ห้องสมุดงานวิจัย สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ
249135

ผลการเสริมซาร์โคไปในอาหารต่อการเจริญเติบโต การย่อยได้ในกระเพาะหมักและลำไส้ การดูดซึมในลำไส้ของโคนมรุ่นเพศเมีย

ทิวาพรรณ ญาณศาล

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
(เกษตรศาสตร์)
สาขาวิชาสัตวศาสตร์

บัณฑิตวิทยาลัย
มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
มีนาคม 2554

b00253682

ห้องสมุดงานวิจัย สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ
249135

ผลการเสริมซาร์ซาโปนินต่อกระบวนการหมัก การย่อยได้ในกระเพาะหมัก และอัตราการเจริญเติบโตของโคนมรุ่นเพศเมีย

ทิวาวรรณ ญาณตาล

วิทยานิพนธ์นี้เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัยเพื่อเป็นส่วนหนึ่ง
ของการศึกษาหลักสูตรปริญญา
วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
(เกษตรศาสตร์)
สาขาวิชาสัตวศาสตร์

บัณฑิตวิทยาลัย
มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
มีนาคม 2554

ผลการเสริมซาร์ซาโปนินต่อกระบวนการหมัก การย่อยได้ในกระเพาะหมัก และอัตราการเจริญเติบโตของโคนมรุ่นเพศเมีย

ทิวาวรรณ ญาณตาล

วิทยานิพนธ์นี้ได้รับการพิจารณาอนุมัติให้นับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (เกษตรศาสตร์)
สาขาวิชาสัตวศาสตร์

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

.....ประธานกรรมการ
รองศาสตราจารย์ ดร.สกล ไข่คำ

.....กรรมการ
รองศาสตราจารย์ ดร. โชค มิเกล็ด

.....กรรมการ
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ณัฐพล จงกสิกิจ

คณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

.....อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก
รองศาสตราจารย์ ดร. โชค มิเกล็ด

.....อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ณัฐพล จงกสิกิจ

23 มีนาคม 2554

© ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยเชียงใหม่

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลงได้ด้วยความกรุณาและความช่วยเหลือจากบุคคลหลายฝ่าย ผู้เขียนขอขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร. โชค มิเกล็ด อาจารย์ที่ปรึกษาหลักวิทยานิพนธ์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ณัฐพล จงกสิกิจ อาจารย์ที่ปรึกษาร่วมวิทยานิพนธ์ และรองศาสตราจารย์ ดร. สกล ไข่คำ ประธานสอบวิทยานิพนธ์ จากมหาวิทยาลัยแม่โจ้ ที่ได้กรุณาให้คำปรึกษา ให้ความรู้ คำแนะนำ และเมตตาเอาใจใส่แก้ไขจนวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เสร็จสมบูรณ์

ขอบพระคุณ คุณวสันต์ ลีละยูวะ บริษัท อินเทลโนเวชั่น จำกัด ที่สนับสนุนซาร์ซาโปนินที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ และขอขอบพระคุณรองศาสตราจารย์ ดร.น.สพ.สุวิชัย โรจนสเถียร และนักศึกษาสัตวแพทย์จากคณะสัตวแพทยศาสตร์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ทุกท่านที่ให้ความช่วยเหลือในการผ่าตัดวัวทดลอง ขอขอบคุณภาควิชาสัตวศาสตร์และสัตว์น้ำที่ได้ให้ความอนุเคราะห์ใช้สถานที่ในการทดลอง

ขอขอบคุณ คุณสุรภี ทองหลอม และคุณอภิชาติ ศรีภัย นักวิทยาศาสตร์ประจำห้องปฏิบัติการอาหารสัตว์ สำหรับคำแนะนำและความช่วยเหลือการวิเคราะห์ทางเคมีในห้องปฏิบัติการ ขอบคุณคุณวิสูตร ศิริณุพงษานันท์ นักวิชาการประจำฟาร์มโคนม และเจ้าหน้าที่ฟาร์มสัตว์ทดลองหมวดโคนมทุกท่านที่อำนวยความสะดวกในการปฏิบัติงานในฟาร์มทดลอง ตลอดจนเจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการกลาง คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ทุกท่านที่ให้คำแนะนำในขั้นตอนการวิเคราะห์กรดไขมันระเหยได้

ขอขอบคุณ คุณศุภฤกษ์ นาคกิตเศรษฐ คุณขนิษฐา ติคำ คุณณรกมล เลาห์รอดพันธ์ คุณธนพล วงค์เอ้ย คุณปรินทร์ บ้วนกียาพันธ์ คุณนพปฎล ชูสมุทร คุณรักษิณา ทิมคล้าย คุณจิราพร อดทน คุณชลนภา มุ่งดี คุณอรพรรณ คำเงิน และคุณสุนิตา เรืองกาญจน์ รวมถึงเพื่อนๆ พี่ๆ น้องๆ นักศึกษาปริญญาโททุกคนที่มิได้กล่าวถึงที่มีส่วนร่วมในงานวิจัยชิ้นนี้

สุดท้ายนี้ขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อบุญเจริญ คุณแม่อำพร ญาณตาล คุณพลเชษฐ์ อารีพงษ์ และญาติทุกคนที่ให้โอกาสในการศึกษาตลอดจนเป็นกำลังใจในการทำวิจัยในครั้งนี้

ทิวาวรรณ ญาณตาล

ชื่อเรื่องวิทยานิพนธ์ ผลการเสริมซาร์ซาโปนินต่อกระบวนการหมัก การย่อยได้ในกระเพาะหมัก และอัตราการเจริญเติบโตของโคนมรุ่นเพศเมีย

ผู้เขียน นางสาวทิวาวรรณ ญาณตาล

ปริญญา วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (เกษตรศาสตร์) สัตวศาสตร์

คณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ รศ. ดร. โชค มิเกล็ด อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก
ผศ. ดร. ณัฐพล จงกสิกิจ อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม

บทคัดย่อ

249135

การศึกษาผลการเสริมซาร์ซาโปนินต่อกระบวนการหมัก การย่อยได้ในกระเพาะหมัก และอัตราการเจริญเติบโตของโคนมรุ่นเพศเมีย แบ่งออกเป็น 2 การทดลอง การทดลองที่ 1 ศึกษาผลการเสริมซาร์ซาโปนินต่อกระบวนการหมักและการย่อยได้ในกระเพาะหมักของโคนมเพศเมีย โดยวิธีดั้งเดิมและวิธีใช้สารบ่งชี้ โดยใช้โคลูกผสมพื้นเมือง × โฮลสไตน์ฟรีเชี่ยน เพศเมีย 3 ตัว อายุ 5-6 ปี น้ำหนักเฉลี่ย 365.67 กิโลกรัม ที่ได้รับการเปิดท่อทางเดินอาหารบริเวณกระเพาะหมักโดยการเจาะกระเพาะฝัง rumen fistula และสอดฝังท่อที่บริเวณลำไส้เล็กส่วนต้น แบ่งการทดลองออกเป็น 3 กลุ่ม คือ กลุ่มที่ 1, 2 และ 3 เสริมซาร์ซาโปนินลงในอาหารข้น 5, 10 และ 15 กรัม/ตัว/วัน ตามลำดับ วางแผนการทดลองแบบ 3 × 3 crossover design

ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของอาหารทดลองที่เสริมซาร์ซาโปนินทั้ง 3 ระดับ พบว่า ปริมาณอินทรียวัตถุ โปรตีนรวม ไขมัน เถ้า เยื่อใยรวม เยื่อใยที่ละลายได้ในด่าง ลิกนิน คาร์โบไฮเดรตที่ย่อยได้ง่าย และคาร์โบไฮเดรตที่ไม่ใช่เยื่อใย ไม่มีค่าแตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) แต่ปริมาณวัตถุแห้งของอาหารทดลองที่เสริมซาร์ซาโปนิน 5 กรัม มีค่าสูงที่สุด รองลงมา คือ อาหารทดลองที่เสริมซาร์ซาโปนิน 15 กรัม ส่วนอาหารทดลองที่เสริมซาร์ซาโปนิน 5 กรัม มีค่าต่ำที่สุด ($P<0.05$) ส่วนปริมาณเยื่อใยที่ละลายได้ในกรดของอาหารทดลองที่เสริมซาร์ซาโปนิน 15 กรัม มีค่า

ไม่แตกต่างจากอาหารทดลองที่เสริมซาร์ซาโปนิน 5 กรัม (P>0.05) ส่วนอาหารทดลองที่เสริมซาร์ซาโปนิน 10 กรัม มีค่าต่ำที่สุด (P<0.05)

249135

ผลการศึกษาการย่อยได้ของโภชนะของอาหารทดลองที่เสริมซาร์ซาโปนินทั้ง 3 ระดับ โดยวิธีดั้งเดิม (conventional method) พบว่าค่าสัมประสิทธิ์การย่อยได้ของวัตถุแห้ง อินทรียวัตถุ โปรตีนรวม ไขมัน เยื่อใยรวม เยื่อใยที่ละลายได้ในด่าง เยื่อใยที่ละลายได้ในกรด คาร์โบไฮเดรตที่ย่อยได้ง่าย และคาร์โบไฮเดรตที่ไม่ใช่เยื่อใย ไม่มีค่าแตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) โภชนะรวมที่ย่อยได้ พลังงานรวมและพลังงานใช้ประโยชน์ได้ ไม่มีค่าแตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) แต่พลังงานสุทธิเพื่อการให้นมของอาหารทดลองที่เสริมซาร์ซาโปนิน 5 กรัม มีค่าสูงกว่าอาหารทดลองที่เสริมซาร์ซาโปนิน 10 กรัม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05) ปริมาณวัตถุแห้ง อินทรียวัตถุและโปรตีนรวมที่โคทดลองได้รับ รวมถึงที่ไหลเข้าสู่ลำไส้เล็กจากวิธีการใช้สารบ่งชี้ของโคทดลองที่ได้รับอาหารทดลองที่เสริมซาร์ซาโปนิน 10 กรัม มีแนวโน้มสูงกว่า 5 และ 15 กรัม (P>0.05)

ผลจากการศึกษาสภาพภายในกระเพาะหมัก พบว่าค่าความเป็นกรด–ด่างหลังโคทดลองได้รับอาหารเช้าไปแล้ว 4 ชั่วโมง มีค่าต่ำกว่าทุกๆชั่วโมง (P>0.05) ปริมาณแอมโมเนียไนโตรเจนที่เกิดขึ้นในกระเพาะหมักของโคทดลองเมื่อได้รับอาหารทดลองที่เสริมซาร์ซาโปนินในชั่วโมงที่ 3 หลังจากโคทดลองได้รับอาหารเช้ามีแนวโน้มลดลงจากชั่วโมงอื่นๆ และปริมาณแอมโมเนียไนโตรเจนของอาหารทดลองที่เสริมซาร์ซาโปนิน 10 และ 15 กรัมมีแนวโน้มต่ำกว่า 5 กรัม (P>0.05) และมีแนวโน้มลดลงเรื่อยๆ ในชั่วโมงถัดไป ปริมาณกรดอะซิติกของโคทดลองที่ได้รับอาหารทดลองที่เสริมซาร์ซาโปนิน 5 กรัม มีค่าสูงกว่า 10 และ 15 กรัม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05) ปริมาณกรดไขมันที่ระเหยได้ทั้งหมด สัดส่วนของกรดอะซิติกต่อโพรพิโอนิกของโคทดลองที่ได้รับอาหารทดลองที่เสริมซาร์ซาโปนินทั้ง 3 ระดับ ไม่มีค่าแตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) สัดส่วนของกรดอะซิติกรวมกับกรดบิวทีริกต่อกรดโพรพิโอนิกของอาหารทดลองที่เสริมซาร์ซาโปนิน 10 กรัม มีแนวโน้มต่ำกว่า 15 กรัม และ 5 กรัม ตามลำดับ (P>0.05) แต่ปริมาณกรดบิวทีริกมีแนวโน้มลดลงตามระดับการเสริมซาร์ซาโปนินที่เพิ่มขึ้น (P>0.05)

การทดลองที่ 2 ศึกษาผลการเสริมซาร์ซาโปนินต่ออัตราการเจริญเติบโตของโคนมรุ่นเพศเมีย ใช้โคนมรุ่นเพศเมียลูกผสมพันธุ์พื้นเมือง × โฮลสไตน์ฟรีเชี่ยน จำนวน 12 ตัว อายุเฉลี่ย 1.5 ปี แบ่งออกเป็น 2 กลุ่มๆ ละ 6 ตัว คือ กลุ่มที่ 1 เสริมซาร์ซาโปนินลงในอาหารข้น 0 กรัม/ตัว/วัน และกลุ่มที่ 2 เสริมซาร์ซาโปนินลงในอาหารข้น 10 กรัม/ตัว /วัน พบว่าน้ำหนักตัวสุดท้าย น้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้นทั้งหมด และอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวันตลอดช่วงการทดลองของโคทดลองที่ได้รับอาหารทดลองที่เสริมซาร์ซาโปนิน 0 กรัม มีแนวโน้มสูงกว่า 10 กรัม แต่ไม่มีค่าแตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) แต่อัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวันในเดือนที่ 1 ของโคทดลองกลุ่มที่ได้รับ

249135

อาหารทดลองที่เสริมซาร์ซาโปนิน 10 กรัม มีค่าสูงกว่า 0 กรัม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) ในทางตรงกันข้าม พบว่าอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวันในเดือนที่ 2 และ 3 ของโคทดลองกลุ่มที่ได้รับอาหารทดลองที่เสริมซาร์ซาโปนิน 0 กรัม มีค่าสูงกว่า 10 กรัม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$)

โดยสรุปแล้ว พบว่าการเสริมซาร์ซาโปนินที่ระดับ 10 กรัม มีความเหมาะสมที่สุด เนื่องจากปริมาณวัตถุแห้ง อินทรียวัตถุ และโปรตีนรวมที่โคทดลองได้รับ รวมถึงที่ไหลเข้าสู่ลำไส้เล็กมีแนวโน้มสูงกว่ากลุ่มอื่นๆ และพบว่าสัดส่วนของกรดอะซิติกรวมกับกรดบิวทีริกต่อกรดโพรพิโอนิกมีแนวโน้มต่ำกว่ากลุ่มอื่นๆ ดังนั้นจึงน่าจะทำให้การผลิตมีเทนน้อยลงตามไปด้วย

Thesis Title	Effects of Sarsaponin Supplementation on Ruminal Fermentation, Nutrient Digestion and Growth Rate of Dairy Heifers
Author	Miss Tiwawan Yanatan
Degree	Master of Science (Agriculture) Animal Science
Thesis Advisory Committee	Assoc. Prof. Dr. Choke Mikled Advisor Asst. Prof. Dr. Natthaphon Chongkasikit Co-advisor

ABSTRACT

249135

The study was conducted to determine effects of sarsaponin supplementation on rumen fermentation, nutrient digestion and growth rate of dairy heifers. Experiment 1 was to determine effects of sarsaponin on ruminal fermentation and nutrient digestion in dairy cattle both by conventional and indicator methods. Three crossbreed native x Holstein Friesian heifers, with average 365.67 kilogram body weight, fitted with rumen fistula and the T - cannulas in the proximal duodenum were used in this experiment according to the 3 × 3 crossover design. The animals were randomly allocated into treatment 1, 2 and 3 fed concentrate with sarsaponin 5, 10 and 15 g/head/day, respectively.

The results showed that organic matter (OM), crude protein (CP), ether extract (EE), ash, crude fiber (CF), neutral detergent fiber (NDF), lignin (ADL), nitrogen free extract (NFE) and non fiber carbohydrate (NFC) of all treatments were not significantly different ($P>0.05$) but dry matter (DM) in treatment 1 was significantly higher than treatment 3 and 2, respectively ($P<0.05$). Acid detergent fiber (ADF) were non-significantly different between treatment 3 and 2 but acid detergent fiber in treatment 2 was significantly lower than treatment 3 and 1 ($P<0.05$).

249135

The results from digestion trial showed that the digestibility coefficients of dry matter (DMD), organic matter (OMD), crude protein (CPD), ether extract (EED), crude fiber (CFD), neutral detergent fiber (NDFD) , acid detergent fiber (ADFD) , nitrogen free extract (NFED) and non fiber carbohydrate (NFCD) of all treatments were not significantly different ($P>0.05$). The total digestible nutrient (TDN), gross energy (GE) and metabolizable energy (ME) of all treatments were not significantly different ($P>0.05$) but the net energy for lactation (NE_L) from treatment 1 was significantly higher than treatment 2 ($P<0.05$). The results from the indicator method showed that the amount of dry matter (DM), organic matter (OM) and crude protein (CP) flow to duodenum of treatment 2 tended to be higher than treatment 1 and 3 ($P>0.05$).

The rumen pH after four hours of feeding in all treatments tended to be lowest among the measurements ($P>0.05$). It was also found that the ammonia nitrogen level in the rumen 2 hours after feeding of all treatments was tended to be lower than other times of measurement and ammonia nitrogen levels in treatment 2 and treatment 3 tended to be lower than treatment 1 ($P>0.05$). The acetic acid (C_2) of treatment 1 was significantly higher than treatment 2 and 3 ($P<0.05$). The amount of total volatile fatty acid (VFA), propionic acid (C_3), butyric acid (C_4) and the C_2:C_3 ratio of all treatments were not significantly different ($P>0.05$).The $(C_2+C_4):C_3$ ratio in treatment 2 tended to be lower than treatment 3 and 1, respectively ($P>0.05$) but butyric acid tended to decrease follows the increase of sarsaponin supplementation levels ($P>0.05$).

Experiment 2 : Twelve crossbred native x Holstein Friesian heifers with average 1.8 of years of age were used as experimental animals. The animals were randomly allocated into treatment 1 : fed concentrate without sarsaponin and treatment 2 : fed concentrate with sarsaponin 10 g/head/day. There were no significant differences in final weight, weight gain and average daily gain ($P>0.05$). However, average daily gain in the first month of treatment 1 was significantly lower than treatment 2 ($P<0.05$). In contrast, average daily gain in the second and third months of treatment 1 were significantly higher than treatment 2 ($P<0.05$).

In conclusion, it was found that treatment 2 should be the best supplementation level of sarsaponin, because it showed that dry matter (DM), organic matter (OM) and crude protein (CP) flow to duodenum tended to be higher than other treatments and the $(C_2+C_4):C_3$ ratio tended to be lower than other treatments . Consequently, it could be assumed that methane production would also be lower than other treatments.

สารบาญ

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	ค
บทคัดย่อภาษาไทย	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ซ
สารบาญตาราง	ฌ
สารบาญภาพ	ด
อักษรย่อและสัญลักษณ์	ต
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 วัตถุประสงค์การศึกษา	2
1.2 ประโยชน์ที่จะได้รับจากการศึกษา	2
บทที่ 2 การตรวจเอกสาร	3
2.1 ลักษณะทั่วไปของซาโปนิน (Saponins)	3
2.1.1 บทบาทและหน้าที่ของซาโปนินในพืชบางชนิด	4
2.1.2 การแบ่งประเภทของซาโปนิน	4
2.1.3 สมบัติบางประการของซาโปนิน	9
2.1.3.1 สมบัติทางด้านโครงสร้างของซาโปนิน	9
2.1.3.2 สมบัติของซาโปนินในการทำให้เม็ดเลือดแดงแตกตัว	9
2.1.3.3 สมบัติความเป็นพิษของซาโปนินต่อสิ่งมีชีวิตจำพวกปลา	10
2.1.3.4 สมบัติของซาโปนินเมื่อทำการทดสอบด้วยวิธี Liebermann-Burchard	10
2.1.3.5 คุณสมบัติของซาโปนินในการยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อรา	10
2.1.4 กระบวนการสังเคราะห์ซาโปนิน	10
2.2 ลักษณะทั่วไปของซาร์ซาโปนิน (sarsaponins)	12
2.3 ลักษณะทั่วไปของพืชสกุล Yucca	13
2.4 ลักษณะทั่วไปของ *Yucca schidigera*	13
2.5 การใช้ซาร์ซาโปนินในอาหารสัตว์	15
2.5.1 การใช้ซาร์ซาโปนินในอาหารสุกร	15

สารบาญ (ต่อ)

	หน้า
2.5.2 การใช้ซาร์ซาโปนินในอาหารไก่	16
2.5.3 การใช้ซาร์ซาโปนินในอาหารกระต่าย	16
2.5.4 การใช้ซาร์ซาโปนินในอาหารสัตว์เคี้ยวเอื้อง	17
2.6 การย่อยอาหารในสัตว์เคี้ยวเอื้อง	21
2.6.1 กายย่อยคาร์โบไฮเดรตในสัตว์เคี้ยวเอื้อง	21
2.6.1.1 การย่อยคาร์โบไฮเดรตในกระเพาะหมัก	21
2.6.1.2 การย่อยคาร์โบไฮเดรตในลำไส้เล็ก	25
2.6.1.3 ก๊าซมีเทนกับภาวะโลกร้อน	22
2.6.1.4 การย่อยคาร์โบไฮเดรตในลำไส้ใหญ่	25
2.6.2 การย่อยโปรตีนในสัตว์เคี้ยวเอื้อง	26
2.6.2.1 การย่อยโปรตีนในกระเพาะหมัก	26
2.6.2.2 การย่อยโปรตีนในลำไส้เล็ก	26
2.6.2.3 การย่อยโปรตีนในลำไส้ใหญ่	26
2.6.3 ความเป็นกรด-ด่างในกระเพาะหมัก	27
2.6.4 แอมโมเนียไนโตรเจนในกระเพาะหมัก	27
2.6.5 ความสัมพันธ์ระหว่างความเป็นกรด-ด่างและแอมโมเนียไนโตรเจนในกระเพาะหมัก	28
2.7 การศึกษาการย่อยได้ในโค	29
2.7.1 การศึกษาการย่อยได้ของโภชนะในตัวสัตว์ (*in vivo* digestibility) วิธีการแบบดั้งเดิม (conventional method)	29
2.7.2 การศึกษาการย่อยได้ในตัวสัตว์ (*in vivo*) โดยวิธีการใช้สารบ่งชี้ (indicator method)	30
2.7.2.1 คุณสมบัติของสารบ่งชี้ (properties of marker)	30
2.7.2.2 ประเภทของสารบ่งชี้ (type of markers)	31
2.8 การเปิดทางเดินอาหารโคทดลองสำหรับใช้ในการศึกษาการย่อยได้ของโภชนะ	33

สารบาญ (ต่อ)

	หน้า
2.8.1 อุปกรณ์ที่ใช้สำหรับทำอุปกรณ์ฝาปิดกระเพาะหมักและท่อเก็บตัวอย่างจากลำไส้เล็ก	33
2.8.2 การผ่าตัดใส่ท่อ rumen fistula ในโคนม	34
2.8.3 การผ่าตัดใส่ท่อเก็บตัวอย่างอาหารจากบริเวณส่วนต้นของลำไส้เล็กในโค	35
บทที่ 3 อุปกรณ์และวิธีการทดลอง	
3.1 ศึกษาการเสริมซาร์ซาโปนินต่อกระบวนการหมัก การย่อยได้ในกระเพาะหมักของโคนม	36
3.1.1 การหาองค์ประกอบทางเคมี และคุณค่าทางโภชนะของอาหารทดลอง	36
3.1.2 การหาค่าการย่อยได้ของโภชนะของโคนม	37
3.1.2.1 สัตว์ทดลอง	37
3.1.2.2 อาหารและการให้อาหาร	37
3.1.2.3 วิธีการทดลอง	37
3.1.2.3.1 การหาค่าการย่อยได้แบบดั้งเดิม (Conventional method)	37
3.1.2.3.2 การวัดปริมาณอาหารที่เดินทางเข้าสู่บริเวณลำไส้เล็กโดยวิธีใช้สารบ่งชี้ (Indicator method)	38
3.1.3 การวิเคราะห์ทางสถิติ	40
3.2 ศึกษาผลการเสริมซาร์ซาโปนินต่ออัตราการเจริญเติบโตของโคนมรุ่นเพศเมีย	40
3.2.1 สัตว์ทดลอง	40
3.2.2 วิธีการทดลอง	40
3.2.3 การวิเคราะห์ทางสถิติ	41
3.2.4 สถานที่ที่ใช้ในการดำเนินการวิจัยและรวบรวมข้อมูล	41
3.2.5 ระยะเวลาดำเนินการวิจัย	41
บทที่ 4 ผลการทดลอง	
การทดลองที่ 1 ผลการเสริมซาร์ซาโปนินต่อกระบวนการหมัก และการย่อยได้ในกระเพาะหมักของโคนม	42
4.1 องค์ประกอบทางเคมีและคุณค่าทางโภชนะของอาหารทดลอง	42
4.1.1 องค์ประกอบทางเคมีของหญ้าแพงโกล่าสด	42

สารบาญ (ต่อ)

	หน้า
4.1.2 องค์ประกอบทางเคมีของอาหารทดลองที่เสริมซาร์ซาโปนิน 5, 10 และ 15 กรัม	43
4.2 การย่อยได้ในตัวสัตว์ (*in vivo* digestibility)	45
4.2.1 ค่าการย่อยได้ในตัวสัตว์โดยวิธีดั้งเดิม (Conventional method) ของโคทดลองที่ได้รับอาหารทดลองที่เสริมซาร์ซาโปนิน 5, 10 และ 15 กรัม	45
4.2.2โภชนะรวมย่อยได้ (TDN) พลังงานรวม (GE) พลังงานใช้ประโยชน์ได้ (ME) และพลังงานสุทธิเพื่อการให้นม (NE_L) ของโคทดลองที่ได้รับอาหารทดลองที่เสริมซาร์ซาโปนิน 5, 10 และ 15 กรัม	46
4.2.3 การย่อยได้ในตัวสัตว์โดยวิธีการใช้สารบ่งชี้ (indicator method) ของโคทดลองเมื่อได้รับอาหารทดลองที่เสริมซาร์ซาโปนิน 5, 10 และ 15 กรัม	47
4.2.3.1 ปริมาณวัตถุแห้งที่โคทดลองได้รับและเข้าสู่บริเวณสำไส้เล็กเมื่อได้รับอาหารทดลองที่เสริมซาร์ซาโปนิน 5, 10 และ 15 กรัม	47
4.2.3.2 ปริมาณอินทรียวัตถุที่โคทดลองได้รับและเข้าสู่บริเวณสำไส้เล็กเมื่อได้รับอาหารทดลองที่เสริมซาร์ซาโปนิน 5, 10 และ 15 กรัม	48
4.2.3.3 ปริมาณโปรตีนรวมที่โคทดลองได้รับและเข้าสู่บริเวณสำไส้เล็กเมื่อได้รับอาหารทดลองที่เสริมซาร์ซาโปนิน 5, 10 และ 15 กรัม	49
4.2.4 สภาพภายในกระเพาะหมักของของโคที่ได้รับอาหารทดลองที่เสริมซาร์ซาโปนิน 5, 10 และ 15 กรัม	50
4.2.4.1 ค่าความเป็นกรด – ด่าง (pH) ในกระเพาะหมักของโคทดลอง	50
4.2.4.2 ปริมาณแอมโมเนียไนโตรเจน (NH_3- N) ในกระเพาะหมักของโคทดลอง	52
4.2.4.3 กรดไขมันระเหยได้ (volatile fatty acid, VFA) ในกระเพาะหมักของโคทดลอง	53
การทดลองที่ 2 ผลการเสริมซาร์ซาโปนินต่ออัตราการเจริญเติบโตของโคนมรุ่นเพศเมีย	56
4.3 องค์ประกอบทางเคมีและคุณค่าทางโภชนะของอาหารทดลองที่เสริมซาร์ซาโปนิน 0 และ 10 กรัม	56
4.3.1 องค์ประกอบทางเคมีของพืชอาหารสัตว์ทั้ง 2 แปลงที่ใช้เลี้ยงโคที่ได้รับอาหารทดลองที่เสริมซาร์ซาโปนิน 0 และ 10 กรัม	56

สารบาญ (ต่อ)

	หน้า
4.3.2 องค์ประกอบทางเคมีของอาหารทดลองที่เสริมซาร์ซาโปนิน 0 และ 10 กรัม	57
4.3.3 อัตราการเจริญเติบโตของโคทดลองที่ได้รับอาหารทดลองที่เสริมซาร์ซาโปนิน 0และ 10 กรัม	58
บทที่ 5 วิจารณ์ผลการทดลอง	60
5.1 องค์ประกอบทางเคมีและคุณค่าทางโภชนะของอาหารทดลอง	60
5.1.1 องค์ประกอบทางเคมีของหญ้าแพงโกล่าสด	60
5.1.2 องค์ประกอบทางเคมีของอาหารทดลองที่เสริมซาร์ซาโปนิน 5, 10 และ 15 กรัม	60
5.2 การย่อยได้ในตัวสัตว์ (*in vivo* digestibility)	61
5.2.1 ค่าการย่อยได้ในตัวสัตว์โดยวิธีดั้งเดิม (Conventional method) ของโคทดลองที่ได้รับอาหารทดลองที่เสริมซาร์ซาโปนิน 5, 10 และ 15 กรัม	61
5.2.2โภชนะรวมย่อยได้ (TDN) พลังงานรวม (GE) พลังงานใช้ประโยชน์ได้ (ME) และพลังงานสุทธิเพื่อการให้นม (NE_L) ของโคทดลองที่ได้รับอาหารทดลองที่เสริมซาร์ซาโปนิน 5, 10 และ 15 กรัม	62
5.2.3 การย่อยได้ในตัวสัตว์โดยวิธีการใช้สารบ่งชี้ (indicator method) ของโคทดลองเมื่อได้รับอาหารทดลองที่เสริมซาร์ซาโปนิน 5, 10 และ 15 กรัม	64
5.2.3.1 ปริมาณวัตถุแห้งที่โคทดลองได้รับและเข้าสู่บริเวณสำไส้เล็กเมื่อได้รับอาหารทดลองที่เสริมซาร์ซาโปนิน 5, 10 และ 15 กรัม	64
5.2.3.2 ปริมาณอินทรียวัตถุที่โคทดลองได้รับและเข้าสู่บริเวณสำไส้เล็กเมื่อได้รับอาหารทดลองที่เสริมซาร์ซาโปนิน 5, 10 และ 15 กรัม	64
5.2.3.3 ปริมาณโปรตีนรวมที่โคทดลองได้รับและเข้าสู่บริเวณสำไส้เล็กเมื่อได้รับอาหารทดลองที่เสริมซาร์ซาโปนิน 5, 10 และ 15 กรัม	64
5.2.4 สภาพภายในกระเพาะหมักของของโคที่ได้รับอาหารทดลองที่เสริมซาร์ซาโปนิน 5, 10 และ 15 กรัม	65
5.2.4.1 ค่าความเป็นกรด – ด่าง (pH) ในกระเพาะหมักของโคทดลอง	65
5.2.4.2 ปริมาณแอมโมเนียไนโตรเจน (NH_3- N) ในกระเพาะหมักของโคทดลอง	66

สารบาญ (ต่อ)

	หน้า
5.2.4.3 กรดไขมันระเหยได้ (volatile fatty acid, VFA) ในกระเพาะหมักของโคทดลอง	67
5.3 องค์ประกอบทางเคมีและคุณค่าทางโภชนะของอาหารทดลองที่เสริมซาร์ซาโปนิน 0 และ 10 กรัม	69
5.3.1 องค์ประกอบทางเคมีของพืชอาหารสัตว์ทั้ง 2 แปลงที่ใช้เลี้ยงโคที่ได้รับอาหารทดลองที่เสริมซาร์ซาโปนิน 0 และ 10 กรัม	69
5.3.2 องค์ประกอบทางเคมีของอาหารทดลองที่เสริมซาร์ซาโปนิน 0 และ 10 กรัม	70
5.3.3 อัตราการเจริญเติบโตของโคทดลองที่ได้รับอาหารทดลองที่เสริมซาร์ซาโปนิน 0และ 10 กรัม	70
บทที่ 6 สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ	72
6.1 สรุปผลการทดลอง	72
6.1.1 ผลการเสริมซาร์ซาโปนินต่อกระบวนการหมัก และการย่อยได้ในกระเพาะหมักของโคนม	72
6.1.2 ผลการเสริมซาร์ซาโปนินต่ออัตราการเจริญเติบโตของโคนมรุ่นเพศเมีย	74
6.2 ข้อเสนอแนะ	75
เอกสารอ้างอิง	76
ภาคผนวก	82
ภาคผนวก ก ภาพแสดงการทดลองและการวิจัย	83
ภาคผนวก ข การวิเคราะห์ทางห้องปฏิบัติการ	86
ภาคผนวก ค การวิเคราะห์ผลทางสถิติ	93
ประวัติผู้เขียน	116

สารบาญตาราง

ตาราง	หน้า
1 แสดงตัวอย่างซาโปนินที่พบในพืชวงศ์ต่างๆ	4
2 องค์ประกอบทางเคมีของ DK sarsaponin 30®	13
3 ปริมาณก๊าซมีเทนที่เกิดจากการทำเกษตรกรรม	23
4 การเกิดและปล่อยก๊าซชนิดต่างๆจากสัตว์เลี้ยง (กิโลกรัม/ตัว/ปี)	23
5 ช่วงเวลาเก็บตัวอย่างจากลำไส้เล็กเพื่อวัดปริมาณอาหารที่เดินเข้าสู่บริเวณลำไส้เล็กโดยวิธีใช้ สารบ่งชี้	39
6 องค์ประกอบทางเคมีของหญ้าแพงโกล่าสด (โภชนะทั้งหมดคิดเป็น ร้อยละของวัตถุแห้ง)	42
7 องค์ประกอบทางเคมีของอาหารทดลองที่เสริมซาร์ซาโปนิน 5, 10 และ 15 กรัม (โภชนะทั้งหมดคิดเป็นร้อยละของวัตถุแห้ง)	44
8 สัมประสิทธิ์การย่อยได้ของวัตถุแห้งและโภชนะของอาหารทดลองที่เสริมซาร์ซาโปนิน 5, 10 และ 15 กรัม	46
9 โภชนะรวมย่อยได้ (TDN) ค่าพลังงานรวม (GE) พลังงานใช้ประโยชน์ได้ (ME) และพลังงานสุทธิเพื่อการให้นม (NE_L) ของโคทดลองที่ได้รับอาหารทดลองที่เสริมซาร์ซาโปนิน 5, 10 และ 15 กรัม	47
10 ปริมาณวัตถุแห้งที่โคทดลองได้รับและเข้าสู่บริเวณลำไส้เล็ก เมื่อได้รับอาหารทดลองที่เสริมซาร์ซาโปนิน 5, 10 และ 15 กรัม	48
11 ปริมาณอินทรียวัตถุที่โคทดลองได้รับและเข้าสู่บริเวณลำไส้เล็ก เมื่อได้รับอาหารทดลองที่เสริมซาร์ซาโปนิน 5, 10 และ 15 กรัม	49
12 ปริมาณโปรตีนรวมที่โคได้รับและเข้าสู่บริเวณลำไส้เล็ก เมื่อได้รับอาหารทดลองที่เสริมซาร์ซาโปนิน 5, 10 และ 15 กรัม	50
13 ค่าความเป็นกรด- ด่าง (pH) ในกระเพาะหมักของโคทดลองที่ได้รับอาหารทดลองที่เสริมซาร์ซาโปนิน 5, 10 และ 15 กรัม	51
14 ปริมาณแอมโมเนียไนโตรเจน (NH_3- N) ในกระเพาะหมักของโคทดลองที่ได้รับอาหารทดลองที่เสริมซาร์ซาโปนิน 5, 10 และ 15 กรัม	53

สารบาญตาราง (ต่อ)

ตาราง	หน้า
15 กรดไขมันระเหยได้ (volatile fatty acid, VFA) ในกระเพาะหมักของโคทดลองที่ได้รับอาหารทดลองที่เสริมซาร์ซาโปนิน 5, 10 และ 15 กรัม	55
16 องค์ประกอบทางเคมีของพืชอาหารสัตว์ ที่ใช้เลี้ยงโคที่ได้รับอาหารเสริมซาร์ซาโปนิน 0 และ 10 กรัม (โภชนะทั้งหมดคิดเป็น ร้อยละของวัตถุแห้ง)	56
17 องค์ประกอบทางเคมีของอาหารทดลองที่เสริมซาร์ซาโปนิน 0 และ 10 กรัม (โภชนะทั้งหมดคิดเป็น ร้อยละของวัตถุแห้ง)	58
18 อัตราการเจริญเติบโตของโคทดลองที่ได้รับอาหารทดลองที่เสริมซาร์ซาโปนิน 0 และ 10 กรัม	59

สารบาญภาพ

ภาพ		หน้า
1	โครงสร้างหลักของจีนินที่พบในซาโปนินทั้ง 3 ชนิด	5
2	โครงสร้างไตรเทอร์พีนซาโปจีนิน ชนิดหลักๆ	6
3	โครงสร้างไตรเทอร์พีนซาโปจีนิน ชนิดหลักๆ	6
4	โครงสร้างของแดมมาแรน	7
5	โครงสร้างไตรเทอร์พีนอยด์ซาโปนินจากสิ่งมีชีวิตขนาดเล็กในทะเล	7
6	โครงสร้างสเตียรอยด์ ไกลโคไซด์ ทั้ง 2 ชนิด	8
7	โครงสร้างของสเตียรอยด์อัลคาลอยด์ไกลโคไซด์ทั้ง 2 ชนิด	9
8	ชีวสังเคราะห์ของไตรเทอร์พีนและเตียรอยด์	11
9	ซาร์ซาโปนินที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้	12
10	ต้น *Yucca schidigera*	14
11	ลักษณะส่วนต่างๆของ *Yucca schidigera*	15
12	ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณก๊าซมีเทนในกระเพาะหมักกับสัดส่วนของ $(C_2+C_4):C_3$	25
13	ค่าความเป็นกรด – ด่าง (pH) ในกระเพาะหมักของโคทดลองที่ได้รับอาหารทดลองที่เสริม ซาร์ซาโปนิน 5, 10 และ 15 กรัม	51
14	ปริมาณแอมโมเนียไนโตรเจน (NH_3 - N) ในกระเพาะหมักของโคทดลองที่ได้รับอาหารทดลองที่เสริมซาร์ซาโปนิน 5, 10 และ 15 กรัม	53
15	กรดไขมันระเหยได้ (volatile fatty acid, VFA) ในกระเพาะหมักของโคทดลองที่ได้รับอาหารทดลองที่เสริมซาร์ซาโปนิน 5, 10 และ 15 กรัม	55

อักษรย่อและสัญลักษณ์

ADG	=	Average daily gain
ADF	=	Acid detergent fiber
ADFD	=	Acid detergent fiber digestibility
ADL	=	Acid detergent lignin
C_2	=	Acetic acid
C_3	=	Propionic acid
C_4	=	Butyric acid
ccl_3F_2	=	Dichlorodifluoromethane
CF	=	Crude fiber
CH_4	=	Methane
CO_2	=	Carbon dioxide
CP	=	Crude protein
CPD	=	Crude protein digestibility
CRD	=	Completely randomized design
df	=	Degree of freedom
DM	=	Dry matter
DMD	=	Dry matter digestibility
DMI	=	Dry matter intake
EE	=	Ether extract
EED	=	Ether extract digestibility
GE	=	Gross energy
H_2	=	Hydrogen
H_2O	=	Water
LSD	=	Latin square design
MJ/kg DM	=	Megajoule per kilogram dry matter
ME	=	Metabolizable energy
N	=	Nitrogen
NA	=	Not available

NDF	=	Neutral detergent fiber
NDFD	=	Neutral detergent fiber digestibility
NE	=	Net energy
NE_L	=	Net energy for lactation
NFC	=	Non fiber carbohydrate
NFCD	=	Non fiber carbohydrate digestibility
NFE	=	Nitrogen free extract
NH_3–N	=	Ammonia nitrogen
NO	=	Nitric oxide
NO_2	=	Nitrous oxide
NO_3^-	=	Nitrate
N_2O	=	Nitrous oxide
O_3	=	Ozone
OM	=	Organic matter
OMD	=	Organic matter digestibility
ppm	=	Part per million
TDN	=	Total digestible nutrient
VFA	=	Volatile fatty acid