



รายงานการวิจัย

การใช้ประโยชน์จากเปลือกหุ้มเมล็ดถั่วเหลืองเป็นแหล่งพลังงาน  
ในอาหารโคนมและสุกรขุน  
(Utilization of soy hulls as energy source in dairy cows and  
growing pig diet.)

ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยจาก  
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ผลงานวิจัยเป็นความรับผิดชอบของหัวหน้าโครงการวิจัยแต่เพียงผู้เดียว

600255226



ห้องสมุดงานวิจัย สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ



248743

รหัสโครงการ SUT3 - 303 - 52 - 24 - 22



## รายงานการวิจัย

# การใช้ประโยชน์จากเปลือกหุ้มเมล็ดถั่วเหลืองเป็นแหล่งพลังงาน ในอาหารโคนมและสุกรขุน (Utilization of soy hulls as energy source in dairy cows and growing pig diet.)

คณะผู้วิจัย

หัวหน้าโครงการ

รองศาสตราจารย์ ดร. วิศิษฐ์พร สุขสมบัติ

สาขาวิชาเทคโนโลยีการผลิตสัตว์

สำนักวิชาเทคโนโลยีการเกษตร

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ผู้ร่วมวิจัย

นายพิพัฒน์ เหลืองลาวัญย์

ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยจากมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ปีงบประมาณ พ.ศ. 2548-49

ผลงานวิจัยเป็นความรับผิดชอบของหัวหน้าโครงการวิจัยแต่เพียงผู้เดียว

พฤษภาคม 2555

## บทคัดย่อ

248743

การวิจัยครั้งนี้ประกอบด้วย 3 การทดลอง กล่าวคือ การทดลองที่ 1 ทำการศึกษาองค์ประกอบทางเคมีและประเมินพลังงานในเปลือกหุ้มเมล็ดถั่วเหลือง การทดลองที่ 2 ศึกษาการใช้เปลือกหุ้มเมล็ดถั่วเหลืองทดแทนข้าวโพดบดในอาหารโคนมต่อสมรรถนะการผลิตและกรดไขมันในน้ำนม และการทดลองที่ 3 ศึกษาผลของการทดแทนข้าวโพดบดด้วยเปลือกหุ้มเมล็ดถั่วเหลืองต่อสมรรถนะการผลิตและคุณภาพซากและเนื้อสุกรขุน

การทดลองที่ 1 มีวัตถุประสงค์เพื่อองค์ประกอบทางเคมี ประเมินคุณค่าทางพลังงาน และศึกษาการย่อยสลายในกระเพาะหมักของเปลือกหุ้มเมล็ดถั่วเหลือง โดยทำการสุ่มตัวอย่างเปลือกหุ้มเมล็ดถั่วเหลืองและวัตถุดิบอาหารสัตว์ที่เป็นองค์ประกอบในสูตรอาหาร (ข้าวโพดบด มันเส้น กากมันสำปะหลัง กากปาล์ม กากถั่วเหลือง) มาวิเคราะห์แบบประมาณ (Proximate analysis) (AOAC, 1990) ได้แก่ วัตุแห่งโปรตีนหยาบ (Crude protein, CP) ไขมัน (Ether extract) เถ้า (Ash) และเยื่อใยหยาบ สำหรับเยื่อใยที่ไม่ละลายในสารละลายที่เป็นกลาง (Neutral detergent fiber, NDF) เยื่อใยที่ไม่ละลายในสารละลายที่เป็นกรด (Acid detergent fiber, ADF) และ Acid detergent lignin (ADL) วิเคราะห์โดย Detergent analysis (Goering and VanSoest, 1970) ผลการทดลองสรุปได้ว่าเปลือกหุ้มเมล็ดถั่วเหลืองมีองค์ประกอบทางเคมี ดังนี้ 10.25% CP, 1.29% Fat, 4.64% Ash, 64.86% NDF, 46.41% ADF, 62.23% TDN<sub>ix</sub>, 2.25 Mcal ME<sub>p</sub>, 1.39 Mcal NE<sub>Lp</sub> และมีค่าการย่อยสลายได้ 45.5% dgDM และ 56.1% dgCP นับได้ว่าเปลือกหุ้มเมล็ดถั่วเหลืองสามารถนำมาใช้เป็นอาหารสัตว์ได้ดี

การทดลองที่ 2 มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลการใช้เปลือกหุ้มเมล็ดถั่วเหลืองทดแทนข้าวโพดบดในอาหารชั้นสำหรับโคนมต่อผลผลิตโคนม โดยใช้โคนมลูกผสมโฮลสไตน์ฟรีเซียน จำนวน 24 ตัว ให้ผลผลิตน้ำนมเฉลี่ย  $16.3 \pm 1.4$  กิโลกรัม/วัน วันให้นมเฉลี่ย  $84 \pm 15$  วัน อายุเฉลี่ย  $42 \pm 5$  เดือน และน้ำหนักตัวเฉลี่ย  $415 \pm 20$  กิโลกรัม ทำการจัดกลุ่มการทดลองแบบ stratified random balanced group ได้กลุ่มการทดลองละ 8 ตัว กลุ่มการทดลองได้แก่ กลุ่มที่ไม่มีการใช้เปลือกหุ้มเมล็ดถั่วเหลืองแทนข้าวโพดบด (0% SH) กลุ่มที่ใช้เปลือกหุ้มเมล็ดถั่วเหลือง 10% แทนข้าวโพดบด (10% SH) และกลุ่มที่ใช้เปลือกหุ้มเมล็ดถั่วเหลือง 20% แทนข้าวโพดบด (20% SH) ผลการทดลองสรุปได้ว่าไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติของการกินได้วัตุแห่ง การกินได้โปรตีน การกินได้พลังงานสุทธิเพื่อการให้นม ผลผลิตน้ำนม องค์ประกอบน้ำนม และน้ำหนักตัวที่เปลี่ยนแปลง อย่างไรก็ตามไขมันและโปรตีนในน้ำนมมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามปริมาณของเปลือกหุ้มเมล็ดถั่วเหลืองในอาหารชั้นเพิ่มขึ้น ในขณะที่ของแข็งรวมในน้ำนมเพิ่มขึ้นเป็นเส้นตรงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปลือกหุ้มเมล็ดถั่วเหลืองเพิ่มขึ้น ความเข้มข้นของแอมโมเนียในโตรเจน กรดไขมัน

ระเหยได้ และความเป็นกรดต่างในกระเพาะหมักไม่มีผลกระทบจากการใช้เปลือกหุ้มเมล็ดถั่วเหลือง องค์ประกอบของกรดไขมันในน้ำมันไม่แตกต่างกันในทุกกลุ่มการทดลอง ยกเว้น C18:2 และ C18:3 ที่เพิ่มขึ้นเป็นเส้นตรงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อใช้เปลือกหุ้มเมล็ดถั่วเหลืองเพิ่มขึ้น การศึกษาครั้งนี้ชี้ให้เห็นว่าสามารถใช้เปลือกหุ้มเมล็ดถั่วเหลืองทดแทนข้าวโพดบดที่มีราคาสูงในอาหารชั้น สำหรับระดับ การใช้เปลือกหุ้มเมล็ดถั่วเหลืองทดแทนข้าวโพดบดได้ 100% แต่ควรมีเปลือกหุ้มเมล็ดถั่วเหลืองในอาหาร ชั้นไม่เกินกว่า 10% เพราะให้ผลตอบแทนทางการเงินสูงที่สุด

วัตถุประสงค์ของการทดลองที่ 3 เพื่อศึกษาผลของการทดแทนข้าวโพดบดด้วยเปลือกหุ้มเมล็ดถั่วเหลืองต่อสมรรถนะการผลิตและคุณภาพซากและเนื้อสุกรขุน โดยใช้สุกรลูกผสม [Duroc x (Landrace x Large White) (48 gilts and 48 barrows)] น้ำหนักตัวเฉลี่ย 60 กิโลกรัม จำนวน 96 ตัว สุกรถูกเลี้ยงด้วย น้ำหนักตัวและเพศ (6 pigs/pen; 0.75 or 0.85 m<sup>2</sup>/pig) กลุ่มการทดลองอาหาร 1 จาก 4 สูตร ให้กับแต่ละ คอกภายในบดล็อก อาหารทดลองทั้ง 4 สูตร ถูกประกอบโดยกำหนดให้มีความแตกต่างของระดับของเปลือก หุ้มเมล็ดถั่วเหลือง และให้สุกรได้รับเป็นระยะเวลา 8 สัปดาห์ กลุ่มการทดลองมีดังนี้ 1) 0% SH; 2) 3% SH; 3) 6% SH; and 4) 9% SH อาหารทุกสูตรจะมีพลังงานและโปรตีนเท่ากันและมีโภชนะตามความต้องการ ของสุกรที่แนะนำโดย NRC (1998) ทำการวิเคราะห์โปรตีนหยาบ เยื่อใยหยาบ และไขมันในอาหาร (AOAC, 1998) ทำการสุ้มกล้ามเนื้อส่วน semimembranosus และ longissimus ด้านซ้ายของซากจากสุกร 3 ตัว/คอก เมื่อทำการฆ่าชำแหละ (NPPC, 1999) เพื่อการวัดมาตรฐานซาก ในขณะที่กล้ามเนื้อทั้งสองจากซากด้านขวา จะถูกแช่แข็งในไนโตรเจนเหลว และเก็บที่อุณหภูมิ -80°C จนกว่าจะทำการวิเคราะห์คุณภาพซากและ องค์ประกอบทางเคมี ผลการทดลองพบว่า ADFI และ ADG เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติโดยมี ความสัมพันธ์แบบ linear and และ quadratic เมื่อระดับการทดแทนของเปลือกหุ้มเมล็ดถั่วเหลืองเพิ่มขึ้น ในขณะที่ gain: feed และน้ำหนักตัวเมื่อสิ้นสุดการทดลองไม่มีผลกระทบจากระดับของเปลือกหุ้มเมล็ดถั่ว เหลือง การเสริมเปลือกหุ้มเมล็ดถั่วเหลืองไม่มีผลต่อความหนาไขมันสันหลังที่ตำแหน่งซี่โครงซี่ที่ 10 และ last lumbar, LEA และเปอร์เซ็นต์เนื้อแดง ในขณะที่ความหนาไขมันสันหลังที่ตำแหน่งซี่โครงซี่ที่ 1 เพิ่มขึ้น แต่ที่ตำแหน่งซี่โครงซี่สุดท้ายลดลง ความแน่นของเนื้อจากกล้ามเนื้อทั้งสองลดลงเป็นเส้นตรง แต่ไขมัน แทรกเพิ่มขึ้นเป็นเส้นตรงเมื่อสุกรได้รับเปลือกหุ้มเมล็ดถั่วเหลือง อาหารที่มีเปลือกหุ้มเมล็ดถั่วเหลืองเป็น ส่วนประกอบไม่มีผลต่อความชื้นและโปรตีนในกล้ามเนื้อส่วน semimembranosus และ longissimus อย่างไรก็ตาม องค์ประกอบไขมันในกล้ามเนื้อทั้งสองเพิ่มขึ้นเมื่อใช้เปลือกหุ้มเมล็ดถั่วเหลืองทดแทน ข้าวโพดบด การใช้เปลือกหุ้มเมล็ดถั่วเหลืองชี้ให้เห็นชัดเจนว่าคุณภาพซากของสุกรในการศึกษาครั้งนี้ดีขึ้น ควรคำนึงว่าเยื่อใยในเปลือกหุ้มเมล็ดถั่วเหลืองทำให้คุณภาพซากของสุกรดีขึ้น โดยไม่มีผลเสียต่ออัตราการ เจริญเติบโตและประสิทธิภาพการใช้อาหารของสุกรขุน

## Abstract

**248743**

The present research consisted of 3 experiments including the 1<sup>st</sup> experiment studied chemical composition and energy values of soybean hulls; the 2<sup>nd</sup> experiment studied the effects of feeding soybean hulls as a replacement for ground corn in concentrate on performance of lactating dairy cows and the 3<sup>rd</sup> experiment determined the effects of replacing ground corn with soybean hulls on performance and carcass quality in meat of finishing pigs.

The 1<sup>st</sup> experiment aimed to determine chemical composition and to evaluate energy values and degradability of soybean hulls. Samples of soybean hulls and other feed ingredients were randomly collected from various commercial companies. They were then ground and subjected to proximate (AOAC, 1990) and detergent (Goering and VanSoest, 1970) analyses. Representative samples were subjected to degradability study using nylon bag technique (Ørskov and McDonald, 1980). The results revealed that soy bean hulls contained 10.25% CP, 1.29% Fat, 4.64% Ash, 64.86% NDF, 46.41% ADF, 62.23% TDN<sub>IX</sub>, 2.25 Mcal ME<sub>p</sub>, 1.39 Mcal NE<sub>LP</sub>, 45.5% dgDM and 56.1% dgCP. Thus soy bean hulls have potential to be used as animal feedstuffs.

The aim of 2<sup>nd</sup> experiment was to determine the effects of feeding soybean hulls as a replacement for ground corn in concentrate on performance of lactating dairy cows. Twenty four Holstein Friesian crossbred lactating dairy cows, averaging  $16.3 \pm 1.4$  kg/d of milk,  $84 \pm 15$  days in milk,  $42 \pm 5$  mo old and  $415 \pm 20$  kg body weight were stratified randomly assigned into three treatments of 8 cows each. The treatments were control (0% soybean hull; SH), 10% SH and 20% SH as a replacement for ground corn in the concentrates. Performance parameters showed that DM intake, CP intake, NE<sub>LP</sub> intake, milk yield, milk composition and body weight change were similar in all treatments. However, milk fat and milk protein contents tended to linearly increase with increasing soybean hull in the concentrates while total solid content was significantly linearly increased by addition of soybean hull. Concentrations of ruminal ammonia nitrogen, volatile fatty acids and pH were unaffected by the treatments. Milk fatty acid contents were also similar in all treatments except for C18:2 and C18:3 that were significantly linearly increased by addition of soybean hull. The present study suggested that soybean hull can effectively replace high cost ground corn in the concentrates. Level of soybean hull addition in the concentrate should not exceed 10% and soybean hull can replace ground corn up to 100% in the concentrate.

The objective of the third experiment was to determine the effects of replacing ground corn with soybean hulls on performance and carcass quality in meat of finishing pigs. Ninety six crossbred finishing pigs [Duroc x (Landrace x Large White) (48 gilts and 48 barrows)] averaging 60 kg live weight were used. They were then blocked by weight and sex (6 pigs/pen; 0.75 or 0.85 m<sup>2</sup>/pig). One of the four dietary treatments was randomly assigned to each pen within a block. Four finishing dietary treatments were formulated utilizing differing levels of soybean hulls (SH) and fed for eight weeks. Treatments were as follows: 1) 0% SH; 2) 3% SH; 3) 6% SH; and 4) 9% SH. All experimental diets were isonitrogenous and isocaloric and formulated to meet the NRC (1998) requirements. Experimental diets were fed to finishing pigs for 56 d. Chemical analyses of the diets were made for crude protein, crude fiber and ether extract (AOAC, 1998). Both semimembranosus and longissimus muscles from 3 pigs per pen were collected at exsanguinations from the left side of the carcass (NPPC, 1999) for standard carcass measurements, whereas those from the right side of the carcass were collected, frozen in liquid nitrogen, and stored at -80°C until assayed for carcass quality and chemical composition. The results showed that ADFI and ADG were linearly and quadratically significantly increased with increasing soybean hull substitution while gain: feed and final weight were unaffected by diets containing soyhulls. Soybean hull supplementation did not affect backfat thickness at 10<sup>th</sup> rib and last lumbar positions, loin eye area (longissimus muscle area) and lean meat percentage, while backfat thickness at 1<sup>st</sup> rib and last rib were linearly and quadratically significantly increased and decreased, respectively. Subjective measures of both semimembranosus and longissimus muscle quality (firmness, marbling, and color) revealed that firmness and marbling were linearly reduced and increased by diets containing soyhulls, respectively. Diets containing soy hulls did not affect moisture and protein contents of both semimembranosus and longissimus muscles, however, fat contents of these two muscles were increased by substitution of soy hulls for ground corn. Soyhulls clearly improved carcass quality of the animals in this study. It is worth to note that fiber in soyhull has improved carcass quality without any adverse effect on growth rate and feed conversion ratio of the animals.

## สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ (ไทย).....	ก
บทคัดย่อ ..(อังกฤษ).....	ค
สารบัญ .....	จ
สารบัญตาราง .....	ช
สารบัญภาพ.....	ญ
บทที่ 1 บทนำ .....	1
1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหาในการทำวิจัย.....	1
บทที่ 2 เอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง .....	2
2.1 เปลือกหุ้มเมล็ดถั่วเหลือง.....	2
2.2 องค์ประกอบทางเคมีของเปลือกหุ้มเมล็ดถั่วเหลือง.....	3
2.3 การใช้เปลือกหุ้มเมล็ดถั่วเหลืองเป็นอาหารโคนม.....	4
2.4 การประเมินคุณค่าทางพลังงานตาม NRC (2001).....	10
2.5 ความต้องการโปรตีนในโคนม.....	19
บทที่ 3 การศึกษาองค์ประกอบทางเคมี การประเมินคุณค่าทางพลังงานและการศึกษาการย่อย สลายในกระเพาะหมักของเปลือกหุ้มเมล็ดถั่วเหลือง.....	23
4.1 บทนำ.....	23
4.2 วัตถุประสงค์.....	23
4.3 วิธีดำเนินการทดลอง.....	23
4.4 ผลการทดลองและวิจารณ์ผลการทดลอง.....	26
4.5 สรุปผลการทดลอง.....	29
บทที่ 4 การศึกษาผลการใช้เปลือกหุ้มเมล็ดถั่วเหลืองเป็นแหล่งวัตถุดิบพลังงานทดแทน ข้าวโพดบดในอาหารชั้นต่อการให้ผลผลิตโคนม.....	35
4.1 บทนำ.....	35
4.2 วัตถุประสงค์.....	35
4.3 วิธีดำเนินการทดลอง.....	35
4.4 ผลการทดลองและวิจารณ์ผลการทดลอง.....	39

## สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 5 การศึกษาผลการใช้เปลือกหุ้มเมล็ดถั่วเหลืองเป็นแหล่งวัตถุดิบพลังงานทดแทน ข้าวโพดในอาหารชั้นต่อการเปลี่ยนแปลงของนิเวศวิทยาในกระเพาะหมัก.....	64
5.1 บทนำ.....	64
5.2 วัตถุประสงค์.....	64
5.3 วิธีดำเนินการทดลอง.....	64
5.4 ผลการทดลองและวิจารณ์ผลการทดลอง.....	65
5.5 สรุปผลการทดลอง.....	71
บทที่ 6 การศึกษาผลของการทดแทนข้าวโพดบดด้วยเปลือกหุ้มเมล็ดถั่วเหลืองต่อสมรรถภาพ การผลิต และคุณภาพซากของสุกรขุน.....	73
6.1 บทนำ.....	73
6.2 วัตถุประสงค์.....	73
6.3 วิธีดำเนินการทดลอง.....	74
6.4 ผลการทดลองและวิจารณ์ผลการทดลอง.....	76
6.5 สรุปผลการทดลอง.....	81
เอกสารอ้างอิง.....	82
ประวัติผู้วิจัย.....	90

## สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
2.1	แสดงองค์ประกอบทางเคมีของเปลือกหุ้มเมล็ดถั่วเหลือง.....	4
2.2	เปรียบเทียบโภชนาระหว่างเปลือกหุ้มเมล็ดถั่วเหลืองและข้าวโพด.....	4
2.3	การใช้เปลือกหุ้มเมล็ดถั่วเหลืองทดแทนข้าวโพดในอาหารโคนม ต่อการกินได้ ผลผลิตน้ำนม และองค์ประกอบน้ำนม.....	8
2.4	การใช้เปลือกเมล็ดถั่วเหลืองแทนข้าวโพดในอาหารโคนม ต่อนิวเคลียสในกระเพาะ หมัก.....	9
2.5	กระบวนการปรับปัจจัย (Processing adjustment factors, PAF) สำหรับ NFC (NRC, 2001).....	11
2.6	ประสิทธิภาพการย่อยได้ของโปรตีนหยาบเพื่อใช้ในการประมาณค่า TDN <sub>ix</sub> สำหรับ ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากสัตว์ (NRC, 2001).....	14
2.7	ประสิทธิภาพการย่อยได้เพื่อการดำรงชีพ (Assumed 8% increase in digestibility compared with 3X maintenance) สำหรับอาหารสัตว์จำพวกไข่ม้วน (NRC, 2001).....	14
3.1	องค์ประกอบทางเคมีของเปลือกหุ้มเมล็ดถั่วเหลืองและวัตถุดิบอาหารสัตว์.....	30
3.2	คุณค่าทางพลังงานของเปลือกหุ้มเมล็ดถั่วเหลืองและวัตถุดิบอาหารสัตว์.....	31
3.3	แสดงการย่อยสลายวัตถุแห้งของเปลือกหุ้มเมล็ดถั่วเหลืองและวัตถุดิบอาหารสัตว์ใน กระเพาะหมัก.....	32
3.4	แสดงการย่อยสลายโปรตีนของเปลือกหุ้มเมล็ดถั่วเหลืองและวัตถุดิบอาหารสัตว์ใน กระเพาะหมัก.....	33
3.5	แสดงเปอร์เซ็นต์การย่อยสลายวัตถุแห้งและการย่อยสลายโปรตีนของวัตถุดิบอาหาร สัตว์.....	34
4.1	แสดงคุณสมบัติของกลุ่มโครีคนมที่ใช้ในการทดลอง.....	36
4.2	แสดงชนิด และปริมาณของวัตถุดิบที่ใช้ในการทดลอง.....	37
4.3	แสดงองค์ประกอบทางเคมีของสูตรอาหารและอาหารหยาบ.....	42
4.4	แสดงการจำแนกพลังงานโดยการคำนวณสมการของ NRC (2001) ที่โคได้รับจากสูตร อาหารและอาหารหยาบ.....	43
4.5	แสดงปริมาณการกินได้ของโคนมที่ได้อาหารสูตรทดลอง.....	46

## สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
4.6	แสดงปริมาณน้ำนมและองค์ประกอบของน้ำนม.....	50
4.7	แสดงองค์ประกอบของน้ำนม.....	51
4.8	แสดงน้ำหนักตัวและน้ำหนักตัวที่เปลี่ยนแปลง.....	51
4.9	แสดงองค์ประกอบของกรดไขมันในสูตรอาหาร.....	52
4.10	ผลการทดแทนข้าวโพดด้วยเปลือกหุ้มเมล็ดถั่วเหลืองต่อองค์ประกอบของกรดไขมัน ในน้ำนม.....	53
4.11	แสดงการได้รับโปรตีนย่อยสลายในกระเพาะหมัก (RDP) โปรตีนไม่ย่อยสลายใน กระเพาะหมัก (RUP).....	56
4.12	แสดงปริมาณของโปรตีนที่ได้รับจากอาหารและโคนมต้องการ.....	57
4.13	แสดงพลังงานที่โคนมต้องการเพื่อกิจกรรมต่างๆ และที่โคนมได้รับจากอาหาร.....	58
4.14	แสดงการย่อยสลายได้วัตถุแห้งและอัตราการย่อยสลายได้วัตถุแห้งของอาหารหยาบ และอาหารผสม 3 สูตร.....	60
4.15	แสดงการย่อยสลายได้โปรตีนและอัตราการย่อยสลายได้โปรตีนของอาหารหยาบและ อาหารผสม 3 สูตร.....	61
4.16	แสดงเปอร์เซ็นต์การย่อยสลายวัตถุแห้งและการย่อยสลายโปรตีนของอาหารหยาบและ อาหารผสม 3 สูตร.....	62
4.17	ผลตอบแทนทางการเงินเมื่อใช้เปลือกหุ้มเมล็ดถั่วเหลืองที่ระดับต่างๆ	63
5.1	แสดงผลการทดแทนข้าวโพดด้วยเปลือกหุ้มเมล็ดถั่วเหลืองต่อการเปลี่ยนแปลงระดับ ความเป็นกรด-ด่าง (pH) และแอมโมเนียไนโตรเจน (NH <sub>3</sub> -N) ภายในกระเพาะหมักที่ เวลาต่าง ๆ หลังการให้อาหาร.....	67
5.2	แสดงผลการทดแทนข้าวโพดด้วยเปลือกหุ้มเมล็ดถั่วเหลืองต่อความเข้มข้นของกรด ไขมันระเหยได้ (volatile fatty acid; VFA <sub>s</sub> ) ของของเหลวในกระเพาะหมักที่เวลาต่าง ๆ หลังการให้อาหาร.....	70
5.3	ผลการทดแทนข้าวโพดด้วยเปลือกหุ้มเมล็ดถั่วเหลืองต่อการกินได้วัตถุแห้ง	71
6.1	Ingredients, analyzed and calculated nutrient composition of basal diets.....	77
6.2	Effects of dietary treatment on growth and carcass composition.....	78

6.3	Effects of dietary treatment on meat quality.....	79
6.4	Effects of dietary treatment on chemical composition of meat.....	79
6.5	ผลตอบแทนทางการเงินของสุกรที่ได้รับอาหารที่เปลือกหุ้มเมล็ดถั่วเหลืองเป็น องค์ประกอบที่แตกต่างกัน.....	81

## สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
2.1	กระบวนการแปรรูปผลิตภัณฑ์จากถั่วเหลือง และผลิตภัณฑ์.....	3