขึ้นใน lactation curve ส่วน first-calf heifers ไม่ได้ส่งผลตอบสนองเช่นเดียวกับแม่โคที่สมบูรณ์เต็มที่เมื่อมีการเสริมไขมัน โดยทั่วไปเปอร์เซ็นต์ไขมันในน้ำนมจะเพิ่มขึ้น อย่างไรก็ตามการเสริม unsaturated fats หรือ large quantities of fat จะทำให้เปอร์เซ็นต์ไขมันในน้ำนมลดลง นักวิทยาศาสตร์บางท่านเชื่อว่า จุลินทรีย์ในกระเพาหมัก (bugs) อาจจะถูกยับยั้งโดย unsaturated fatty acid ที่พบใน vegetable oil และ fish oil การเสริม unsaturated fats หรือ large quantities of fat อาจจะทำให้การย่อยได้เยื่อใยลดลง และทำให้เปอร์เซ็นต์ไขมันในน้ำนมลดลง เปอร์เซ็นต์โปรตีนในน้ำนม จะลดลงในโคนมที่ได้รับการเสริมไขมันจากแหล่งต่างๆ ซึ่งการลดลงดังกล่าว ดูเหมือนจะเกิดขึ้นใน casein faction

ผลตอบสนองในการกินได้วัตถุแห้ง (dry matter intake) เมื่อได้รับอาหารที่เสริมไขมันค่อนข้างหลากหลาย ในการทดลองที่ใช้ whole cottonseeds, whole soybeans หรือ tallow ซึ่งบางงานทดลองแสดงให้เห็นว่า การกินได้วัตถุแห้งจะลดลง อย่างไรก็ตามยังมีงานทดลองอื่นๆ ที่แสดงให้เห็นว่า การกินได้วัตถุแห้งจะเพิ่มขึ้น ในบางงานทดลองนี้เมื่อการกินได้วัตถุแห้งลดลง พลังงานที่ได้รับจากอาหารจะไม่เปลี่ยนแปลง หรืออาจทำให้ผลผลิตน้ำนมเพิ่มขึ้นเล็กน้อย สำหรับการกินได้วัตถุแห้งที่ลดลงอาจเกิดจากปริมาณของไขมันในอาหารมากเกินกว่าปริมาณที่ต้องการสำหรับการสังเคราะห์ไขมันในน้ำนม (Amaral-Phillips et al.,1997)

แหล่งของไขมันที่ใช้เสริมในอาหารโดยทั่วไปมี 3 ชนิด ได้แก่ vegetable fats หรือ oil (มี unsaturated fats สูง) animal fats (มี saturated fats สูง) และ ruminally inert protected (by pass) ดังแสดงในตารางที่ 2.1 และ 2.2

ตารางที่ 2.1 องค์ประกอบทางเคมีของแหล่งไขมันเสริม (dry matter basis)

Source	Fat	Crude protein	Acid Detergent Fiber	Ca	P	NE_L
		----------%				Mcal/lb
Soybeans	18.8	42.8	10.0	.27	.65	.96
Cottonseed						
With lint	20.0	23.0	34.0	.21	.64	1.01
Delinted	23.8	25.0	26.0	.12	.54	1.01
Sunflowers	44.4	20.0	16.7	--	--	1.43
Canola	40.2	21.7	11.9	--	--	1.36
Animal fat	99.5					2.65
Protected fats						
Energy Booster	100				2.70	
Megalac	83				2.96	

ที่มา : Grant and Kubik (1996)

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ตารางที่ 2.2 แหล่งของไขมันชนิดพิเศษ (specialty fats, by pass fats) ที่สามารถใช้ประโยชน์ได้

Product	**Ingredient Composition**	**Fat %**
Megalac	Calcium Salts of Palm Oil Fatty Acids	80
Energy Milk Booster	Relatively Saturated Free Long-Chain Fatty Acids - Prilled Fat[+]	99
Booster Fat	Tallow plus Soybean Meal Treated with Sodium Alginate	90
Alifet	Tallow[++] Mixed with Wheat Starch and Crystallized	92
Dairy 80	Tallow - Prilled Contains some Phospholipid, Flavor, and Coloring Agents	80
Carolac	Hydrogenated Tallow - Prilled	98

หมายเหตุ : + Prilled Fat -- Fat processed into small spherical pellets.

++ Hydrogenated Tallow -- Tallow that has been chemically saturated.

ที่มา : Shaver (1990) อ้างโดย Amaral-Phillips et al. (1997)

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

จากตารางที่ 2.1 เป็นแหล่งของไขมันที่มีผลต่อกระบวนการหมักย่อยในกระเพาะหมักเพียงเล็กน้อย ซึ่งโดยทั่วไปเรียกว่า bypass fats ซึ่งชนิดของไขมันดังกล่าวจะไม่ถูกดูดซึมภายในกระเพาะหมัก และจะผ่านไปถูกดูดซึมยังลำไส้เล็ก

สิ่งที่น่าสนใจในการนำไขมันมาใช้ประโยชน์ โดยการเสริมให้เป็นแหล่งพลังงานสำหรับโคนม ซึ่งแหล่งของไขมันที่ถูกนำมาใช้มีค่อนข้างหลากหลาย และจะส่งผลกระทบโดยตรงต่อกระบวนการหมักย่อยในกระเพาะหมัก ผลกระทบของแหล่งไขมันต่อกระบวนการหมักจะมีคุณลักษณะที่แตกต่างกันในด้านของโครงสร้างของไขมัน ปัจจัยหนึ่งคือ degree of unsaturation เช่น unsaturated fatty acid จะไปยับยั้งกระบวนการหมักย่อยมากกว่า saturated fatty acid ดังนั้น free carboxyl group จะมีความสำคัญในการยับยั้งกระบวนการหมักย่อย เพราะอนุพันธุ์ของ fatty acid เช่น Ca salts of LCFA, fatty alcohols, fatty acyl amides และ triglycerides ซึ่งจะมีผลในการยับยั้งกระบวนการหมักย่อยน้อยกว่า free fatty acid ในอุตสาหกรรมได้มีการใช้ประโยชน์จากข้อมูลที่ได้ดังกล่าว โดยนำไปผลิตเป็นไขมันเสริมในรูปของเชิงการค้า ประกอบด้วย Ca salts of LCFA, fats enriched in saturated fatty acid และ fats protected by encapsulation (Palmquist, 1991)

ผลของการเสริมไขมันในอาหารสัตว์เพื่อเป็นแหล่งพลังงาน มีผลทำให้ประสิทธิภาพในการย่อยเยื่อใยของจุลินทรีย์ในกระเพาะหมักลดลง เนื่องจากไขมันจะเข้าไปยึดเกาะตามผิวเยื่อใยทำให้จุลินทรีย์ไม่สามารถทำงานได้อย่างเต็มที่ มีผลทำให้ระดับของไขมันที่ระเหยได้ (Volatile fatty acid, VFA) ที่ได้จากการหมักย่อยของจุลินทรีย์ในกระเพาะหมักลดลง ซึ่งส่งผลให้พลังงานที่จะใช้ในการสร้างน้ำนมลดลง (เมธา, 2533) ดังนั้นการเสริมไขมันที่ไม่ย่อยสลายในกระเพาะหมัก (bypass fats) ทำให้สามารถเพิ่มการย่อยได้เยื่อใยเนื่องจาก bypass fats จะไม่ยึดติดเกาะตามผิวของเยื่อใย ทำให้จุลินทรีย์สามารถย่อยเยื่อใยได้ดีขึ้น ส่งผลทำให้กรดไขมันระเหยได้ที่ได้จากการหมักย่อยในกระเพาะหมักเพิ่มขึ้นตามไปด้วย

นอกจากนี้อาหารไขมันในรูป bypass fats จะเข้าขัดขวางการทำงานของจุลินทรีย์ที่สังเคราะห์แก๊สมีเทน ทำให้ลดการเสียพลังงาน มีผลทำให้ propionate เพิ่มขึ้น (Sklan et al., 1992) ซึ่ง propionate ถือเป็นสารตั้งต้นในการสังเคราะห์น้ำตาลกลูโคสที่ใช้เป็นแหล่งพลังงานในการสร้างน้ำนม อาหารไขมันในรูปของ bypass fats จะไม่ถูกดูดซึมในกระเพาะหมัก ทำให้เกิดการไหลผ่านไปยังกระเพาะส่วน abomasums และส่วนของลำไส้เล็กเพื่อย่อยและดูดซึมตามลำดับ พลังงานที่ได้ส่วนหนึ่งสะสมไว้ที่เนื้อเยื่อไขมันเพื่อใช้ในการสร้างกรดไขมันในน้ำนม ทำให้ปริมาณน้ำนมและเปอร์เซ็นต์ไขมันในน้ำนมมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น ดังที่ได้สรุปไว้ในตารางที่ 2.3 และ 2.4

ตารางที่ 2.3 ผลของการเสริมไขมันในอาหารโคนม

Dietary lipids	DMI (kg/d)	4%FCM (kg/d)	Milk fat (g/kg)	Milk protein (g/kg)
Animal and blended fats	-0.7*	-0.2	-1.4	-0.6**
Protected tallow	-1.2*	+2.5**	+4.6**	-1.8**
Saturated fats	0	+1.8**	+0.5	-0.6*
Calcium soaps	-0.7**	+0.9*	+0.5	-1.0**
Vegetable oils	-1.1**	-1.5	-2.8*	-0.9
Oilseeds	-0.5*	-0.2	-0.9*	-0.4**
Protected oils and seeds	-0.5	-2.0	-1.0	-0.6

หมายเหตุ :*Difference (lipid-control) significantly different from zero (paired t test; P<.05)

:**Difference (lipid-control) significantly different from zero (paired t test; P<.01)

ที่มา : Chilliard (1993)

ตารางที่ 2.4 ผลการเสริมไขมันต่อผลผลิต และองค์ประกอบน้ำนม

	Milk (kg/d)			Milk fat (kg/d)			Milk protein (kg/d)		
	C	T	ต่าง	C	T	ต่าง	C	T	ต่าง
Schauff and Clark (1992)	37.6	38.1	+.5	1.24	1.31	+.07	1.18	1.17	-.01
Sklan et al. (1992)	30.2	31.3	+1.1	2.67	2.81	+.14	3.20	3.13	-.07
Holter et al. (1993)	30.6	27.8	-2.8	3.0*	3.4*	+.4	-	-	-
Sklan and Tinsky (1993)	41.5	42.5	+1	1.31	1.39	+.08	1.19	1.19	0
Sklan (1994)	27.9	32.5	+4.6	0.88	1.03	+.15	0.88	0.99	+.11
Harrison et al. (1995)	-	-	-	1.39	1.54	+.15	1.32	1.20	-.12
Maiga and Schingoethe (1997)	33.3	36.4	+3.1	1.13	1.21	+.08	1.02	1.03	+.01
Perez alba et al. (1997)	46.7	44.6	-2.1	3.42	3.67	+.25	2.04	1.94	-.1
	49.0	54.70	+5.7	6.34	6.94	+.6	2.57	2.67	+.1

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

บทที่ 3
ผลของการเสริมไขมันไหลผ่านต่อผลผลิตโคนม

3.1 บทนำ

ในช่วงต้นระยะให้นม โคนมมีความต้องการพลังงานเพื่อการดำรงชีพและเพื่อการผลิตน้ำนมมากกว่าพลังงานที่โคนมได้รับจากอาหาร (Goff and Horst, 1997) ดังนั้นโคนมมีความจำเป็นที่จะต้องเคลื่อนย้ายไขมันที่สะสมในเนื้อเยื่อร่างกายมาเพื่อให้เพียงพอกับความต้องการดังกล่าว มีรายงานที่แสดงว่า prilled saturated fatty acids และ calcium salt of long-chain fatty acids มีประสิทธิภาพในการใช้เป็น ruminally inert fat เสริมให้กับโคนม (Grummer, 1988; Palmquist, 1991) rumen inert fat เช่น Ca salts of long-chain fatty acids หรือ rumen-bypass fat ในรูปอื่นๆ สามารถเป็นแหล่งเพิ่มพลังงานให้กับโคนมเมื่อทำการเสริม ผลตอบสนองของโคนมต่อการเสริม rumen-bypass fat ค่อนข้างผันแปร ยกตัวอย่างเช่น มีรายงานการเสริม rumen-bypass fat แล้วปริมาณ fat-corrected milk (FCM) เพิ่มขึ้น (Erickson *et al.*, 1992), ผลผลิตน้ำนมและ FCM เพิ่มขึ้น (Klusmeyer *et al.*, 1991a; Rodriguez *et al.*, 1997), เปอร์เซ็นต์ไขมันเพิ่มขึ้น (Klusmeyer *et al.*, 1991a,b; Sklan *et al.*, 1992; Elliott *et al.*, 1996) โดยไม่มีผลกระทบต่อการย่อยได้โภชนะอื่นๆ (Klusmeyer *et al.*, 1991a) วัตถุประสงค์ของการวิจัยครั้งนี้คือการศึกษาผลของการเสริม rumen-bypass fat ในช่วงต้น-กลางระยะให้น้ำนมต่อผลผลิตน้ำนมและองค์ประกอบของน้ำนม

3.2 อุปกรณ์และวิธีการ

สัตว์ทดลอง อาหาร และการวางแผนการทดลอง

ใช้โคนมลูกผสมโฮลสไตน์ฟรีเชียน (>87.5% Holstein Friesian) ในช่วงต้น-กลางระยะให้นมที่ให้น้ำนมเฉลี่ย 23.3±3.5 ก.ก./วัน, ระยะให้นม 85±5 วัน, อายุ 60.8±5.9 เดือน และ น้ำหนักตัว 464±43 ก.ก. จำนวน 24 ตัว นำมาจัดกลุ่มตามปริมาณน้ำนม วันที่ให้นม อายุ ระยะให้นม และน้ำหนักตัว เป็น 2 กลุ่ม กลุ่มละ 12 ตัว แผนการทดลองเป็นแบบ t-test simple comparison ประกอบด้วย 2 กลุ่มการทดลอง โดยโคทุกตัวได้รับอาหารข้นวันละ 10 ก.ก./วัน และหญ้าหมักเต็มที่ มีน้ำสะอาดให้โคกินตลอดเวลา โคกลุ่มที่ 1 (กลุ่มควบคุม) ไม่เสริม rumen-bypass fat ส่วนโคกลุ่มที่ 2 เสริม rumen-bypass fat (Bergafat T 300, Berg&Schmidt (M) Sdn.Bhd.,Malaysia) วันละ 300 กรัม/ตัว ระยะเวลาการทดลองทั้งสิ้น 10 สัปดาห์ (2 สัปดาห์แรกเป็นระยะปรับตัว ตามด้วยระยะทดลอง 8 สัปดาห์)

การเก็บตัวอย่าง และการวิเคราะห์ทางเคมี

โคทุกตัวจะถูกเลี้ยงขังเดี่ยวในคอกขนาด 2 x 3 ตารางเมตร และได้รับอาหารข้นวันละ 10 กิโลกรัม โดยแบ่งเป็น 3 มื้อ คือ 07.00, 11.30 และ 16.30 น. บันทึกการกินได้อาหารช่วงระยะเวลาละ 2 วันติดต่อกัน สุ่มเก็บตัวอย่างอาหารก่อนและที่เหลือหลังการกิน นำมาอบที่อุณหภูมิ 60°C เป็นระยะเวลา 36 ชั่วโมง นำไปบดผ่านตะแกรงขนาด 1 มิลลิเมตร นำไปวิเคราะห์หาวัตถุแห้ง (dry matter; DM), เถ้า (ash), ไขมัน (ether extract; EE), โปรตีน (protein) (AOAC, 1995) neutral detergent fiber (NDF), acid detergent fiber (ADF) และ acid detergent lignin (ADL) (Van Soest et al., 1991)

หลังจากได้ผลวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ ทำการประเมินคุณค่าทางพลังงานตามคำแนะนำของ NRC (2001) โดยใช้สมการต่างๆ ดังนี้

TDN_{1X} = total digestible nutrient at maintenance level

= tdNFC + tdCP + (tdFA x 2.25) + tdNDF – 7

where tdNFC (truly digestible non-fiber carbohydrates)

= 0.98 (100-[(NDF – NDICP) + CP + EE + Ash])

tdCPf (truly digestible CP for forages)

$= CP \times \exp^{[-1.2 \times (ADICP/CP)]}$

tdCPc (truly digestible CP for concentrates)

= [1 – (0.4 x (ADICP/CP))] x CP

tdFA (truly digestible fatty acid)

= FA where FA = EE – 1.0, If EE<1.0 then FA = 0

tdNDF (truly digestible neutral detergent fiber)

$= 0.75 (NDF_N - Lignin) [1 - (Lignin/NDF_N)^{0.667}]$

DE_P (digestible energy at production level)

$= DE_{1X} \times [(TDN_{1X} - [(0.18 \times TDN_{1X}) - 10.3]) \times intake)]/TDN_{1X}$

where DE_{1X} = [(tdNFC/100) x 4.2] + [(tdNDF/100) x 4.2] + [(tdCP/100) x 5.6] +[(FA/100) x 9.4] –0.3

Intake = intake above maintenance

ME_P (metabolizable energy at production level)

$= [1.01 \times (DE_P) - 0.45] + [0.0046 \times (EE - 3)]$

NE_{LP} = [0.703 x ME_P (Mcal/kg)] – 0.19

โคทุกตัวถูกรีดนมวันละ 2 ครั้ง ที่เวลา 05.00 และ 15.00 น. ทำการบันทึกผลผลิตน้ำนมเป็นรายตัว สุ่มเก็บตัวอย่างน้ำนมดิบช่วงระยะเวลาละ 2 วันติดต่อกันเพื่อนำไปวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ นำตัวอย่างน้ำนมไปวิเคราะห์หา fat, protein, lactose, solid not fat (SNF) and total solid (TS) ด้วยเครื่อง Milko Scan (Foss Electric, Denmark) ทำการชั่งน้ำหนักตัวโคเมื่อเริ่มต้นการทดลองและเมื่อสิ้นสุดการทดลอง

การสกัดน้ำมันจากน้ำนม ทำโดยสุ่มเก็บตัวอย่างน้ำนมจากโคนมที่ทำการทดลองในช่วงระยะสุดท้ายของการทดลอง จากนั้นนำน้ำนมที่เก็บเย็น – เช้ามาผสมกันในสัดส่วนตามปริมาณน้ำนมที่บันทึก จากนั้นนำน้ำนมไปปั่นเหวี่ยง (Centrifuge) ที่ความเร็ว 3000 รอบต่อนาที ที่อุณหภูมิ 4 ^{o}C เป็นเวลา 15 นาที ชั้นของไขมัน (Fat cake) จะแยกอยู่ชั้นบนของน้ำนม แยกชั้นของไขมันออกมาเพื่อนำไปสกัดไขมันต่อไปตามวิธีการของ Kelly et al. (1998) นำชั้นของไขมันมาสกัดด้วย Hexane – Isopropanol (3:2 ปริมาตร/ปริมาตร) 18 มล./ก. Fat cake นำไปเขย่า (Vortex) จากนั้นเติม 6.7% Na_2SO_4 ในน้ำกลั่น 12 มล./ก. Fat cake ชั้นของ Hexane จะแยกออกมาอยู่ด้านบน ให้แยก Hexane ออกมาใส่ในหลอดทดลองที่เติม Na_2SO_4 1 ก. และทิ้งไว้ 30 นาที แล้วย้ายและเก็บไว้ภายใต้ N_2 gas ที่อุณหภูมิ -20 ^{o}C จนกว่าจะนำมาทำ Methylation เพื่อวิเคราะห์กรดไขมันต่อไป

การวิเคราะห์องค์ประกอบและปริมาณของ fatty acid และการสะสมของ CLA ประกอบไปด้วย 2 ขั้นตอน คือ ขั้นตอนการทำ saponification และ การทำ methylation ซึ่งดัดแปลงจากวิธีของ Ostrowska et al. (2000)

1. การทำ saponification

ชั่งตัวอย่างน้ำหนักแน่นอนจากการวิเคราะห์ปริมาณของไขมันตามวิธีของ Folch et al. (1957) และ Metcalfe et al. (1966) ประมาณ 30 มิลลิกรัม ใส่ในหลอดทดลองฝาเกลียวขนาด 15 มิลลิลิตร จากนั้นเติม 1.5 มิลลิลิตร ของ 0.5 N NaOH/MeOH ใส่ในหลอด แล้วไล่อากาศภายในหลอดด้วยแก๊สไนโตรเจน ปิดฝาหลอดทดลองให้สนิทและให้ความร้อนที่ 100 องศาเซลเซียส ใน water bath นาน 5 นาที ระหว่างนี้ควรเขย่าอย่างแรง 1-2 ครั้ง แล้วทำให้เย็นลงจนถึงอุณหภูมิปกติ การทำ saponification ที่สมบูรณ์สังเกตจากการได้สารละลายใส ไม่มีหยดน้ำมันเหลืออยู่

2. การทำ methylation

หลังจากการทำ saponification เสร็จแล้วเติม 2 มิลลิลิตร ของ 14% BF_3 /MeOH ใส่ในหลอดทดลองที่ทำการ saponification ที่สมบูรณ์ ไล่อากาศภายในหลอดด้วยแก๊สไนโตรเจน (ถ้าต้องการหาปริมาณ CLA ด้วยวิธีการใช้ internal standard ให้ไปเปต 1 มิลลิลิตรของ C_{17} ความเข้มข้นแน่นอน 2.00 mg/ml ใน hexane) และ ให้ความร้อนที่ 100 องศาเซลเซียส ใน water bath นาน 5 นาที ระหว่างนี้ควรเขย่าอย่างแรง 1-2 ครั้ง แล้วทำให้เย็นลงจนถึงอุณหภูมิปกติ

จากนั้นย้ายสารละลาย ที่ได้จากการทำ methylation ลงในหลอดเซนตริฟิวจ์ฝาเกลียวขนาด 50 มิลลิลิตร ปั่นเหวี่ยงที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส ความเร็ว 5000 รอบต่อนาที นาน 15 นาที

เพื่อทำให้ liquid-liquid phase แยกได้ดีขึ้นและทำการย้ายชั้น hexane (ชั้นบน) และ dry น้ำที่อาจติดออกมาด้วย Na_2SO_4 จากนั้นเก็บสารละลาย CLA methyl ester ในขวดสีชา ไล่อากาศด้วยแก๊สไนโตรเจน เพื่อรอการวิเคราะห์ด้วย gas chromatography ต่อไป

วิธีการตรวจวิเคราะห์กรดไขมัน โดยเครื่อง GC รุ่น HP6890

นำตัวอย่างที่ผ่านการทำ methylation แล้วจัดเข้าเครื่อง GC โดยที่สภาวะของเครื่อง GC ตั้งไว้ดังนี้

Column: GC column ของ Supelco 2560 ชนิด fused silica capillary column สำหรับวิเคราะห์ isomer ของกรดไขมัน มี dimension 100 m x 0.25 mm x 0.2 μm film thickness

Carrier gas: Helium 18 cm/sec 1.0 ml/min. constant flow

Injection: Split 30:1, volume 1 μl, Inlet 240°C

Temperature program: เริ่มที่ 70°C นาน 4 นาที และเพิ่มขึ้น 13°C/นาที จนถึงอุณหภูมิ 175°C และคงไว้ นาน 27 นาที จากนั้นเพิ่ม 4°C/นาที จนถึงอุณหภูมิ 215°C และคงไว้ นาน 31 นาที

3.3 การวิเคราะห์สถิติ

นำข้อมูลที่ได้ทั้งหมดไปวิเคราะห์ทางสถิติ โดยการวิเคราะห์ ANOVA โดยใช้โปรแกรม SAS (1996)

3.4 ผลการทดลองและอภิปรายผล

องค์ประกอบทางเคมีและองค์ประกอบทางโภชนะของอาหารที่ใช้ในการทดลองแสดงไว้ในตารางที่ 3.1 การกินได้วัตถุแห้ง โปรตีนหยาบ และพลังงานสุทธิเพื่อการผลิตน้ำนมของโคในการทดลองสรุปไว้ในตารางที่ 3.2 โคทั้งสองกลุ่มการทดลองกินได้วัตถุแห้ง โปรตีนหยาบและพลังงานสุทธิเพื่อการผลิตน้ำนม ของอาหารข้น อาหารหยาบ และอาหารรวมไม่แตกต่างกัน ($p>0.05$) Rodriguez *et al.* (1997) รายงานการกินได้วัตถุแห้งของโคพันธุ์โฮลสไตน์ลดลง 6% เมื่อทำการเสริม rumen-bypass fat (Calcium soaps of fatty acid (CSFA)) ในอาหาร ทำนองเดียวกันมีรายงานการกินได้วัตถุแห้งในอาหารลดลงเมื่อทำการเสริม CSFA ในอาหาร (Kim *et al.*, 1993) ในขณะที่รายงานอื่นๆไม่พบความแตกต่างของการกินได้วัตถุแห้ง (Schneider *et al.*, 1988; Erickson *et al.*, 1992) รายงานการวิจัยครั้งนี้ไม่พบความแตกต่างของการกินได้อาหารเช่นเดียวกัน ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากผลของ metabolic control (NRC, 2001) เพราะว่าการกินได้ NE_{LP} เหมือนกันทั้งสองกลุ่มการทดลอง อิทธิพลของการเสริมไขมันต่อการกินได้มักจะเห็นได้ชัดเมื่อโคอยู่ในช่วงต้นของระยะให้นม มากกว่าโคที่อยู่ในช่วงกลางและปลายระยะให้นม (Grummer *et al.*, 1990) ซึ่งใช้ในการทดลองนี้

โคทั้งสองกลุ่มการทดลองให้ผลผลิตน้ำนม ผลผลิตองค์ประกอบน้ำนม องค์ประกอบของน้ำนม น้ำหนักตัวเมื่อสิ้นสุดการทดลอง และการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักตัวไม่แตกต่างกัน ($p>0.05$) (ตารางที่ 3.3) การที่ผลผลิตน้ำนมในการทดลองครั้งนี้ไม่เพิ่มขึ้นในโคที่ได้รับการเสริม rumen-bypass fat เมื่อเปรียบเทียบกับโคที่ไม่ได้รับการเสริม rumen-bypass fat นั้นอาจเนื่องมาจากโคที่ใช้ในการทดลองครั้งนี้อยู่ในช่วงกลางของระยะให้นม และอยู่ในสภาวะ positive energy balance จึงไม่สามารถคาดหวังว่าผลผลิตน้ำนมจะเพิ่มขึ้นจากการเสริม rumen-bypass fat อย่างไรก็ตาม Erickson *et al.* (1992) พบว่าโคที่ได้รับ calcium salts of long-chain fatty acid ในช่วงต้นระยะให้นมให้ผลผลิตน้ำนมมากกว่าโคที่ไม่ได้รับ calcium salts of long-chain fatty acid มีรายงานวิจัยอื่นๆ ที่พบว่าผลผลิตน้ำนมเพิ่มขึ้นเมื่อได้รับการเสริม rumen-protected fat (Schneider *et al.*, 1988; Klusmeyer *et al.*, 1991a; Erickson *et al.*, 1992; Wu *et al.*, 1993; Tomlinson *et al.*, 1994; Rodriguez *et al.*, 1997) ในทางตรงกันข้าม West and Hill (1990) ไม่พบความแตกต่างของการให้ผลผลิตน้ำนมเมื่อเสริม calcium salt of fatty acids (CSFA) อย่างไรก็ตาม Sklan *et al.* (1989) รายงานว่าผลผลิต fat corrected milk (FCM) เพิ่มขึ้นเมื่อเสริม CSFA ทั้งๆ ที่ผลผลิตน้ำนมและเปอร์เซ็นต์ไขมันในน้ำนมไม่แตกต่างกัน

มีนักวิจัยหลายท่านที่ทำการประเมินผลของการเสริม rumen-bypass fat ต่อองค์ประกอบของน้ำนม และรายงานส่วนใหญ่พบว่าองค์ประกอบของไขมันและโปรตีนในน้ำนมลดลง (Erickson *et al.*, 1992; Sklan *et al.*, 1992; Rodriguez *et al.*, 1997) ในขณะที่ท่านอื่นๆ พบว่าองค์ประกอบของไขมันเพิ่มขึ้น (Klusmeyer *et al.*, 1991a,b; Sklan *et al.*, 1992; Elliott *et al.*, 1996) ในกรณีที่องค์ประกอบของโปรตีนในน้ำนมลดลงนั้นอาจสืบเนื่องมาจาก ผลผลิตโปรตีนจากจุลินทรีย์ (microbial protein) ลดลง (Rodriguez *et al.*, 1997) หรือ อาจเนื่องมาจากโคนมได้รับกรดอะมิโนที่จำเป็น (essential amino acids) ไม่เพียงพอต่อความต้องการผลิตโปรตีนในน้ำนม (West and Hill., 1990; Kim *et al.*, 1993; Wu *et al.*, 1993) อย่างไรก็ตาม มีรายงานการเสริม CSFA ในอาหารไม่มีผลต่อองค์ประกอบโปรตีนในน้ำนม (Schneider *et al.*, 1990) ทำนองเดียวกันมีรายงานอื่นๆ ที่ไม่พบความแตกต่างของผลผลิตน้ำนมเนื่องจากการเสริม rumen-protected fat (Schauff and Clark, 1989; Skarr *et al.*, 1989; Klusmeyer *et al.*, 1991b; Sklan *et al.*, 1992; Elliott *et al.*, 1996) or milk fat contents (Atwal *et al.*, 1990; Garcia-Bojalil *et al.*, 1998a)

งานวิจัยครั้งนี้พบว่าการเสริม rumen-bypass fat ทำให้ C4:0 fatty acid ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) แต่มีผลทำให้ C12:0 และ C14:0 fatty acids เพิ่มขึ้น ในขณะที่กรดไขมันชนิดอื่นๆ ไม่มีการเปลี่ยนแปลง ($p>0.05$) (ตารางที่ 3.4) ในทางตรงข้ามกับงานวิจัยนี้ Elliot *et al.* (1996) พบว่าองค์ประกอบของ short and medium-chain fatty acids ลดลงเมื่อเสริม rumen-bypass fat ในขณะที่ long-chain fatty acids เพิ่มขึ้น ผลงานวิจัยเหล่านี้ได้ผลตรงกันกับงานวิจัยของ (Palmquist *et al.*, 1993) ความแตกต่างขององค์ประกอบของกรดไขมันนั้นเป็นผลมาจากความแตกต่างขององค์ประกอบของกรดในอาหารที่โคได้รับ

เมื่อนำข้อมูลของผลผลิตน้ำนม และน้ำหนักตัวโคที่เปลี่ยนแปลงมาพิจารณาร่วมกัน จะสามารถเปรียบเทียบผลของความแตกต่างของอาหารที่โคได้รับต่อการใช้ประโยชน์ได้ของพลังงานสุทธิเพื่อการผลิตน้ำนมที่โคกินเข้าไป (NE_{LP} intake) (ตารางที่ 3.5) โคทั้งสองกลุ่มกินได้ NE_{LP} เหมือนกัน ดังนั้นการใช้พลังงานเพื่อการให้ผลผลิตน้ำนมจึงเหมือนกัน

โคทั้งสองกลุ่มได้รับ NE_{LP} ในปริมาณที่มากพอ แต่ให้ผลผลิตน้ำนมต่ำกว่าที่ควรจะเป็นเมื่อเปรียบเทียบกับ NE_{LP} ที่กินเข้าไป การกินได้ NE_{LP} 24.3 และ 25.7 Mcal/d ของโคในกลุ่มทดลอง และกลุ่มที่เสริม rumen-protected fat ตามลำดับ ในทางทฤษฎี ควรจะสามารถให้ผลผลิตน้ำนมได้วันละ 24.5 และ 25.2 กิโลกรัม ตามลำดับ การที่โคให้นมน้อยกว่าที่คาดหวังจากปริมาณ การกินได้ NE_{LP} อาจเป็นเพราะการประมาณความต้องการพลังงานเพื่อการดำรงชีพ (net energy requirement for maintenance; NE_{LM}) ต่ำกว่าความเป็นจริง สำหรับโคในเขตร้อน (tropics) ทั้งนี้เพราะว่าโคในเขตร้อนได้รับอาหารที่มีคุณภาพต่ำกว่าโคในสหรัฐอเมริกา การใช้สมการที่แนะนำโดย NRC (2001) นั้นอาจไม่เหมาะสม AAC (1990) แนะนำว่าโคที่ได้รับอาหารที่มีพลังงานใช้ประโยชน์ (metabolizable energy; ME) น้อยกว่า 10 MJ ME/kg of DM ต้องการพลังงานเพื่อการดำรงชีพเพิ่มขึ้น การศึกษาครั้งนี้ใช้ค่าสัมประสิทธิ์ความต้องการพลังงานสุทธิเพื่อการดำรงชีพที่ 0.08 Mcal/kg $BW^{0.75}$ สำหรับทำนายความต้องการ NE_{LM} ถ้าสมมติฐานของ AAC (1990) เป็นจริง จากข้อสมมติฐานที่ว่าค่าเฉลี่ยของพลังงานสุทธิในน้ำนมและการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักตัวไม่มีผลกระทบมาจากคุณภาพของอาหาร เช่นเดียวกับในกรณีของ NE_{LM} ค่าสัมประสิทธิ์ของความต้องการพลังงานสุทธิเพื่อการดำรงชีพควรเป็น 0.120 Mcal/ kg $BW^{0.75}$ สำหรับการศึกษาครั้งนี้ ค่านี้จะสูงกว่าที่ NRC (2001) แนะนำอยู่ร้อยละ 50 Suksombat and Junpanichcharoen (2005) แนะนำว่า ในเขตร้อน ค่าสัมประสิทธิ์ของความต้องการพลังงานสุทธิเพื่อการดำรงชีพควรเป็น 0.106 Mcal/ kg $BW^{0.75}$ จะเหมาะสมมากกว่า 0.08 Mcal/kg $BW^{0.75}$ ที่แนะนำโดย NRC (2001). ก่อนที่ผลสรุปจะเป็นอย่างไรควรมีการศึกษาวิจัยในเรื่องนี้ให้มากกว่านี้

การศึกษาครั้งนี้ชี้ให้เห็นว่าการเสริม rumen-bypass fat ไม่มีผลต่อผลผลิตน้ำนม องค์ประกอบของน้ำนม องค์ประกอบของกรดไขมันในน้ำนม และการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักตัวของโคนม อย่างไรก็ตาม เป็นที่น่าเสียดายว่าการศึกษาครั้งนี้ไม่ได้มีการเก็บข้อมูลในด้านความสมบูรณ์พันธุ์ หรือข้อมูลที่เกี่ยวกับสุขภาพของโคในระหว่างทดลองและหลังการทดลอง ซึ่งควรมีการศึกษาในโอกาสต่อไป

Table 3.1 Chemical and nutrient compositions of feeds used in the experiment

Composition	Concentrate	Grass silage	Rumen-bypass fat
Dry matter (%)	90.3	37.0	99.9
Crude protein (%)	21.3	6.5	-
Crude fiber (%)	13.6	36.0	-
Ether extract (%)	3.6	1.4	99.0
Ash (%)	9.5	10.6	-
Neutral detergent fiber (%)	36.4	60.0	-
Acid detergent fiber (%)	13.9	29.9	-
Acid detergent lignin (%)	2.1	5.1	-
Neutral insoluble nitrogen (%)	1.4	0.7	-
Acid detergent insoluble nitrogen (%)	1.2	0.6	-
TDN_{1X} [1/]	70.1	52.9	182.3
DE_P [3/]	2.98	2.43	5.75
ME_P [4/]	2.56	1.99	5.75
NE_{LP} [5/]	1.61	1.21	4.60
dg of CP	0.68	0.48	-

[1/] TDN_{1X}(%) = tdNFC + tdCP + (tdFA X 25.25) + tdNDF – 7)

[2/] DE_{1X}(Mcal/kg) = [(tdNFC/100) X 4.2]+[(tdNDF/100) X 4.2]X[(tdCP/100) X 5.6]+[(FA/100) X 9.4] – 0.3

[3/] DE_P(Mcal/kg) = {[(TDN_{1X} –[(0.18 X TDN_{1X}) – 10.3]) X Intake]/ TDN_{1X}} X DE_{1X}

[4/] ME_P(Mcal/kg) = [1.01 X (DE_P) – 0.45] + [0.0046 X (EE – 3)]

[5/] NE_{LP}(Mcal/kg) = [0.703 X ME_P] – 0.19 (EE≤ 3%)

[5/] NE_{LP}(Mcal/kg) = ([0.703 X ME_P] – 0.19) + [(0.097 X ME_P)/97] X [(EE – 30] (EE> 3%)

TDN_{1X} = total digestible nutrient at maintenance level. DE_P = digestible energy at production level. ME_P = metabolizable energy at production level. NE_{LP} = net energy for lactation at production level. *dg* = degradability.

Table 3.2 Intakes of dry matter, crude protein and net energy for lactation at production level of control and rumen-bypass fat supplemented cows

Item	Control	Rumen-bypass fat	Pr > F	SEM
DM Intake (kg/d)				
Concentrate	9.03	9.03	-	0.00
Roughage	8.07	8.12	0.82	0.31
Rumen-bypass fat	-	0.30	-	-
Total	17.10	17.45	0.82	0.31
CP Intake (g/d)				
Concentrate	1,896	1,896	-	0.00
Roughage	686	690	0.87	8.24
Rumen-bypass fat	-	-	-	-
Total	2,582	2,586	0.87	8.24
NE_{LP} Intake (Mcal/d)				
Concentrate	14.5	14.5	-	0.00
Roughage	9.8	9.8	0.985	0.18
Rumen-bypass fat	-	1.4	-	-
Total	24.3	25.7	0.894	0.72

SEM = standard error of the mean.

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

Table 3.3 Milk yield, milk composition yields, milk composition, initial weight, final weight and body weight change of control and rumen-bypass fat supplemented cows

Item	Control	Rumen-bypass fat	Pr > F	SEM
Milk yield (kg/d)	20.93	20.42	0.78	1.78
3.5%FCM	20.59	20.97	0.83	1.67
Fat yield (g/d)	718	766	0.56	68
Protein yield (g/d)	571	598	0.70	36
Lactose yield (g/d)	921	896	0.85	85
SNF yield (g/d)	1681	1685	0.95	132
TS yield (g/d)	2401	2454	0.87	186
Milk fat (%)	3.43	3.75	0.33	0.31
Milk protein (%)	2.73	2.93	0.15	0.13
Lactose (%)	4.40	4.39	0.93	0.10
Solid not fat, SNF (%)	8.03	8.25	0.20	0.16
Total solid, TS (%)	11.47	12.02	0.23	0.44
Initial BW (kg)	461	467	0.84	26
Final BW (kg)	455	462	0.77	22
Body weight change (g/d)	-171	-89	0.10	43

SEM = standard error of the mean.

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

Table 3.4 Effect of Rumen-bypass fat supplementation on fatty acid content of cow's milk

Item	Control	Rumen-bypass fat	Pr > F	SEM
	% of total fatty acid			
C4:0	1.934[a]	1.083[b]	0.0461	0.3627
C6:0	1.526	1.1020	0.1430	0.2527
C8:0	0.998	0.928	0.5988	0.1193
C10:0	2.137	2.254	0.6038	0.2022
C11:0	0.354	0.337	0.6788	0.0369
C12:0	6.661[b]	7.551[a]	0.0171	0.3093
C13:0	0.324	0.326	0.9680	0.0448
C14:0	11.548[b]	13.300[a]	0.0057	0.5095
C14:1	2.442	2.030	0.2267	0.3005
C15:0	1.072	1.024	0.8614	0.2474
C16:0	27.946	26.450	0.1781	0.9746
C16:1	5.046	3.725	0.1503	0.8026
C18:0	4.871	5.889	0.1590	0.6324
C18:1n9t	2.389	2.165	0.4089	0.2418
C18:1n9c	27.697	29.184	0.3926	1.5496
C18:2n6t	0.171	0.171	0.2667	0.0215
C18:2n6c	1.741	1.614	0.4215	0.1409
C20:0	0.235	0.084	0.3544	0.1450
C18:3n6	0.188	0.007	0.2837	0.1495
CLA[1]	0.531	0.421	0.1678	0.0699
C22:0	0.012	0.019	0.3529	0.0067
C20:3n6	0.142	0.130	0.3077	0.0104
Short chain fatty acid	13.931	13.582	0.7760	1.1030
Medium chain fatty acid	48.054	46.530	0.5185	2.1125
Long chain fatty acid	38.015	39.889	0.4178	2.0628
Saturated fatty acid	59.615	60.349	0.5385	1.0686
Unsaturated fatty acid	40.385	39.651	0.5385	1.0686

[a-b] values with no common superscript differ significantly ($p<0.05$) when tested with Duncan's Multiple Range Test. SEM = standard error of the mean. [1] Conjugated linoleic acid (cis 9, trans 11 octadecadienoic acid)

Table3. 5 Estimates of the partitioning of net energy intake (Mcal/d)

	Control	Rumen-bypass fat	Pr>F	SEM
NE_{LP} intake	24.3	25.7	0.894	0.72
NE_{LM}	7.9	8.0	0.985	0.02
NE_{LG}	-0.7	-0.5	0.927	0.03
NE_{LL}	13.4	13.9	0.946	0.10
NE_{LR}	20.6	21.4	0.893	0.38

NE_{LP}: net energy for lactation at production level.

NE_{LM}: net energy requirement for maintenance = $0.08xLW^{0.75}$

NE_{LG}: net energy requirement for gain = reserve energy x (0.64/0.75)

NE_{LL}: net energy requirement for lactation = 0.0929x% fat + 0.0547x% CP + 0.0395x% lactose.

NE_{LR}: net energy retention. SEM = standard error of the mean.

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

บทที่ 4
ผลการเสริมไขมันไหลผ่าน 2 ชนิดต่อผลผลิตโคนม

4.1 คำนำ

ในช่วงต้นระยะให้นม โคนมมีความต้องการพลังงานเพื่อการดำรงชีพและเพื่อการผลิตน้ำนมมากกว่าพลังงานที่โคนมได้รับจากอาหาร (Goff and Horst, 1997) ดังนั้นโคนมมีความจำเป็นที่จะต้องเคลื่อนย้ายไขมันที่สะสมในเนื้อเยื่อร่างกายมาเพื่อให้เพียงพอกับความต้องการดังกล่าว มีรายงานที่แสดงว่า prilled saturated fatty acids และ calcium salt of long-chain fatty acids มีประสิทธิภาพในการใช้เป็น ruminally inert fat เสริมให้กับโคนม (Grummer, 1988; Palmquist, 1991) rumen inert fat เช่น Ca salts of long-chain fatty acids หรือ rumen-bypass fat ในรูปอื่นๆ สามารถเป็นแหล่งเพิ่มพลังงานให้กับโคนมเมื่อทำการเสริม ผลตอบสนองของโคนมต่อการเสริม rumen-bypass fat ค่อนข้างผันแปร ยกตัวอย่างเช่น มีรายงานการเสริม rumen-bypass fat แล้วปริมาณ fat-corrected milk (FCM) เพิ่มขึ้น (Erickson *et al.*, 1992), ผลผลิตน้ำนมและ FCM เพิ่มขึ้น (Klusmeyer *et al.*, 1991a; Rodriguez *et al.*, 1997), เปอร์เซ็นต์ไขมันเพิ่มขึ้น (Klusmeyer *et al.*, 1991a,b; Sklan *et al.*, 1992; Elliott *et al.*, 1996) โดยไม่มีผลกระทบต่อการย่อยได้โภชนะอื่นๆ (Klusmeyer *et al.*, 1991a) วัตถุประสงค์ของการวิจัยครั้งนี้คือการศึกษาผลของการเสริม rumen-bypass fat ในช่วงต้น-กลางระยะให้น้ำนมต่อผลผลิตน้ำนม องค์ประกอบของน้ำนม และองค์ประกอบของกรดไขมันในน้ำนมโค

4.2 อุปกรณ์และวิธีการ

สัตว์ทดลอง อาหาร และการวางแผนการทดลอง

ใช้โคนมลูกผสมโฮลสไตน์ฟรีเซียน (>87.5% Holstein Friesian) ในช่วงต้น-กลางระยะให้นมที่ให้น้ำนมเฉลี่ย 20.5±2.7 ก.ก./วัน, ระยะให้นม 77±9 วัน, อายุ 47±5 เดือน และ น้ำหนักตัว 445±44 ก.ก. จำนวน 24 ตัว นำมาจัดกลุ่มตามปริมาณน้ำนม วันที่ให้นม อายุ ระยะให้นม และน้ำหนักตัว เป็น 3 กลุ่ม กลุ่มละ 8 ตัว แผนการทดลองเป็นแบบ simple comparison ประกอบด้วย 3 กลุ่มการทดลอง โดยโคทุกตัวได้รับอาหารข้นวันละ 10 ก.ก./วัน และหญ้าหมักเต็มที่ มีน้ำสะอาดให้โคกินตลอดเวลา โคกลุ่มที่ 1 (กลุ่มควบคุม) ไม่เสริม rumen-bypass fat ส่วนโคกลุ่มที่ 2 เสริม rumen-bypass fat ชนิด hydrogenated fat (Bergafat T 300, Berg&Schmidt (M) Sdn.Bhd.,Malaysia) วันละ 300 กรัม/ตัว โคกลุ่มที่ 3 เสริม rumen-bypass fat ชนิดCa-salt of fatty acids (New Century, SCA, UK) ระยะเวลาการทดลองทั้งสิ้น 10 สัปดาห์ (2 สัปดาห์แรกเป็นระยะปรับตัว ตามด้วยระยะทดลอง 8 สัปดาห์)

การเก็บตัวอย่าง และการวิเคราะห์ทางเคมี

โคทุกตัวจะถูกเลี้ยงขังเดี่ยวในคอกขนาด 2 x 3 ตารางเมตร และได้รับอาหารข้นวันละ 10 กิโลกรัม โดยแบ่งเป็น 3 มื้อ คือ 07.00, 11.30 และ 16.30 น. บันทึกการกินได้อาหารช่วงระยะเวลาละ

2 วันติดต่อกัน สุ่มเก็บตัวอย่างอาหารก่อนและที่เหลือหลังการกิน นำมาอบที่อุณหภูมิ 60°C เป็นระยะเวลา 36 ชั่วโมง นำไปบดผ่านตะแกรงขนาด 1 มิลลิเมตร นำไปวิเคราะห์หาวัตถุแห้ง (dry matter; DM), เถ้า (ash), ไขมัน (ether extract; EE), โปรตีน (protein) (AOAC, 1995) neutral detergent fiber (NDF), acid detergent fiber (ADF) และ acid detergent lignin (ADL) (Van Soest et al., 1991)

โคทุกตัวถูกรีดนมวันละ 2 ครั้ง ที่เวลา 05.00 และ 15.00 น. ทำการบันทึกผลผลิตน้ำนมเป็นรายตัว สุ่มเก็บตัวอย่างน้ำนมดิบช่วงระยะเวลาละ 2 วันติดต่อกันเพื่อนำไปวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ นำตัวอย่างน้ำนมไปวิเคราะห์หา fat, protein, lactose, solid not fat (SNF) and total solid (TS) ด้วยเครื่อง Milko Scan (Foss Electric, Denmark) ทำการชั่งน้ำหนักตัวโคเมื่อเริ่มต้นการทดลองและเมื่อสิ้นสุดการทดลอง

การวิเคราะห์องค์ประกอบของกรดไขมันในน้ำนมกระทำเช่นเดียวกันกับในบทที่ 3

4.3 การวิเคราะห์สถิติ

นำข้อมูลที่ได้ทั้งหมดไปวิเคราะห์ทางสถิติ โดยการวิเคราะห์ ANOVA โดยใช้โปรแกรม SAS (1996)

4.4 ผลการทดลองและอภิปรายผล

องค์ประกอบทางเคมีและองค์ประกอบทางโภชนะของอาหารที่ใช้ในการทดลองแสดงไว้ในตารางที่ 4.1 การกินได้วัตถุแห้ง โปรตีนหยาบ และพลังงานสุทธิเพื่อการผลิตน้ำนมของโคในการทดลองสรุปไว้ในตารางที่ 4.2 โคทั้งสองกลุ่มการทดลองกินได้วัตถุแห้ง และพลังงานสุทธิเพื่อการผลิตน้ำนม ของอาหารข้น หญ้าหมัก และอาหารรวมไม่แตกต่างกัน ($p>0.05$) อย่างไรก็ตามโคที่ได้รับ Ca-salt of fatty acids กินได้โปรตีนจากหญ้าหมักและอาหารรวมน้อยกว่าโคในกลุ่มอื่นๆ ($P<0.05$) Rodriguez *et al.* (1997) รายงานการกินได้วัตถุแห้งของโคพันธุ์โฮลสไตน์ลดลง 6% เมื่อทำการเสริม rumen-bypass fat (Calcium soaps of fatty acid (CSFA)) ในอาหาร ทำนองเดียวกันมีรายงานการกินได้วัตถุแห้งในอาหารลดลงเมื่อทำการเสริม CSFA ในอาหาร (Kim *et al.*, 1993) ในขณะที่รายงานอื่นๆไม่พบความแตกต่างของการกินได้วัตถุแห้ง (Schneider *et al.*, 1988; Erickson *et al.*, 1992) รายงานการวิจัยครั้งนี้ไม่พบความแตกต่างของการกินได้อาหารเช่นเดียวกัน ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากผลของ metabolic control (NRC, 2001) เพราะว่าการกินได้ NE_{LP} เหมือนกันทั้งสองกลุ่มการทดลอง อิทธิพลของการเสริมไขมันต่อการกินได้มักจะเห็นได้ชัดเมื่อโคอยู่ในช่วงต้นของระยะให้นม มากกว่าโคที่อยู่ในช่วงกลางและปลายระยะให้นม (Grummer *et al.*, 1990) ซึ่งใช้ในการทดลอง

โคทั้งสองกลุ่มการทดลองให้ผลผลิตน้ำนม ผลผลิตองค์ประกอบน้ำนม องค์ประกอบของน้ำนม น้ำหนักตัวเมื่อสิ้นสุดการทดลอง และการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักตัวไม่แตกต่างกัน ($p>0.05$) (ตารางที่ 4.3) การที่ผลผลิตน้ำนมในการทดลองครั้งนี้ไม่เพิ่มขึ้นในโคที่ได้รับการเสริม rumen-bypass

fat เมื่อเปรียบเทียบกับโคที่ไม่ได้รับการเสริม rumen-bypass fat นั้นอาจเนื่องมาจากโคที่ใช้ในการทดลองครั้งนี้อยู่ในช่วงกลางของระยะให้นม และอยู่ในสภาวะ positive energy balance จึงไม่สามารถคาดหวังว่าผลผลิตน้ำนมจะเพิ่มขึ้นจากการเสริม rumen-bypass fat อย่างไรก็ตาม Erickson *et al.* (1992) พบว่าโคที่ได้รับ calcium salts of long-chain fatty acid ในช่วงต้นระยะให้นมให้ผลผลิตน้ำนมมากกว่าโคที่ไม่ได้รับ calcium salts of long-chain fatty acid มีรายงานวิจัยอื่นๆ ที่พบว่าผลผลิตน้ำนมเพิ่มขึ้นเมื่อได้รับการเสริม rumen-protected fat (Schneider *et al.*, 1988; Klusmeyer *et al.*, 1991a; Erickson *et al.*, 1992; Wu *et al.*, 1993; Tomlinson *et al.*, 1994; Rodriguez *et al.*, 1997) ในทางตรงกันข้าม West and Hill (1990) ไม่พบความแตกต่างของการให้ผลผลิตน้ำนมเมื่อเสริม calcium salt of fatty acids (CSFA) อย่างไรก็ตาม Sklan *et al.* (1989) รายงานว่าผลผลิต fat corrected milk (FCM) เพิ่มขึ้นเมื่อเสริม CSFA ทั้งๆ ที่ผลผลิตน้ำนมและเปอร์เซ็นต์ไขมันในน้ำนมไม่แตกต่างกัน

มีนักวิจัยหลายท่านที่ทำการประเมินผลของการเสริม rumen-bypass fat ต่อองค์ประกอบของน้ำนม และรายงานส่วนใหญ่พบว่าองค์ประกอบของไขมันและโปรตีนในน้ำนมลดลง (Erickson *et al.*, 1992; Sklan *et al.*, 1992; Rodriguez *et al.*, 1997) ในขณะที่ท่านอื่นๆ พบว่าองค์ประกอบของไขมันเพิ่มขึ้น (Klusmeyer *et al.*, 1991a,b; Sklan *et al.*, 1992; Elliott *et al.*, 1996) ในกรณีที่องค์ประกอบของโปรตีนในน้ำนมลดลงนั้นอาจสืบเนื่องมาจาก ผลผลิตโปรตีนจากจุลินทรีย์ (microbial protein) ลดลง (Rodriguez *et al.*, 1997) หรือ อาจเนื่องมาจากโคนมได้รับกรดอะมิโนที่จำเป็น (essential amino acids) ไม่เพียงพอต่อความต้องการผลิตโปรตีนในน้ำนม (West and Hill., 1990; Kim *et al.*, 1993; Wu *et al.*, 1993) อย่างไรก็ตาม มีรายงานการเสริม CSFA ในอาหารไม่มีผลต่อองค์ประกอบโปรตีนในน้ำนม (Schneider *et al.*, 1990) ทำนองเดียวกันมีรายงานอื่นๆ ที่ไม่พบความแตกต่างของผลผลิตน้ำนมเนื่องจากการเสริม rumen-protected fat (Schauff and Clark, 1989; Skarr *et al.*, 1989; Klusmeyer *et al.*, 1991b; Sklan *et al.*, 1992; Elliott *et al.*, 1996) or milk fat contents (Atwal *et al.*, 1990; Garcia-Bojalil *et al.*, 1998a)

งานวิจัยครั้งนี้พบว่าการเสริม rumen-bypass fat ทำให้ short chain fatty acid (C6:0; C8:10; C10:0, C11:0 และC12:0) ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) ในขณะที่กรดไขมันชนิดอื่นๆ ไม่มีการเปลี่ยนแปลง ($p>0.05$) (ตารางที่ 4.4) ผลการทดลองนี้สอดคล้องกับงานวิจัยของ Elliot *et al.* (1996) ที่พบว่าองค์ประกอบของ short and medium-chain fatty acids ลดลงเมื่อเสริม rumen-bypass fat ในขณะที่ long-chain fatty acids เพิ่มขึ้น ผลงานวิจัยเหล่านี้ได้ผลตรงกันกับงานวิจัยของ Palmquist *et al.* (1993) ความแตกต่างขององค์ประกอบของกรดไขมันนั้นเป็นผลมาจากความแตกต่างขององค์ประกอบของกรดในอาหารที่โคได้รับ

Rumen-protected fat ในรูปของ Ca-salt of fatty acids เพิ่ม ($p<0.01$) องค์ประกอบของ CLA ในน้ำนมโค เมื่อโคได้รับอาหารที่มีไขมันเข้าไปในกระเพาะหมัก จะเกิดกระบวนการ 3 กระบวนการ คือ กระบวนการแรกไขมันจะถูกไฮโดรไลส์ให้เป็นกรดไขมัน (fatty acids) และกลีเซอรอล (glycerol)

โดยเอนไซม์ที่ขับออกมาภายนอกเซลล์ของแบคทีเรียในกระเพาะหมัก หลังจากนั้นกรดไขมัน (linoleic acid, *cis*-9 *cis*-12) จะไอโซเมอไรส์ (isomerized) จาก cis form ให้เป็น trans form ที่ cis-12 position เป็น trans-11 หรือ CLA (*cis*-9 *trans*-11) กรดไขมันบางชนิดจะถูกไฮโดรไลส์ ที่ cis-9 position ให้เป็นพันธะเดี่ยวในรูปของ *trans*-11 (vaccenic acid) และไฮโดรจีเนตต่อไปเป็น stearic acid กรดไขมันในรูปต่างๆ เหล่านี้สามารถส่งผ่านไปยังลำไส้เล็กและดูดซึมเข้าสู่กระแสเลือด กรดไขมันเหล่านี้จะถูกสังเคราะห์อีกครั้งหนึ่งที่เนื้อเยื่อให้เป็น CLA โดย Δ^9 –desaturase โดยการเพิ่มพันธะคู่ ที่ 9th position ให้อยู่ในรูปของ *cis*-9 *trans*-11 (Abu-Ghazaleh et al., 2001; 2002; Griinari et al., 1999; Baer et al., 2000 and Whitlock et al., 2002)

การศึกษาครั้งนี้ชี้ให้เห็นว่าการเสริม rumen-bypass fat ไม่มีผลต่อผลผลิตน้ำนม องค์ประกอบของน้ำนม องค์ประกอบของกรดไขมันในน้ำนม และการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักตัวของโคนม แต่การเสริม rumen-protected fat สามารถเพิ่ม CLA ในไขมันนมในน้ำนมโค

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

Table 4.1 Chemical and nutrient composition of feeds used in the experiment

Composition	Concentrate	Grass silage	Hydrogenated fat	Ca-salt of fatty acids
Dry matter	90.3	37.0	99.9	99.9
Crude protein	21.3	6.5	-	-
Crude fiber	13.6	36.0	-	-
Ether extract	3.6	1.4	99.5	84.0
Ash	9.5	10.6	-	-
Neutral detergent fiber	36.4	60.0	-	-
Acid detergent fiber	13.9	29.9	-	-
Acid detergent lignin	2.1	5.1	-	-
Neutral insoluble nitrogen	1.4	0.7	-	-
Acid detergent insoluble nitrogen	1.2	0.6	-	-
TDN_{IX} [1/]	70.1	52.9	182.3	153.3
DE_P [2/]	2.98	2.43	5.75	4.84
ME_P [3/]	2.56	1.99	5.75	4.84
NE_{LP} [4]	1.61	1.21	4.60	3.87
dg of CP	0.68	0.71	-	-

[1/] $TDN_{IX}(\%)$ = tdNFC + tdCP + (tdFA X 25.25) + tdNDF – 7)

[2/] $DE_P(Mcal/kg)$ = {[(TDN_{IX} –[(0.18 X TDN_{IX}) – 10.3]) X Intake]/ TDN_{IX}} X DE_{IX}

[3/] $ME_P(Mcal/kg)$ = [1.01 X (DE_p) – 0.45] + [0.0046 X (EE – 3)]

[4/] $NE_{LP}(Mcal/kg)$ = [0.703 X ME_p] – 0.19 (Moe and Tyreell, 1972) (EE≤ 3%)

[4/] $NE_{LP}(Mcal/kg)$ = ([0.703 X ME_p] – 0.19) + [(0.097 X ME_p)/97] X [(EE – 30] (EE> 3%)

RDP = rumen degradable protein

RUP = Rumen undegradable protein.

TDN_{IX} = total digestible nutrient at maintenance level; DE_P = digestible energy at production level; ME_P = metabolizable energy at production level; NE_{LP} = net energy for lactation at production level; *dg* = degradability.

Table 4.2 Intakes of dry matter, crude protein and net energy for lactation of control and supplemented cows

Item	Control	Hydrogenated fat	Ca-salt of fatty acids	Pr > F	SEM
DM Intake (kg/d)					
Concentrate	9.2	9.2	9.2	-	0.00
Grass silage	7.6	7.5	7.2	0.421	0.24
Rumen-bypass fat	-	0.30	0.30	-	-
Total	16.8	17.0	16.7	0.417	0.24
CP Intake (g/d)					
Concentrate	1960	1960	1960	-	0.00
Grass silage	494[a]	488[a]	468[b]	0.001	7.8
Rumen-bypass fat	-	-	-	-	-
Total	2454[a]	2448[a]	2428[b]	0.001	7.8
NE_{LP} Intake (Mcal/d)					
Concentrate	14.8	14.8	14.8	-	0.00
Grass silage	9.2	9.1	8.7	0.528	0.28
Rumen-bypass fat	-	1.4	1.2	-	-
Total	24.0	25.3	24.7	0.819	0.71

SEM = standard error of the mean.

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

Table 4.3 Milk yield, milk composition yield, milk composition, Initial weight, final weight and body weight change of control and supplemented cows

Item	Control	Hydrogenated fat	Ca-salt of fatty acids	Pr > F	SEM
Milk yield (kg/d)	17.2	17.5	17.3	0.937	0.95
Fat yield (g/d)	636	672	599	0.199	37
Protein yield (g/d)	470	488	453	0.988	23
Lactose yield (g/d)	781	779	766	0.183	42
SNF yield (g/d)	1371	1390	1341	0.214	71
TS yield (g/d)	2007	2062	1939	0.565	104
Milk fat (%)	3.70	3.84	3.46	0.240	0.21
Milk protein (%)	2.73	2.79	2.62	0.753	0.10
Lactose (%)	4.54	4.45	4.43	0.718	0.08
Solid not fat, SNF (%)	7.97	7.94	7.75	0.300	0.19
Total solid, TS (%)	11.67	11.78	11.21	0.361	0.39
Initial BW (kg)	440	447	447	0.935	23
Final BW (kg)	417	421	430	0.813	21
Body weight change (g/d)	-410	-460	-300	0.566	226

SNF = solid-not-fat; TS = total solid

SEM = standard error of the mean.

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

Table 4.4 Effect of Rumen-protected fat supplementation on fatty acid content of cow's milk

Item	Control	Hydrogenated fat	Ca-salt of fatty acids	Pr > F	SEM
		% of total fatty acid			
C4:0	3.29	3.24	3.10	0.394	0.13
C6:0	1.94[a]	1.78[ab]	1.57[b]	0.022	0.12
C8:0	1.06[a]	0.93[ab]	0.77[b]	0.007	0.08
C10:0	2.09[a]	1.75[ab]	1.49[b]	0.010	0.17
C11:0	0.26[a]	0.24[a]	0.15[b]	0.002	0.03
C12:0	6.05[a]	5.22[b]	5.05[b]	0.005	0.28
C13:0	0.17	0.17	0.36	0.476	0.17
C14:0	10.32	10.11	8.31	0.362	1.40
C14:1	1.28	1.21	0.91	0.246	0.21
C15:0	0.84[a]	0.69[b]	0.68[b]	0.024	0.06
C16:0	29.61	30.57	29.24	0.798	1.91
C16:1	2.63	3.15	2.52	0.245	0.37
C18:0	7.90	6.19	7.22	0.437	1.26
C18:1n9t	2.62	1.95	2.07	0.770	0.95
C18:1n9c	26.83	29.15	31.41	0.176	2.27
C18:2n6t	0.15	0.14	0.17	0.490	0.02
C18:2n6c	1.44	1.79	2.14	0.070	0.27
C20:0	0.38	0.09	0.13	0.344	0.21
C18:3n6	0.14	0.03	0.07	0.270	0.06
CLA[1]	0.66[b]	0.70[b]	1.96[a]	0.003	0.19
C22:0	0.06	0.55	0.12	0.418	0.83
C20:3n6	0.06	0.22	0.09	0.336	0.38
Short chain fatty acid	14.68	13.17	12.14	0.005	0.11
Medium chain fatty acid	44.86	45.82	42.02	0.185	3.01
Long chain fatty acid	40.45	41.01	45.84	0.404	3.01
Saturated fatty acid	63.54	60.82	57.96	0.227	1.93
Unsaturated fatty acid	36.46	39.18	42.04	0.227	2.07

[a-b] values with no common superscript differ significantly ($p<0.05$) when tested with Duncan's Multiple Range Test; SEM = standard error of the mean.

[1] Conjugated linoleic acid (*cis* 9, *trans* 11 octadecadienoic acid)

REFERENCES

AAC (Australioan Agricultural Council), (1990). Feeding Standards for Australian Livestock: Ruminants. Standing Committee on Agricultural Ruminant Subcommittee. 1st ed. CSIRO. Australian Agricultural Council. Australia, p. 216.

Abu-Ghazaleh, A.A., Schingoethe, D.J. and Hippen, A.R. (2001). Conjugated linoleic acid and other beneficial FA in milk from cows fed soybean meal, fish meal, or both. J. Dairy Sci. 84: 1845–1850.

Abu-Ghazaleh, A.A., Schingoethe, D.J., Hippen. A.R. and Whitlock, L.A. (2002). Feeding fish meal and extruded soybeans enhances the conjugated linoleic acid (CLA) concentration of milk. J. Dairy Sci. 85: 624–631.

AOAC AAssociation of Official Analytical Chemists), (1995). Official Methods of Analysis, 16th ed. Association of Official Analytical Chemists, Arlington, VA, U.S.A., 1,110p.

Atwal, A.S., Hidiroglou, M., Kramer, J.K.G., and Binns, M.R. (1990). Effects of feeding dl-tocopherol and calcium salts of fatty acids on vitamin E and fatty acid composition of cow's milk. J. Dairy Sci. 73: 2832–2841.

Baer, R.J., Ryail, J., Schingoethe, D.J., Kasperson, K.M., Donovan, D.C., Hippen, A.R. and Franklin, S.T. (2000). Composition and properties of milk and butter from cows fed fish oil. J. Dairy Sci. 84: 345-353.

Elliott, J.P., Drackley, J.K., and Weigel, D.J. (1996). Digestibility and effects of hydrogenated palm fatty acid distillate in lactating dairy cows. J. Dairy Sci. 79: 1031–1039.

Erickson, P.S., Murphy, M.R. and Clark, J. H. (1992). Supplementation of dairy cow diets with calcium salts of long-chain fatty acids and nicotinic acid in early lactation. J. Dairy Sci. 75: 1078–1089.

Garcia-Bojalil, C.M., Staples, C.R. Risco, C.A., Savio, J.D., and Thatcher, W.W. (1998a). Protein degradability and calcium salts of long-chain fatty acids in the diets of lactating dairy cows: productive responses. J. Dairy Sci. 81: 1374-1384.

Garcia-Bojalil, C.M., Staples, C. R. Risco, C. A., Savio, J. D., and Thatcher, W.W. (1998b). Protein degradability and calcium salts of long-chain fatty acids in the diets of lactating dairy cows: reproductive responses. J. Dairy Sci. 81: 1385-1395.

Goff, J.P. and Horst, R.L. (1997). Physiological changes at parturition and their relationship to metabolic disorders. J. Dairy Sci. 80: 1260–1268.

Griinari, J. M., Nurmela, K., Dwyer, D.A., Barbano, D.M. and Bauman, D.E. (1999). Variation of milk fat concentration of conjugated linoleic acid and milk fat percentage is associated with a change in ruminal biohydrogenation. J. Anim. Sci. 77(Suppl.1): 117-118 (Abstr.).

Grummer, R.R. (1988). Influence of prilled fat and calcium salt of palm oil fatty acids on ruminal fermentation and nutrient digestibility. J. Dairy Sci. 71: 117-123.

Grummer, R.R., Hatfield, M.L. and Dentine, M. R. (1990). Acceptability of fat supplements in four dairy herds. J. Dairy Sci. 73852-857.

Hara, A. and Radin. N.S. (1978). Lipid extraction of tissues with a low-toxicity solvent. Anal. Biochem. 90420–426.

Jenkins, T.C., and Palmquist, D. L. (1984). Effect of fatty acids or calcium soaps on rumen and total nutrient digestibility of dairy rations. J. Dairy Sci. 67: 978–986.

Kim, Y., David, K., Schingoethe, J., David, P. Casper and Fenton Ludens, C. (1993). Supplemental dietary fat from extruded soybeans and calcium soaps of fatty acids for lactating dairy cows. J. Dairy Sci. 76: 197-204.

Klusmeyer, T.H., Lynch, G.L., Clark, J.H., and Nelson, D.R. (1991a). Effects of calcium salts of fatty acids and protein source on ruminal fermentation and nutrient flow to the duodenum of cows. J. Dairy Sci. 74: 2,206–2,219.

Klusmeyer, T.H., Lynch, G.L., Clark, J.H., and Nelson, D.R. (1991b). Effects of calcium salts of fatty acids and proportion of forage in diet on ruminal fermentation and nutrient flow to the duodenum of cows. J. Dairy Sci. 74: 2220–2232.

NRC (National Research Council). (1988). Nutrient Requirements of Dairy Cattle. (6th Rev. Ed.). Natl. Acad. Sei., Washington, DC.

NRC (National Research Council). (2001). Nutrient Requirements of Dairy Cattle. 7th rev. ed. Natl. Acad. Sci., Washington, DC, 408p.

Palmquist, D.L. (1991). Influence of source and amount of dietary fat on digestibility in lactating cows. J. Dairy Sci. 74: 1354-1360.

Palmquist, D.L., Denise Beaulieu, A. and Barbano, D.M. (1993). Feed and animal factors influencing milk fat composition. J. Dairy Sci. 76: 1753-1771.

Rodriguez, L.A., Stallings, C.C., Herbein, J.H., and McGilliard, M.L. (1997). Effect of degradability of dietary protein and fat on ruminal, blood, and milk components of Jersey and Holstein cows. J. Dairy Sci. 80: 353–363.

SAS, (1996). SAS® User's Guide Statistics, 1996, version 6.12, 4th ed. SAS Institute, Inc., Cary, NC, U.S.A., 474p.

Schauff, D.J. and Clark, J.H. (1989). Effects of prilled fatty acids and calcium salts of fatty acids on rumen fermentation, nutrient digestibilities, milk production, and milk composition. J. Dairy Sci. 72: 917-927.

Schneider, P., Sklan, D., Chalupa, W. and Kronfeld, D.S. (1988). Feeding calcium salts of fatty acids to lactating cows. J. Dairy Sci. 71: 2,143-2,150.

Skaar, T.C., Grummer, R.R., Dentine, M.R. and Stauffacher, R.H. (1989). Seasonal effects of prepartum and postpartum fat and niacin feeding on lactation performance and lipid metabolism. J. Dairy Sci. 72: 2,028-2,038.

Sklan, D., Ashkenazi, R., Braun, A., Devorin, A., and Tabori, K. (1992). Fatty acids, calcium soaps of fatty acids, and cottonseeds fed to high yielding cows. J. Dairy Sci. 75: 2,463–2,472.

Sklan, D., Bogin, E., Avidar, Y. and Gur-Arie, S. (1989). Feeding calcium soaps of fatty acids to lactating cows: effect on production, body condition, and blood lipids. J. Dairy Res. 56: 675-681.

Schneider, P., Sklan, D., Chalupa, W., and Kronfeld, D. S. (1988). Feeding calcium salts of fatty acids to lactating cows. J. Dairy Sci. 71: 2143.

Suksombat, W. and Junpanichcharoen, P. (2005). Feeding of sugar cane silage to dairy cattle during the dry season. Asian-Aust. J. Anim. Sci., 18: 1125-1129.

Tomlinson, A.P., Van Horn, H.H., Wilcox, C.J. and Harris, B. Jr. (1994). Effects of undegradable protein and supplemental fat on milk yield and composition and physiological responses of cows. J. Dairy Sci. 77: 145-156.

Van Soest, P.J., Robertson, J.B. and Lewis, B.A. (1991). Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal production. J. Dairy Sci. 74: 3583–3597.

West, J.W. and Hill, G.M. (1990). Effect of a protected fat product on productivity of lactating Holstein and Jersey cows. J. Dairy Sci. 73: 3200-3207.

Whitlock, D.A., Schingoethe, D.J., Hippen, A.R., Kalscheur, K.F., Baer, K.J., Ramaswamy, N. and Kasperson, K.M.. (2002). Fish oil and extruded soybeans fed in combination increase conjugated linoleic acids in milk of dairy cows more than when fed separately. J. Dairy Sci. 85: 234–243.

Wu, Z., Huber, J.T., Sleiman, F.T., Simas, J.M., Chen, K.H., Chan, S.C. and Fontes, C. (1993). Effect of supplemental fat sources on lactation and digestion in dairy cows. J. Dairy Sci. 76: 3562-3570.

ประวัติหัวหน้าโครงการวิจัย

1. **ชื่อ – สกุล:** นาย วิศิษฐิพร สุขสมบัติ
2. **รหัสประจำตัวประชาชน:** 3-1911-00164-31-0
3. **ตำแหน่งปัจจุบัน:** รองศาสตราจารย์ / ผู้ช่วยอธิการบดีฝ่ายวางแผน
4. **หน่วยงานที่อยู่ที่ติดต่อได้สะดวก พร้อมเลขหมายโทรศัพท์ และ E- mail**

สาขาวิชาเทคโนโลยีการผลิตสัตว์ สำนักวิชาเทคโนโลยีการเกษตร
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี อ. เมือง จ. นครราชสีมา 30000
โทรศัพท์ 0-4422-4378
E- mail: wisitpor@ccs.sut.ac.th

5. **ประวัติการศึกษา**

ระดับการศึกษา	อักษรย่อปริญญาและชื่อเต็ม	สาขาวิชา	วิชาเอก	ชื่อสถาบันการศึกษา	ประเทศ
ป. ตรี	วท.บ. วิทยาศาสตรบัณฑิต	เกษตรศาสตร์	สัตวบาล	ม.เกษตรศาสตร์	ไทย
ป. โท	M.Agr.Sc. Master of Agricultural Science	Animal Science	Dairy Production	Massey Univ.	NZ
ป. เอก	Ph.D. Doctor of Philosophy	Animal Science	Dairy Production and Nutrition	Massey Univ.	NZ

6. **สาขาวิชาที่มีความชำนาญเป็นพิเศษ**

1. โภชนศาสตร์สัตว์เคี้ยวเอื้อง
2. โภชนศาสตร์โคนม
3. การจัดการโคนม
4. การจัดการโรงงานอาหารสัตว์ (โคนม)
5. การผลิตพืชอาหารสัตว์
6. A309 Range Management
7. A522 Cattle Feed Industry facilities
8. C307D Range Livestock
9. C307E Intensive Livestock
10. C307F Dairy Products Livestock

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

7. **ประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับการบริหารงานวิจัยทั้งภายในและภายนอกประเทศ**

สถานภาพในการทำวิจัยว่าเป็นผู้อำนวยการแผนงานวิจัย หัวหน้าโครงการวิจัย หรือผู้ร่วมวิจัยในแต่ละข้อเสนอการวิจัย เป็นต้น

a. สถานภาพผู้ร่วมโครงการ :

1. โครงการ "การผลิตอาหารหยาบ อาหารข้น และอาหารผสมสำหรับโคนม" (ผู้ร่วมโครงการ) ระยะเวลา พฤษภาคม 2538 – เมษายน 2541 งบประมาณ 15 ล้านบาท แหล่งทุน สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.)
2. โครงการ "การผลิตอาหารรวมที่มีคุณภาพและแนวทางการประเมินความต้องการโภชนะโคนมไทย" (หัวหน้าโครงการ) ระยะเวลา พฤศจิกายน 2542 – ตุลาคม 2544 งบประมาณ 2.0 ล้านบาท แหล่งทุน สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.)
3. โครงการ "ผลการเสริมสารโมเนนซินต่อผลผลิตของโคนม" (หัวหน้าโครงการ) ระยะเวลา ตุลาคม 2541 – กันยายน 2543 งบประมาณ 425,000.- บาท แหล่งทุน สภาวิจัยแห่งชาติ
4. โครงการ "การศึกษากรรมวิธีการผลิตอาหารหยาบหมักจากผลพลอยได้ทางการเกษตรเพื่อใช้เป็นอาหารสำหรับโคนม" (หัวหน้าโครงการ) ระยะเวลา ตุลาคม 2542 – กันยายน 2544 งบประมาณ 350,000.- บาท แหล่งทุน สภาวิจัยแห่งชาติ
5. โครงการ "การนำใช้ประโยชน์ต้นอ้อยเป็นอาหารสำหรับโคนม" (หัวหน้าโครงการ) ระยะเวลา ตุลาคม 2543 – กันยายน 2546 งบประมาณ 749,000.- บาท แหล่งทุน สภาวิจัยแห่งชาติ
6. โครงการ "การศึกษาผลผลิตของถั่วไมยราและการใช้ถั่วไมยราเป็นอาหารไก่ไข่ (หัวหน้าโครงการ) ระยะเวลา ตุลาคม 2544 – กันยายน 2546 งบประมาณ 436,000.- บาท แหล่งทุน สภาวิจัยแห่งชาติ
7. โครงการ "การเพิ่ม conjugated linoleic acid ในน้ำนมโคโดยการเสริมน้ำมันพืชในอาหารโคนม" (หัวหน้าโครงการ) ระยะเวลา ตุลาคม 2545 – กันยายน 2547 งบประมาณ 500,000.- บาท แหล่งทุน สภาวิจัยแห่งชาติ
8. โครงการ "ผลของการเสริม conjugated linoleic acid ในอาหารสัตว์ต่อผลผลิตและคุณภาพเนื้อสุกร เนื้อไก่กระทงและไข่" (หัวหน้าโครงการ) ระยะเวลา ตุลาคม 2546 – กันยายน 2549 งบประมาณ 700,000.- บาท แหล่งทุน สภาวิจัยแห่งชาติ

9. โครงการเพิ่ม conjugated linoleic acid ในน้ำนมโคและผลิตภัณฑ์นม (ผู้อำนวยการโครงการ) แหล่งทุน สภาวิจัยแห่งชาติ
10. โครงการเพิ่ม conjugated linoleic acid ในผลิตภัณฑ์สัตว์ (ผู้อำนวยการโครงการ) แหล่งทุน สภาวิจัยแห่งชาติ
11. โครงการ "การเพิ่ม conjugated linoleic acid ในเนื้อโคขุนโดยการเสริมน้ำมันพืชในอาหารโคขุน" (หัวหน้าโครงการ) ระยะเวลา ตุลาคม 2547 – กันยายน 2549 งบประมาณ 900,000.- บาท แหล่งทุน สภาวิจัยแห่งชาติ
12. โครงการ "การศึกษาการยับยั้งจุลินทรีย์ที่ไม่พึงประสงค์ในกระเพาะหมักโคนมโดยใช้สารสกัดจากก้านและใบมะขามป้อม" (หัวหน้าโครงการ) ระยะเวลา ตุลาคม 2547 – กันยายน 2550 งบประมาณ 1,000,000.- บาท แหล่งทุน สภาวิจัยแห่งชาติ
13. โครงการ "การใช้ยีสต์จากกระเพาะโคเสริมในอาหารสัตว์ต่อการลดความเป็นพิษของสารพิษจากเชื้อราในไก่กระทง" (หัวหน้าโครงการ) ระยะเวลา ตุลาคม 2549 – กันยายน 2551 งบประมาณ 1,500,000.- บาท แหล่งทุน สภาวิจัยแห่งชาติ
14. โครงการ "การศึกษาการเสริมไขมันไหลผ่านชนิดต่างๆ และผลต่อผลผลิตโคนม" (หัวหน้าโครงการ) ระยะเวลา ตุลาคม 2549 – กันยายน 2550 งบประมาณ 800,000.- บาท แหล่งทุน สภาวิจัยแห่งชาติ
15. โครงการ "การศึกษาการเสริมโคลีนและไบโอตินต่อผลผลิตโคนม" (หัวหน้าโครงการ) ระยะเวลา ตุลาคม 2549 – กันยายน 2551 งบประมาณ 500,000.- บาท แหล่งทุน สภาวิจัยแห่งชาติ
16. โครงการ "การศึกษาการยับยั้งจุลินทรีย์ที่ผลิตแอมโมเนียในกระเพาะหมักของโค และผลต่อผลผลิตโคนม โดยใช้สารสกัดน้ำมันหอมระเหยจากพืชในท้องถิ่น" (หัวหน้าโครงการ) ระยะเวลา ตุลาคม 2549 – กันยายน 2552 งบประมาณ 800,000.- บาท แหล่งทุน สภาวิจัยแห่งชาติ

b. งานตีพิมพ์ :

1. วิศิษฐิพร สุขสมบัติ. 2541. ผลของการใช้พืชอาหารสัตว์สด และอาหารหยาบผสมอัดก้อนต่อผลผลิตโคนมในช่วงกลางระยะให้นมในฤดูฝน: ฟาร์มมหาวิทยาลัย. วารสารเทคโนโลยีสุรนารี. 5(3): 179-187.
2. วิศิษฐิพร สุขสมบัติ. 2542. ผลของการใช้พืชอาหารสัตว์สด และอาหารหยาบผสมอัดก้อนต่อผลผลิตโคนมในช่วงกลางระยะให้นมในฤดูฝน: ฟาร์มเกษตรกร. วารสารเทคโนโลยีสุรนารี. 6(2): 104-113.

3. Suksombat, W., Holmes, C. W. and Wilson, G. F. 1994. Effects of herbage allowance and a high protein supplement on performance of dairy cows grazing autumn-winter pasture. Proc. NZ. Soc. Anim. Prod. 54: 83-86.

4. Suksombat, W. 1995. Growth rate of calves fed different types of calf milk replacer. Suranaree J. Technol. 2(3): 157-160.

5. Suksombat, W. 1996. The effect of four different roughage-mixed on dairy cow performances in late lactation. Suranaree J. Technol. 3(3): 139-145.

6. Suksombat, W. 1997. Production, growth and nutritive value of 6 forage species grown at Suranaree University of Technology. I. Initial growth. Suranaree J. Technol. 4(1): 23-28.

7. Suksombat, W. 1997. Production, growth and nutritive value of 6 forage species grown at Suranaree University of Technology. II. First regrowth. Suranaree J. Technol. 4(2): 109-114.

8. Suksombat, W. 1998. The effect of feeding fresh forage and 3 roughage-mixed rations on dairy cow performances in early lactation during rainy season. Suranaree J. Technol. 5(2): 80-87.

9. Suksombat, W. 1998. Effect of feeding fresh forage and 3 roughage-mixed rations on dairy cow performances in mid lactation during rainy season. Thai J. Agric. Sci. 31(2): 224-234.

10. Suksombat, W. 1999. Effect of feeding fresh forage and 3 roughage-mixed rations on dairy cow performances in early lactation during dry season. Suranaree J. Technol. 5: 150-157.

11. Suksombat, W. 2000. Effect of feeding fresh forage and 3 pelleted roughage-mixed rations on dairy cow performances in mid lactation during dry season. Suranaree J. Technol. 7(2): 130-136.

12. Suksombat, W. 2000. Performances of lactating cows fed 3 different total mixed rations. In: Proceedings of Quality Control in Animal Production: Nutrition, management, health and products. Chiang Mai University, Thailand.

13. Suksombat, W. 2004. Comparison of different alkali treatment of bagasse and rice straw. Asian-Aust. J. of Anim. Sci. 17(10): 1,430-1,433.

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

14. Suksombat, W. and Buakeeree, K. 2006. Effect of Cutting Interval and Cutting Height on Yield and Chemical Composition of Hedge Lucerne (*Desmanthus virgatus*). Asian-Aust. J. of Anim. Sci. 19(1): 31-34.

15. Suksombat, W. and Buakeeree, K. 2006. Utilization of hedge lucerne (*Desmanthus* virgatus) meal as protein supplement in layer diets. Suranaree J. Technol. 13(2): 181-187.

16. Suksombat, W. and Janpanichcharoen, P. 2005. Feeding of sugar cane silage to dairy cattle during the dry season. Asian-Aust. J. of Anim. Sci. 18(8): 1,125-1,129.

17. Suksombat, W. and Karnchanatawee, S. 2005. Effect of various sources and levels of chromium on performances of broilers. Asian-Aust. J. of Anim. Sci. 18(11): 1,628-1,633.

18. Suksombat, W. and Lounglawan, P. 2004. Silage from agricultural by-products for dairy cattle in Thailand: processing and storage. Asian-Aust. J. of Anim. Sci. 17(4): 473-478.

19. Suksombat, W., Lounglawan, P., and Noosen, P. 2007. Energy Evaluation of 5 Feedstuffs and Utilization of Cassava Pulp as Energy Source for Lactating Dairy Cows. Suranaree J. Technol.14(1): 99-107.

20. Suksombat, W. and Mernkrathoke, P. 2005. Feeding of whole sugar cane to dairy cattle during the dry season. Asian-Aust. J. of Anim. Sci. 18(3): 345-349.

21. Suksombat, W., and Srangarm, D. 1998. Effect of intraruminal monensin capsule on dairy cow performances in early lactation. Thai J. Agric. Sci. 31(3): 402-410

22. Suksombat, W., Jullanand, K., Utaida, N., and Piasangka, S. 2000. Various chemical treatments of bagasse. In: Proceedings of Quality Control in Animal Production: Nutrition, management, health and products. Chiang Mai University, Thailand.

23. Suksomabat, W., Samitayothin, S., and Lounglawan, P. 2006. Effects of Conjugated Linoleic Acid Supplementation in Layer Diet upon Fatty Acid Compositions of Egg Yolk and Layer Performance. Poult. Sci. 85(9): 1,603-1,609.

24. Suksomabat, W., Boonmee, T., and Lounglawan, P. 2007. Effects of Various Levels of Conjugated Linoleic Acid Supplementation on Performance of Broilers. Poult. Sci. 86: (2): 318-324.

25. Suksomabat, W., Yowa, C., and Lounglawan, P. 2006. Effects of Conjugated Linoleic Acid (CLA) Supplementation on Performances, Carcass Quality and Fatty Acid Composition in Meat of Finishing Pigs. . J. Anim. Sci. (in press).

26. Lounglawan, P., Suksombat, W., and Chullanandana, K. 2007. The Effect of Ruminal Bypass Fat on Milk Yield, Composition and Milk Fatty Acid of Lactating Dairy Cows. Suranaree J. Technol. 14(1): 109-117.

8. การบริการวิชาการ/ฝึกอบรม/ให้คำปรึกษา

1. ที่ปรึกษาสหกรณ์โคนมวังน้ำเย็น จำกัด (2539 - ปัจจุบัน)
2. ที่ปรึกษาสหกรณ์โคนมพิมาย จำกัด (2542 – ปัจจุบัน)
3. ที่ปรึกษาสหกรณ์โคนมอ่าวน้อย จำกัด (2542 – ปัจจุบัน)
4. ที่ปรึกษาสหกรณ์โคนมมวกเหล็ก จำกัด (2543 – 2545, 2547-ปัจจุบัน)
5. ที่ปรึกษาสหกรณ์โคนมสอยดาว จำกัด (2546 - ปัจจุบัน)
6. ที่ปรึกษาสหกรณ์การเกษตรพิมาย จำกัด (2548 - ปัจจุบัน)
7. ที่ปรึกษานิตยสารฟาร์มโคนม สัตว์เศรษฐกิจ (2539 – ปัจจุบัน)
8. ที่ปรึกษาวารสาร โคนม อ.ส.ค. (2537 – 2546)
9. ที่ปรึกษานิตยสารวัวควาย (2539 – ปัจจุบัน)
10. ที่ปรึกษาวารสารสยามบราห์มัน (2548-ปัจจุบัน)

9. การเสนอผลงานทางวิชาการ การเขียนบทความทางวิชาการและการเป็นวิทยากร

1. นำเสนอผลงานทางวิชาการในระดับชาติและนานาชาติ มากกว่า 30 เรื่อง
2. เขียนบทความทางวิชาการลงตีพิมพ์ในวารสารภายในประเทศ มากกว่า 80 เรื่อง
3. เป็นวิทยากรบรรยายทั่วประเทศมากกว่า 500 ครั้ง

ประวัติผู้ร่วมโครงการวิจัย

8. **ชื่อ – สกุล:** นาย พิพัฒน์ เหลืองลาวัณย์
9. **ตำแหน่งปัจจุบัน:** อาจารย์
10. **หน่วยงานที่อยู่ที่ติดต่อได้สะดวก พร้อมเลขหมายโทรศัพท์ และ E- mail**

สาขาวิชาเทคโนโลยีการผลิตสัตว์ สำนักวิชาเทคโนโลยีการเกษตร
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี อ. เมือง จ. นครราชสีมา 30000
โทรศัพท์ 0-4422-4378
E- mail: pipat_l2000@yahoo.com ; pipat@sut.ac.th

11. **ประวัติการศึกษา**

ระดับการศึกษา	อักษรย่อปริญญาและชื่อเต็ม	สาขาวิชา	วิชาเอก	ชื่อสถาบันการศึกษา/ปี	ประเทศ
ป. ตรี	วท.บ. วิทยาศาสตรบัณฑิต	เทคโนโลยีการผลิตสัตว์	เทคโนโลยีการผลิตสัตว์	ม.เทคโนโลยีสุรนารี, 2541	ไทย
ป. โท	วท.ม. วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต	เทคโนโลยีการผลิตสัตว์	โภชนศาสตร์สัตว์	ม.เทคโนโลยีสุรนารี, 2544	ไทย
ป. เอก	วท.ด. วิทยาศาสตรดุษฎีบัณฑิต	เทคโนโลยีการผลิตสัตว์	โภชนศาสตร์สัตว์	ม.เทคโนโลยีสุรนารี, 2548	ไทย

12. **สาขาวิชาที่มีความชำนาญเป็นพิเศษ**
    1. โภชนศาสตร์สัตว์เคี้ยวเอื้อง
    2. โภชนศาสตร์โคนม
    3. การจัดการโคนม
13. **ประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับการบริหารงานวิจัยทั้งภายในและภายนอกประเทศ**

สถานภาพในการทำวิจัยว่าเป็นผู้อำนวยการแผนงานวิจัย หัวหน้าโครงการวิจัย หรือผู้ร่วมวิจัยในแต่ละข้อเสนอการวิจัย เป็นต้น

c. หัวหน้าโครงการ:

1. โครงการ "การศึกษาผลของการเสริมน้ำมันถั่วเหลืองและ Rumen-protected CLA (RP-CLA) ในอาหารโคต่อการเปลี่ยนแปลงขององค์ประกอบ fatty acids และนิเวศวิทยาในกระเพาะหมัก" ระยะเวลา กันยายน 2549 – สิงหาคม 2550 แหล่งทุน สภาวิจัยแห่งชาติ

d. ผู้ร่วมโครงการ :

1. โครงการ "การเพิ่ม conjugated linoleic acid ในน้ำนมโคโดยการเสริมน้ำมันพืชในอาหารโคนม" ระยะเวลา ตุลาคม 2545 – กันยายน 2547 แหล่งทุน สภาวิจัยแห่งชาติ
2. โครงการ "ผลของการเสริม conjugated linoleic acid ในอาหารสัตว์ต่อผลผลิตและคุณภาพเนื้อสุกร เนื้อไก่กระทงและไข่" ระยะเวลา ตุลาคม 2546 – กันยายน 2549 แหล่งทุน สภาวิจัยแห่งชาติ
3. โครงการ "การเพิ่ม conjugated linoleic acid ในเนื้อโคขุนโดยการเสริมน้ำมันพืชในอาหารโคขุน" ระยะเวลา ตุลาคม 2547 – กันยายน 2549 แหล่งทุน สภาวิจัยแห่งชาติ
4. โครงการ "การศึกษาการยับยั้งจุลินทรีย์ที่ไม่พึงประสงค์ในกระเพาะหมักโคนม โดยใช้สารสกัดจากก้านและใบมะขามป้อม" ระยะเวลา ตุลาคม 2547 – กันยายน 2550 แหล่งทุน สภาวิจัยแห่งชาติ
5. โครงการ "การใช้ยีสต์จากกระเพาะโคเสริมในอาหารสัตว์ต่อการลดความเป็นพิษของสารพิษจากเชื้อราในไก่กระทง" ระยะเวลา ตุลาคม 2549 – กันยายน 2551 แหล่งทุน สภาวิจัยแห่งชาติ
6. โครงการ "การศึกษาการเสริมไขมันไหลผ่านชนิดต่างๆ และผลต่อผลผลิตโคนม" ระยะเวลา ตุลาคม 2549 – กันยายน 2550 แหล่งทุน สภาวิจัยแห่งชาติ

e. งานตีพิมพ์ :

รายชื่อรายงานผลการวิจัยและเอกสารวิชาการ

พิพัฒน์ เหลืองลาวัณย์, ปิตุนาถ หนูแสน และ ชิดชนก นวลฉิมพลี. 2547. โภชนศาสตร์สัตว์เคี้ยวเอื้อง. เอกสารประกอบการเรียนในรูปแบบสื่ออิเล็กทรอนิกส์: โครงการส่งเสริมให้นิสิต/นักศึกษาสรุปเนื้อหารายวิชาในรูปแบบสื่ออิเล็กทรอนิกส์ ของสำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา. 160 หน้า.

วิศิษฐิพร สุขสมบัติ และ **พิพัฒน์ เหลืองลาวัณย์**. 2548. การใช้ประโยชน์ต้นอ้อยเป็นอาหารสำหรับโคนม (Utilization of sugar cane stalk as dairy cattle feeds) รายงานผลการวิจัยฉบับสมบูรณ์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

วิศิษฐิพร สุขสมบัติ และ **พิพัฒน์ เหลืองลาวัณย์**. 2549. การศึกษาผลผลิตของถั่วไมยราและการใช้ถั่วไมยราป่นเป็นอาหารไก่ไข่ (Study of Hedge Lucerne *(Desmanthus virgatus)* Production and Utilization of Hedge Lucerne Meal in Layer Diets) รายงานผลการวิจัยฉบับสมบูรณ์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี.

วิศิษฐิพร สุขสมบัติ และ **พิพัฒน์ เหลืองลาวัณย์**. 2549. การเพิ่มปริมาณ CLA (Conjugated Linoleic Acid) ในน้ำนมโค โดยการเสริมน้ำมันพืช และ *Lactobacillus* sp. (Increased Conjugated Linoleic Acid Content of Cow's Milk through Supplementation of Plant Oil and *Lactobacillus* sp.) รายงานผลการวิจัยฉบับสมบูรณ์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี.

รายชื่อบทความวิจัยที่ได้รับการตีพิมพ์ในการประชุมวิชาการ

พิพัฒน์ เหลืองลาวัณย์, ปราโมทย์ แพงคำ, วรพงษ์ สุริยภัทร และ วิศิษฐิพร สุขสมบัติ. 2548. ผลการเสริมน้ำมันพืชในอาหารต่อการให้ผลผลิต และปริมาณ Conjugated linoleic acid (CLA) ในน้ำนมของโคนม. ในเอกสารการประชุมเสนอผลงานวิจัยระดับบัณฑิตศึกษาแห่งชาติ ครั้งที่ 5: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพมหานคร.

พิพัฒน์ เหลืองลาวัณย์, ปราโมทย์ แพงคำ, วรพงษ์ สุริยภัทร และ วิศิษฐิพร สุขสมบัติ. 2548. ผลการเสริมน้ำมันถั่วเหลืองและน้ำมันทานตะวันต่อการให้ผลผลิตของโคนมและปริมาณ Conjugated linoleic acid (CLA) ในน้ำนม. ในเอกสารการประชุมวิชาการ สาขาสัตวบาล/สัตวศาสตร์/สัตวแพทย์ ครั้งที่ 5 ภาควิชาสัตวศาสตร์ คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ เชียงใหม่.

พิพัฒน์ เหลืองลาวัณย์, คู่ขวัญ จุลละนันทน์ และ วิศิษฐิพร สุขสมบัติ. 2549. ผลของการเสริมไขมันไหลผ่านต่อผลผลิตโคนม. ในเอกสารการประชุมวิชาการโคนม 2549. ขอนแก่น: คณะสัตวแพทย์ศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

พิพัฒน์ เหลืองลาวัณย์, ปราโมทย์ แพงคำ, วรพงษ์ สุริยภัทร และ วิศิษฐิพร สุขสมบัติ. 2549. การเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบของ Conjugated linoleic acid ในน้ำนมโค. ในเอกสารการประชุมวิชาการโคนม 2549. ขอนแก่น: คณะสัตวแพทย์ศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

พิพัฒน์ เหลืองลาวัณย์, ปิตุนาถ หนูเสน และ วิศิษฐิพร สุขสมบัติ. 2549. ผลการใช้กากมันสำปะหลังต่อผลผลิตโคนม. ในเอกสารการประชุมวิชาการโคนม 2549. ขอนแก่น: คณะสัตวแพทย์ศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

Lounglawan, P. and W. Suksombat. 2003. Ensiled agricultural by product as Total Mixed Ration for dairy cattle in Thailand. Proceeding of Seminar on SUT Research and Cooperation Between Associations of Higher Education Institutes in Nakhon Ratchasima. 18 Aug 2003. Suranaree University of Technology Thailand. P. 124-125.

Lounglawan, P. and W. Suksombat. 2004. Effect of supplemental of vegetable oil in dairy cattle diet on performances. Research Consortium and Research Network of Higher Education

Alliance in Nakhon Ratchasima. 23 Sep 2004. Suranaree University of Technology Thailand. pp.

Lounglawan, P., W. Suksombat and K. Chullanandana. 2006. The Effect of feeding rumen-protected fat on dairy cow performance. In: Proc. 12th AAAP Conference, Busan, Korea.

Suksombat, W., **P. Lounglawan** and P. Noosen. 2006. Energy evaluation and utilization of cassava pulp for lactating dairy cows. In: Proc. 12th AAAP Conference, Busan, Korea.

รายชื่อบทความวิจัยที่ได้รับการตีพิมพ์ในวารสารวิชาการ

Suksombat, W. and **P. Lounglawan.** 2004. Silage from agricultural by-products in Thailand: processing and storage. Asian-Aust. J. Anim. Sci. 17(4): 473-478.

Lounglawan, P. 2006. The effect of soybean oil or sunflower oil supplementation on dairy cow performance and conjugated linoleic acid (CLA) in milk. Suranaree J. Sci. Technol. (accepted).

Lounglawan, P., W. Suksombat and K. Chullanandana. 2006. The Effect of feeding rumen-protected fat on dairy cow performance. Suranaree J. Sci. Technol. 14(1): 109-117.

Suksombat, W., **P. Lounglawan** and P. Noosen. 2006. Energy evaluation and utilization of cassava pulp for lactating dairy cows. Suranaree J. Sci. Technol. 14(1): 99-107.

Suksombat, W., S. Samitayotin and **P. Lounglawan**. 2006. Effect of conjugated linoleic acid (CLA) supplementation in layer diets on fatty acid compositions of egg yolk and layer performances. Poult. Sci. 85: 1,603-1,609.

Suksombat, W., T. Boonmee and **P. Lounglawan**. 2006. Effect of various levels of conjugated linoleic acid supplementation on performances of broiler. Poult. Sci. 86: (2): 318-324.

Suksomabat, W., C. Yowa and **P. Lounglawan**. 2006. Effects of Conjugated Linoleic Acid (CLA) Supplementation on Performances, Carcass Quality and Fatty Acid Composition in Meat of Finishing Pigs. . J. Anim. Sci. (in press).