



246166



รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

โครงการ: ผลของระดับการเสริมแคลเซียมต่ออัตราการเกิดโรคท้องเสีย
จำนวนจุลินทรีย์ในมูล ปริมาณการกินได้และค่าสัมประสิทธิ์การย่อยได้
ของโภชนะของลูกโคนม

ผู้วิจัย

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. เฉลิมพล เยื้องกลาง

9 สิงหาคม 2553

600251692

สัญญาเลขที่ 1

ห้องสมุดงานวิจัย สำนักงานคณะกรรมการการวิจัยแห่งชาติ



รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

โครงการ: ผลของระดับการเสริมแคลเซียมต่ออัตราการเกิดโรคทองเสี้ย
จำนวนจุลินทรีย์ในมูล ปริมาณการกินได้และค่าสัมประสิทธิ์การย่อยได้
ของโภชนะของลูกโคนม

ผู้วิจัย

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. เฉลิมพล เยื้องกลาง
คณะวิทยาศาสตร์การธรรมชาติ สาขาวิชาสัตวศาสตร์
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตสกลนคร
ต.แร่ อ.พังโคน จ. สกลนคร 47000



สนับสนุนโดยสำนักงานคณะกรรมการอุดมศึกษา
และสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย

(ความเห็นในรายงานนี้เป็นของผู้วิจัย สกอ. และ สกว. ไม่จำเป็นต้องเห็นด้วยเสมอไป)

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณอย่างยิ่ง ต่อสำนักงานคณะกรรมการอุดมศึกษา และสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย ที่ได้ให้การสนับสนุนทุนวิจัยในการทำวิจัยภายใต้โครงการพัฒนาศักยภาพอาจารย์รุ่นใหม่ในสถาบันอุดมศึกษา ทำให้นักวิจัยรุ่นใหม่ในโครงการได้มีโอกาสทำงานวิจัย เพื่อพัฒนาตนเองภายใต้การดูแลอย่างใกล้ชิดของนักวิจัยพี่เลี้ยง (Mentor) ขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงต่อ รองศาสตราจารย์ ดร.ฉลอง วชิราภากร ภาควิชาสัตวศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น Professor Dr. Anton C. Beynen สาขาวิชาสัตวศาสตร์ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสานและ Assistant Professor Dr. Thomas J. Schonewille, Department of Herd Health, Faculty of Veterinary Science, Utrecht University, The Netherlands ที่ได้ให้คำแนะนำในการวางแผนการทดลอง การเก็บตัวอย่าง การวิเคราะห์ข้อมูลและการตรวจสอบการเขียนผลงานวิจัยเพื่อตีพิมพ์ในวารสารนานาชาติ

ขอขอบคุณสาขาวิชาสัตวศาสตร์ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตสกลนคร ที่ได้ให้การสนับสนุนเกี่ยวกับเรื่องสถานที่ในการทำงานทดลอง

การทำงานวิจัยในครั้งนี้ สามารถสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยด้วยความช่วยเหลือจากหลายฝ่าย ทั้งคณาจารย์ในสาขาวิชาสัตวศาสตร์นักศึกษาในระดับปริญญาตรีและปริญญาโท ที่ได้ช่วยเหลือในการเก็บตัวอย่างงานวิจัย คณะผู้วิจัยใคร่ขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้ด้วย



(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. เจลิมพล เยื้องกลาง)

หัวหน้าโครงการ

9 สิงหาคม 2553

ลูกโคนม พันธุ์โฮลสไตล์ฟรีเซียน อายุเฉลี่ย 1 สัปดาห์ น้ำหนัก 33 ± 1.7 กิโลกรัม (ค่าเฉลี่ย $\pm$ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน) จำนวน 40 ตัว ลูกโคถูกขังในคอกขังเดี่ยว (80x175 เซนติเมตร) โดยใช้ฟางข้าวเป็นที่รองนอน ลูกโคนมได้รับอาหารชั้น 1 ใน 4 สูตรอาหารที่มีระดับของแคลเซียมแตกต่างกัน โดยอาหารชั้นมีระดับของแคลเซียมคือ 0.7, 1.1, 1.7 และ 2.2 เปอร์เซ็นต์ โดยแคลเซียมที่เพิ่มลงไปอยู่ในรูปแคลเซียมคาร์บอเนต อาหารชั้นถูกให้ที่ 1.0% ของน้ำหนักตัว ปริมาณนมผงละลายน้ำถูกให้อัตรา 10 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัว เมื่อลูกโคมีอายุครบ 2 สัปดาห์ หญ้าแพงโกล่าแห้งถูกให้อย่างเต็มที่ เมื่อสิ้นสุดงานทดลอง น้ำหนักสุดท้ายและอัตราการเจริญเติบโตเพิ่มขึ้นเป็นเส้นตรงตามการเพิ่มของระดับแคลเซียมในอาหารชั้น ค่าสัมประสิทธิ์การย่อยได้ของวัตถุดิบ อินทรีย์วัตถุ โปรตีนและไขมัน ไม่มีผลเนื่องจากระดับของแคลเซียมในอาหารชั้น จำนวนของแบคทีเรียกลุ่มแลคโตบาซิลไลในมูลเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญกับระดับของแคลเซียมที่เพิ่มขึ้นในอาหารชั้น โดยมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเป็นแบบเส้นตรง แคลเซียมไม่มีผลต่อแบคทีเรียกลุ่มอีโคไลในมูล ค่าสัมประสิทธิ์การดูดซึมแคลเซียม ฟอสฟอรัสและแมกนีเซียมลดลงเป็นแบบเส้นตรงตามระดับของแคลเซียมในอาหารชั้น ค่าพารามิเตอร์ในเลือด (โคเลสเตอรอล กลีเซอไรด์ ยูเรียในเลือด แคลเซียม ฟอสฟอรัส) ไม่มีผลจากระดับของแคลเซียมที่เพิ่มขึ้น ในบทสรุป การเพิ่มแคลเซียมกระตุ้นการเจริญโตของลูกโคนมที่ได้รับนมผงทดแทน อาหารชั้นและหญ้าแห้งร่วมกัน ซึ่งการเจริญเติบโตที่เพิ่มขึ้นอาจเป็นผลมาจากการเพิ่มขึ้นของแบคทีเรียกลุ่มแลคติกในลำไส้

Forty male Thai Friesian-Holstein calves, about 1 week of age, were purchased at a local market. Their body weight was 33 ± 1.7 kg (mean $\pm$ SD, $n = 40$). The calves were housed individually in metal stalls (80'175 cm) with rice straw as bedding. The calves were fed one of four experimental concentrate diets that differed in the level of calcium. The concentrates contained 0.7, 1.1, 1.7 or 2.2% calcium. Additional calcium was added in the form of calcium carbonate. The concentrates were fed at a level of 1% of body weight. The amount of reconstituted milk supplied was about 10% of body weight. The concentrates were fed at a level of 1% of body weight. When the calves were aged 2 weeks, they were given free access to pangola grass hay. At the end of experiment, final body weight and weight gain were raised by the calcium level in the concentrate in a dose-dependent, linear fashion. Apparent digestibility of dry matter, organic matter, crude protein and crude fat were not influenced by the level of calcium in the concentrate. The number of fecal lactobacilli was significantly increased by higher dietary calcium levels, the effect having a linear trend. Calcium intake did not change the number of fecal *E. coli*. The apparent absorptions of calcium, phosphorus and magnesium were lowered in a linear, dose-dependent fashion by the calcium level in the concentrate. Blood parameters were not significantly different by increased calcium level. In conclusion, increased calcium intakes stimulate weight gain in dairy calves fed a combination of milk replacer, concentrate and grass hay. This calcium effect may be related to an enhanced colonization of the intestine with lactobacilli.

หน้าสรุปโครงการ (Executive Summary)
ทุนพัฒนาศักยภาพในการทำงานวิจัยของอาจารย์รุ่นใหม่

1. ชื่อโครงการ (ภาษาไทย): ผลของระดับแคลเซียมต่ออัตราการเกิดโรคท้องเสีย จำนวนจุลินทรีย์ในมูล ปริมาณการกินได้และค่าสัมประสิทธิ์การย่อยได้ของโภชนะของลูกโคนม
(ภาษาอังกฤษ): Effect of calcium level on incidence of diarrhea, fecal microbial population, feed intake, and digestion coefficient of nutrients of dairy calves
2. ชื่อหัวหน้าโครงการ หน่วยงานที่สังกัด ที่อยู่ หมายเลขโทรศัพท์ และ email
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. เฉลิมพล เยื้องกลอง
สาขาวิชาสัตวศาสตร์ คณะทรัพยากรธรรมชาติ
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี วิทยาเขตสกลนคร
อำเภอพังโคน จังหวัดสกลนคร 47160
โทรศัพท์ 042-771460/01-9844312 โทรสาร 042-711460
Email: cyuangklang@yahoo.com, chayua@hotmail.com
3. สาขาวิชาที่ทำการวิจัย เกษตรศาสตร์
4. งบประมาณทั้งโครงการ 480,000 บาท
5. ระยะเวลาดำเนินงาน 2 ปี
6. ได้เสนอโครงการนี้ หรือโครงการที่มีส่วนเหมือนกับเรื่องนี้บางส่วนเพื่อขอทุนต่อแหล่งทุนอื่นที่ได้บ้าง
.....ไม่ได้เสนอต่อแหล่งทุนอื่น
.....เสนอต่อ
ชื่อโครงการที่เสนอ
กำหนดทราบผล (หรือสถานภาพที่ทราบ)
7. ปัญหาที่ทำการวิจัย และความสำคัญของปัญหา
การเลี้ยงโคนมในประเทศไทยได้รับการส่งเสริมจากทางภาครัฐบาล เพื่อให้เกษตรกรมีอาชีพตลอดจนเป็นการส่งเสริมให้อาชีพการเลี้ยงสัตว์ ซึ่งถือว่าเป็นอาชีพดั้งเดิมของคนไทยให้คงอยู่ แต่อย่างไรก็ตามการเลี้ยงโคนม ซึ่งเป็นสัตว์ที่เกษตรกรไทยไม่เคยเลี้ยงมาก่อน ในระยะแรกๆการเลี้ยงโคนมจึงประสบปัญหาต่างๆมากมาย แต่พบว่าในปัจจุบัน การเลี้ยงโคนมได้พัฒนามาอย่างต่อเนื่องและถือว่าประสบความสำเร็จในระดับที่น่าพอใจ ในการเลี้ยงลูกโคนมเป็นอีกหนึ่งปัจจัยที่มีความสำคัญต่อการคงอยู่และความสำเร็จของการเลี้ยงโคนม ทั้งนี้เพราะว่าการเลี้ยงลูกโคแรกเกิดให้มีสุขภาพแข็งแรงและสมบูรณ์เป็นการเตรียมโคเพื่อที่จะใช้สำหรับเป็นโคนมทดแทนในอนาคต

ดังนั้นการจัดการและการให้อาหารโคนม จึงมีความจำเป็นอย่างยิ่ง ที่จะศึกษารูปแบบการเลี้ยงดู ลูกโคและการจัดการทางด้านอาหาร เพื่อให้ลูกโคมีอัตราการรอดชีวิตในระยะแรกเกิดจนกระทั่ง สามารถทดแทนฝูงได้เพิ่มสูงขึ้น แต่อย่างไรก็ตาม พบว่าการเลี้ยงลูกโคนมไม่ได้เป็นที่ให้ความสนใจเท่าที่ควรจากเกษตรกรผู้เลี้ยง ทั้งนี้เพราะว่าอัตราการตายของลูกโคนมยังมีอยู่ค่อนข้างสูง อย่างเช่นจากรายงานการของประเทศสหรัฐอเมริกา ซึ่งเป็นประเทศที่มีการเลี้ยงโคนมขนาดใหญ่ พบว่าอัตราการตายของลูกโคนมตั้งแต่ระยะแรกเกิดจนถึงหย่านมในปี 1991 คิดเป็น 8.4% และ เพิ่มขึ้นเป็น 11% ในปี 1996 (Davis and Drackley, 1998) แต่สำหรับอัตราการตายของลูกโคนมแรกเกิดจนกระทั่งหย่านม ยังไม่มีข้อมูลรายงานที่ชัดเจนสำหรับประเทศไทย ดังนั้นการศึกษา ทางด้านอาหารและการให้อาหารลูกโคนม (Calf nutrition) จึงเป็นศาสตร์อีกหนึ่งแขนงที่น่าสนใจ และทำห้สำหรับนักโภชนศาสตร์ เพื่อช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการเลี้ยงโคนม ลดอัตราการรอดชีวิต และทำให้มีโคนมทดแทนให้ฝูงเพิ่มสูงและมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

จากการศึกษาของ Yuangklang et al. (2004) พบว่าในลูกโคนมที่ได้รับนมผงทดแทน ร่วมกับแคลเซียมสูง มีอัตราการเจริญเติบโตดีกว่าลูกโคนมที่ได้รับนมผงทดแทนร่วมกับแคลเซียม ต่ำ ซึ่งสอดคล้องกับ Xu et al. (1998) รายงานว่าการเสริมแคลเซียมสูงในนมผงทดแทนที่มี ส่วนประกอบเป็นโปรตีนจากถั่วเหลือง ทำให้ลูกโคนมมีน้ำหนักตัวมากกว่าลูกโคนมที่ได้รับ แคลเซียมต่ำ ทั้งนี้เพราะว่าในช่วงแรกของการเจริญเติบโต ลูกโคมีความจำเป็นต้องได้รับโภชนะทุก ตัวในปริมาณสูง เพื่อใช้สำหรับการเจริญเติบโต จากงานทดลองของ เฉลิมพล และคณะ (2548) พบว่าการเสริมแคลเซียมระดับสูงในอาหารชั้นสำหรับลูกโคนม พบว่าทำให้อัตราการเจริญเติบโต สูงกว่าการให้แคลเซียมระดับต่ำ รวมทั้งพบว่าการเสริมแคลเซียมในระดับสูง ทำให้จุลินทรีย์ในมูล มีค่าต่ำกว่าการเสริมแคลเซียมระดับต่ำ นอกจากนั้นแล้ว Bovee-Oudenhoven et al. (1999) พบว่าการเสริมแคลเซียมฟอสเฟตในระดับสูงช่วยกระตุ้นการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์กลุ่ม Lactobacillus ในส่วนของระบบทางเดินอาหารส่วนท้าย ซึ่งสภาวะที่เหมาะสมสำหรับการ เจริญเติบโตของ Lactobacillus จะต้องอยู่ในสภาวะที่เป็นกรดอ่อนๆ ซึ่งทำให้จุลินทรีย์ในกลุ่ม Salmonella ลดลง ซึ่งช่วยลดความรุนแรงของการติดเชื้อจากจุลินทรีย์กลุ่ม Salmonella ทำให้ อัตราการเกิดท้องเสียเนื่องจากการติดเชื้อจาก Salmonella ลดลง และจากการศึกษาของ Xu et al. (1998); Yuangklang et al. (2004) พบว่าการเสริมแคลเซียมในระดับสูง ทำให้เกิดการจับตัว ของแคลเซียมและฟอสฟอรัส และอยู่ในรูปที่ไม่ละลาย (insoluble calcium phosphate) ซึ่งจะไป จับกับกรดไขมันและกรดน้ำดีในลำไส้เล็ก ซึ่งทำให้เกิดสภาพที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์กลุ่ม Lactobacillus แต่พบว่ามีผลกระทบต่อการใช้ประโยชน์ของไขมันในอาหาร ทั้งนี้ เพราะเมื่อ insoluble calcium phosphate จับกับกรดไขมันและกรดน้ำดี จะทำให้อยู่ในสภาพที่ไม่ย่อยสลาย และถูกขับออกทางมูล ดังนั้นจึงเป็นการลดประสิทธิภาพของการใช้ประโยชน์จาก

ไขมัน รวมทั้งเพิ่มการขับออกของกรดน้ำดีในมูล ซึ่งมีผลต่อการสังเคราะห์คอเลสเตอรอล ทั้งนี้ เพราะคอเลสเตอรอลเป็นสารตั้งต้นในการสังเคราะห์กรดน้ำดี ดังนั้นการเพิ่มการขับออกของกรดน้ำดี ย่อมส่งผลต่อปริมาณของคอเลสเตอรอลในร่างกาย เช่นในเลือดและในตับ เป็นต้น

ดังนั้นจากการตรวจเอกสารข้างต้น ในการศึกษาวิจัยครั้งนี้เพื่อศึกษาถึงผลของระดับแคลเซียมต่ออัตราการเกิดท้องเสีย จุลินทรีย์ในมูล ปริมาณการกินได้และสัมประสิทธิ์การย่อยได้ของโภชนะในลูกโคนม

8) วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย

8.1) เพื่อศึกษาผลของระดับของแคลเซียมต่ออัตราการเกิดโรคท้องเสีย ชนิดและจำนวน จุลินทรีย์ในมูล

8.2) เพื่อศึกษาผลของระดับของแคลเซียมต่อค่าการย่อยได้ของไขมัน, วัตถุแห้ง, อินทรีย์วัตถุ, โปรตีน, neutral detergent fiber (NDF), acid detergent fiber (ADF), แคลเซียม และฟอสฟอรัส

8.3) เพื่อศึกษาผลของระดับของแคลเซียมต่อปริมาณการกินได้ของอาหารหยาบและปริมาณการกินได้ของอาหารเริ่มต้น

8.4) เพื่อศึกษาผลของระดับของแคลเซียมต่อเมตาโบไลต์ในกระแสเลือด อันได้แก่ กลูโคส, blood urea nitrogen (BUN), non-esterified fatty acid (NEFA), คอเลสเตอรอล, แคลเซียมและฟอสฟอรัส และ fatty acid profiles

9) ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

9.1) ได้ทราบถึงผลของระดับของแคลเซียมที่มีผลต่อปริมาณการกินได้ของอาหารหยาบ ปริมาณการกินได้ของอาหารเริ่มต้นสัมประสิทธิ์การย่อยได้ของ โภชนะและเมตาโบไลต์ในกระแสเลือด

9.2) สามารถนำไปเป็นข้อมูล เพื่อพัฒนาอาหารชั้นที่เหมาะสมสำหรับลูกโคนมที่กำลังเจริญเติบโต

9.3) เป็นวิทยากรสำหรับการถ่ายทอดเทคโนโลยีการประกอบสูตรอาหารสำหรับลูกโคนม สำหรับเกษตรกรผู้เลี้ยงโคนม เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตโคนม

10) ระเบียบวิธีวิจัย

10.1 สัตว์ทดลอง

โดยใช้ลูกโคนมเพศผู้ อายุแรกเกิดถึง 1 สัปดาห์ น้ำหนักเฉลี่ย 25-35 กิโลกรัม จำนวน 40 ตัว

10.2 แผนงานทดลอง

วางแผนงานทดลองแบบ Randomized Complete Block Design โดยใช้ระดับสายเลือดและน้ำหนักแรกเกิดเป็นบล็อก (Block) โดยมีทรีทเมนต์งานทดลองคือ

ทรีทเมนต์ที่ 1 = ระดับแคลเซียมต่ำ (0.5 กิโลกรัม/100 กิโลกรัมอาหาร)

ทรีทเมนต์ที่ 2 = ระดับแคลเซียมปานกลาง (1.0 กิโลกรัม/100 กิโลกรัมอาหาร)

ทรีทเมนต์ที่ 3 = ระดับแคลเซียมสูง (1.5 กิโลกรัม/100 กิโลกรัมอาหาร)

ทรีทเมนต์ที่ 4 = ระดับแคลเซียมสูงมาก (2.0 กิโลกรัม/100 กิโลกรัมอาหาร)

-โดยมีระยะเวลาทั้งสิ้น 114 วัน โดยแบ่งเป็นระยะปรับสัตว์ (adjust period) เป็นเวลา 14 วัน และมีระยะทดลอง 100 วัน

10.3 การให้อาหาร ให้ลูกโคได้รับอาหาร วันละ 2 ครั้ง คือเช้า เวลาประมาณ 08.00 น. และบ่าย เวลาประมาณ 15.00 น. ดังนี้

1. อาหารหยาก ให้ลูกโคได้รับหญ้าเนเปียร์แห้ง
2. อาหารแทนนม ใช้นมเทียม ที่มีโปรตีนหยาก 24 เปอร์เซ็นต์ ละลายน้ำในอัตราส่วนน้ำต่อนมเทียม 9 ต่อ 1 โดยให้กินคิดเป็น 10 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัว
3. อาหารข้น ดังแสดงในตารางที่ 1 ให้ลูกโคได้รับอาหารข้นตามทรีทเมนต์งานทดลองที่ได้รับ โดยเสริมให้ลูกโคกินหลังจากให้นมน้ำเหลือง 3 วัน ให้อาหารข้นแบบเต็มที่

11) การเก็บตัวอย่าง

-วัดปริมาณการกินได้ของหญ้าเนเปียร์แห้ง และอาหารข้นทุกวัน โดยทำการชั่งน้ำหนักเข้า และชั่งน้ำหนัก พร้อมทั้งบันทึกปริมาณอาหารที่กิน

-ชั่งน้ำหนักลูกโคทุกๆ 4 อาทิตย์ เพื่อหาการเปลี่ยนแปลงของน้ำหนักตัวและคำนวณหาอัตราการเจริญเติบโตต่อวัน และปริมาณอาหารที่ใช้ต่อการเพิ่มน้ำหนักตัว

-บันทึกสุขภาพของลูกโค เช่น อัตราการเกิดท้องเสียเป็นต้น

-เก็บมูล ในช่วงระยะทดลองที่ 30, 60 และ 90 วันของระยะการทดลอง เป็นช่วงของการเก็บตัวอย่างมูล โดยทำการเก็บติดต่อกัน 2 วัน โดยใช้ถาดพลาสติกวางไว้ใต้คอก เพื่อทำการเก็บ

ตัวอย่างทั้งหมด (Total collection) และนำไปวิเคราะห์หาองค์ประกอบทางโภชนา เพื่อนำไปคำนวณค่าสัมประสิทธิ์การย่อยได้ของวัตถุดิบ, อินทรีย์วัตถุ, โปรตีน, NDF, ADF, EE, AIA, Ca, P

-ทำการเก็บมูลทางทวารหนัก เพื่อนำไปวิเคราะห์หาปริมาณของจุลินทรีย์ในมูล ตามวิธีการที่ได้อธิบายไว้ใน Bovee-Oudenhoven et al. (1997) รวมทั้งวิเคราะห์หากรดน้ำดีในมูล (Yuangklang et al., 2004)

-สุ่มเก็บเลือดวันสุดท้ายของแต่ละระยะการทดลอง เพื่อวิเคราะห์หา glucose, BUN, NEFA, Cholesterol, Ca, P, fatty acid profiles

สารบัญ

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	i
บทคัดย่อ	ii
Abstract	iii
หน้าสรุปโครงการ (Executive Summary)	iv
สารบัญ	ix
สารบัญตาราง	x
สารบัญรูป	xi
บทที่	
1 บทนำ	1
1.1 คำนำ	1
1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย	2
1.3 ขอบเขตการวิจัย	3
2 การตรวจเอกสาร	4
3 อุปกรณ์และวิธีการ	20
4 ผลการทดลองและวิจารณ์	22
5 สรุปและข้อเสนอแนะ	28
บรรณานุกรม	29
ภาคผนวก	33
ผลงานวิจัยที่ตีพิมพ์จากการวิจัยในครั้งนี้	34

สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่ 2.1 เปรียบเทียบขนาดของกระเพาะอาหารโคเมื่ออายุต่างกัน	5
ตารางที่ 2.2 สัดส่วนเปรียบเทียบการพัฒนาระยะส่วนต่างๆของโคและแกะ	6
ตารางที่ 2.3 แสดงปริมาณน้ำนมที่ให้และนมผงที่ใช้	10
ตารางที่ 2.4 แสดงเมตาโลเอนไซม์ (metallo-enzyme) บางตัวในสัตว์	12
ตารางที่ 3.1 แสดงองค์ประกอบของวัตถุดิบที่ใช้ในสูตรอาหารทดลอง	21
ตารางที่ 4.1 แสดงองค์ประกอบทางเคมีของอาหารทดลอง	22
ตารางที่ 4.2 แสดงน้ำหนัก (body weight, BW) อัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวัน (average daily gain, ADG) และค่าคะแนนของมูล (fecal score)	23
ตารางที่ 4.3 แสดงปริมาณการกินได้และการย่อยได้ของโภชนะ (0-30 วัน)	24
ตารางที่ 4.4 แสดงปริมาณการกินได้และการย่อยได้ของโภชนะ (0-60 วัน)	25
ตารางที่ 4.5 แสดงปริมาณการกินได้และการย่อยได้ของโภชนะ (0-60 วัน)	26
ตารางที่ 4.6 แสดงจำนวนของ E. coli และ Lactobacilli spp.	26
ตารางที่ 4.7 แสดงค่าความเข้มข้นของ glucose, blood urea nitrogen, non-esterified fatty acid (NEFA), cholesterol, calcium และ phosphorus	27

สารบัญรูป

หน้า

รูปที่ 2.1 การพัฒนาของกระเพาะรูเมน	7
รูปที่ 2.2 แสดงกลไกการทำงานในการควบคุมสมดุลแคลเซียม	15
รูปที่ 2.3 แสดงแบบจำลองการควบคุมสมดุลของฟอสฟอรัสในโคนม	17