

การใช้ประโยชน์ของกากนมถั่วเหลืองในอาหารสุกรระยะรุ่น-ขุน

UTILIZATION OF SOYBEAN MILK RESIDUE
IN GROWING-FINISHING PIG DIETS

ภัทราวภา ประดับเวทย์
PATTARAPA PRADUBWATE

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของกรรที่ศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาสัตวศาสตร์

คณะเทคโนโลยีการเกษตร

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ. 2552

KMITL-2009-AG-M-081-024

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

การใช้ประโยชน์ของกากนมถั่วเหลืองในอาหารสุกรระยะรุ่น-ขุน

UTILIZATION OF SOYBEAN MILK RESIDUE
IN GROWING-FINISHING PIG DIETS



ภัทรภา ประดับเวทย์

PATTARAPA PRADUBWATE

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาสัตวศาสตร์

คณะเทคโนโลยีการเกษตร

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ. 2552

KMITL-2009-AG-M-031-024

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน..... 105149
วันเดือนปี..... 16 พ.ย. 2552

.b.....
.i.....

**UTILIZATION OF SOYBEAN MILK RESIDUE
IN GROWING-FINISHING PIG DIETS**

PATTARAPA PRADUBWATE

**A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT
OF THE REQUIREMENT FOR THE DEGREE OF
MASTER OF SCIENCE IN ANIMAL SCIENCE
FACULTY OF AGRICULTURAL TECHNOLOGY
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG**

2009

KMITL-2009-AG-M-031-024

COPYRIGHT 2009

FACULTY OF AGRICULTURAL TECHNOLOGY

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

| | |
|---------------------------------|---|
| หัวข้อวิทยานิพนธ์ | การใช้ประโยชน์ของกากนมถั่วเหลืองในอาหารสุกรระยะ รุ่น-ขุน |
| นักศึกษา | นางสาวภัทราภา ประดับเวทย์ |
| รหัสประจำตัว | 49065404 |
| ปริญญา | วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต |
| สาขาวิชา | สัตวศาสตร์ |
| พ.ศ. | 2552 |
| อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ | รศ.ดร. รณชัย สิริทธิไกรพงษ์ |
| อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม | รศ.ดร. จุฑารัตน์ เศรษฐกุล |

บทคัดย่อ

การศึกษาการใช้ประโยชน์ของกากนมถั่วเหลืองในอาหารสุกรระยะรุ่น-ขุน โดยใช้สุกร
ลูกผสมทางการค้าเพศผู้ตอนจำนวน 40 ตัว แบ่งสุกรออกเป็น 5 กลุ่มตามน้ำหนักเริ่มต้นของสุกร
ทดลอง โดยใช้แผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อกสมบูรณ์ (Randomize Complete Block Design :
RCBD) แต่ละกลุ่มประกอบด้วยสุกรจำนวน 8 ตัว และได้รับระดับกากนมถั่วเหลืองที่ใช้ในสูตร
อาหารต่างกัน คือ 0, 10, 15, 20 และ 25 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ โดยอาหารที่ให้แบ่งออกเป็น 2 ระยะ
คือ ระยะสุกรรุ่น (30-60 กิโลกรัม) และระยะสุกรขุน (60-110 กิโลกรัม) ทำการฆ่าและชำแหละเพื่อ
ศึกษาคุณภาพซากและคุณภาพเนื้อของสุกรทดลอง เมื่อสิ้นสุดการทดลองผลปรากฏว่าในระยะรุ่น
สุกรกลุ่มที่ได้รับอาหารผสมกากนมถั่วเหลือง 25 เปอร์เซ็นต์ มีระยะเวลาที่ใช้ในการเลี้ยงนานกว่า
($P < 0.05$) และมีอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่ำกว่า ($P < 0.05$) สุกรที่ได้รับอาหารผสมกากนมถั่ว
เหลือง 0, 10 และ 20 เปอร์เซ็นต์ แต่มีความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติกับสุกรที่ได้รับ
อาหารผสมกากนมถั่วเหลือง 15 เปอร์เซ็นต์ และสุกรที่ได้รับอาหารผสมกากนมถั่วเหลือง 25
เปอร์เซ็นต์ มีอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักน้อยกว่าสุกรกลุ่มควบคุม ($P < 0.05$) ในขณะที่ระยะ
ขุนและตลอดการทดลองสุกรที่ได้รับอาหารทุกกลุ่มมีสมรรถภาพการผลิตแตกต่างกันอย่างไม่มี
นัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$) สุกรที่ได้รับอาหารผสมกากนมถั่วเหลืองทุกกลุ่ม จะมีต้นทุนค่าอาหาร
ในการเพิ่มน้ำหนักตัวสูงกว่าสุกรที่ได้รับอาหาร ไม่มีกากนมถั่วเหลืองผสม 2-2.30 บาทต่อกิโลกรัม
สุกรที่เลี้ยงด้วยอาหารผสมกากนมถั่วเหลือง 15-25 เปอร์เซ็นต์ จะใช้เวลาเลี้ยงถึงน้ำหนักส่งตลาด
นานกว่าสุกรที่ได้รับอาหารควบคุมและสุกรที่ได้รับอาหารผสมกากนมถั่วเหลือง 10 เปอร์เซ็นต์ 2-6
วัน ส่วนลักษณะคุณภาพซากและคุณภาพเนื้อของสุกรทดลอง พบว่าสุกรที่ได้รับอาหารทดลองทุก
กลุ่มมีลักษณะทางคุณภาพซากและคุณภาพเนื้อที่ศึกษาทุกลักษณะแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญ
ทางสถิติ ($P > 0.05$)

| | |
|--------------------------|--|
| Thesis Title | Utilization of Soybean Milk Residue in Growing-Finishing Pig Diets |
| Student | Miss. Pattarapa Pradubwate |
| Student ID. | 49065404 |
| Degree | Master of Science |
| Programme | Animal Science |
| Year | 2009 |
| Thesis Advisor | Assoc. Prof. Dr. Ronachai Sitthigripong |
| Thesis Co-Advisor | Assoc. Prof. Dr. Jutarat Sethakul |

ABSTRACT

This study was conducted to evaluate the utilization of soybean milk residue in growing and finishing pig diets. Forty commercial crossbred barrow pigs were divided into 5 groups by randomized complete block design with 8 animals each. Each group was randomly fed one of the experimental diets which containing 0, 10, 15, 20 and 25 percent of soybean milk residue. Diets divide into 2 periods by weight of pigs were growing (body weight 30-60 kilograms) and finishing period (body weight 60-110 kilograms) and then slaughtering all of them to study carcass and meat quality. During the growing period, the pigs fed on 25 percent of soybean milk residue diet had longest feeding time and lowest average daily gain ($P < 0.05$) than those fed 0, 10 and 20 percent of soybean milk residue diets, but was not significantly different from pigs fed 15 percent of soybean milk residue in diet. Pigs fed 25 percent soybean milk residue in the diet had lower ($P < 0.05$) of feed conversion ratio than those fed control diet. For finishing and the whole of feeding periods, there were not significant effect on production performance of pigs fed all of the experimental diets ($P > 0.05$). However, the feed cost per kilogram weight gain of pigs fed all groups of soybean milk residue diets were slightly expensive than those fed the control diet (2.0-2.50 baht/kilogram). Pigs fed soybean milk residue diets (15-25 percent) had longer feeding period (2-6 days) than those fed 0 and 10 percent soybean milk residue diets. The results on carcass and meat quality showed that there were not significant differences in carcass and meat quality of pigs fed all of the experimental diets.

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยความกรุณาจากอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ รศ. ดร. รณชัย สิริทวิไกรพงษ์ และอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม รศ. ดร. จุฑารัตน์ เศรษฐกุล ที่ให้ความช่วยเหลือ คำชี้แนะ ช่วยแก้ปัญหา ตลอดจนให้ความรู้และประสบการณ์ที่ดีแก่ข้าพเจ้า ทำให้วิทยานิพนธ์สำเร็จลุล่วงลงได้ ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ขอขอบพระคุณ รศ. ดร. ชัยภูมิ บัญชาศักดิ์ รศ. เศรษฐสิทธิ์ แสงโสภณจิตร ผศ. ดร. ปวีณา ทวีกิจการ รศ. ดร. กานต์ สุขสุแพทย์ ดร. คมแข พิลาสมบัติ ดร. กนกรัตน์ ศรีกิจเกษมวัฒน์ ที่ให้ความอนุเคราะห์ร่วมพิจารณา และให้คำแนะนำในการเขียนวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ตลอดจนคณาจารย์ และเจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการ โภชนศาสตร์สัตว์ และห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี เนื้อสัตว์ ภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตสัตว์ คณะเทคโนโลยีการเกษตร ที่ได้ให้ความช่วยเหลือในการเตรียมอุปกรณ์ เครื่องมือ รวมทั้งคำแนะนำต่างๆ ขอขอบพระคุณบริษัท เฟรชมิท โพรเซสซิง จำกัด และพี่ๆ พนักงานที่ให้ความอนุเคราะห์ในการตัดแต่งซากสุกร

ขอขอบคุณกำลังใจ และความช่วยเหลือในการเก็บและวิเคราะห์ข้อมูล ตลอดการศึกษา จากรุ่นพี่ เพื่อนๆ และน้องๆ นักศึกษาปริญญาโท และนักศึกษาปริญญาตรีทุกคน

สุดท้ายนี้ขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อ คุณแม่ พี่สาว น้องชาย และน้องสาว ที่ให้การสนับสนุน และให้กำลังใจในการศึกษาและการทำวิทยานิพนธ์ตลอดมา คุณค่าและประโยชน์ของวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ขอบแต่ผู้มีพระคุณทุกท่าน ตลอดจนผู้ที่สามารถนำไปใช้ให้เกิดประโยชน์ได้

ภัทรภา ประดับเวทย์

สารบัญ

| | หน้า |
|--|------|
| บทคัดย่อภาษาไทย..... | I |
| บทคัดย่อภาษาอังกฤษ..... | II |
| กิตติกรรมประกาศ..... | III |
| สารบัญ..... | IV |
| สารบัญตาราง..... | VIII |
| สารบัญภาพ..... | XII |
| บทที่ 1 บทนำ..... | 1 |
| 1.1 ความสำคัญและที่มา..... | 1 |
| 1.2 ความมุ่งหมายและวัตถุประสงค์..... | 2 |
| 1.3 สถานที่ดำเนินงาน..... | 2 |
| 1.4 ขั้นตอนการศึกษา..... | 3 |
| 1.5 ระยะเวลาการศึกษา..... | 3 |
| 1.6 ผลที่คาดว่าจะได้รับ..... | 3 |
| บทที่ 2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง..... | 4 |
| 2.1 ถั่วเหลือง..... | 4 |
| 2.1.1 ลักษณะทางกายภาพของถั่วเหลือง..... | 4 |
| 2.1.2 การปลูกถั่วเหลืองในประเทศไทย..... | 5 |
| 2.1.3 การนำไปใช้ประโยชน์..... | 5 |
| 2.1.4 คุณค่าทางโภชนาการของถั่วเหลือง..... | 6 |
| 2.2 กากนมถั่วเหลือง..... | 8 |
| 2.2.1 การผลิตน้ำนมถั่วเหลือง..... | 8 |
| 2.2.2 กากนมถั่วเหลือง..... | 12 |
| 2.2.3 คุณค่าทางโภชนาการของกากนมถั่วเหลือง..... | 13 |
| 2.3 ผลของระดับเชื้อใยในอาหารสุกร..... | 14 |
| 2.3.1 เชื้อใย..... | 14 |
| 2.3.2 ความนำกิน และการเคลื่อนตัวของอาหาร..... | 15 |

สารบัญ (ต่อ)

| | หน้า |
|---|-----------|
| 2.3.2 สมดุลของจุลินทรีย์ในลำไส้..... | 15 |
| 2.3.4 ประสิทธิภาพการย่อยได้ของอาหาร..... | 16 |
| 2.4 การใช้กากเต้าหู้หรือกากนมถั่วเหลืองเป็นอาหารสัตว์..... | 16 |
| บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย..... | 19 |
| 3.1 การศึกษาที่ 1 ศึกษาผลการใช้กากนมถั่วเหลืองในสูตรอาหาร ต่อสมรรถภาพการผลิตของสุกรระยะรุ่น-ขุน..... | 19 |
| 3.1.1 สัตว์ทดลอง..... | 19 |
| 3.1.2 อาหารทดลอง..... | 19 |
| 3.1.3 อุปกรณ์ในการเลี้ยง..... | 21 |
| 3.1.4 สารเคมี และอุปกรณ์ในการวิเคราะห์ส่วนประกอบทางเคมีในอาหาร โดยประมาณ..... | 22 |
| 3.1.5 วิธีการทดลอง..... | 22 |
| 3.1.6 การเก็บตัวอย่าง..... | 22 |
| 3.1.7 การบันทึกข้อมูล..... | 22 |
| 3.1.8 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ..... | 23 |
| 3.2 การศึกษาที่ 2 ศึกษาคุณภาพซาก และคุณภาพเนื้อสุกรที่ได้รับอาหาร ผสมกากนมถั่วเหลือง..... | 23 |
| 3.2.1 อุปกรณ์ในการศึกษาลักษณะซาก..... | 23 |
| 3.2.2. สารเคมี และอุปกรณ์ในการศึกษาคุณภาพเนื้อ และวิเคราะห์ ส่วนประกอบทางเคมีในเนื้อโดยประมาณ..... | 23 |
| 3.2.3 การเก็บตัวอย่าง..... | 24 |
| 3.2.4 การบันทึกข้อมูล..... | 24 |
| 3.2.5 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ..... | 25 |
| บทที่ 4 ผลการทดลอง..... | 26 |
| 4.1 ศึกษาสมรรถภาพการผลิตของสุกรระยะรุ่น-ขุน..... | 26 |

สารบัญ (ต่อ)

| | หน้า |
|--|------|
| 4.1.1 น้ำหนักเริ่มต้น น้ำหนักสิ้นสุด และน้ำหนักที่เพิ่มขึ้น | 26 |
| 4.1.2 ระยะเวลาที่ใช้เลี้ยง | 26 |
| 4.1.3 อัตราการเจริญเติบโต | 26 |
| 4.1.4 ปริมาณอาหารที่กินทั้งหมด | 28 |
| 4.1.5 ปริมาณเชื้อไขที่ได้รับ | 28 |
| 4.1.6 อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนัก | 28 |
| 4.1.7 ต้นทุนค่าอาหารต่อการเพิ่มน้ำหนักตัว 1 กิโลกรัม | 29 |
| 4.1.8 ความหนาไขมันสันหลัง (P2) | 29 |
| 4.2 การศึกษาคุณภาพซากสุกรขุนที่ได้รับอาหารทดลอง | 30 |
| 4.2.1 ลักษณะซากทั่วไป | 30 |
| 4.2.2 เปอร์เซ็นต์ชิ้นส่วนย่อยที่ได้จากการตัดแต่ง | 31 |
| 4.2.3 เปอร์เซ็นต์เนื้อแดง เปอร์เซ็นต์ไขมัน เปอร์เซ็นต์สามชั้น เปอร์เซ็นต์กระดูก และเปอร์เซ็นต์ไขมันรวมซี่โครงของสุกรขุน | 32 |
| 4.3 ศึกษาคุณภาพเนื้อ | 33 |
| 4.3.1 อุณหภูมิ ค่าความเป็นกรดด่าง (pH) และสีของกล้ามเนื้อสันนอกของสุกร | 33 |
| 4.3.2 องค์ประกอบทางเคมีของกล้ามเนื้อสันนอกของสุกร | 33 |
| บทที่ 5 วิจัยผลการศึกษาทดลอง | 35 |
| 5.1 การใช้กากนมถั่วเหลืองในสูตรอาหาร ต่อสมรรถภาพการผลิตของสุกร ระยะรุ่น-ขุน | 35 |
| 5.2 คุณภาพซากและคุณภาพเนื้อของสุกรขุนที่ได้รับอาหารผสมกากนมถั่วเหลือง | 38 |
| บทที่ 6 สรุปและข้อเสนอแนะ | 40 |
| 6.1 สรุปผลการศึกษา | 40 |
| 6.2 ข้อเสนอแนะ | 40 |
| บรรณานุกรม | 41 |

สารบัญ (ต่อ)

| | หน้า |
|----------------------|------|
| ภาคผนวก ก..... | 46 |
| ภาคผนวก ข..... | 68 |
| ประวัติผู้เขียน..... | 73 |

สารบัญตาราง

| ตารางที่ | หน้า |
|---|------|
| 2.1 เนื้อที่เพาะปลูก และผลผลิตของถั่วเหลืองเป็นรายภาค ปี 2548-2550..... | 5 |
| 2.2 คุณค่าทางอาหารของถั่วเหลือง..... | 7 |
| 2.3 องค์ประกอบทางเคมีของกากถั่วเหลือง และกากนมถั่วเหลือง (เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักแห้ง)..... | 13 |
| 3.1 แสดงส่วนประกอบของสูตรอาหารที่ใช้เลี้ยงสุกรทดลองระยะรุ่น..... | 20 |
| 3.2 แสดงส่วนประกอบของสูตรอาหารที่ใช้เลี้ยงสุกรทดลองระยะขุน..... | 21 |
| 4.1 น้ำหนักเริ่มต้น น้ำหนักสิ้นสุด น้ำหนักที่เพิ่มขึ้น ระยะเวลาที่ใช้เลี้ยงและ อัตราการเจริญเติบโตของสุกรที่ได้รับอาหารทดลองทั้ง 5 กลุ่ม..... | 27 |
| 4.2 ปริมาณอาหารที่กิน ปริมาณเยื่อใยที่ได้รับ อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนัก ต้นทุนค่าอาหารในการเพิ่มน้ำหนัก และความหนาไขมันสันหลังขณะมีชีวิตของสุกร ที่ได้รับอาหารทดลองทั้ง 5 กลุ่ม..... | 30 |
| 4.3 ลักษณะซากโดยทั่วไปของสุกรขุนที่ได้รับอาหารทดลองทั้ง 5 กลุ่ม..... | 31 |
| 4.4 ลักษณะชิ้นส่วนย่อยหลังการตัดแต่งของสุกรที่ได้รับอาหารทดลองทั้ง 5 กลุ่ม..... | 32 |
| 4.5 ลักษณะเปอร์เซ็นต์เนื้อแดง ไขมัน สามชั้น กระดูก และขามรวมซึ่งโครงของสุกรขุน ที่ได้รับอาหารทดลองทั้ง 5 กลุ่ม..... | 33 |
| 4.6 แสดงผลของการใช้กากนมถั่วเหลืองในสูตรอาหารสุกรต่อคุณภาพเนื้อบางประการ..... | 34 |
| ก.1 ราคาวัตถุดิบอาหารสัตว์ที่ใช้ในการทดลอง..... | 47 |
| ก.2 ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบทางโภชนะของกากนมถั่วเหลืองที่ใช้ในการทดลอง..... | 47 |
| ก.3 ปริมาณกรดอะมิโนในแต่ละชนิดในกากนมถั่วเหลือง (เปอร์เซ็นต์วัตถุแห้ง)..... | 48 |
| ก.4 แสดงส่วนประกอบทางเคมีในอาหารสุกรทดลองระยะรุ่น..... | 48 |
| ก.5 แสดงส่วนประกอบทางเคมีในอาหารสุกรทดลองระยะขุน..... | 49 |
| ก.6 แสดงอุณหภูมิ และความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยตลอดการทดลอง..... | 49 |
| ก.7 เหน้ที่การจัดแบ่งระดับชั้นคุณภาพซากสุกรตามเปอร์เซ็นต์เนื้อแดง..... | 50 |
| ก.8 แสดงการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติของน้ำหนักเริ่มต้นของสุกรระยะรุ่น..... | 50 |
| ก.9 แสดงการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติของน้ำหนักเริ่มต้นของสุกรระยะขุน..... | 50 |
| ก.10 แสดงการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติของน้ำหนักสิ้นสุดของสุกรขุน..... | 51 |
| ก.11 แสดงการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติของน้ำหนักที่เพิ่มของสุกรรุ่น..... | 51 |
| ก.12 แสดงการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติของน้ำหนักที่เพิ่มของสุกรขุน..... | 51 |

สารบัญตาราง (ต่อ)

| ตารางที่ | หน้า |
|--|------|
| ก.13 แสดงการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติของน้ำหนักที่เพิ่มของสุกรตลอดการทดลอง..... | 52 |
| ก.14 แสดงการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติของจำนวนวันที่เลี้ยงสุกรระยะรุ่น..... | 52 |
| ก.15 แสดงการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติของจำนวนวันที่เลี้ยงสุกรระยะขุน..... | 52 |
| ก.16 แสดงการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติของจำนวนวันที่เลี้ยงสุกรตลอดการทดลอง..... | 53 |
| ก.17 แสดงการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติของอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวันของสุกรรุ่น..... | 53 |
| ก.18 แสดงการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติของอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวันของสุกรขุน..... | 53 |
| ก.19 แสดงการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติของอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวันของสุกร ตลอดการทดลอง..... | 54 |
| ก.20 แสดงการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติของอาหารที่สุกรกินระยะรุ่น..... | 54 |
| ก.21 แสดงการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติของอาหารที่สุกรกินระยะขุน..... | 54 |
| ก.22 แสดงการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติของอาหารที่สุกรกินตลอดการทดลอง..... | 55 |
| ก.23 แสดงการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติของปริมาณเชื้อไขที่สุกรกินระยะรุ่น..... | 55 |
| ก.24 แสดงการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติของปริมาณเชื้อไขที่สุกรกินระยะขุน..... | 55 |
| ก.25 แสดงการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติของปริมาณเชื้อไขที่สุกรกินตลอดการทดลอง..... | 56 |
| ก.26 แสดงการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติของอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักของสุกร ระยะรุ่น..... | 56 |
| ก.27 แสดงการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติของอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักของสุกร ระยะขุน..... | 56 |
| ก.28 แสดงการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติของอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักของสุกร ตลอดการทดลอง..... | 57 |
| ก.29 แสดงการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติของต้นทุนอาหารต่อน้ำหนักที่เพิ่ม 1 กิโลกรัม ของสุกรระยะรุ่น..... | 57 |
| ก.30 แสดงการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติของต้นทุนอาหารต่อน้ำหนักที่เพิ่ม 1 กิโลกรัม ของสุกรระยะขุน..... | 57 |
| ก.31 แสดงการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติของต้นทุนอาหารต่อน้ำหนักที่เพิ่ม 1 กิโลกรัม ของสุกรตลอดการทดลอง..... | 58 |
| ก.32 แสดงการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติของความหนาไขมันสันหลังขณะมีชีวิต..... | 58 |
| ก.33 แสดงการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติของน้ำหนักมีชีวิตก่อนฆ่า (Live Weight)..... | 58 |

สารบัญตาราง (ต่อ)

| ตารางที่ | หน้า |
|--|------|
| ก.34 แสดงการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติของน้ำหนักซากอ่อน..... | 59 |
| ก.35 แสดงการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติของเปอร์เซ็นต์ซากอ่อน..... | 59 |
| ก.36 แสดงการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติของน้ำหนักซากเย็นซีกซ้าย..... | 59 |
| ก.37 แสดงการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติของความยาวซาก..... | 59 |
| ก.38 แสดงการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติของค่าดัชนีความหนาไขมันสันหลังต่อความกว้าง กล้ามเนื้อสันนอก (LSQ)..... | 60 |
| ก.39 แสดงการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติของพื้นที่หน้าตัดกล้ามเนื้อสันนอก..... | 60 |
| ก.40 แสดงการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติของสันใน (Filet) ที่ได้จากการตัดแต่ง..... | 60 |
| ก.41 แสดงการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติของสันนอก (Loin) ที่ได้จากการตัดแต่ง..... | 60 |
| ก.42 แสดงการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติของสะโพก (Ham) ที่ได้จากการตัดแต่ง..... | 61 |
| ก.43 แสดงการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติของไหล่ (Picnic) ที่ได้จากการตัดแต่ง..... | 61 |
| ก.44 แสดงการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติของสันคอ (Boston) ที่ได้จากการตัดแต่ง..... | 61 |
| ก.45 แสดงการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติของสามชั้น (Belly) ที่ได้จากการตัดแต่ง..... | 61 |
| ก.46 แสดงการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติของซี่โครง (Rib) ที่ได้จากการตัดแต่ง..... | 62 |
| ก.47 แสดงการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติของขาหมู (Leg) ที่ได้จากการตัดแต่ง..... | 62 |
| ก.48 แสดงการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติของคางหมู (Jowl) ที่ได้จากการตัดแต่ง..... | 62 |
| ก.49 แสดงการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติของมันแข็งที่ได้จากการตัดแต่ง..... | 62 |
| ก.50 แสดงการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติของหนังหมู (Skin) ที่ได้จากการตัดแต่ง..... | 63 |
| ก.51 แสดงการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติของมันติดหนังที่ได้จากการตัดแต่ง..... | 63 |
| ก.52 แสดงการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติของเศษไขมันที่ได้จากการตัดแต่ง..... | 63 |
| ก.53 แสดงการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติของเศษเนื้อที่ได้จากการตัดแต่ง..... | 63 |
| ก.54 แสดงการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติของเปอร์เซ็นต์เนื้อแดงที่ได้จากการตัดแต่ง..... | 64 |
| ก.55 แสดงการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติของเปอร์เซ็นต์ไขมันที่ได้จากการตัดแต่ง..... | 64 |
| ก.56 แสดงการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติของเปอร์เซ็นต์กระดูกรวมที่ได้จากการตัดแต่ง..... | 64 |
| ก.57 แสดงการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติของเปอร์เซ็นต์ขาหมูรวมซี่โครงที่ได้ จากการตัดแต่ง..... | 64 |
| ก.58 แสดงการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติของค่าความเป็นกรดค่า (pH) ของกล้ามเนื้อสันนอก ที่ 45 นาที..... | 65 |

สารบัญตาราง (ต่อ)

| ตารางที่ | หน้า |
|--|------|
| ก.59 แสดงการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติของค่าความเป็นกรดด่าง (pH) ของกล้ามเนื้อสันนอก ที่ 24 ชั่วโมง..... | 65 |
| ก.60 แสดงการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติของอุณหภูมิ (องศาเซลเซียส) ของกล้ามเนื้อสันนอก ที่ 45 นาที..... | 65 |
| ก.61 แสดงการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติของอุณหภูมิ (องศาเซลเซียส) ของกล้ามเนื้อสันนอก ที่ 24 ชั่วโมง..... | 66 |
| ก.62 แสดงการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติของผลการวิเคราะห์ความชื้นของกล้ามเนื้อสันนอก..... | 66 |
| ก.63 แสดงการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติของผลการวิเคราะห์โปรตีนของกล้ามเนื้อสันนอก..... | 66 |
| ก.64 แสดงการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติของผลการวิเคราะห์ไขมันของกล้ามเนื้อสันนอก..... | 66 |
| ก.65 แสดงการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติของค่า L^* (Lightness) ของกล้ามเนื้อสันนอก..... | 67 |
| ก.66 แสดงการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติของค่า a^* (Redness) ของกล้ามเนื้อสันนอก..... | 67 |
| ก.67 แสดงการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติของค่า b^* (Yellowness) ของกล้ามเนื้อสันนอก..... | 67 |

สารบัญภาพ

| ภาพที่ | หน้า |
|---|------|
| 2.1 ถั่วเหลือง..... | 4 |
| 2.2 ขั้นตอนกระบวนการผลิตน้ำมันถั่วเหลือง..... | 9 |
| 2.3 ขั้นตอนการผลิตน้ำมันถั่วเหลืองในอุตสาหกรรม..... | 10 |
| 2.4 กากนมถั่วเหลืองสด..... | 12 |
| | |
| ข.1 แสดงตำแหน่งการวัดค่าความหนาไขมันสันหลัง..... | 69 |
| ข.2 แสดงตำแหน่งการวัดค่าดัชนีความหนาไขมันสันหลังต่อความกว้างกล้ามเนื้อสันนอก..... | 70 |

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความสำคัญและที่มา

ในปัจจุบันปัญหาการเพิ่มประชากรของโลกอย่างรวดเร็ว เป็นปัญหาที่สำคัญมากซึ่งผลักดันให้มนุษย์ต้องประสบปัญหาในการผลิตอาหารเพื่อให้เพียงพอกับความต้องการที่เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว โดยเฉพาะอาหารพวก โปรตีนที่มีคุณภาพสูง ซึ่งมีความจำเป็นต่อการเสริมสร้างการเจริญเติบโต และซ่อมแซมส่วนที่สึกหรอของร่างกาย เช่น เนื้อสัตว์ นม และไข่ เป็นต้น ดังนั้น การผลิตสุกรในปัจจุบันจึงได้มีการพัฒนาการผลิตเพื่อเพิ่มปริมาณผลผลิตให้เพียงพอ ทั้งการบริโภคภายในประเทศ ตลอดจนเพื่อการส่งออก ทำให้ปริมาณความต้องการวัตถุดิบอาหารสัตว์เพิ่มมากขึ้นและไม่เพียงพอต่อความต้องการ วัตถุดิบอาหารสัตว์เป็นปัจจัยที่มีผลต่อดัชนีทุนการผลิตเป็นอย่างมากจึงมีราคาสูงขึ้น โดยเฉพาะวัตถุดิบประเภทโปรตีนสูง และคุณภาพดี เช่น ปลาป่น กากถั่วเหลือง ประกอบกับราคาน้ำมัน โลกที่เพิ่มสูงขึ้นอย่างต่อเนื่อง ทุกประเทศได้พยายามหาทางแก้ไขปัญหาลง ทำให้โลกเริ่มเข้าสู่เทคโนโลยีของไบโอดีเซล เอทานอล เพื่อการทดแทนน้ำมันที่มีราคาแพง เช่น ประเทศอเมริกาที่มีการนำข้าวโพดไปใช้ในการผลิตเอทานอล ผู้เลี้ยงจึงต้องประสบกับปัญหาดัชนีทุนการผลิตที่เพิ่มมากขึ้น เนื่องจากต้นทุนการเลี้ยงสุกรส่วนใหญ่จะเป็นค่าอาหารถึง 80 เปอร์เซ็นต์ (เสกสม อาตมางกูร. 2550) ดังนั้นผู้เลี้ยงสุกรจึงมีความจำเป็นต้องหาวัตถุดิบชนิดอื่น ๆ ที่มีคุณค่าทางอาหาร และราคาถูกมาใช้ทดแทน

วัตถุดิบที่สำคัญอันหนึ่งที่มีอยู่แล้วในประเทศ แต่ยังไม่มีการนำมาใช้ประโยชน์อย่างเต็มที่ก็คือผลพลอยได้จากการแปรรูปผลิตภัณฑ์ทางการเกษตรในโรงงานอุตสาหกรรมอาหารที่ยังคงมีคุณค่าทางอาหารพอที่จะนำมาใช้เป็นอาหารสัตว์ได้ เช่น กากเหลือที่ได้จากอุตสาหกรรมผลิตน้ำมันถั่วเหลือง ซึ่งปัจจุบันในประเทศไทยมีโรงงานผลิตน้ำมันถั่วเหลืองขนาดใหญ่ถึง 3 โรง โดยตลาดน้ำมันถั่วเหลืองเมื่อสิ้นปี พ.ศ. 2550 มีอัตราการเติบโตสูงถึง 21 เปอร์เซ็นต์ และจะมีการกระตุ้นยอดขายเพิ่มขึ้นอีก 30 เปอร์เซ็นต์ ภายในปี พ.ศ. 2551 เพื่อตอบรับพฤติกรรมผู้บริโภคที่หันมาบริโภคนมถั่วเหลืองมากขึ้น (ณัฐกฤตา โปร่งปรีชา. 2551) ซึ่งคิดเป็นปริมาณกากเหลือรวมตามส่วนแบ่งทางการตลาดประมาณปีละ 45,000 ตัน (ทิวา จิรพัฒนกุล. 2551) กากเหลือที่ได้จากกระบวนการผลิตน้ำมันถั่วเหลืองนี้ สามารถเรียกเฉพาะว่า กากนมถั่วเหลือง (Soybean Milk Residue) ซึ่งเมื่อได้ออกมาในขั้นแรกจะอยู่ในรูปกากสด ที่มีความชื้นสูง และมีคุณค่าทางอาหารต่ำ แต่เมื่อทำให้แห้งจะมีโปรตีนประมาณ 32 เปอร์เซ็นต์ (กองอาหารสัตว์ กรมปศุสัตว์. 2551ก)

กากนมถั่วเหลืองที่เหลือจากการทำนํ้านมถั่วเหลือง สามารถนำไปใช้พัฒนาผลิตภัณฑ์อื่นได้อีก เพราะยังมีโปรตีนอยู่มาก และพบว่ามีการศึกษาความเป็นไปได้ในการผลิตโยเกิร์ตจากกากนมถั่วเหลือง แต่ในปัจจุบันส่วนใหญ่นำไปใช้เป็นอาหารสัตว์ (สถาบันอาหาร. ม.ป.ป.) เพราะกากนมถั่วเหลืองในปัจจุบันมีราคาต่อหน่วยโปรตีนต่ำกว่าปลาป่น และกากถั่วเหลือง ซึ่งถ้าสามารถหาวิธีการที่จะนำมาใช้เป็นวัตถุดิบอาหารประเภทโปรตีนที่มีราคาถูก โดยใช้ในระดับที่เหมาะสม จะช่วยลดต้นทุนค่าอาหารลงได้ ทำให้ผู้เลี้ยงสุกรได้รับผลกำไรเพิ่มมากขึ้น และเป็นการนำเอาผลพลอยได้จากอุตสาหกรรมการผลิตนํ้านมถั่วเหลือง มาใช้ให้เกิดประโยชน์มากขึ้นอีกทางหนึ่งด้วย

การวิจัยในครั้งนี้เป็นการศึกษาถึงการใช้ประโยชน์กากนมถั่วเหลืองในอาหารสุกร โดยทำการศึกษาถึง สมรรถภาพการผลิต คุณภาพซากและคุณภาพเนื้อของสุกรขุน เพื่อเป็นการนำผลพลอยได้จากการแปรรูปผลิตภัณฑ์ทางการเกษตร ในโรงงานอุตสาหกรรมผลิตนํ้านมถั่วเหลือง มาใช้เป็นวัตถุดิบอาหารสุกรที่มีคุณค่าทางอาหาร และราคาถูกมาใช้ในอาหารสัตว์

1.2 ความมุ่งหมายและวัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาผลการใช้กากนมถั่วเหลืองในสูตรอาหาร ต่อสมรรถภาพการผลิตของสุกรระยะรุ่น-ขุน
2. เพื่อศึกษาหาระดับการใช้กากนมถั่วเหลืองที่เหมาะสมในสูตรอาหารสุกรระยะรุ่น-ขุน
3. เพื่อศึกษาผลตอบแทนที่ได้รับจากการใช้กากนมถั่วเหลืองในสูตรอาหารสุกรระยะรุ่น-ขุน
4. เพื่อศึกษาลักษณะซากสุกรขุนที่ได้รับอาหารผสมกากนมถั่วเหลือง
5. เพื่อศึกษาคุณภาพเนื้อสุกรขุนที่ได้รับอาหารผสมกากนมถั่วเหลือง

1.3 สถานที่ดำเนินงาน

1. ฟาร์มเลี้ยงสัตว์ ภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตสัตว์ คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
2. ห้องปฏิบัติการ โภชนศาสตร์สัตว์ ภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตสัตว์ คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
3. โรงฆ่าและชำแหละสุกร บริษัท เฟรชมิท โพรเซสซิง จำกัด อำเภอนครชัยศรี จังหวัดนครปฐม
4. ห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเนื้อสัตว์ ภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตสัตว์ คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

1.4 ขั้นตอนการศึกษา

การศึกษาที่ 1 ศึกษาผลการใช้กากนมถั่วเหลืองในสูตรอาหารต่อสมรรถภาพการผลิตของสุกรระยะรุ่น-ขุน

การศึกษาที่ 2 ศึกษาคุณภาพซาก และคุณภาพเนื้อสุกรขุนที่ได้รับอาหารผสมกากนมถั่วเหลือง

1.5 ระยะเวลาการศึกษา

1. ใช้ระยะเวลาในการเลี้ยง การเก็บตัวอย่าง และทำการวิจัยในห้องปฏิบัติการเป็นเวลา 9 เดือน
2. ใช้ระยะเวลาในการวิเคราะห์ข้อมูล และสรุปผลเป็นเวลา 3 เดือน

1.6 ผลที่คาดว่าจะได้รับ

1. ทราบถึงผลการใช้กากนมถั่วเหลืองในสูตรอาหารต่อสมรรถภาพการผลิตในสุกรระยะรุ่น-ขุน
2. ทราบถึงระดับการใช้กากนมถั่วเหลืองที่เหมาะสมในสูตรอาหารสุกรระยะรุ่น-ขุน
3. ทราบถึงลักษณะคุณภาพซากสุกรขุนที่ได้รับอาหารผสมกากนมถั่วเหลือง
4. ทราบถึงลักษณะคุณภาพเนื้อสุกรขุนที่ได้รับอาหารผสมกากนมถั่วเหลือง
5. ทำให้ทราบแนวทางเพื่อพัฒนาการวิจัยเชิงคุณภาพ ในการใช้ประโยชน์จากกากนมถั่วเหลือง ในด้านการนำมาเป็นวัตถุดิบอาหารสัตว์

บทที่ 2

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ถั่วเหลือง

ถั่วเหลือง (Soybean, *Glycine max* (L.) Merrill) ถั่วเหลืองอยู่ในวงศ์ Leguminosae มีถิ่นกำเนิดที่ต้นนิชฐาน และยอมรับกันโดยทั่วไป คือบริเวณหุบเขาแม่น้ำเหลืองในประเทศจีน จากนั้นถั่วเหลืองได้แพร่กระจายสู่ประเทศเกาหลี ญี่ปุ่น แล้วเข้าสู่ยุโรปในช่วงหลัง พ.ศ. 2143 และไปสู่สหรัฐอเมริกาในปี พ.ศ. 2347 จากนั้นกว่า 100 ปี ชาวอเมริกันได้ปลูกถั่วเหลืองเพื่อเป็นอาหารสัตว์ใช้เลี้ยงวัวโดยไม่ได้นำมาใช้ประโยชน์อย่างอื่น จนถึงปี พ.ศ. 2473 สหรัฐอเมริกาได้นำพันธุ์ถั่วเหลืองจากจีนเข้าประเทศกว่า 1,000 สายพันธุ์ เพื่อการผสมและคัดเลือกพันธุ์ ทำให้ได้พันธุ์ที่มีเมล็ดโต ผลผลิตสูง เหมาะแก่การปลูกเพื่อผลิตเมล็ดมากขึ้น



ภาพที่ 2.1 ถั่วเหลือง (วิกิพีเดีย สารานุกรมเสรี. 2550ก)

2.1.1 ลักษณะทางกายภาพของถั่วเหลือง

ถั่วเหลืองเป็นพืชล้มลุก ลำต้นสูงประมาณ 1-2 เมตร ลำต้นสีเหลืองมปกคลุมด้วยขนสีเทาขาว ใบค่อนข้างหนาเป็นใบประกอบแบบนิ้วมือ ประกอบด้วยใบย่อย 3 ใบ รูปร่างคล้ายรูปไข่ปลายแหลม ผิวมันทั้งด้านบนและด้านล่าง ดอกเป็นช่อสีขาวหรือม่วงแดง ออกดอกเมื่ออายุประมาณ 25-30 วัน เก็บเกี่ยวอายุประมาณ 90-100 วัน ฝักแบนขาวติดเป็นกระจุกที่ข้อของต้น และกิ่ง ในฝักมีเมล็ด 3-5 เมล็ด รูปไข่ ค่อนข้างกลม เมล็ดเป็นมัน มีหลายสี เช่น สีดำ สีน้ำตาล สีน้ำเงิน สีเหลือง รอยที่คล้ายๆ แผลเป็นสามารถเห็นได้ชัดเจนส่วนห่อหุ้มเมล็ดเรียกว่า Hilum หรือ แผลเป็นบนเมล็ดพืช ลักษณะคล้ายรูปเปิดเล็กๆ ที่สามารถดูดซึมน้ำเข้าไปได้ ค่อนข้างลึก สีน้ำตาลอ่อน หรือดำ

ถั่วเหลืองเป็นเมล็ดพืชที่มีคุณค่าทางโภชนาการ เป็นแหล่งที่ดีของไขมัน และ โปรตีน ที่มีประโยชน์ต่อสุขภาพ เช่น กรดไขมัน โอเมก้า 3 (Omega-3 Fatty Acid) จำพวก Alpha-Linolenic Acid (C18-3) และกรดไขมัน โอเมก้า 6 (Omega-6 Fatty Acid) โดยในน้ำมันถั่วเหลืองจะมีสัดส่วนของโอเมก้า 3 ต่อโอเมก้า 6 ประมาณ 1 ต่อ 7 เมื่อเปรียบเทียบกับน้ำมันลินซีด (Flaxseed) ที่พบว่ามีสัดส่วนของโอเมก้า 3 ต่อโอเมก้า 6 แค่ 3 ต่อ 1 นอกจากนี้เปลือกถั่วเหลืองที่แก่แล้วจะแข็งแรงทนต่อน้ำ แต่สามารถทำให้แห้งโดยไม่เสียหาย และสามารถทำให้ฟื้นกลับมาโดยการใส่น้ำ (วิกิพีเดีย สารานุกรมเสรี. 2550)

2.1.2 การปลูกถั่วเหลืองในประเทศไทย

ปัจจุบันมีการปลูกถั่วเหลืองกระจายอยู่ทั่วโลก ประเทศที่มีผลผลิตเฉลี่ยมากที่สุด คือ แคนาดา สหรัฐอเมริกา อาร์เจนตินา บราซิล และจีน ประเทศไทยเป็นประเทศที่ผลิตถั่วเหลืองได้เป็นอันดับที่ 23 ของโลก (กนกพร เมลาณนท์. 2550) โดยส่วนมากปลูกถั่วเหลืองแถบภาคเหนือ และภาคกลางตอนบน แต่ไม่มีหลักฐานว่าเริ่มปลูกถั่วเหลืองครั้งแรกเมื่อใด แต่เชื่อกันว่าชาวจีนที่อพยพมาได้นำถั่วเหลืองเข้ามาด้วยเมื่อกว่า 200 ปีที่แล้ว ได้มีการปรับปรุงพันธุ์ถั่วเหลืองอย่างจริงจังตั้งแต่ปี พ.ศ. 2503 ทำให้มีถั่วเหลืองพันธุ์ดีเป็นจำนวนมาก การปลูกถั่วเหลืองปัจจุบันมีอยู่ประมาณ 10 พันธุ์ ซึ่งประเทศไทยสามารถปลูกถั่วเหลืองได้ทั้งปี ปีละ 3 ฤดู แต่ในปัจจุบันการผลิตถั่วเหลืองในประเทศไทยยังไม่เพียงพอต่อความต้องการ ทำให้ต้องมีการนำเข้าถั่วเหลืองจากต่างประเทศ (วิกิพีเดีย สารานุกรมเสรี. 2550ก) เนื้อที่ และปริมาณผลผลิตถั่วเหลืองในปี 2548-2550 แสดงในตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 เนื้อที่เพาะปลูก และผลผลิตของถั่วเหลืองเป็นรายภาค ปี 2548-2550

| | เนื้อที่เพาะปลูก (ไร่) | | | ผลผลิต (ตัน) | | |
|--------------------|------------------------|---------|---------|--------------|---------|---------|
| | 2548 | 2549 | 2550 | 2548 | 2549 | 2550 |
| กลาง | 72,123 | 69,196 | 66,656 | 22,144 | 21,969 | 21,590 |
| เหนือ | 624,848 | 589,393 | 559,252 | 152,187 | 143,999 | 137,544 |
| ตะวันออกเฉียงเหนือ | 232,422 | 227,522 | 205,323 | 51,387 | 48,805 | 44,839 |
| รวมทั้งประเทศ | 929,393 | 886,111 | 831,231 | 217,514 | 225,718 | 224,504 |

ที่มา : สำนักเศรษฐกิจการเกษตร (2551)

2.1.3 การนำไปใช้ประโยชน์

ถั่วเหลืองเป็นพืชที่เป็นแหล่งโปรตีนที่สำคัญ จึงมีความสำคัญในด้านอาหาร เช่น บริโภคโดยตรงโดยดื่มรับประทาน เรียกว่า ถั่วแระ บริโภคเป็นถั่วเหลืองฝักสด หรือบรรจุกระป๋อง และแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ทางอาหารในอุตสาหกรรมหลายประเภท เช่น น้ำมันถั่วเหลือง เต้าหู้ ซีอิ๊ว

ขอสรุปรส โปรตีนเกษตร แป้งถั่วเหลือง ขนหมขบเคี้ยวโปรตีนสูง และอุตสาหกรรมการสกัดน้ำมัน โดยในปี พ.ศ. 2549 มีความต้องการใช้เมล็ดถั่วเหลืองในประเทศ ประมาณ 1,824,739 ตัน ซึ่งส่วนใหญ่จะเป็นอาหารมนุษย์และสัตว์ ซึ่งแบ่งสัดส่วนการใช้ประโยชน์ผลผลิตถั่วเหลืองในประเทศได้ดังนี้

2.1.3.1 ใช้ในอุตสาหกรรมการสกัดน้ำมันพืช ประมาณ ปีละ 1,260,000 ตันคิดเป็น 70 เปอร์เซ็นต์ (สำนักส่งเสริมการค้าสินค้าเกษตร. 2549) ปัจจุบันมีโรงงานสกัดน้ำมันถั่วเหลือง จำนวน 9 โรงงาน กำลังการผลิตรวมกันจะใช้เมล็ดถั่วเหลืองประมาณ 1 ล้านตันต่อปี โดยเมล็ดถั่วเหลือง 100 กิโลกรัม เมื่อสกัดน้ำมันแล้วจะได้น้ำมันประมาณ 14.5-16.2 เปอร์เซ็นต์ และได้กากถั่วเหลืองประมาณ 77-78 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งกากถั่วเหลืองจะเป็นผลผลิตหลักของโรงงานสกัดน้ำมันถั่วเหลือง มีโปรตีนสูงประมาณ 40-45 เปอร์เซ็นต์ และพบว่าเป็นแหล่งของอาหารโปรตีนที่ดีมากอย่างหนึ่ง แต่ในประเทศไทยยังไม่มีอุตสาหกรรมที่ใช้กากถั่วเหลืองไปแปรรูปเป็นอาหารมนุษย์เพื่อบริโภค ดังนั้นกากถั่วเหลืองจึงนำไปใช้ในอุตสาหกรรมอาหารสัตว์เท่านั้น ซึ่งปัจจุบันก็ยังไม่พอใช้ภายในประเทศต้องนำเข้าจากต่างประเทศปีละหลายแสนตัน (อรุณี วงศ์ราชน. 2549)

2.1.3.2 ความต้องการใช้รวมของอุตสาหกรรมการแปรรูปอาหาร การบริโภค และการผลิตอาหารสัตว์ 534,412 ตัน มีสัดส่วนประมาณ 29 เปอร์เซ็นต์ โดยบริโภคเป็น น้ำมันถั่วเหลือง เต้าหู้ เต้าเจี้ยว ซีอิ้ว อาหารขบเคี้ยว อาหารแปรรูปต่างๆ และอาหารสัตว์ในรูปไขมันเต็ม (Full Fat) (สำนักส่งเสริมการค้าสินค้าเกษตร. 2549)

2.1.3.3 ใช้ในการทำเมล็ดพันธุ์ ประมาณ 17,969 ตัน คิดเป็น 1 เปอร์เซ็นต์

2.1.4 คุณค่าทางโภชนาการของถั่วเหลือง

ถั่วเหลือง เป็นอาหารแหล่งโปรตีนที่นำมาใช้เป็นวัตถุดิบอาหารสัตว์ได้ดี เพราะมีโปรตีนสูงถึง 34 เปอร์เซ็นต์ และเป็นโปรตีนที่มีคุณภาพสูง มีกรดอะมิโนจำเป็น (Essential Amino acid) หลายชนิด แต่มี Cystine และ Methionine ในระดับต่ำ มีฟอสฟอรัสสูง แต่มีแคลเซียม และวิตามินบีต่ำ

การใช้เมล็ดถั่วเหลืองคิบเลี้ยงสัตว์ จะทำให้สัตว์ไม่สามารถใช้ประโยชน์จากโปรตีนได้อย่างมีประสิทธิภาพ มีการเจริญเติบโตต่ำ หรือชะงักการเจริญเติบโต เพราะเมล็ดถั่วเหลืองคิบมีสารยับยั้งการใช้ประโยชน์จากโปรตีน ได้แก่ Trypsin Inhibitor โดยมีผลยับยั้งการทำงานของเอ็นไซม์ทริปซิน สารยับยั้งเอ็นไซม์ทริปซินมีอยู่ด้วยกัน 5 ชนิด และตั้งชื่อตามผู้ค้นพบ แต่ที่มีมากและสกัดได้ในรูปบริสุทธิ์มีเพียง 2 ชนิด คือ Kunitz และ Bowman-Girk Inhibitor ซึ่งมีปริมาณ 1.4 และ 0.6 เปอร์เซ็นต์ในเมล็ดถั่วเหลืองคิบ โดยจะพบว่ามี Kunitz Inhibitor ในถั่วเหลืองเกือบทุกสายพันธุ์ ซึ่งมีกลไกการทำงานแบบไม่แข่งขัน โดยจะเกาะรวมตัวกับเอ็นไซม์ทริปซิน มีผลให้ความสามารถของเอ็นไซม์ลดลง ไม่สามารถย่อย หรือใช้ประโยชน์จากโปรตีนในอาหารได้อย่าง

เต็มที่ ขณะเดียวกันตับอ่อนจะสร้างและหลั่งเอนไซม์ทริปซินมากกว่าปกติ ทำให้สัตว์มีความต้องการกรดอะมิโนมากขึ้น และสูญเสียโปรตีนเพิ่มขึ้น (อุทัย คัน โธ. 2529) นอกจากนี้ยังมีสาร Hemagglutinin ที่ทำให้เกิดการตกตะกอนของเม็ดโลหิตแดง มีผลทำให้สัตว์มีอัตราการเจริญเติบโตลดลง และยังมีผลให้การย่อยได้ของโปรตีน และไขมันลดลงอีกด้วย (ศรีสกุล วรจันทรา. 2549)

ถั่วเหลืองที่นำมาใช้ผสมในอาหารสัตว์มี 2 ชนิดคือ กากถั่วเหลือง (Soybean Meal) เป็นผลิตภัณฑ์พลอยได้จากอุตสาหกรรมน้ำมันพืช โดยปริมาณโปรตีนของกากถั่วเหลืองจะขึ้นอยู่กับวิธีการสกัดน้ำมัน และขนาดของเมล็ด เช่น กากถั่วเหลืองที่สกัดน้ำมันด้วยสารเคมีจะมีโปรตีนอยู่ประมาณ 44-50 เปอร์เซ็นต์ มีไขมันเหลืออยู่น้อยมาก คือประมาณ 0.5-1.0 เปอร์เซ็นต์ มีเยื่อใยต่ำคือไม่เกิน 7 เปอร์เซ็นต์ (สาโรช คำเจริญ. 2542) และถ้าก่อนสกัดน้ำมันมีการกะเทาะเปลือกออกจะมีผลให้โปรตีนเพิ่มสูงขึ้นอีกประมาณ 3-5 เปอร์เซ็นต์ และถั่วเหลืองเอ็กซ์ทราด หรือถั่วเหลืองไขมันเต็ม (Extruded Soybean หรือ Full Fat Soybean) ได้จากการทำถั่วเหลืองดิบให้สุกด้วยเครื่องเอ็กซ์ทราดเดอร์ (Extruder) โดยไม่มีการสกัดเอาไขมันออก ถั่วเหลืองชนิดนี้จะมีคุณค่าทางอาหารสัตว์สูง มีสาร Trypsin Inhibitor และเอนไซม์ยูรีเอสเหลืออยู่น้อยมาก นอกจากนี้แป้งยังมีลักษณะเป็น Gelatin ทำให้ขบวนการย่อยอาหารของสัตว์มีประสิทธิภาพเพิ่มขึ้น (กองอาหารสัตว์ กรมปศุสัตว์. 2551ข)

ตารางที่ 2.2 คุณค่าทางอาหารของถั่วเหลือง

| โภชนะ (%) | ถั่วเหลือง ดิบ ^{1/} | กากถั่ว เหลือง ^{2/} | กากถั่วเหลือง ^{3/} | | ถั่วเหลืองเอ็กซ์ ทราด ^{2/} |
|-----------|---------------------------------|---------------------------------|-----------------------------|-------------|--|
| | | | มีเปลือก | ไม่มีเปลือก | |
| ความชื้น | 10.0 | 11.0 | 9.8 | 9.87 | 5.8 |
| โปรตีน | 38.0 | 44.0 | 47.6 | 51.5 | 39.1 |
| ไขมัน | 18.0 | 2.5 | 3.2 | 1.2 | 20.1 |
| เยื่อใย | 5.0 | 6.0 | 6.6 | 4.9 | 4.3 |
| แคลเซียม | 0.25 | 0.32 | 0.38 | 0.36 | 0.34 |
| ฟอสฟอรัส | 0.59 | 0.25 | 0.66 | 0.70 | 0.58 |

ที่มา : ^{1/} ศรีสกุล วรจันทรา (2549)

^{2/} เสกสม อาคมางกูร (2545)

^{3/} กองอาหารสัตว์ กรมปศุสัตว์ (2551ก)

2.2 กากนมถั่วเหลือง

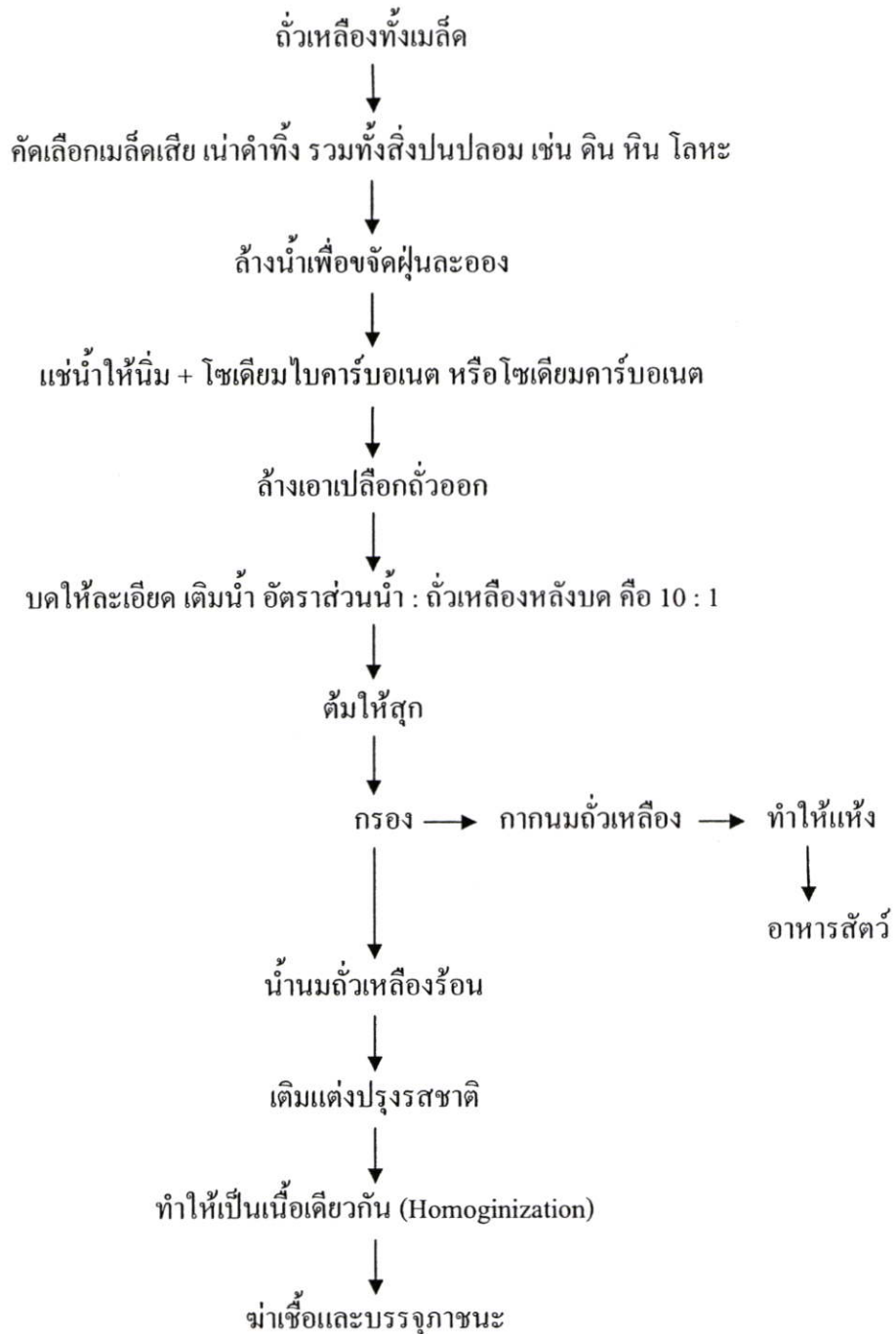
กากนมถั่วเหลืองเป็นผลพลอยได้จากกระบวนการผลิตน้ำเต้าหู้ หรือน้ำนมถั่วเหลือง ซึ่งปัจจุบันมีการขยายตัวอย่างมาก โดยปัจจุบันมูลค่าตลาดน้ำนมถั่วเหลืองมีสัดส่วนสูงขึ้นถึงร้อยละ 37 ของมูลค่ารวมตลาดนมพร้อมดื่มทุกประเภท จากที่เคยมีสัดส่วนเพียงร้อยละ 14 ในปี 2541 โดยผลิตภัณฑ์ที่ผลิตได้ในขณะนี้สามารถจำแนกออกได้เป็น 3 ประเภท ได้แก่ น้ำนมถั่วเหลืองยูเอชที น้ำนมถั่วเหลืองสเตอริไรซ์ และน้ำนมถั่วเหลืองแบบพาสเจอร์ไรซ์

2.2.1 การผลิตน้ำนมถั่วเหลือง

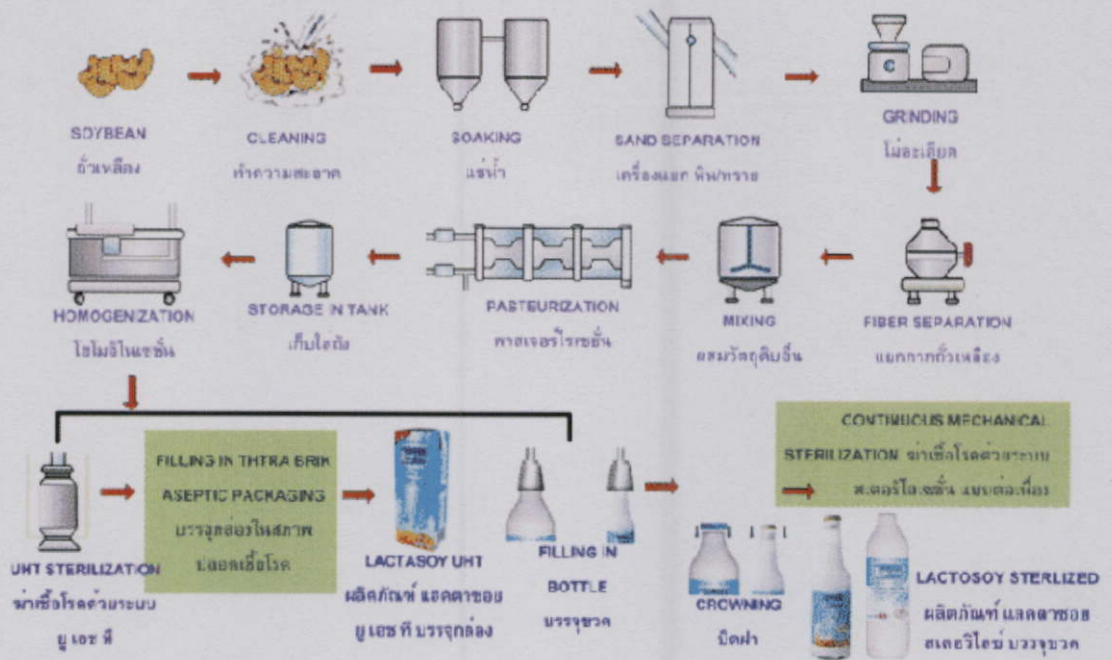
ตลาดน้ำนมถั่วเหลืองในประเทศไทยมีอัตราการเติบโตสูงขึ้นทุกปี โดยมีอัตราการขยายตัวโดยเฉลี่ยประมาณร้อยละ 15 ต่อปี เพื่อตอบรับพฤติกรรมผู้บริโภค ที่หันมาบริโภคนมถั่วเหลืองมากขึ้น เนื่องจากผู้บริโภคมีความรู้ความเข้าใจในคุณค่าทางโภชนาการของน้ำนมถั่วเหลืองมากขึ้น เพราะเชื่อว่าถั่วเหลืองมีคุณค่าทางโภชนาการ เป็นแหล่งที่ดีของไขมัน และโปรตีนยังมีประโยชน์ต่อสุขภาพ อุดมไปด้วยสารอาหาร เช่น คาร์โบไฮเดรต แคลเซียม ฟอสฟอรัส และวิตามิน โดยได้รับการยืนยันในงานประชุมวิชาการเรื่อง ถั่วเหลืองกับโภชนาการและการป้องกันโรคครั้งที่ 7 จากความร่วมมือระหว่างสถาบันวิจัยโภชนาการ มหาวิทยาลัยมหิดล (Institute of Nutrition, Mahidol University : INMU), ASA International Marketing (ASA IM) รวมถึงผลการวิจัยทางการแพทย์ยืนยันว่า เด็กที่ได้รับน้ำนมถั่วเหลืองที่พัฒนาสูตรแล้ว มีการเจริญเติบโต และพัฒนาการทางด้านสมอง รวมไปถึงกระดูกมีความหนาแน่น สามารถสร้างภูมิคุ้มกันใกล้เคียงกับเด็กที่ได้รับน้ำนมแม่ (บริษัท มติชน จำกัด (มหาชน). 2550) ประกอบกับผลวิจัยเกี่ยวกับประโยชน์ในการบริโภคถั่วเหลืองที่ช่วยลดความเสี่ยงต่อการเป็นโรคต่างๆ ของหลายสถาบันยังเป็นปัจจัยที่สนับสนุนการเติบโตของตลาด (สมฤดี อัดชู. 2546) จนปัจจุบันมีโรงงานผลิตน้ำนมถั่วเหลืองขนาดใหญ่ถึง 3 โรง โดยตลาดน้ำนมถั่วเหลืองเมื่อสิ้นปี พ.ศ. 2550 มีอัตราการเติบโตสูงถึง 21 เปอร์เซ็นต์ และจะมีการกระตุ้นยอดขายเพิ่มขึ้นอีก 30 เปอร์เซ็นต์ ภายในปี พ.ศ. 2551 (ฉัฐกฤตา โปรงปริษา. 2551)

กรรมวิธีการผลิตน้ำนมถั่วเหลืองทำได้หลายวิธี เช่น วิธีการสกัดด้วยน้ำจากถั่วเหลืองทั้งเมล็ด (Water Extraction Method) หรือการสกัดเนื้อถั่วด้วยน้ำในลักษณะที่เป็นอิมัลชัน (Water Emulsion Method) การสกัดจากโปรตีนเข้มข้น (Soy Protein Isolate Method) หรือการสกัดจากแป้งถั่วเหลืองชนิดมีไขมันเต็ม (Full Fat Soy Flour Method) โดยวิธีการสกัดจากถั่วเหลืองทั้งเมล็ดเป็นวิธีดั้งเดิมที่ใช้กันมานาน และยังเป็นที่ยอมรับใช้ในอุตสาหกรรมครัวเรือน (สถาบันอาหาร. ม.ป.ป.) โดยพิชัย สราญรัมย์ (2528) ได้กล่าวถึงกรรมวิธีการผลิตนมถั่วเหลืองทั้ง 4 แบบไว้ดังนี้

2.2.1.1 การใช้น้ำสกัด (Water Extraction Method) เป็นวิธีการที่นิยมในประเทศไทย นิยมใช้ในการผลิตระดับครัวเรือนจนถึงอุตสาหกรรมขนาดใหญ่ โดยมีขั้นตอนกระบวนการผลิต ดังแสดงในภาพที่ 2.2 และ 2.3



ภาพที่ 2.2 ขั้นตอนกระบวนการผลิตนํ้านมถั่วเหลือง (พิชัย สราญรมย์, 2528)



ภาพที่ 2.3 ขั้นตอนการผลิตน้ำนมถั่วเหลืองในอุตสาหกรรม (บริษัท แลคตาซอย จำกัด. 2550)

2.2.1.2 วิธีการทำให้เป็นเนื้อเดียวกับน้ำ (Water Emulsion Method) กรรมวิธีนี้เป็นกรรมวิธีที่เหมาะสมกับการใช้ในอุตสาหกรรมขนาดกลางและใหญ่มากกว่าเนื่องจากต้องการเครื่องจักรมากขึ้นส่วนขั้นตอนจะคล้ายกับการทำเบบวิธีใช้น้ำสกัด จะแตกต่างกันบ้างที่ขั้นตอนบางประการ กล่าวคือถั่วที่จะนำมาทำจะต้องผ่านการทำความสะอาดแล้ว และแยกเอาเปลือกออกก่อน เหลือแต่เนื้อถั่วอย่างเดียว จากนั้นเนื้อถั่วไปอบไอน้ำที่อุณหภูมิ 165 องศาเซลเซียส แล้วผ่านเข้าเครื่องรีดเป็นแผ่นบางๆ (Flaking) โดยให้ความหนาของแผ่นเนื้อถั่วอยู่ในราว 0.008 นิ้ว หรือบางกว่า จากนั้นก็นำมาใส่น้ำร้อน และอาจใส่สารพวก NaHCO_3 เพื่อเพิ่มผลผลิต จากนั้นกวนจนเข้ากันแล้วผ่านไปยังเครื่องทำให้เป็นเนื้อเดียวกัน เช่น Colloid Mill หรือ Homogenizer ที่ความดันประมาณ 8,000 psi เสร็จแล้วจะผ่านไปยังเครื่อง Spray drier เพื่อทำให้แห้ง

2.2.1.3 การทำน้ำนมถั่วเหลืองจากโปรตีนสกัด (Soy Protein Isolate Method : PSI) การทำน้ำนมถั่วเหลืองโดยวิธีการใช้โปรตีนสกัดจากถั่วเหลือง นับเป็นวิธีการทำนมถั่วเหลืองที่มีคุณภาพสูง และได้มีการนำเอาวิธีการนี้มาใช้ในด้านอุตสาหกรรมบ้างแล้ว เช่นในประเทศสหรัฐอเมริกา ญี่ปุ่น เป็นต้น ทั้งนี้เพราะในประเทศดังกล่าวมีการพัฒนาด้านเทคโนโลยีการใช้ถั่วเหลืองไปอย่างรวดเร็ว และมีประสิทธิภาพสูง ทำให้รูปแบบของผลผลิตประเภท SPI หาได้ง่ายในท้องตลาด อีกทั้งมีราคาต่ำก่อให้เกิดความเป็นไปได้ในเชิงพาณิชย์ อุตสาหกรรมของการนำไปใช้ทำเป็นผลิตภัณฑ์ต่อเนื่อง เช่น นอกจากนำไปใช้ในการทำเป็นน้ำนมถั่วเหลืองแล้วยังสามารถนำไปทำเป็นผลิตภัณฑ์ประเภท เต้าหู้ ไอศกรีม โยเกิร์ต คริมผสมกาแฟ เป็นต้น คุณสมบัติของ SPI ที่เหมาะในการใช้ทำผลิตภัณฑ์ดังกล่าวจะต้องถูกเตรียมขึ้น โดยเฉพาะ และมีค่าการละลายตัวสูง

ในการนำเอาถั่วเหลืองมาใช้ทำเป็นนํ้านมถั่วเหลืองนั้น อาจทำได้โดยการนำเอา SPI มาละลายนํ้าที่อุณหภูมิ 50-55 องศาเซลเซียส กวนจนละลายหมด จากนั้นจึงเติมสารปรุงแต่งประเภทน้ำตาล ไขมัน และผสมให้เข้ากัน โดยให้ความร้อนที่ 60 องศาเซลเซียส และรักษาระดับความร้อนนี้ไว้ประมาณ 30 นาที พร้อมการกวนที่สม่ำเสมอ จากนั้นจึงผ่านเข้าเครื่องทำให้เป็นเนื้อเดียวกัน (Homogenizer) ที่ความดัน 2 ขั้นตอน โดยขั้นตอนแรก 2,500 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว ขั้นตอนที่สอง 500 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว จากนั้นก็ทำให้เย็นลงทันทีที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส การเติมแต่งกลิ่นต่างๆ เช่น ช็อคโกแลต และสตอเบอรี่ อาจทำได้ในช่วงหลังนี้ ในกรณีที่ต้องการนํ้านมถั่วเหลืองที่มีอายุการเก็บยาวนานก็จะต้องผ่านขั้นตอนการฆ่าเชื้อด้วยความร้อนเพื่อ Sterile หรือขจัดจุลินทรีย์ที่มีอยู่ทั้งหมดก่อน ก็จะทำให้อายุการเก็บของนํ้านมนี้ยาวนานขึ้น เป็นต้น กรรมวิธีการทำนํ้านมถั่วเหลืองดังกล่าวอาจทำให้นมนี้มีคุณค่าทางอาหารด้านปริมาณของสารอาหาร โปรตีน ไขมัน แกลีแอส และไวตามิน ได้โดยการเติมแต่งสารที่ให้คุณค่าทางโภชนาการนี้เข้าไป

2.2.1.4 การสกัดจากแป้งถั่วเหลืองชนิดมีไขมันเต็ม (Full Fat Soy Flour Method) การทำนํ้านมถั่วเหลืองจากแป้งถั่วเหลืองที่มีไขมันเต็มนี้ นับเป็นวิธีการหนึ่งที่เหมาะสมกับการนำมาใช้ในอุตสาหกรรมอีกวิธีหนึ่ง ทั้งนี้เพราะสะดวกต่อการเตรียมวัตถุดิบ และเป็นกระบวนการที่มีความสะอาด มีประสิทธิภาพสูง แต่ข้อกำหนดในกระบวนการทำด้วยวิธีนี้คือ เป็นกรรมวิธีที่ต้องใช้เครื่องจักรที่มีราคาแพง ทำให้ต้องใช้เงินลงทุนสูง อย่างไรก็ตามเมื่อเปรียบเทียบกับผลผลิตที่ได้ และคุณภาพของนํ้านมถั่วเหลือง ก็พบว่า เป็นวิธีที่ให้นมถั่วเหลืองที่มีคุณภาพดี และมีข้อดีในด้านการผลิตหลายประการ ขั้นตอนโดยทั่วไปส่วนใหญ่จะคล้ายกับวิธีของ การทำให้เป็นเนื้อเดียวกับนํ้า โดยมีข้อแตกต่างบางขั้นตอนกล่าวคือ ถั่วเหลืองที่ผ่านการคัดเลือกเอาส่วนที่ไม่ต้องการออกแล้ว ก็ จะนำมาผ่านการอบด้วยความร้อนเพื่อทำลายเอนไซม์ที่มีอยู่ในถั่วเหลือง ขณะเดียวกันก็จะทำให้เป็น การง่ายขึ้นในการกระเทาะเอาเปลือกออก และยังเป็น การลดความชื้นในถั่วเหลืองให้น้อยลง (ซึ่งจะมีผลดีถ้าจะเก็บถั่วเหลืองในรูปของแป้งถั่วเหลืองต่อไป) หลังจากอบความร้อนแล้วก็จะนำเข้าเครื่องผ่าซีก และฝัดเอาเปลือกออกไป เนื้อถั่วที่ได้จะนำไปบดให้ละเอียดเป็นลักษณะของแป้งถั่วเหลือง โดยทั่วไปแป้งถั่วเหลืองหรือ Soyflour นั้นจะต้องมีความละเอียดที่ผ่านขนาดของตะแกรงที่มี Mesh size 100 ขึ้นไป (US-Standard Screen) แต่ถ้าไม่ผ่านตะแกรงดังกล่าวจะเรียกว่า Soy grit ซึ่งมีอยู่หลายขนาด แป้งถั่วเหลืองไขมันเต็มที่ได้นี้ จะนำไปผ่านขั้นตอนในการทำเป็นนํ้านมถั่วเหลืองโดยการผสมกับนํ้า ผ่านการแยกส่วนที่ไม่ละลายนํ้าออก การทำให้เป็นเนื้อเดียวกัน การเติมแต่งและการฆ่าเชื้อด้วยความร้อน ดังขั้นตอนในการทำให้เป็นเนื้อเดียวกับนํ้า

2.2.2 กากนมถั่วเหลือง

ในกระบวนการผลิตน้ำนมถั่วเหลืองจะมีผลพลอยได้ คือ กากนมถั่วเหลือง ซึ่งบางครั้งจะเรียก กากน้ำเต้าหู้ หรือ กากเต้าหู้ เนื่องจากกระบวนการผลิตน้ำนมถั่วเหลืองหรือน้ำเต้าหู้ เป็นกระบวนการซึ่งอยู่ในช่วงแรกของการผลิตเต้าหู้ จึงเรียกผลพลอยได้ที่เหลือรวมๆ ว่า กากเต้าหู้ กากนมถั่วเหลืองที่เหลือจากการสกัดน้ำนมถั่วเหลืองสามารถนำไปใช้พัฒนาผลิตภัณฑ์อื่นได้อีก เพราะยังมีโปรตีนอยู่มาก และมีการศึกษาความเป็นไปได้ในการผลิตโยเกิร์ตอาหารจากกากนมถั่วเหลือง ออกมาใช้ประโยชน์ในรูปแบบของอาหารเพื่อสุขภาพ เนื่องจากเส้นใยอาหารของถั่วเหลืองมีส่วนประกอบของโพลีแซคคาไรด์ที่ซับซ้อน เส้นใยอาหารเหล่านี้จะไม่ถูกย่อย โดยน้ำย่อยในระบบทางเดินอาหารของมนุษย์ จึงมีส่วนช่วยในระบบขับถ่าย และเป็นสารที่ไม่ให้พลังงานแก่ร่างกาย อีกทั้งเส้นใยอาหารจากถั่วเหลืองยังสามารถควบคุมไขมันในเลือดอีกด้วย (มาลี ชัมศรีสกุล และ วันเพ็ญ สีหวงษ์, 2546) แต่ในปัจจุบันส่วนใหญ่นำไปใช้เป็นอาหารสัตว์ (สถาบันอาหาร, ม.ป.ป.)

กากนมถั่วเหลืองที่ได้จากการผลิตน้ำนมถั่วเหลืองจะอยู่ในรูปกากสด (ภาพที่ 2.4) ซึ่งมีคุณลักษณะคือ เหนียว และมีความชื้นสูง กากนมถั่วเหลืองที่ยังไม่ผ่านการลดความชื้นจะเสื่อมสภาพอย่างรวดเร็ว ดังนั้นจึงจำเป็นที่จะต้องนำกากนมถั่วเหลืองสดเข้าสู่กระบวนการอบแห้งที่เหมาะสม กระบวนการอบแห้งกากนมถั่วเหลืองโดยทั่วไปประกอบด้วยขั้นตอนและวิธีต่างๆ ซึ่งยังมีข้อจำกัดในแง่ของคุณภาพของกากนมถั่วเหลืองแห้งที่ได้ และพลังงานที่ใช้ในกระบวนการอบแห้ง ตลอดจนการเกิดการจับตัวกันเป็นก้อนของกากนมถั่วเหลืองในขณะทำการอบแห้ง

ทิวา จิรพัฒนกุล (2551) ใช้วิธีการทำให้แห้งโดยนำกากนมถั่วเหลืองสดมาเข้าเครื่องบดเพื่อไล่น้ำออก และนำไปอบที่อุณหภูมิ 140–150 องศาเซลเซียส โดยใช้เวลาประมาณ 1 ชั่วโมงเพื่อระเหยน้ำออกให้มากที่สุด และลดอุณหภูมิโดยผ่านเข้าเครื่องที่มีน้ำเย็น อุณหภูมิประมาณ 28 องศาเซลเซียสไหลผ่าน วิธีการนี้เมื่ออบแห้งแล้วกากนมถั่วเหลืองสด 7 กิโลกรัม จะได้กากนมถั่วเหลืองแห้ง 1 กิโลกรัม



ภาพที่ 2.4 กากนมถั่วเหลืองสด (บริษัท พี ที เอ็ม การเกษตร จำกัด, 2551)

2.2.3 คุณค่าทางโภชนาการของกากนมถั่วเหลือง

กากนมถั่วเหลือง และกากเต้าหู้ที่อยู่ในรูปกากสด จะมีความชื้นสูง และมีคุณค่าทางอาหารต่ำ คือ มีความชื้นประมาณ 90 เปอร์เซ็นต์ และมีโปรตีนเพียง 2.6 เปอร์เซ็นต์ เท่านั้น (สุชีพรุขสุแพทย์ และทรงศักดิ์ ดันพิพัฒน์. 2531) แต่เมื่อทำให้แห้งจะมีส่วนประกอบทางอาหารที่สำคัญคือ โปรตีนประมาณ 32 เปอร์เซ็นต์ (กองอาหารสัตว์ กรมปศุสัตว์. 2551ข) ไขมัน 9.3–10.0 เปอร์เซ็นต์ เยื่อใยที่ละลายไม่ละลายน้ำ (Insoluble Fiber) 40.2–43.6 เปอร์เซ็นต์ เยื่อใยที่ละลายน้ำ (Soluble Fiber) 12.6–14.6 เปอร์เซ็นต์ (Keshun Liu. 1999) นอกจากนี้กองอาหารสัตว์ กรมปศุสัตว์ (2551ข) ได้แนะนำการใช้กากนมถั่วเหลืองในสัตว์กระเพาะเคี้ยวว่า สามารถใช้เป็นแหล่งโปรตีนทดแทนกากถั่วเหลืองและปลาป่นได้บางส่วน ระดับที่ใช้ผสมสูตรอาหารขึ้นประมาณ 15-20 เปอร์เซ็นต์ องค์ประกอบทางเคมี แสดงในตารางที่ 2.3

ตารางที่ 2.3 องค์ประกอบทางเคมีของกากเต้าหู้ และกากนมถั่วเหลือง (เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักแห้ง)

| โภชนะ (%) | กากเต้าหู้สด ^{1/} | กากน้ำเต้าหู้แห้ง ^{2/} | กากนมถั่วเหลืองแห้ง | | |
|-----------------------|----------------------------|---------------------------------|---------------------|------------------|------------------|
| | | | 1/ ^{3/} | 3/ ^{4/} | 4/ ^{4/} |
| ความชื้น | 90.05 | 8.40 | 8.61 | - | 5.85 |
| โปรตีน | 2.60 | 36.16 | 32.01 | 31.51 | 31.27 |
| ไขมัน | 0.82 | 7.41 | 10.16 | 8.88 | 16.22 |
| เยื่อใย | 1.83 | 17.23 | 8.28 | 12.21 | 22.70 |
| เถ้า | 0.39 | 4.30 | 7.41 | 4.80 | 3.86 |
| ไนโตรเจนฟรีเอ็กแทรกซ์ | 4.33 | 25.52 | 33.53 | 42.60 | 20.10 |
| แคลเซียม | 0.06 | 0.38 | 0.34 | 0.48 | 1.22 |
| ฟอสฟอรัส | 0.03 | 0.59 | 0.41 | 0.41 | 0.48 |
| โภชนะย่อยได้ (TDN) | - | - | - | 80.36 | - |

ที่มา : ^{1/} กองอาหารสัตว์ กรมปศุสัตว์ (2524)

^{2/} สุภัญญา และคณะ (2531)

^{3/} กองอาหารสัตว์ กรมปศุสัตว์ (2551ข)

^{4/} ทินกร ทาตระกูล (2537)

2.3 ผลของระดับเยื่อใยในอาหารสุกร

2.3.1 เยื่อใย

อาหารเยื่อใย หมายถึง สารประกอบคาร์โบไฮเดรตชนิดหนึ่งที่ไม่สามารถย่อยได้ พบมากในพืช ครอบคลุมถึงคาร์โบไฮเดรตที่ไม่ใช่แป้ง (Non-Starch Polysaccharide : NSP) ซึ่งประกอบด้วย เพคติน (Pectins) เซลลูโลส (Cellulose) เฮมิเซลลูโลส (Hemicellulose) เบต้ากลูแคน (β -glucans) และ ฟรุคแทน (Fructans) (Chesson, 1995) รวมถึงลิกนิน (Lignin) สัตว์โดยทั่วไปใช้คาร์โบไฮเดรตชนิดนี้ไม่ได้เลย เพราะไม่มีน้ำย่อยในระบบย่อยอาหารของสัตว์ชนิดใดย่อยได้ ต้องอาศัยจุลินทรีย์ในระบบทางเดินอาหารเปลี่ยนเยื่อใยให้อยู่ในรูปที่สัตว์สามารถใช้ประโยชน์ได้ แต่ทั้งนี้การย่อย และการใช้ประโยชน์ของสัตว์กระเพาะเดี่ยวเกิดขึ้นน้อย และมีขีดจำกัด เมื่อเปรียบเทียบกับสัตว์กระเพาะรวม

ชนิดของเยื่อใยสามารถจัดจำแนกตามความสามารถในการละลายน้ำได้เป็น 2 ประเภท คือ

2.3.1.1 เยื่อใยที่ละลายน้ำ (Soluble Dietary Fiber or Viscous Fiber) พบมากในเมล็ดพืชจำพวกถั่ว ถั่วเหลือง ข้าวโอ๊ต ข้าวบาร์เลย์ ได้แก่ เพคติน (Pectin) และ กัม (Gum) เป็นสารซึ่งมีลักษณะเหนียว กัมที่ได้จากพืชและนำมาใช้ในอุตสาหกรรมอาหาร หมายถึง โพลีแซคคาไรด์ และอนุพันธ์ซึ่งแขวนลอยได้ในน้ำ สามารถกระจายตัว และอุ้มน้ำได้ดีในน้ำเย็น พองตัวได้เมื่อเกิดเจลหรือทำให้สารละลายนั้นมีความหนืดสูง จึงใช้ทำหน้าที่หลักเป็นสารเพิ่มความหนืด เพิ่มความคงตัว ความหนืดเป็นคุณลักษณะทางกายภาพที่สำคัญเพราะความหนืดทำให้เกิดการเคลื่อนตัวของอาหาร จะช่วยให้โภชนะถูกดูดซึมได้อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งช่วยควบคุมระดับของน้ำตาลกลูโคสในเลือด และเกี่ยวข้องกับความอยากอาหาร และเมื่อผ่านไปยังลำไส้ใหญ่ (Colon) จะทำให้เกิดการหมักโดยจุลินทรีย์ ได้ผลผลิตเป็นแก๊ส และกรดไขมันสายสั้น (Short-chain Fatty Acid) ได้แก่ บิวทิริก (butyric) อะซิติก (acetic) โพรพิโอนิก (propionic) และกรดวาเลริก (valeric acid) (วิกิพีเดีย สารานุกรมเสรี. 2551ข)

2.3.1.2 เยื่อใยที่ไม่ละลายน้ำ (Insoluble Dietary Fiber) หมายถึง คาร์โบไฮเดรตประเภทโครงสร้าง ได้แก่ เฮมิเซลลูโลส (Hemicellulose) เซลลูโลส (Cellulose) รวมถึงลิกนิน (Lignin) ซึ่งไม่ใช่คาร์โบไฮเดรต แต่มักรวมอยู่กับเยื่อใยในผนังเซลล์พืช ช่วยสร้างความแข็งแรงให้กับเซลล์พืช เมื่อพืชมีอายุมากขึ้น ปริมาณลิกนินจะเพิ่มมากขึ้นด้วย เยื่อใยที่ไม่ละลายน้ำจะช่วยให้ระบบขับถ่ายเป็นไปอย่างปกติ เพราะทำให้มีกากใยเหลือเป็นจำนวนมาก ลดอาการท้องผูก และช่วยควบคุมสมดุลค่าความเป็นกรดด่างของลำไส้

เยื่อใยจะไม่มีผลต่อการดูดซึมของแร่ธาตุ และวิตามิน แต่ปัจจัยที่มีผลต่อการดูดซึมวิตามิน และแร่ธาตุ คือ ไฟเตท (Phytate) ที่พบในพืชบางชนิด และเยื่อใยที่เกิดการหมัก จะช่วยใน

การดูดซึมแร่ธาตุ โดยเฉพาะแคลเซียม (วิกิพีเดีย สารานุกรมเสรี. 2551ข) นอกจากนี้ชนิดของเยื่อใย รวมถึงแหล่งที่มา และปริมาณของเยื่อใยในสุตรอาหาร ยังมีผลต่อคุณสมบัติทางกายภาพของเยื่อใย เช่น ความหนืด ความอึดน้ำ และการละลาย ซึ่งมีผลต่ออัตราการเคลื่อนตัวของอาหารในลำไส้ ทำให้มีผลต่อปริมาณการกิน และการย่อยได้ของอาหาร ดังนี้

2.3.2 ความน่ากิน และอัตราการเคลื่อนตัวของอาหาร

Wilfart *et al.* (2007) กล่าวว่าอาหารเยื่อใยที่ละลายน้ำได้จะลดอัตราการเคลื่อนตัวของอาหารในระบบทางเดินอาหาร ซึ่งจากการศึกษาของ Wenk (2001) พบว่าเยื่อใยที่มีคุณสมบัติในการจับตัวกับน้ำทำให้น้ำหนักมากขึ้น และเพิ่มความหนืดของอาหาร ทำให้รู้สึกอิ่มได้นานขึ้น ซึ่ง Leterme *et al.* (2005) กล่าวว่าผลจากการที่สุกรอ้วนเร็วนี้จะทำให้สุกรในระยะรุ่นได้รับพลังงานไม่เพียงพอกับความต้องการ เพราะจากการศึกษาของ Martinez-Puig *et al.* (2003) ได้ทำการศึกษาปริมาณการกินอาหารของสุกรที่ได้รับปริมาณเยื่อใยในอาหารต่างกัน พบว่าเมื่อสุกรได้รับอาหารที่มีเยื่อใยสูง จะมีปริมาณการกินได้ลดลงซึ่งอาจเป็นเพราะอาหารมีความน่ากินน้อย และอาหารที่มีเยื่อใยเป็นส่วนประกอบจะเพิ่มปริมาตรของอาหารที่สุกรกิน

2.3.3 สมดุลของจุลินทรีย์ในลำไส้

จากการศึกษาของ Leser (2002) พบว่าประมาณ 90 เปอร์เซ็นต์ของแบคทีเรียในลำไส้ใหญ่ของสุกรเป็นแกรมบวก เช่น *Streptococcus*, *Lactobacillus*, *Eubacterium*, *Clostridium* และ *Peptostreptococcus* ซึ่งจากการศึกษาของ Bindelle *et al.* (2007) พบว่าเยื่อใยมีผลต่อสมดุลของจุลินทรีย์ในระบบทางเดินอาหาร ซึ่งมีผลโดยตรงต่อสุขภาพของสัตว์ โดยเยื่อใยที่ย่อยไม่ได้เมื่อผ่านเข้าสู่ลำไส้ใหญ่จะถูกหมักโดยแบคทีเรียในลำไส้ใหญ่ ได้ผลผลิตเป็นกรดไขมันสายสั้น (Short-chain Fatty Acid) ซึ่งเป็นสารอาหารของจุลินทรีย์ที่มีประโยชน์ และแก๊ส (CO₂, H₂ และ CH₄) ทำให้มีสถานะเป็นกรด ซึ่งจากการศึกษาของ Montagne *et al.* (2003) พบว่าสถานะที่เป็นกรดนี้สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ก่อโรคบางชนิด เช่น *Escherichia coli*, *Salmonella spp.* และ *Clostridium spp.*

นอกจากนี้ได้มีการศึกษาถึงศักยภาพของเยื่อใยในการนำมาใช้เป็นสาร Prebiotic เพื่อกระตุ้นการเจริญเติบโต หรือการทำงานของจุลินทรีย์ในระบบทางเดินอาหารทั้งในมนุษย์ ในการนำมาเป็นอาหารเพื่อสุขภาพ และสัตว์กระเพาะเดี่ยว ตัวอย่างเช่น Mcfarlane *et al.* (2006) ที่ทำการศึกษาชนิดของแบคทีเรียในลำไส้ใหญ่ของมนุษย์ที่ได้รับ Oligofructose, Galactooligosaccharides และ Lactulose พบว่า มีผลทำให้ *Bifidobacteria* และ *Lactobacilli* ในลำไส้ใหญ่มีปริมาณเพิ่มขึ้น และ Owusu-Asiedu (2006) ที่รายงานว่าการเติม Guar gum หรือ เซลลูโลส (Cellulose) ในอาหารสุกรระยะรุ่นมีผลทำให้ *Bifidobacteri* และ *Enterobacteria* ในลำไส้เล็กส่วนปลายของสุกรมีปริมาณเพิ่มขึ้น

2.3.4 ประสิทธิภาพการย่อยได้ของอาหาร

อุทัย คัน โธ (2529) กล่าวว่า ปัจจัยหนึ่งที่สำคัญต่อการย่อยได้คือปริมาณของเชื้อใย โดยสัตว์ที่ได้รับอาหารที่มีระดับเชื้อใยสูงจะมีการย่อยได้ต่ำ และทำให้มีคุณค่าทางอาหาร รวมทั้งพลังงานใช้ประโยชน์ได้ลดลง นอกจากนี้สุกรที่ได้รับอาหารที่มีระดับเชื้อใยสูง กระเพาะและลำไส้ จะมีการขยายใหญ่ขึ้นอีกด้วย (Cunha. 1997) จากการศึกษาของ Owusu-Asiedu (2006) เมื่อเปรียบเทียบอิทธิพลของเชื้อใยที่ละลายน้ำได้ และละลายน้ำไม่ได้ โดยทดสอบในสุกรระยะรุ่นให้ได้รับอาหารที่มีข้าวโพด และกากถั่วเหลืองเป็นองค์ประกอบ 3 กลุ่ม โดยแต่ละกลุ่มจะมีแป้งข้าวโพด Guar Gum (Galactomannan) และเซลลูโลส 7 เปอร์เซ็นต์ในอาหาร พบว่า ค่าพลังงานที่ย่อยได้ลดลงโดยมีค่าเท่ากับ 0.878, 0.866 และ 0.849 ตามลำดับ แต่ไม่มีผลต่อค่าการย่อยได้ของวัตถุแห้ง

เมื่อทำการวิเคราะห์ส่วนประกอบทางเคมีของกากนมถั่วเหลือง พบว่ากากนมถั่วเหลืองแห้งมีระดับเชื้อใยร้อยละ 12.21 (กองอาหารสัตว์ กรมปศุสัตว์. 2551ข) ผลของเชื้อใยจะทำให้การย่อยได้ของวัตถุแห้งลดลง โดยอาหารที่มีระดับเชื้อใยที่ไม่ละลายน้ำสูง จะเคลื่อนผ่านลำไส้อย่างรวดเร็ว จึงเกิดการเร่งอัตราการเคลื่อนตัวของมูลในลำไส้ใหญ่ (Keys and De Barthe. 1974 ; Partridge. 1978) และลดการจับตัวของเอ็นไซม์ที่จะทำการย่อยอาหาร ทำให้ค่าการย่อยได้ของโภชนะต่างๆ ลดลง จากการศึกษาการย่อยได้ของพลังงาน พบว่าการปรับตัวของสุกรต่อการย่อยเชื้อใยจะใช้เวลาประมาณ 5 สัปดาห์ ซึ่งจากการทดลองของ Noblet and Le Goff (2001) เมื่อให้อาหารที่มีเชื้อใย 4 ถึง 6 เปอร์เซ็นต์ในสุกรช่วง 30 ถึง 100 กิโลกรัม จะทำให้มีค่าการย่อยได้ของพลังงานเพิ่มขึ้น และ Phuc (2006) รายงานว่าอาหารหยาบมักมีสารต้าน โภชนะซึ่งขัดขวางกระบวนการย่อยได้ของโปรตีน ดังนั้นประสิทธิภาพในการย่อยได้ของโปรตีนจึงลดลง Wenk (2001) กล่าวว่า การย่อยได้ของโปรตีนในลำไส้เล็กส่วนปลาย (Ileal Digestibility) ยังขึ้นกับปริมาณ และชนิดของเชื้อใย รวมถึงคุณสมบัติทางกายภาพ และเคมีของเชื้อใยในการอุ้มน้ำอีกด้วย

Baird *et al.* (1975) ศึกษาระดับเชื้อใยในอาหารสุกรรุ่น และขุน โดยปรับให้อาหารมีระดับโปรตีน และพลังงานเท่ากัน แต่เชื้อใยต่างกัน คือ 3.5, 5.5, 7.5, 9.5, 11.5 และ 13.5 เปอร์เซ็นต์ พบว่าอัตราการเจริญเติบโต ปริมาณการกินอาหาร และประสิทธิภาพการใช้อาหารลดลงเล็กน้อยตามระดับเชื้อใยในอาหารที่สูงขึ้น แต่ความแตกต่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

2.4 การใช้กากเต้าหู้หรือกากนมถั่วเหลืองเป็นอาหารสัตว์

ศรีสกุล วรจันทรา และสมศักดิ์ บัณชุษย์ (2530) ได้รายงานผลการศึกษาการใช้กากเต้าหู้เป็นอาหารเสริมโปรตีนแทนปลาป่น และกากถั่วเหลืองในกระด่าระยะขุน โดยใช้กระด่าพื้นเมืองที่ข่านมเมื่ออายุ 8 สัปดาห์ จัดแบ่งกลุ่มให้ได้รับอาหารที่มีแหล่งอาหารเสริมโปรตีนแตกต่างกัน

คือ กากถั่วเหลืองกับปลาป่น กากเต้าหู้แห้งกับปลาป่น กากเต้าหู้แห้งกับกากถั่วเหลือง กากเต้าหู้แห้ง กากเต้าหู้แห้งและไขมันสำปะหลังเป็นแหล่งพลังงานแทนปลายข้าว และข้าวโพด และกากเต้าหู้สด เพียงอย่างเดียวรวม 6 กลุ่ม ผลปรากฏว่ากากเต้าหู้สามารถใช้เป็นอาหารเสริมโปรตีนในสูตรอาหาร กระด่าขุ่นได้ทั้งในรูปสด หรือแห้ง ซึ่งใช้เป็นอาหารเสริมโปรตีนเพียงอย่างเดียวในสูตร หรือใช้ ร่วมกับปลาป่น หรือกากถั่วเหลือง หรือใช้ร่วมกับแหล่งพลังงานพวกมันสำปะหลัง โดยไม่มี ผลกระทบต่อน้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้น และประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหาร อย่างไรก็ตามแนวโน้มว่า กระด่าขุ่นที่ได้รับกากเต้าหู้แห้งร่วมกับมันสำปะหลังให้น้ำหนักเพิ่มต่อตัวสูงที่สุด รองลงมา ได้แก่ กากเต้าหู้สด กากเต้าหู้แห้ง กากเต้าหู้แห้งกับปลาป่น กากเต้าหู้แห้งกับกากถั่วเหลือง และกาก ถั่วเหลืองกับปลาป่น โดยมีน้ำหนักเพิ่มต่อตัวเท่ากับ 1077, 1036, 1023, 987, 893 และ 798 กรัม ตามลำดับ นอกจากนี้กระด่าขุ่นที่ได้รับกากเต้าหู้แห้งร่วมกับมันสำปะหลัง ก่อนข้างมี ประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารดีที่สุดใน โดยเสียต้นทุนการผลิตค่าอาหารขึ้นต่อน้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้น 1 กิโลกรัมเท่ากับ 8.94 บาท ซึ่งต่ำกว่าพวกที่ได้รับกากเต้าหู้แห้ง กากเต้าหู้แห้งกับปลาป่น กากเต้าหู้ แห้งกับกากถั่วเหลือง และปลาป่นกับกากถั่วเหลือง ซึ่งเท่ากับ 12.09, 12.35, 14.45 และ 17.35 บาท ต่อ กิโลกรัมตามลำดับ อย่างไรก็ตามกระด่าขุ่นที่ได้รับกากเต้าหู้สดใช้ต้นทุนต่ำสุด คือเท่ากับ 7.95 บาทต่อกิโลกรัม

สุชีพ สุขสุแพทย์ และทรงศักดิ์ ดันพิพัฒน์ (2531) ทำการศึกษาการใช้กากเต้าหู้เป็นอาหาร เสริมโปรตีนเพื่อลดต้นทุนการผลิตเนื้อ โดยในการทดลองครั้งนี้แบ่งออกเป็น 2 ระยะ คือ 0-4 และ 4-8 สัปดาห์ในระยะแรก 0-4 สัปดาห์ ใช้อาหารทดลอง 6 กลุ่ม คือ ใช้กากเต้าหู้ทดแทนกากถั่ว เหลืองในสูตรอาหาร 0, 25, 50, 75, 100 เปอร์เซ็นต์ และใช้กากเต้าหู้เป็นอาหารโปรตีนอย่างเดียว ให้ผลการทดลอง คือ น้ำหนักตัวเพิ่มมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.01$) ส่วน ปริมาณอาหารที่กิน และประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทาง สถิติ ($P < 0.05$) พบว่า กลุ่มที่ได้รับกากเต้าหู้ระดับ 75 เปอร์เซ็นต์ มีน้ำหนักตัวเพิ่ม และปริมาณ อาหารที่กินสูงที่สุด แต่ให้ประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารในระดับที่ดีใกล้เคียงกลุ่มอื่นๆ ส่วนการ ทดลองระยะที่ 2 คือระยะ 4-8 สัปดาห์ ใช้เป็ดที่ได้รับอาหารไม่มีกากเต้าหู้ในระยะ 0-4 สัปดาห์ มา จัดแบ่งกลุ่มทดลองออกเป็น 6 กลุ่ม ให้ได้รับอาหารต่างๆ กัน คือใช้กากเต้าหู้แทนกากถั่วเหลือง 0, 50, 75, 100 เปอร์เซ็นต์ ใช้กากเต้าหู้เป็นอาหารโปรตีนอย่างเดียว และใช้กากเต้าหู้เปียกร่วมกับปลา ป่น ให้ผลการทดลอง คือ น้ำหนักตัวเพิ่ม ปริมาณอาหารที่กิน และประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหาร มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.01$) กลุ่มที่ได้รับกากเต้าหู้ระดับ 75 เปอร์เซ็นต์ มีน้ำหนักตัวเพิ่ม และประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารดีที่สุดใน ส่วนปริมาณการกินใกล้เคียงกับกลุ่ม อื่นๆ เมื่อคิดผลตอบแทนจากการจำหน่ายเปิดพบว่า ทั้งในระยะ 0-4 และ 4-8 สัปดาห์การใช้กาก เต้าหู้ทดแทนกากถั่วเหลืองระดับ 75 เปอร์เซ็นต์ได้รับผลตอบแทนสูงที่สุด และนอกจากนี้ยังได้ แนะนำว่า การใช้กากเต้าหู้ในอาหารระดับสูงถึง 100 เปอร์เซ็นต์ จะทำให้อาหารมีลักษณะฟ้าม ทำ

ให้เปิดเนื้อกินอาหารได้น้อยลง และการใช้กากเต้าหู้เป็นอาหารเสริมโปรตีนเพียงอย่างเดียวจะทำให้ อัตราการเจริญเติบโตของเป็ดเนื้อ และประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารด้อยลง จำเป็นต้องมีโปรตีน จากสัตว์ คือ ปลาป่น รวมอยู่ด้วย

ทินกร ทาตระกูล (2537) ทำการศึกษาการย่อยได้ของการใช้ผลพลอยได้จากการผลิต น้านมถั่วเหลืองในอาหารสุกรระยะรุ่น และขุน โดยใช้สุกรพันธุ์ดาร์จไวท์เพศผู้ไม่ตอน ทั้งในระยะ สุกรรุ่น น้ำหนัก 30 กิโลกรัม และสุกรขุนน้ำหนัก 65 กิโลกรัม แต่ละระยะจำนวน 9 ตัว แบ่งเป็น 3 กลุ่มได้รับอาหารทดลอง ดังนี้ คือ สูตรที่ 1 อาหารปราศจากโปรตีน สูตรที่ 2 อาหารทดลองที่มี แหล่งโปรตีนจากกากถั่วเหลืองเพียงอย่างเดียว สูตรที่ 3 อาหารทดลองที่มีแหล่งโปรตีนจากกากนม ถั่วเหลืองเพียงอย่างเดียว อาหารทดลองสูตรที่ 2 และ 3 เป็นอาหารแบบกึ่งบริสุทธ์ มีโปรตีน ประมาณ 10 เปอร์เซ็นต์ ผลการทดลองพบว่าในระยะสุกรรุ่น กลุ่มที่ได้รับกากนมถั่วเหลืองมีค่าการ ย่อยได้ของวัตถุดิบ การย่อยได้ของโปรตีน การใช้ประโยชน์ได้ของโปรตีนสุทธิ ต่ำกว่ากลุ่มที่ ได้รับกากถั่วเหลืองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) และคุณค่าทางชีวภาพของโปรตีนก็มีความ ต่ำกว่าเช่นกัน ส่วนค่าพลังงานย่อยได้ และพลังงานใช้ประโยชน์ได้ของกลุ่มที่ได้รับกากนมถั่วเหลือง มีค่าสูงกว่ากลุ่มที่ได้รับกากถั่วเหลืองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) และในระยะสุกรขุนก็ พบว่าให้ผลในลักษณะเดียวกันกับในสุกรรุ่น

Hermann and Honeyman (2004) รายงานว่ากากนมถั่วเหลือง (Okara) เป็นผลพลอยได้ จากการบดถั่วเหลืองภายหลังจากการสกัดเอาส่วนของเหลวไปใช้ผลิตน้านมถั่วเหลือง และเต้าหู้ (Tofu) แล้ว เมื่อนำกากนมถั่วเหลืองไปวิเคราะห์พบว่ามีโปรตีน ไลซีน เมทไธโอนีน ทรีโอนีน และทริปโตเฟน เท่ากับ 30.9 เปอร์เซ็นต์, 1.63 เปอร์เซ็นต์, 0.42 เปอร์เซ็นต์, 1.15 เปอร์เซ็นต์และ 0.35 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ จากนั้นได้นำกากนมถั่วเหลืองไปทดลองเลี้ยงลูกสุกรหย่านม พบว่า สามารถใช้กากนมถั่วเหลืองในอาหารลูกสุกรหย่านมได้ 25 เปอร์เซ็นต์โดยไม่มีผลกระทบต่ออัตรา การเจริญเติบโต ปริมาณอาหารที่กิน และประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารของสุกรทดลอง

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

การศึกษาการใช้ประโยชน์ของกากนมถั่วเหลืองในอาหารสุกรระยะรุ่น-ขุน มีรายละเอียดของขั้นตอนการดำเนินงาน ดังนี้

3.1 การศึกษาที่ 1 ศึกษาผลการใช้กากนมถั่วเหลืองในสูตรอาหารต่อสมรรถภาพการผลิตของสุกรระยะรุ่น-ขุน

การทดลองนี้ทำการศึกษาเพื่อทดสอบสมรรถภาพการผลิต และหาระดับการใช้กากนมถั่วเหลืองที่เหมาะสม รวมถึงผลตอบแทนที่ได้รับจากการใช้กากนมถั่วเหลืองในสูตรอาหารสุกรระยะรุ่นและขุน

3.1.1 สัตว์ทดลอง

ใช้สุกรรุ่นเพศผู้ตอนลูกผสมทางการค้า (ลาร์จไวท์ x แลนเรซ x คูรอก) น้ำหนักประมาณ 30 กิโลกรัมจำนวน 40 ตัว

3.1.2 อาหารทดลอง

สุกรทดลองจะได้รับอาหารทดลองแบ่งเป็น 5 กลุ่มประกอบด้วย

- กลุ่มที่ 1 อาหารควบคุมไม่ใช้กากนมถั่วเหลืองในสูตรอาหาร
- กลุ่มที่ 2 อาหารผสมกากนมถั่วเหลือง 10 เปอร์เซ็นต์ในสูตรอาหาร
- กลุ่มที่ 3 อาหารผสมกากนมถั่วเหลือง 15 เปอร์เซ็นต์ในสูตรอาหาร
- กลุ่มที่ 4 อาหารผสมกากนมถั่วเหลือง 20 เปอร์เซ็นต์ในสูตรอาหาร
- กลุ่มที่ 5 อาหารผสมกากนมถั่วเหลือง 25 เปอร์เซ็นต์ในสูตรอาหาร

กากนมถั่วเหลืองที่ใช้ในการศึกษา ทำการผลิตโดย บริษัท พี ที เอ็ม การเกษตร จำกัด โดยมีองค์ประกอบทางเคมีแสดงในตารางภาคผนวกที่ ก. 2 อาหารทดลองทุกกลุ่มคำนวณตามความต้องการโภชนาที่แนะนำโดย NRC (1998) และจัดให้สุกรกินอาหารแบบเต็มที่ (*ad libitum*) มีรางอาหาร และที่ให้น้ำอัตโนมัติอยู่หน้าคอก โดยแบ่งสูตรอาหารเป็น 2 ระยะ คือ

สูตรอาหารระยะที่ 1 ใช้เลี้ยงสุกรตั้งแต่น้ำหนัก 30 กิโลกรัม ถึง 60 กิโลกรัม

สูตรอาหารระยะที่ 2 ใช้เลี้ยงสุกรตั้งแต่น้ำหนัก 60 กิโลกรัม ถึงน้ำหนักส่งตลาด

อาหารที่ใช้ทดลองในระยะรุ่น และขุนมีส่วนประกอบของวัตถุดิบอาหารสัตว์ ดังแสดงในตารางที่ 3.1 และ 3.2 ตามลำดับ

ตารางที่ 3.1 แสดงส่วนประกอบของสูตรอาหารที่ใช้เลี้ยงสุกรทดลองระยะรุ่น

| | กลุ่มที่ 1 | กลุ่มที่ 2 | กลุ่มที่ 3 | กลุ่มที่ 4 | กลุ่มที่ 5 |
|------------------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| ข้าวโพด | 58.13 | 55.14 | 53.65 | 52.03 | 50.41 |
| กากถั่วเหลือง | 20.94 | 14.53 | 11.33 | 8.15 | 4.97 |
| กากนมถั่วเหลือง | - | 10.00 | 15.00 | 20.00 | 25.00 |
| รำละเอียด | 10.00 | 10.00 | 10.00 | 10.00 | 10.00 |
| ปลาป่น | 5.00 | 5.00 | 5.00 | 5.00 | 5.00 |
| น้ำมันพืช | 3.50 | 3.00 | 2.80 | 2.60 | 2.40 |
| ไคแคลเซียมฟอสเฟต | 0.60 | 0.60 | 0.60 | 0.70 | 0.70 |
| เกลือ | 0.35 | 0.35 | 0.35 | 0.35 | 0.35 |
| แอล - ไลซีน | 0.23 | 0.23 | 0.22 | 0.22 | 0.25 |
| พรีมิกซ์ | 0.25 | 0.25 | 0.25 | 0.25 | 0.22 |
| หินปูน | 1.00 | 0.90 | 0.80 | 0.70 | 0.70 |
| ราคา (บาท/กก.อาหาร) | 10.97 | 10.82 | 10.75 | 10.68 | 10.61 |
| โภชนะที่ได้จากการคำนวณ | | | | | |
| พลังงาน (kcal.ME/kg.) | 3254.00 | 3250.00 | 3253.00 | 3252.00 | 3251.00 |
| โปรตีน (%) | 18.00 | 18.00 | 18.00 | 18.00 | 18.00 |
| เยื่อใย (%) | 4.12 | 4.87 | 5.24 | 5.61 | 5.98 |
| ไขมัน (%) | 7.73 | 8.70 | 9.23 | 9.76 | 10.29 |
| แคลเซียม (%) | 0.83 | 0.82 | 0.80 | 0.80 | 0.82 |
| ฟอสฟอรัส (%) | 0.66 | 0.65 | 0.65 | 0.66 | 0.65 |
| ไลซีน (%) | 1.20 | 1.20 | 1.20 | 1.20 | 1.20 |
| เมทไธโอนีน+ซิสตีน (%) | 0.65 | 0.65 | 0.64 | 0.64 | 0.64 |

ตารางที่ 3.2 แสดงส่วนประกอบของสูตรอาหารที่ใช้เลี้ยงสุกรทดลองระยะขุน

| | กลุ่มที่ 1 | กลุ่มที่ 2 | กลุ่มที่ 3 | กลุ่มที่ 4 | กลุ่มที่ 5 |
|------------------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| ข้าวโพด | 57.77 | 55.35 | 54.14 | 52.81 | 51.23 |
| กากถั่วเหลือง | 24.23 | 17.25 | 13.76 | 10.29 | 6.87 |
| กากนมถั่วเหลือง | - | 10.00 | 15.00 | 20.00 | 25.00 |
| รำละเอียด | 15.00 | 15.00 | 15.00 | 15.00 | 15.00 |
| น้ำมันพืช | 0.90 | 0.40 | 0.20 | - | - |
| ไคแคลเซียมฟอสเฟต | 0.10 | - | - | 0.10 | 0.10 |
| เกลือ | 0.35 | 0.35 | 0.35 | 0.35 | 0.35 |
| พรีมิกซ์ | 0.25 | 0.25 | 0.25 | 0.25 | 0.25 |
| หินฟูน | 1.40 | 1.40 | 1.30 | 1.20 | 1.20 |
| ราคา (บาท/กก.อาหาร) | 9.45 | 9.28 | 9.20 | 9.12 | 9.08 |
| โภชนะที่ได้จากการคำนวณ | | | | | |
| พลังงาน (kcal.ME/kg.) | 3151.00 | 3150.00 | 3154.00 | 3154.00 | 3156.00 |
| โปรตีน (%) | 17.00 | 17.00 | 17.00 | 17.00 | 17.00 |
| เยื่อใย (%) | 4.94 | 6.03 | 6.57 | 7.11 | 7.65 |
| ไขมัน (%) | 5.25 | 5.86 | 6.22 | 6.57 | 7.11 |
| แคลเซียม (%) | 0.64 | 0.64 | 0.62 | 0.63 | 0.65 |
| ฟอสฟอรัส (%) | 0.54 | 0.51 | 0.51 | 0.51 | 0.51 |
| ไลซีน (%) | 0.88 | 0.87 | 0.87 | 0.86 | 0.86 |
| เมทไธโอนีน+ซิสตีน (%) | 0.58 | 0.57 | 0.56 | 0.56 | 0.55 |

3.1.3 อุปกรณ์ในการเลี้ยง

3.1.3.1 โรงเรือน และคอกทดลอง เป็นคอกขังเดี่ยว ในโรงเรือนควบคุมอุณหภูมิแบบปิด (Evaporative Cooling System) สุกรทดลองจะได้รับอาหารแบบเต็มที่ (*ad libitum*) โดยมีรางอาหาร และที่ให้น้ำอัตโนมัติอยู่หน้าคอก

3.1.3.2 เครื่องผสมอาหาร

3.1.3.3 เครื่องบดอาหาร

3.1.3.4 ถังอาหาร

3.1.3.5 เครื่องชั่งน้ำหนัก

3.1.3.6 เทอร์โมมิเตอร์

3.1.3.7 เครื่องวัดความหนาไขมันสันหลังขณะมีชีวิต (RENCO LEAN – METER MN 55401 USA)

3.1.4 สารเคมี และอุปกรณ์ในการวิเคราะห์ส่วนประกอบทางเคมีในอาหารโดยประมาณ

3.1.4.1 เครื่องชั่งอิเล็กทรอนิกส์

3.1.4.2 ตู้อบแห้ง (Hot Air Oven)

3.1.4.3 ตู้ดูดควัน (Fume Hood)

3.1.4.4 เตาเผาอุณหภูมิสูง

3.1.4.5 โหลดูดความชื้น (Desiccator)

3.1.4.6 เครื่องวิเคราะห์โปรตีน (Gerhardt ; Kjeldahl)

3.1.4.7 เครื่องวิเคราะห์ไขมัน (Labconco Goldfish)

3.1.4.8 Automatic Bomb Calorimeter

3.1.4.9 เครื่อง Spectrophotometer (Shimadzu)

3.1.4.10 สารเคมีที่ใช้ในการวิเคราะห์หาองค์ประกอบทางเคมีของอาหารโดยประมาณ ตามคำแนะนำของ AOAC (1995)

3.1.5 วิธีการทดลอง

แบ่งสุกรออกเป็น 5 กลุ่มตามอาหารทดลอง แต่ละกลุ่มทดลองประกอบด้วยสุกรจำนวน 8 ตัว โดยสุ่มสุกรทดลองแต่ละตัวลงในคอกขังเดี่ยว วางแผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อกสมบูรณ์ (Randomize Completely Block Design : RCBD) ตามน้ำหนักเริ่มต้นของสุกรทดลอง โดยแบ่งสุกรอาหารเป็น 2 ระยะ ตามหัวข้อที่ 3.1.2

3.1.6 การเก็บตัวอย่าง

สุ่มเก็บตัวอย่างอาหารที่สุกรได้รับในแต่ละช่วงของน้ำหนัก เพื่อวิเคราะห์ส่วนประกอบทางเคมีในอาหารโดยประมาณ (Proximate Analysis) เพื่อหาความชื้น (Moisture) โปรตีน (Crude Protein) ไขมัน (Crude Fat) เยื่อใย (Crude Fiber) เถ้า (Ash) แคลเซียม (Calcium) ฟอสฟอรัส (Phosphorus) และพลังงานรวม (Gross Energy) ตามวิธีการของ AOAC (1995)

3.1.7 การบันทึกข้อมูล

3.1.4.1 น้ำหนักตัวเริ่มต้น และสิ้นสุดการทดลองของสุกรทดลอง

3.1.4.2 ระยะเวลาการเลี้ยง

3.1.4.3 ปริมาณอาหารที่กิน อาหารที่เหลือ และอาหารที่ตกหล่นของสุกรแต่ละตัว

3.1.4.4 อุณหภูมิ และความชื้นสัมพัทธ์ในโรงเรือน

3.1.4.5 ความหนาไขมันสันหลังที่จุด P2 โดยทำการวัดที่กระดูกซี่โครงคู่สุดท้าย โดยห่างจากเส้นกลางลำตัว (แนวกระดูกสันหลัง) ของสุกรประมาณ 6.5 เซนติเมตร

3.1.8 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

นำข้อมูลที่ได้นำมาคำนวณหา อัตราการเจริญเติบโต ปริมาณอาหารที่กิน อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนัก และต้นทุนค่าอาหาร ในการเพิ่มน้ำหนักตัวสุกร 1 กิโลกรัม แล้วนำข้อมูลที่ได้ทั้งหมดไปวิเคราะห์หาความแปรปรวนทางสถิติ (Analysis of Variance) และเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างกลุ่มทดลองด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range Test โดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป

3.2 การศึกษาที่ 2 ศึกษาคุณภาพซาก และคุณภาพเนื้อสุกรขุนที่ได้รับอาหารผสมกากนมถั่วเหลือง

การทดลองนี้ทำการศึกษาคุณภาพซาก และคุณภาพเนื้อของสุกรทดลองที่ได้จากการศึกษาที่ 1 เมื่อสุกรทดลองทั้ง 40 ตัว มีน้ำหนักตัวประมาณ 110 กิโลกรัม ทำการฆ่า และชำแหละสุกรทั้ง 40 ตัว เพื่อศึกษาลักษณะคุณภาพซากซี่กซี่ของสุกร ด้วยวิธีการตัดแต่งตามเกณฑ์มาตรฐานของโรงฆ่า และชำแหละสุกรมาตรฐาน

3.2.1 อุปกรณ์ในการศึกษาคุณภาพซาก

3.2.1.1 อุปกรณ์ที่ใช้ในการชำแหละ และตัดแต่งซาก

3.2.1.2 สายวัดความยาว

3.2.1.3 เวอร์เนียแคลิเปอร์

3.2.1.4 เครื่องมือวัดอุณหภูมิแบบอิเล็กทรอนิกส์

3.2.2. อุปกรณ์ในการศึกษาคุณภาพเนื้อ และหาล่องประกอบทางเคมีในเนื้อโดยประมาณ

3.2.2.1 เครื่องมือวัดค่าความเป็นกรด - ด่างในเนื้อ

3.2.2.2 เครื่องมือวัดสีของเนื้อ (Minolta Chromameter CR - 300)

3.2.2.3 เครื่องมือวัดพื้นที่ใบไม้ (Planimeter)

3.2.2.4 ตู้อบแห้ง (Hot Air Oven)

3.2.2.5 โหลดูดความชื้น (Desiccator)

3.2.2.6 เครื่องวิเคราะห์โปรตีน (Gerhardt ; Kjeldahl)

3.2.2.7 เครื่องวิเคราะห์ไขมัน (Labconco Goldfish)

3.2.2.8 สารเคมีที่ใช้ในการวิเคราะห์หาล่องประกอบทางเคมีของอาหารและเนื้อ ตาม

คำแนะนำของ AOAC (1995)

3.2.3 การเก็บตัวอย่าง

ทำการสุ่มเก็บตัวอย่างกล้ามเนื้อสันนอก (*longissimus dorsi* : LD) ระหว่างซี่โครงคู่ที่ 10 ถึง 13 น้ำหนักประมาณ 1 กิโลกรัม จากซากสุกรซีกซ้าย แล้วแบ่งเป็น 2 ส่วน โดยส่วนที่ 1 ใส่ถุงเก็บไว้ที่อุณหภูมิ -18 องศาเซลเซียสเพื่อนำไปศึกษาองค์ประกอบทางเคมีของกล้ามเนื้อ ส่วนที่ 2 ใส่ถุงเก็บไว้ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียสเพื่อทำการวัดสีของเนื้อ

3.2.4 การบันทึกข้อมูล

3.2.4.1 น้ำหนักมีชีวิตก่อนฆ่า (Live Weight หรือ Slaughter Weight)

3.2.4.2 น้ำหนักซากอุ่น (Hot Carcass Weight)

3.2.4.3 น้ำหนักซากเย็น (Carcass Weight)

3.2.4.4 ความยาวซาก (Carcass Length) โดยวัดจากกระดูกซี่โครงซี่แรกถึงกระดูกเชิงกรานตอนล่าง (Aitch Bone)

3.2.4.5 ความหนาไขมันสันหลัง (Back fat Thickness)

3.2.4.6 ค่าดัชนีความหนาไขมันสันหลังต่อความกว้างกล้ามเนื้อสันนอก (Lenden-Speck Quotient : LSQ)

3.2.4.7 ขนาดพื้นที่หน้าตัดเนื้อสันนอก (Loin Eye Area) ตรงตำแหน่งระหว่างกระดูกซี่โครงคู่ที่ 13 และ 14

3.2.4.8 น้ำหนักชิ้นส่วนต่างๆ ที่ได้จากการตัดแต่งตามเกณฑ์มาตรฐานของโรงฆ่าและชำแหละสุกร ได้แก่ สันใน (Filet) สันนอก (Loin) สะโพก (Ham) ไหล่ (Picnic Shoulder) สันคอ (Boston) คางหมู (Jowl) สามชั้น (Belly) ซี่โครง (Spareribs) ขา (Leg) กระดูกรวม (Bone) ไขมันสันหลัง (Back fat) เศษไขมัน (Fat Trimmings) เศษเนื้อ (Meat Trimmings) และหนังหมู (Skin)

3.2.4.9 อุณหภูมิ (Temperature) ที่ 45 นาที และ 24 ชั่วโมงภายหลังสัตว์ตาย

3.2.4.10 ค่าความเป็นกรดค่า (pH Value) ที่ 45 นาที และ 24 ชั่วโมงภายหลังสัตว์ตาย

3.2.4.11 สีของเนื้อ โดยเก็บกล้ามเนื้อสันนอกไว้ที่ 4 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 24 ชั่วโมงภายหลังสัตว์ตาย จากนั้นตัดชิ้นเนื้อออกเป็น 2 ชิ้น หนาประมาณ 3 เซนติเมตร ทิ้งไว้ในห้องที่ปรับอุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส ประมาณ 45 นาที เพื่อให้ออกซิเจนในอากาศได้แทรกเข้าไปในผิวหน้าตัดของชิ้นเนื้อ แล้วนำไปวัดสีด้วยเครื่องมือวัดสีของเนื้อ (Minolta Chromameter CR - 300) ซึ่งจะแสดงเป็นค่า L^* (Lightness), a^* (Redness) และ b^* (Yellowness) โดยในแต่ละตัวอย่างจะทำการวัดตัวอย่างละ 2 ชิ้น

3.2.4.12 การวิเคราะห์ส่วนประกอบทางเคมีโดยประมาณ (Proximate Analysis) ในเนื้อเพื่อหาความชื้น (Moisture) โปรตีน (Crude Protein) และไขมัน (Crude Fat) ของกล้ามเนื้อสันนอก

3.2.5 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

นำข้อมูลคุณภาพซาก และคุณภาพเนื้อที่บันทึกได้มาทำการวิเคราะห์หาความแปรปรวนทางสถิติ โดยวางแผนการทดลองแบบสุ่มตลอด (Completely Randomize Design : CRD) และเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างกลุ่มทดลองด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range Test โดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป

บทที่ 4

ผลการทดลอง

การศึกษาการใช้ประโยชน์ของกากนมถั่วเหลืองในอาหารสุกรระยะรุ่น-ขุน ได้ผลการศึกษา ดังนี้

4.1 ศึกษาสมรรถภาพการผลิตของสุกรระยะรุ่น-ขุน

4.1.1 น้ำหนักเริ่มต้น น้ำหนักสิ้นสุด และน้ำหนักที่เพิ่มขึ้น

สุกรทดลองทั้ง 5 กลุ่ม มีน้ำหนักเริ่มต้น น้ำหนักสิ้นสุดการทดลอง และน้ำหนักที่เพิ่มขึ้นแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ แสดงในตารางที่ 4.1

4.1.2 ระยะเวลาที่ใช้เลี้ยง

ระยะสุกรรุ่น สุกรที่ได้รับอาหารทดลองกลุ่มที่ 5 จะมีระยะเวลาในการเลี้ยงจากน้ำหนักเริ่มต้นทดลองประมาณ 30 กิโลกรัมถึง 60 กิโลกรัมมากกว่าสุกรที่ได้รับอาหารทดลองกลุ่มที่ 1, 2 และ 4 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) แต่มีระยะเวลาการเลี้ยงแตกต่างกับสุกรที่ได้รับอาหารกลุ่มที่ 3 อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$) สุกรที่ได้รับอาหารทดลองกลุ่มที่ 1, 2, 3 และ 4 ใช้ระยะเวลาในการเลี้ยงในระยะนี้แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

สุกรระยะขุน ระยะเวลาที่ใช้ในการเพิ่มน้ำหนักจาก 60 กิโลกรัมถึงน้ำหนักสิ้นสุดการทดลองประมาณ 110 กิโลกรัมของสุกรที่ได้รับอาหารทดลองทั้ง 5 กลุ่มใช้เวลาในการเลี้ยงแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

ตลอดการทดลอง จากน้ำหนักเริ่มต้น 30 กิโลกรัม ถึงน้ำหนักสิ้นสุดการทดลองประมาณ 110 กิโลกรัมของสุกรที่ได้รับอาหารทดลองทั้ง 5 กลุ่มมีระยะเวลาที่ใช้เลี้ยงความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ดังแสดงในตารางที่ 4.1

4.1.3 อัตราการเจริญเติบโต

สุกรระยะรุ่น (น้ำหนัก 30 – 60 กิโลกรัม) อัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยของสุกรที่ได้รับอาหารกลุ่มที่ 5 จะมีอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่ำกว่าสุกรที่ได้รับอาหารกลุ่มที่ 1, 2, และ 4 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) แต่มีความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติกับสุกรที่ได้รับอาหารกลุ่มที่ 3

สุกรระยะขุน (น้ำหนัก 60 - 110 กิโลกรัม) ที่ได้รับอาหารทดลองทั้ง 5 กลุ่มมีอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ โดยสุกรที่ได้รับอาหารกลุ่มที่ 5 มีอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยสูงสุด (0.759 กิโลกรัมต่อตัวต่อวัน) และสุกรที่ได้รับอาหารกลุ่มที่ 3 มีอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่ำที่สุด (0.698 กิโลกรัมต่อตัวต่อวัน)

ตลอดการทดลอง (น้ำหนัก 30 - 110 กิโลกรัม) สุกรที่ได้รับอาหารทั้ง 5 กลุ่มมีอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ โดยสุกรที่ได้รับอาหารกลุ่มที่ 1 (กลุ่มควบคุม) จะมีอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยสูงสุด และสุกรที่ได้รับอาหารกลุ่มที่ 3 มีอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่ำที่สุด (0.719 กิโลกรัมต่อตัวต่อวัน) ดังแสดงในตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 น้ำหนักเริ่มต้น น้ำหนักสิ้นสุด น้ำหนักที่เพิ่มขึ้น ระยะเวลาที่ใช้เลี้ยง และอัตราการเจริญเติบโตของสุกรที่ได้รับอาหารทดลองทั้ง 5 กลุ่ม

| | กลุ่มที่ 1 | กลุ่มที่ 2 | กลุ่มที่ 3 | กลุ่มที่ 4 | กลุ่มที่ 5 | SEM |
|------------------------------------|--------------------|--------------------|---------------------|--------------------|--------------------|------|
| จำนวนสุกร (ตัว) | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | - |
| น้ำหนักเริ่มต้นทดลอง (กิโลกรัม) | 34.38 | 34.65 | 34.53 | 34.69 | 34.88 | 0.51 |
| น้ำหนักสิ้นสุด (กิโลกรัม) | | | | | | |
| ระยะรุ่น | 61.38 | 61.65 | 61.42 | 61.24 | 60.53 | 0.21 |
| ระยะขุน | 111.13 | 110.56 | 111.23 | 111.46 | 110.85 | 0.30 |
| น้ำหนักที่เพิ่มขึ้น (กิโลกรัม) | | | | | | |
| ระยะรุ่น | 27.00 | 27.00 | 26.90 | 26.49 | 25.65 | 0.57 |
| ระยะขุน | 49.75 | 49.00 | 49.80 | 50.23 | 50.33 | 0.38 |
| ตลอดการทดลอง | 76.75 | 75.81 | 76.70 | 76.78 | 75.98 | 0.60 |
| ระยะเวลาที่ใช้เลี้ยง (วัน) | | | | | | |
| ระยะรุ่น | 32.63 ^u | 32.25 ^u | 35.00 ^{uv} | 32.88 ^u | 39.00 ⁿ | 0.98 |
| ระยะขุน | 68.63 | 69.43 | 72.13 | 70.25 | 67.75 | 1.33 |
| ตลอดการทดลอง | 101.25 | 101.86 | 107.13 | 103.13 | 106.75 | 1.71 |
| อัตราการเติบโตเฉลี่ย (กก./ตัว/วัน) | | | | | | |
| ระยะรุ่น | 0.84 ⁿ | 0.86 ⁿ | 0.77 ^{uv} | 0.81 ⁿ | 0.67 ^u | 0.02 |
| ระยะขุน | 0.73 | 0.71 | 0.70 | 0.72 | 0.76 | 0.01 |
| ตลอดการทดลอง | 0.76 | 0.75 | 0.72 | 0.75 | 0.72 | 0.01 |

^{n, u} ตัวอักษรต่างกันในบรรทัดเดียวกันแสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$)

หมายเหตุ SEM หมายถึง ค่า Standard Error of Mean

4.1.4 ปริมาณอาหารที่กินทั้งหมด

สุกรทั้งในระยะรุ่น ระยะขุน และตลอดการทดลอง สุกรที่ได้รับอาหารทดลองทั้ง 5 กลุ่ม มีปริมาณอาหารที่กินแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ โดยสุกรที่ได้รับอาหารทดลองกลุ่มที่ 1 จะมีปริมาณการกินอาหารตลอดการทดลองต่ำที่สุด (207.90 กิโลกรัมต่อตัว) ส่วนสุกรที่ได้รับอาหารกลุ่มที่ 3 จะมีปริมาณอาหารที่กินทั้งหมดสูงที่สุด (233.45 กิโลกรัมต่อตัว) แสดงในตารางที่ 4.2

4.1.5 ปริมาณเยื่อใยที่ได้รับ

สุกรระยะรุ่น (น้ำหนัก 30 – 60 กิโลกรัม) สุกรกลุ่มที่ 5 จะได้รับเยื่อใยในอาหารสูงกว่าสุกรกลุ่มอื่นๆ ทุกกลุ่มอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) สุกรที่ได้รับอาหารกลุ่มที่ 4 ได้รับเยื่อใยในอาหารสูงกว่าสุกรกลุ่มที่ 1 ถึงกลุ่มที่ 3 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) สุกรกลุ่มที่ 2 และ 3 ได้รับเยื่อใยในอาหารมีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ แต่ได้รับสูงกว่าสุกรกลุ่มที่ 1 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$)

สุกรระยะขุน (น้ำหนัก 60 - 110 กิโลกรัม) สุกรกลุ่มที่ 5 จะได้รับเยื่อใยในอาหารสูงกว่าสุกรกลุ่มอื่นๆ ทุกกลุ่มอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) สุกรที่ได้รับอาหารกลุ่มที่ 4 ได้รับเยื่อใยในอาหารแตกต่างกับสุกรกลุ่มที่ 3 อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ แต่ได้รับเยื่อใยในอาหารสูงกว่าสุกรกลุ่มที่ 1 และกลุ่มที่ 2 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) สุกรกลุ่มที่ 2 ได้รับเยื่อใยในอาหารสูงกว่าสุกรกลุ่มที่ 1 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) แต่แตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติกับสุกรที่ได้รับอาหารกลุ่มที่ 3

ตลอดการทดลอง (น้ำหนัก 30 – 110 กิโลกรัม) สุกรกลุ่มที่ 5 จะได้รับเยื่อใยในอาหารสูงกว่าสุกรกลุ่มอื่นๆ ทุกกลุ่มอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) สุกรที่ได้รับอาหารกลุ่มที่ 4 ได้รับเยื่อใยในอาหารสูงกว่าสุกรกลุ่มที่ 1 ถึงกลุ่มที่ 3 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) สุกรกลุ่มที่ 2 และ 3 ได้รับเยื่อใยในอาหารมีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ แต่ได้รับสูงกว่าสุกรกลุ่มที่ 1 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) แสดงในตารางที่ 4.2

4.1.6 อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนัก

สุกรระยะรุ่น (น้ำหนัก 30 – 60 กิโลกรัม) อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักของสุกรที่ได้รับอาหารกลุ่มที่ 5 มีอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักค้อยกว่าสุกรที่ได้รับอาหารกลุ่มที่ 1 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) แต่สุกรทดลองทั้ง 2 กลุ่มมีความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติกับสุกรที่ได้รับอาหารกลุ่มที่ 2, 3 และ 4

สุกรระยะขุน (น้ำหนัก 60 - 110 กิโลกรัม) ที่ได้รับอาหารทดลองทั้ง 5 กลุ่มมีอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ โดยสุกรที่ได้รับอาหารกลุ่มที่

3 มีอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักแห้งที่สุด (3.45) และสุกรที่ได้รับอาหารกลุ่มที่ 1 มีอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักดีที่สุด (3.05)

ตลอดการทดลอง (น้ำหนัก 30 – 110 กิโลกรัม) สุกรที่ได้รับอาหารทดลองทั้ง 5 กลุ่ม มีอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ โดยสุกรที่ได้รับอาหารควบคุม (กลุ่มที่ 1) มีอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักดีที่สุด (2.72) ในขณะที่สุกรที่ได้รับอาหารกลุ่มที่ 5 มีอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักแห้งที่สุด (3.06) ดังแสดงในตารางที่ 4.2

4.1.7 ต้นทุนค่าอาหารในการเพิ่มน้ำหนักตัว 1 กิโลกรัม

สุกรทุกระยะอายุทดลองทั้งระยะสุกรรุ่น สุกรขุน และตลอดการทดลอง มีต้นทุนค่าอาหารในการเพิ่มน้ำหนักตัว 1 กิโลกรัมแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ โดยในระยะสุกรรุ่น (30 - 60 กิโลกรัม) สุกรที่ได้รับอาหารกลุ่มที่ 5 จะมีต้นทุนค่าอาหารในการเพิ่มน้ำหนักตัวสูงที่สุด (25.93 บาทต่อกิโลกรัม) สุกรที่ได้รับอาหารกลุ่มที่ 1 มีต้นทุนค่าอาหารในการเพิ่มน้ำหนักตัวต่ำที่สุด (23.03 บาทต่อกิโลกรัม) ระยะสุกรขุนและตลอดการทดลองสุกรที่ได้รับอาหารกลุ่มที่ 3 จะมีต้นทุนค่าอาหารในการเพิ่มน้ำหนักตัวสูงที่สุด (31.76 และ 29.23 บาทต่อกิโลกรัม ตามลำดับ) สุกรที่ได้รับอาหารกลุ่มที่ 1 มีต้นทุนค่าอาหารในการเพิ่มน้ำหนักตัวต่ำที่สุด (28.78 และ 26.81 บาทต่อกิโลกรัม ตามลำดับ) แสดงในตารางที่ 4.2

4.1.8 ความหนาไขมันสันหลังขณะมีชีวิต (P2)

ค่าความหนาไขมันสันหลังขณะมีชีวิตที่จุด P2 วัดเมื่อสุกรทดลองมีน้ำหนักสิ้นสุดการทดลอง (ประมาณ 110 กิโลกรัม) พบว่าสุกรที่ได้รับอาหารทดลองทั้ง 5 กลุ่มมีค่าเฉลี่ยความหนาไขมันสันหลังขณะมีชีวิตแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ดังแสดงในตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 ปริมาณอาหารที่กิน ปริมาณเชื้อไขที่ได้รับ อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนัก ต้นทุนค่าอาหารในการเพิ่มน้ำหนักตัว และความหนาไขมันสันหลังขณะมีชีวิตของสุกรที่ได้รับอาหารทดลองทั้ง 5 กลุ่ม

| | กลุ่มที่ 1 | กลุ่มที่ 2 | กลุ่มที่ 3 | กลุ่มที่ 4 | กลุ่มที่ 5 | SEM |
|---------------------------------------|--------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|------|
| อาหารที่กินทั้งหมด (กิโลกรัม) | | | | | | |
| ระยะรุ่น | 56.71 | 61.78 | 61.50 | 58.91 | 62.84 | 1.59 |
| ระยะขุน | 151.19 | 163.31 | 171.95 | 170.77 | 169.99 | 3.48 |
| ตลอดการทดลอง | 207.90 | 224.80 | 233.45 | 229.67 | 232.83 | 4.33 |
| ปริมาณเชื้อไขที่ได้รับ (กรัม/ตัว/วัน) | | | | | | |
| ระยะรุ่น | 49.67 ^ก | 89.82 ^ข | 91.59 ^ข | 104.18 ^ข | 118.80 ^ข | 3.82 |
| ระยะขุน | 97.11 ^ก | 111.41 ^ข | 119.25 ^ข | 128.23 ^ข | 148.30 ^ข | 3.23 |
| ตลอดการทดลอง | 81.55 ^ก | 104.61 ^ข | 109.42 ^ข | 120.31 ^ข | 137.16 ^ข | 3.18 |
| อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนัก | | | | | | |
| ระยะรุ่น | 2.10 ^ข | 2.30 ^ข | 2.31 ^ข | 2.24 ^ข | 2.44 ^ข | 0.50 |
| ระยะขุน | 3.05 | 3.33 | 3.45 | 3.40 | 3.38 | 0.37 |
| ตลอดการทดลอง | 2.72 | 2.96 | 3.04 | 2.99 | 3.06 | 0.05 |
| ต้นทุนในการเพิ่มน้ำหนัก (บาท/กก.) | | | | | | |
| ระยะรุ่น | 23.03 | 24.89 | 24.83 | 23.93 | 25.93 | 0.51 |
| ระยะขุน | 28.78 | 30.92 | 31.76 | 30.97 | 30.67 | 0.58 |
| ตลอดการทดลอง | 26.81 | 28.73 | 29.23 | 28.47 | 29.03 | 0.47 |
| ความหนาไขมันสันหลัง (P2) (มม.) | 15.75 | 16.00 | 13.13 | 13.50 | 15.75 | 0.48 |

ก, ข, ค, ง ตัวอักษรต่างกันในบรรทัดเดียวกันแสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$)

หมายเหตุ SEM หมายถึง ค่า Standard Error of Mean

4.2 การศึกษาคุณภาพซากสุกรขุนที่ได้รับอาหารทดลอง

4.2.1 ลักษณะซากทั่วไป

ผลของการใช้กากนมถั่วเหลืองในระดับ 0, 10, 15, 20 และ 25 เปอร์เซ็นต์ในสูตรอาหารต่อคุณภาพซากสุกรขุน พบว่าค่าเฉลี่ยของน้ำหนักสุกรมีชีวิตก่อนฆ่า น้ำหนักซากอุ่น น้ำหนักซากเย็น ซีกซ้าย ความยาวซาก ค่าดัชนีความหนาไขมันสันหลังต่อความกว้างกล้ามเนื้อสันนอก (LSQ) และพื้นที่หน้าตัดกล้ามเนื้อสันนอก ให้ความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ แสดงในตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.3 ลักษณะซากโดยทั่วไปของสุกรขุนที่ได้รับอาหารทดลองทั้ง 5 กลุ่ม

| ลักษณะที่ศึกษา | กลุ่มที่ | กลุ่มที่ | กลุ่มที่ | กลุ่มที่ | กลุ่มที่ | SEM |
|---|----------|----------|----------|----------|----------|------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | |
| จำนวนสุกร (ตัว) | 8 | 7 | 8 | 8 | 8 | - |
| น้ำหนักสุกรมีชีวิตก่อนฆ่า | 112.53 | 110.63 | 112.13 | 109.46 | 109.81 | 0.56 |
| น้ำหนักซากอุ่น | 91.51 | 89.10 | 91.03 | 90.68 | 89.30 | 0.62 |
| น้ำหนักซากเย็น (ซีกซ้าย) | 42.18 | 41.04 | 41.51 | 40.69 | 40.53 | 0.21 |
| ความยาวซาก | 100.50 | 99.47 | 100.66 | 101.56 | 100.36 | 0.48 |
| ค่าดัชนีความหนาไขมันสันหลังต่อความกว้างกล้ามเนื้อสันนอก (LSQ) | 0.29 | 0.28 | 0.28 | 0.24 | 0.29 | 0.02 |
| พื้นที่หน้าตัดกล้ามเนื้อสันนอก (ตร.ซม.) | 53.56 | 55.08 | 52.49 | 56.84 | 55.97 | 1.25 |

ทุกลักษณะที่ศึกษาแสดงความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$)

หมายเหตุ สุกรกลุ่มที่ 2 ดายก่อนขนส่งไปโรงฆ่าและชำแหละ 1 ตัว

4.2.2 เปอร์เซ็นต์ไขมันส่วนย่อยที่ได้จากการตัดแต่ง

สุกรขุนที่ได้รับอาหารทดลองทั้ง 5 กลุ่ม จะมีเปอร์เซ็นต์ไขมันส่วนย่อยจากการตัดแต่งทุกลักษณะ แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ แสดงในตารางที่ 4.4

ตารางที่ 4.4 ลักษณะชิ้นส่วนย่อยหลังการตัดแต่งของสุกรที่ได้รับอาหารทดลองทั้ง 5 กลุ่ม

| ลักษณะที่ศึกษา | กลุ่มที่ 1 | กลุ่มที่ 2 | กลุ่มที่ 3 | กลุ่มที่ 4 | กลุ่มที่ 5 | SEM |
|---------------------------|------------|------------|------------|------------|------------|------|
| จำนวนสุกร (ตัว) | 8 | 7 | 8 | 8 | 8 | - |
| ชิ้นส่วนจากการตัดแต่ง (%) | | | | | | |
| สันใน (Filet) | 1.22 | 1.22 | 1.23 | 1.28 | 1.25 | 0.02 |
| สันนอก (Loin) | 8.17 | 8.20 | 8.16 | 8.32 | 8.11 | 0.09 |
| สะโพก (Ham) | 18.20 | 18.51 | 18.59 | 18.57 | 17.90 | 0.18 |
| ไหล่ (Picnic) | 10.91 | 9.73 | 10.16 | 10.16 | 9.50 | 0.12 |
| สันคอ (Boston) | 6.29 | 6.37 | 6.77 | 6.86 | 6.80 | 0.09 |
| สามชั้น (Belly) | 13.82 | 14.50 | 13.70 | 13.93 | 14.07 | 0.15 |
| ซี่โครง (Spareribs) | 5.16 | 5.12 | 5.39 | 5.19 | 4.94 | 0.06 |
| ขาหมู (Leg) | 9.24 | 9.91 | 9.99 | 10.36 | 10.31 | 0.10 |
| คางหมู (Jowl) | 3.43 | 3.23 | 3.12 | 3.06 | 3.29 | 0.06 |
| มันแข็ง | 4.11 | 4.14 | 3.61 | 3.50 | 4.29 | 0.14 |
| หนังหมู | 1.82 | 1.67 | 1.78 | 1.79 | 1.84 | 0.03 |
| มันติดหนัง | 6.67 | 6.99 | 6.05 | 6.41 | 6.67 | 0.14 |
| เศษไขมัน | 1.60 | 1.89 | 1.54 | 1.74 | 1.59 | 0.05 |
| เศษเนื้อ | 1.81 | 1.62 | 1.74 | 1.67 | 1.84 | 0.05 |

ทุกลักษณะที่ศึกษาแสดงความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$)

หมายเหตุ สุกรกลุ่มที่ 2 ตายก่อนขนส่งไปโรงฆ่าและชำแหละ 1 ตัว

4.2.3 เปอร์เซ็นต์เนื้อแดง เปอร์เซ็นต์ไขมัน เปอร์เซ็นต์สามชั้น เปอร์เซ็นต์กระดูกและเปอร์เซ็นต์ขาหมูรวมซี่โครงของสุกรขุน

ผลของการใช้กากนมถั่วเหลืองในสูตรอาหารต่อเปอร์เซ็นต์เนื้อแดง เปอร์เซ็นต์ไขมัน เปอร์เซ็นต์สามชั้น เปอร์เซ็นต์กระดูกและเปอร์เซ็นต์ขาหมูรวมซี่โครง แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ดังแสดงในตารางที่ 4.5

ตารางที่ 4.5 ลักษณะเปอร์เซ็นต์เนื้อแดง ไขมัน สามชั้น กระดูก และขาหุรวมซี่โครงของสุกรขุนที่ได้รับอาหารทดลองทั้ง 5 กลุ่ม

| ลักษณะที่ศึกษา | กลุ่มที่ 1 | กลุ่มที่ 2 | กลุ่มที่ 3 | กลุ่มที่ 4 | กลุ่มที่ 5 | SEM |
|--------------------|------------|------------|------------|------------|------------|------|
| จำนวนสุกร (ตัว) | 8 | 7 | 8 | 8 | 8 | - |
| เนื้อแดงรวม (%) | 45.23 | 45.66 | 46.32 | 46.86 | 45.06 | 0.41 |
| ไขมัน (%) | 17.48 | 17.70 | 15.88 | 16.52 | 17.70 | 0.31 |
| สามชั้น (%) | 13.82 | 14.50 | 13.70 | 13.93 | 14.07 | 0.15 |
| กระดูก (%) | 7.50 | 6.97 | 7.59 | 7.23 | 7.28 | 0.13 |
| ขาหุรวมซี่โครง (%) | 15.09 | 15.04 | 15.38 | 15.55 | 15.24 | 0.11 |

ทุกลักษณะที่ศึกษาแสดงความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$)

หมายเหตุ สุกรกลุ่มที่ 2 ตายก่อนขนส่งไปโรงฆ่าและชำแหละ 1 ตัว

4.3 การศึกษาคุณภาพเนื้อ

4.3.1 อุณหภูมิ ค่าความเป็นกรดค่า (pH) และสีของกล้ามเนื้อสันนอกของสุกร

ในการวัดค่าความเป็นกรดค่า และอุณหภูมิที่ 45 นาที และที่ 24 ชั่วโมงปรากฏว่ามีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ค่าการวัดสีที่กล้ามเนื้อสันนอกจะเห็นว่าค่า L^* (Lightness), a^* (Redness) และ b^* (Yellowness) แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติเช่นกัน แสดงในตารางที่ 4.6

4.3.2 องค์ประกอบทางเคมีของกล้ามเนื้อสันนอกของสุกร

องค์ประกอบทางเคมีของกล้ามเนื้อสันนอกของสุกรที่ได้รับอาหารทดลองทั้ง 5 กลุ่ม เปอร์เซ็นต์ความชื้น เปอร์เซ็นต์โปรตีน และเปอร์เซ็นต์ไขมันในกล้ามเนื้อ มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ แสดงในตารางที่ 4.6

ตารางที่ 4.6 แสดงผลของการใช้กากนมถั่วเหลืองในสูตรอาหารสุกรต่อคุณภาพเนื้อบางประการ

| ลักษณะที่ศึกษา | กลุ่มที่ | กลุ่มที่ | กลุ่มที่ | กลุ่มที่ | กลุ่มที่ | SEM |
|---------------------------------------|----------|----------|----------|----------|----------|------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | |
| จำนวนสุกร (ตัว) | 8 | 7 | 8 | 8 | 8 | - |
| ค่าความเป็นกรด – ค่าที่ 45 นาที | 6.26 | 6.26 | 6.08 | 6.27 | 6.25 | 0.03 |
| ค่าความเป็นกรด – ค่าที่ 24 ชั่วโมง | 5.72 | 5.81 | 5.79 | 5.82 | 5.71 | 0.03 |
| อุณหภูมิที่ 45 นาที (องศาเซลเซียส) | 40.73 | 39.83 | 40.72 | 40.63 | 40.86 | 0.17 |
| อุณหภูมิที่ 24 ชั่วโมง (องศาเซลเซียส) | 4.59 | 5.36 | 4.68 | 5.45 | 5.39 | 0.19 |
| ความชื้น (%) | 71.59 | 72.29 | 73.34 | 72.80 | 72.36 | 0.20 |
| โปรตีน (%) | 24.52 | 24.38 | 24.13 | 23.99 | 24.26 | 0.11 |
| ไขมัน (%) | 2.59 | 1.94 | 1.81 | 2.43 | 2.52 | 0.13 |
| สีของเนื้อ | | | | | | |
| ค่า L^* (Lightness) | 47.40 | 43.84 | 44.61 | 44.74 | 45.79 | 0.67 |
| ค่า a^* (Redness) | 5.95 | 6.04 | 6.45 | 4.64 | 5.71 | 0.25 |
| ค่า b^* (Yellowness) | 1.92 | 2.19 | 2.14 | 1.49 | 1.46 | 0.14 |

ทุกลักษณะที่ศึกษาแสดงความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$)

หมายเหตุ สุกรกลุ่มที่ 2 ตายก่อนขนส่งไปโรงฆ่าและชำแหละ 1 ตัว

บทที่ 5

วิจารณ์ผลการทดลอง

5.1 การใช้กากนมถั่วเหลืองในสูตรอาหาร ต่อสมรรถภาพการผลิตของสุกรระยะรุ่น-ขุน

จากการศึกษาสมรรถภาพการผลิตของสุกรระยะรุ่นและขุน ที่ได้รับอาหารทดลองที่มีระดับของกากนมถั่วเหลืองต่างกัน แบ่งเป็น 5 กลุ่มประกอบด้วย กลุ่มที่ 1 อาหารควบคุมที่ไม่ใช้กากนมถั่วเหลืองในสูตรอาหาร กลุ่มที่ 2, 3, 4 และ 5 เป็นอาหารผสมกากนมถั่วเหลือง 10, 15, 20 และ 25 เปอร์เซ็นต์ในสูตรอาหารตามลำดับ ปรากฏว่า น้ำหนักที่เพิ่มขึ้นของสุกรระยะรุ่น ระยะขุน และตลอดการทดลองที่ได้รับอาหารทดลองทั้ง 5 กลุ่ม มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ โดยในระยะรุ่นใช้ระยะเวลาในการเลี้ยงเพื่อการเพิ่มน้ำหนักจากประมาณ 30 ถึง 60 กิโลกรัมของสุกรที่ได้รับอาหารทดลองกลุ่มที่ 5 มีค่าเฉลี่ยการใช้เวลาในการเลี้ยงนานที่สุด (39.0 วัน) โดยนานกว่าสุกรที่ได้รับอาหารกลุ่มที่ 1, 2 และ 4 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) ที่ใช้เวลาในการเลี้ยง 32.63, 32.25 และ 32.88 วันตามลำดับ แต่สุกรทั้ง 4 กลุ่มดังกล่าวจะมีระยะเวลาในการเลี้ยงแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติกับสุกรที่ได้รับอาหารกลุ่มที่ 3 (35.00 วัน) ซึ่งสอดคล้องกับอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยที่พบว่าสุกรที่ได้รับอาหารกลุ่มที่ 5 มีอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่ำที่สุด ซึ่งต่ำกว่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) กับสุกรที่ได้รับอาหารกลุ่มที่ 1, 2 และ 4 แต่สุกรที่เลี้ยงด้วยอาหารทั้ง 4 กลุ่มมีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติกับสุกรที่ได้รับอาหารกลุ่มที่ 3 โดยสุกรทั้ง 5 กลุ่มมีอัตราการเจริญเติบโตเท่ากับ 0.835, 0.856, 0.774, 0.810 และ 0.669 กิโลกรัมต่อตัวต่อวันตามลำดับ จากผลการทดลองที่ได้เมื่อพิจารณาจะเห็นว่าสุกรกลุ่มที่ได้รับอาหารผสมกากนมถั่วเหลืองมีอัตราการเจริญเติบโตลดลง ยกเว้นสุกรกลุ่มที่ได้รับอาหารผสมกากนม 10 เปอร์เซ็นต์ ที่มีอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยค่อนข้างสูงกว่ากลุ่มควบคุม อาจเป็นเพราะว่ามีการเปลี่ยนอาหารจากสุกรเล็กเป็นอาหารสุกรรุ่นที่มีกากนมถั่วเหลืองผสมซึ่งมีปริมาณเยื่อใยเพิ่มขึ้น ทำให้อาหารมีลักษณะฟาม และไม่มีการอัดเม็ดของอาหาร ส่งผลให้การย่อยและการนำไปใช้ประโยชน์ของโภชนาในอาหารได้ต่ำลง และเมื่อพิจารณาจากระดับเยื่อใยในอาหารสุกรทดลองระยะรุ่นที่มีกากนมถั่วเหลืองในระดับ 0, 10, 15, 20 และ 25 เปอร์เซ็นต์ จากการวิเคราะห์ (ตารางภาคผนวกที่ ก.4) มีค่าเท่ากับ 2.85, 4.76, 5.06, 5.82 และ 7.40 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ โดยสุกรกลุ่มที่ได้รับอาหารผสมกากนมถั่วเหลืองจะมีปริมาณเยื่อใยที่ได้รับเฉลี่ยเพิ่มสูงขึ้นตามระดับของกากนมถั่วเหลือง โดยมีค่าเท่ากับ 49.67, 89.82, 91.59, 104.18 และ 118.80 กรัมต่อตัวต่อวันตามลำดับ จึงทำให้สุกรกลุ่มที่ได้รับอาหารผสมกากนมถั่วเหลืองมีอัตราการเจริญเติบโตลดลงเล็กน้อย ซึ่งสอดคล้องกับ Baird *et al.* (1970) ที่รายงานว่าอาหารที่มีโปรตีนและพลังงานเท่ากันแต่มีระดับเยื่อใยต่างกันคือ

ตั้งแต่ 3.5, 5.5, 7.5, 9.5, 11.5 และ 13.5 เปอร์เซ็นต์ สุกรที่ได้รับอาหารจะมีอัตราการเจริญเติบโตลดลงตามระดับเยื่อใยในอาหารที่สูงขึ้น และ Cunha (1977) รายงานว่า ปริมาณเยื่อใยที่สูงเกิน 5 เปอร์เซ็นต์ในอาหาร จะทำให้การย่อยได้ของโภชนะลดลง มีผลทำให้สมรรถภาพการผลิตของสุกรลดลง ส่วนในระยะขุน และตลอดการทดลอง จะเห็นว่าทั้งระยะเวลาที่ใช้เลี้ยงและอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยของสุกรที่ได้รับอาหารทดลองทั้ง 5 กลุ่มมีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) เมื่อพิจารณาผลจากการวิเคราะห์ปริมาณเยื่อใยในอาหารพบว่าในระยะสุกรขุน อาหารสุกรทั้ง 5 กลุ่ม มีระดับเยื่อใยเท่ากับ 4.37, 4.74, 4.99, 5.26 และ 5.90 ตามลำดับ (ตารางภาคผนวกที่ ก.5) ซึ่งคิดเป็นปริมาณเยื่อใยที่สุกรได้รับเท่ากับ 97.11, 111.41, 119.25, 128.23 และ 148.30 กรัมต่อตัวต่อวันตามลำดับ ซึ่งมีความแตกต่างกันไม่มากนัก จึงทำให้สุกรทดลองมีสมรรถภาพการผลิตในด้านอัตราการเจริญเติบโตที่ใกล้เคียงกัน ส่งผลให้ระยะเวลาในการเลี้ยงมีค่าเฉลี่ยแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งอาจเป็นเพราะว่าระบบการย่อยอาหารเยื่อใยของสุกรระยะรุ่น ยังทำหน้าที่ไม่สมบูรณ์เต็มที่ เมื่อสุกรมีอายุเพิ่มขึ้น การทำงานของระบบย่อยอาหารที่มีเยื่อใยสูงสมบูรณ์ยิ่งขึ้น และมีการปรับตัวในการใช้ประโยชน์จากอาหารที่มีเยื่อใยสูงได้มากขึ้น จึงทำให้ในระยะขุน และเฉลี่ยตลอดการทดลองสุกรที่ได้รับอาหารทั้ง 5 กลุ่มมีอัตราการเจริญเติบโตแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (0.761, 0.750, 0.719, 0.749 และ 0.720 กิโลกรัมต่อตัวต่อวันตามลำดับ)

ปริมาณการกินอาหารทั้งหมดของสุกรระยะรุ่นที่ได้รับอาหารทั้ง 5 กลุ่มมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 56.71, 61.78, 61.50, 58.91 และ 62.84 กิโลกรัมต่อตัวตามลำดับ ส่วนในระยะขุน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 151.19, 163.31, 171.95, 170.77 และ 169.99 กิโลกรัมตามลำดับ และค่าเฉลี่ยตลอดการทดลองมีค่าเท่ากับ 207.90, 224.80, 233.45, 229.67 และ 232.83 กิโลกรัมต่อตัวตามลำดับ สุกรทดลองทั้ง 5 กลุ่มทุกระยะอายุมีปริมาณการกินอาหารทั้งหมดแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ แต่จากการทดลองจะเห็นว่าทุกระยะอายุทดลอง สุกรที่ได้รับอาหารผสมกากนมถั่วเหลืองทุกระดับจะมีปริมาณอาหารที่กินค่อนข้างสูงกว่าสุกรที่ได้รับอาหารกลุ่มควบคุม อาจเนื่องมาจากอาหารผสมกากนมถั่วเหลืองจะมีลักษณะฟ้ามกว่าอาหารกลุ่มควบคุม และอาหารทดลองไม่มีการอัดเม็ด ทำให้สุกรที่ได้รับอาหารที่มีกากนมถั่วเหลืองผสมจะกินอาหารแล้วรีบกินน้ำทันที ทำให้มีอาหารบางส่วนที่จะสูญเสียไปกับน้ำที่สุกรรีบกิน นอกจากนั้นสุกรที่ได้รับอาหารผสมกากนมถั่วเหลืองทุกกลุ่ม (กลุ่มที่ 2-5) จะมีปริมาณเยื่อใยในอาหารที่ได้รับสูงกว่า ($P<0.05$) สุกรกลุ่มที่ได้รับอาหารควบคุม (กลุ่มที่ 1) (ตารางที่ 4.2) และเนื่องจากเยื่อใยในเปลือกถั่วเหลือง เป็นเยื่อใยพวก Non-Starch Polysaccharide (NSP) ได้แก่ เซลลูโลส เฮมิเซลลูโลส และเพคติน (Miron *et al.* 2001) ซึ่งส่วนใหญ่เป็นเยื่อใยที่ไม่ละลายน้ำ Burkhalter *et al.* (2001) ได้รายงานผลการศึกษาคัดส่วนของเยื่อใยที่ละลายน้ำได้ต่อเยื่อใยที่ไม่ละลายน้ำ (Soluble : Insoluble) ของเปลือกถั่วเหลือง พบว่ามีสัดส่วนประมาณ 4 ต่อ 9 และ Keshun Liu (1999) ที่รายงานว่ากากถั่วเหลืองที่เหลือจากการทำเต้าหู้ เมื่อทำให้แห้งจะมีปริมาณเยื่อ

ใยที่ไม่ละลายน้ำ (Insoluble Fiber) 40.2 – 43.6 เปอร์เซ็นต์ และมีใยที่ละลายน้ำ (Soluble Fiber) 12.6 – 14.6 เปอร์เซ็นต์ ซึ่ง Keys and De Barthe (1974) และ Partridge (1978) รายงานว่าอาหารที่มีระดับใยที่ไม่ละลายน้ำสูง จะเคลื่อนตัวผ่านลำไส้อย่างรวดเร็ว จึงเกิดการเร่งอัตราการเคลื่อนตัวของมูลในระบบทางเดินอาหาร ลดการจับตัวของเอนไซม์ที่ทำการย่อยอาหารกับอาหาร และอุทัยคัน โธ (2529) รายงานว่าอาหารที่มีระดับใยสูงจะทำให้การย่อยได้ของวัตถุแห้งลดลง และทำให้มีคุณค่าทางอาหาร รวมทั้งพลังงานใช้ประโยชน์ได้ลดลง ทำให้สุกรสามารถย่อยและนำโภชนะไปใช้ประโยชน์ได้ต่ำกว่าอาหารควบคุม ทำให้สุกรต้องกินอาหารเพิ่มขึ้นเพื่อให้ได้โภชนะครบตามความต้องการของร่างกาย ดังนั้นเมื่อพิจารณาอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักในสุกรระยะรุ่น จึงส่งผลให้สุกรที่ได้รับอาหารกลุ่มที่ 5 ที่มีปริมาณใยที่ได้รับเฉลี่ยสูงที่สุด คือ 118.80 กรัมต่อตัวต่อวัน มีประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักดีกว่าสุกรที่ได้รับอาหารกลุ่มที่ 1 ที่มีปริมาณใยที่ได้รับเท่ากับ 49.67 กรัมต่อตัวต่อวัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) แต่สุกรทั้ง 2 กลุ่มมีความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติกับสุกรที่ได้รับอาหารกลุ่มที่ 2, 3 และ 4 โดยค่าเฉลี่ยของอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักของสุกรระยะรุ่นที่ได้รับอาหารทั้ง 5 กลุ่มมีค่าเท่ากับ 2.10, 2.30, 2.31, 2.24 และ 2.44 ตามลำดับ ส่วนในระยะขุน สุกรทดลองทั้ง 5 กลุ่มมีอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักเฉลี่ยเท่ากับ 3.05, 3.33, 3.45, 3.40 และ 3.38 ตามลำดับ ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ เช่นเดียวกับค่าเฉลี่ยตลอดการทดลองที่มีค่าอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักเท่ากับ 2.72, 2.96, 3.04, 2.99 และ 3.06 ตามลำดับ จากการทดลองจะเห็นว่าทุกระยะอายุทดลองสุกรที่ได้รับอาหารควบคุมจะมีอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักค่อนข้างดีกว่าสุกรที่ได้รับอาหารผสมกากนมถั่วเหลือง ซึ่งเป็นผลสืบเนื่องมาจากปริมาณการกินอาหารที่เพิ่มสูงขึ้นของสุกรที่ได้รับอาหารผสมกากนมถั่วเหลืองทุกระดับ และขณะเดียวกันสุกรที่ได้รับอาหารผสมกากนมถั่วเหลืองในสูตรอาหารมีอัตราการเจริญเติบโตต่ำกว่า จึงส่งผลให้สุกรที่ได้รับอาหารผสมกากนมถั่วเหลืองมีอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักที่ต่ำกว่าสุกรที่ได้รับอาหารควบคุม

สำหรับความเหมาะสมในแง่เศรษฐกิจ โดยพิจารณาจากต้นทุนการผลิต คือ ค่าอาหารในการเพิ่มน้ำหนักตัว 1 กิโลกรัมที่ได้จากการศึกษาการใช้กากนมถั่วเหลืองในอาหารสุกรระยะรุ่นและขุน จะเห็นว่าทุกระยะอายุทดลอง มีต้นทุนค่าอาหารในการเพิ่มน้ำหนักตัว 1 กิโลกรัมของสุกรแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ โดยจะเห็นได้ว่าในระยะสุกรรุ่น มีค่าเฉลี่ยของต้นทุนค่าอาหารในการเพิ่มน้ำหนักตัว 1 กิโลกรัมเท่ากับ 23.03, 24.89, 24.83, 23.93 และ 25.93 บาทต่อกิโลกรัม ในระยะสุกรขุน มีค่าเท่ากับ 28.78, 30.92, 31.76, 30.97 และ 30.67 บาทต่อกิโลกรัม ตลอดระยะการทดลองมีค่าเท่ากับ 26.81, 28.73, 29.23, 28.47 และ 29.03 บาทต่อกิโลกรัมสำหรับสุกรที่ได้รับอาหารกลุ่มที่ 1, 2, 3, 4 และ 5 ตามลำดับ แม้ว่ากากนมถั่วเหลืองจะมีราคาสูงกว่ากากถั่วเหลืองคือราคา 10 และ 12 บาทต่อกิโลกรัมตามลำดับ และอาหารผสมกากนมถั่วเหลืองทุกกลุ่มมีต้นทุน

ต่ำกว่าอาหารควบคุมก็ตาม แต่ก็ถือว่าราคายังค่อนข้างสูง ไม่แตกต่างจากอาหารควบคุมมากนัก และเนื่องมาจากสุกรต้องกินอาหารเพิ่มขึ้นเพื่อให้ได้โภชนะตามความต้องการของร่างกาย ทำให้มีปริมาณอาหารที่กินค่อนข้างสูงกว่าสุกรที่ได้รับอาหารกลุ่มควบคุม นอกจากนี้สุกรทดลองที่ได้รับอาหารผสมกากนมถั่วเหลืองยังมีอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักค่อนข้างดีสูงกว่า และใช้ระยะเวลาในการเลี้ยงนานกว่าประมาณ 2-6 วัน ดังนั้นสุกรที่ได้รับอาหารผสมกากนมถั่วเหลืองทุกกลุ่มจึงมีต้นทุนค่าอาหารในการเพิ่มน้ำหนักสูงกว่าสุกรกลุ่มควบคุม 2.0-2.5 บาทต่อกิโลกรัม กล่าวคือตลอดการทดลองสุกรกลุ่มที่ 2, 3, 4 และ 5 จะมีต้นทุนค่าอาหารในการเพิ่มน้ำหนักตัวสูงกว่าสุกรกลุ่มควบคุม (กลุ่มที่ 1) เท่ากับ 129.29, 191.52, 134.98 และ 158.65 บาทต่อตัวตามลำดับ

5.2 คุณภาพซากและคุณภาพเนื้อของสุกรขุนที่ได้รับอาหารผสมกากนมถั่วเหลือง

ลักษณะคุณภาพซาก และเปอร์เซ็นต์ชิ้นส่วนย่อยภายหลังการตัดแต่งทุกลักษณะที่ศึกษาของสุกรขุนที่ได้รับอาหารมีระดับกากนมถั่วเหลืองแตกต่างกันในอาหารทดลองทั้ง 5 กลุ่ม มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

ปริมาณเปอร์เซ็นต์เนื้อแดง เปอร์เซ็นต์ไขมัน เปอร์เซ็นต์สามชั้น เปอร์เซ็นต์กระดูกและเปอร์เซ็นต์ขามรวมกับซี่โครงของสุกร จากการศึกษาพบว่า ทุกลักษณะที่ศึกษามีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ โดยเปอร์เซ็นต์เนื้อแดงของสุกร มีค่าเฉลี่ยเรียงจากมากไปน้อยเท่ากับ 46.86, 46.32, 45.66, 45.23 และ 45.06 เปอร์เซ็นต์ สำหรับสุกรที่ได้รับอาหารกลุ่มที่ 4, 3, 2, 1 และ 5 ตามลำดับ การที่สุกรที่ได้รับอาหารกลุ่มที่ 5 มีเปอร์เซ็นต์เนื้อแดงต่ำกว่ากลุ่มอื่นๆ อาจเนื่องมาจากอาหารผสมกากนมถั่วเหลืองมีปริมาณเยื่อใยสูง และสุกรสามารถใช้ประโยชน์จากอาหารที่มีเยื่อใยสูงได้ระดับหนึ่ง ซึ่ง Cunha (1977) รายงานว่า ปริมาณเยื่อใยที่สูงเกิน 5 เปอร์เซ็นต์ในอาหาร จะทำให้การย่อยได้ของโภชนะลดลง ดังนั้นอาหารที่มีปริมาณเยื่อใยที่สูงเกิน 5 เปอร์เซ็นต์ในอาหาร จะมีผลทำให้การย่อยได้ และการใช้ประโยชน์ได้ของโปรตีนลดลงด้วย ซึ่งอุทัย กัน โธ (2529) กล่าวว่า เมื่อการใช้ประโยชน์ได้ของโปรตีนลดลง การสังเคราะห์โปรตีนก็จะด้อยประสิทธิภาพ เป็นผลควบคู่กันไปด้วย ดังนั้นสุกรที่ได้รับอาหารผสมกากนมถั่วเหลืองในระดับที่สูงขึ้น ผลก็คือการสร้างเนื้อแดงลดลงตามไปด้วย สอดคล้องกับการทดลองของทินกร ทาตระกูล (2537) ที่รายงานว่าระดับของกากนมถั่วเหลืองที่แตกต่างกันคือ 0, 10, 15 และ 20 เปอร์เซ็นต์ในสูตรอาหาร ไม่ส่งผลให้คุณภาพซากของสุกรมีความแตกต่างกันทางสถิติ แต่มีแนวโน้มว่าเปอร์เซ็นต์เนื้อแดงของกลุ่มที่ได้รับกากนมถั่วเหลือง 20 เปอร์เซ็นต์มีค่าเฉลี่ยลดลง เมื่อพิจารณาค่าดัชนีความหนาไขมันสันหลังต่อความกว้างกล้ามเนื้อสันนอก (LSQ) ของสุกร พบว่าสุกรกลุ่มที่ 4 ที่ได้รับอาหารผสมกากนมถั่วเหลือง 20 เปอร์เซ็นต์มีระดับชั้นคุณภาพซากสุกรตามเปอร์เซ็นต์เนื้อแดงอยู่ในระดับสูงมาก (ค่าดัชนี LSQ = 0.21-0.26) เมื่อเปรียบเทียบกับจุฑารัตน์ เศรษฐกุล และคณะ (2544) โดยมีค่าเฉลี่ยของ LSQ เท่ากับ 0.24 ส่วนสุกรทดลองกลุ่มที่ 1, 2, 3 และ 5 มีระดับชั้นคุณภาพซากสุกรอยู่ในระดับสูง

คือมีค่าเฉลี่ยของ LSQ อยู่ในช่วง 0.27-0.32 สอดคล้องกับปริมาณเนื้อแดงรวมของสุกรทดลองที่ได้รับอาหารกลุ่มที่ 4 ที่พบว่าปริมาณเนื้อแดงรวมสูงที่สุด

ด้านคุณภาพเนื้อของสุกรขุนที่ได้รับอาหารผสมกากนมถั่วเหลืองในระดับแตกต่างกันทั้ง 5 กลุ่ม พบว่าทุกลักษณะที่ศึกษาไม่ว่าจะเป็นอุณหภูมิ ค่าความเป็นกรดค่า ความสว่าง และปริมาณส่วนประกอบทางเคมีของกล้ามเนื้อสันนอก จะให้ค่าความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ แสดงว่า กากนมถั่วเหลืองที่ใช้ในอาหารสุกรไม่มีผลกระทบต่อลักษณะทั้งคุณภาพซาก และคุณภาพเนื้อของสุกรขุนทดลอง

บทที่ 6

สรุปและข้อเสนอแนะ

6.1 สรุปผลการศึกษา

การศึกษาการใช้ประโยชน์ของกากนมถั่วเหลืองในระดับ 0, 10, 15, 20 และ 25 เปอร์เซ็นต์ ในอาหารสุกรระยะรุ่น-ขุน ทั้งในด้านสมรรถภาพการผลิต คุณภาพซาก และคุณภาพเนื้อของสุกรขุน ได้ผลการศึกษาพอสรุปได้ดังนี้

1. การใช้กากนมถั่วเหลืองในอาหารสุกรรุ่น สามารถใช้ในระดับ 20 เปอร์เซ็นต์ในสูตรอาหาร โดยไม่มีผลกระทบต่อสมรรถภาพการผลิตของสุกรรุ่น แต่มีผลทำให้ต้นทุนค่าอาหารในการเพิ่มน้ำหนักตัวของสุกรค่อนข้างสูงขึ้นเล็กน้อยเมื่อมีระดับของกากนมถั่วเหลืองในอาหารเพิ่มขึ้น

2. การใช้กากนมถั่วเหลืองในอาหารสุกรขุน สามารถใช้ได้ในระดับ 25 เปอร์เซ็นต์ในสูตรอาหาร โดยไม่มีผลกระทบต่อสมรรถภาพการผลิตของสุกรขุน แต่จะส่งผลให้ต้นทุนค่าอาหารในการเพิ่มน้ำหนักตัวสุกรสูงขึ้น

3. การใช้กากนมถั่วเหลืองในอาหารสุกร ไม่มีผลกระทบต่อคุณภาพซาก และคุณภาพเนื้อของสุกรทดลองทุกๆ ลักษณะที่ศึกษา

6.2 ข้อเสนอแนะ

การเลือกใช้กากนมถั่วเหลืองเป็นส่วนประกอบของสูตรอาหาร อาจจะเป็นทางเลือกหนึ่งที่ช่วยให้เกษตรกรสามารถใช้ทดแทนวัตถุดิบที่ขาดตลาด โดยเฉพาะในช่วงที่วัตถุดิบอาหารสัตว์ประเภทโปรตีนมีราคาแพง โดยไม่มีผลกระทบต่อคุณภาพซาก และคุณภาพเนื้อของสุกร แต่การที่เกษตรกรผู้เลี้ยงสุกรจะเลือกใช้กากนมถั่วเหลืองในสูตรอาหารสุกรหรือไม่ จำเป็นต้องคำนึงถึงราคาต้นทุนของกากนมถั่วเหลืองในขณะนั้นด้วย รวมถึงปริมาณของเยื่อใยรวมในสูตรอาหาร ซึ่งควรจะมีการศึกษาถึงผลของการนำกากนมถั่วเหลืองเป็นวัตถุดิบอาหารที่ใช้เลี้ยงสุกรพ่อแม่พันธุ์ ที่สามารถให้ประโยชน์ และต้องการปริมาณเยื่อใยในระดับสูงกว่าสุกรระยะรุ่น-ขุน และศึกษาถึงความเป็นไปได้ในการนำมาใช้เป็น Prebiotic ในอาหารสุกรต่อไป

บรรณานุกรม

- กนกพร เมลานนท์. 2550. ถั่วเหลือง. แม่ฮ่องสอน : สถาบันวิจัยพืชไร่.
- กองอาหารสัตว์ กรมปศุสัตว์. 2524. ผลการวิเคราะห์อาหารสัตว์. อ้างโดย สุชีพ สุขสุแพทย์ และ ทรงศักดิ์ ตันพิพัฒน์. 2531. “การใช้กากเต้าหู้เป็นอาหารเสริมโปรตีนเพื่อลดต้นทุนการผลิตเป็ดเนื้อ”. วารสารแก่นเกษตร 16 (4) : 190-199.
- กองอาหารสัตว์ กรมปศุสัตว์. 2551ก. ถั่วเหลืองแหล่งโปรตีนในอาหารสัตว์. [Online]. Available : http://www.dld.go.th/nutrition/Nutrition_Knowledge/ARTICLE/ArtileP.htm. 20/04/2551.
- กองอาหารสัตว์ กรมปศุสัตว์. 2551ข. กากนมถั่วเหลือง (Soy-milk residue). [Online]. Available : http://www.dld.go.th/nutrition/exhibision/feed_stuff/soy_milk.htm. 12/02/2551.
- จุฑารัตน์ เศรษฐกุล รณชัย สิทธิไกรพงษ์ และกันยา ตันติวิสุทธิกุล. 2544. “การพัฒนาการจัดระดับเกรดซากสุกรของประเทศไทย” ใน พิธีเปิดโรงงานแปรรูปสุกรและการประกวดซากสุกร. ฉะเชิงเทรา : กรมปศุสัตว์, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.
- ณัฐกฤตา โปร่งปรีชา. 2551, 18 กุมภาพันธ์. “จับกระแสธุรกิจ”. โลกวันนี้. หน้า 22.
- ทินกร ทาตระกูล. 2537. “ผลของการใช้ผลพลอยได้จากการผลิตนมถั่วเหลืองในอาหารสุกรระยะรุ่นและขุน”. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาสัตวบาล บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- ทิวา จิรพัฒน์กุล ให้สัมภาษณ์, 9 มิถุนายน 2551. ภัทราภา ประดับเวทย์ ผู้สัมภาษณ์. ปริมาณการผลิตกากนมถั่วเหลืองรายปี. พี ที เอ็ม การเกษตร.
- บริษัท พี ที เอ็ม การเกษตร. 2551. “ขั้นตอนการผลิตกากนมถั่วเหลืองอบแห้ง”. ปราจีนบุรี : พี ที เอ็ม การเกษตร. เอกสารอัดสำเนา.
- บริษัท มติชน จำกัด (มหาชน). 2550. เด็กแพ้นมวัว แก้ได้ด้วยนมถั่วเหลือง. [Online]. Available : http://news.sanook.com/social/social_115154.php. 16/04/2551.
- บริษัท แลคตาซอย จำกัด. 2550. กรรมวิธีการผลิตนมถั่วเหลืองแลคตาซอย. [Online]. Available : http://www.lactasoy.com/processing_thai.html. 12/04/2551.
- พิชัย สราญรมย์. 2528. ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับถั่วเหลืองสำหรับการศึกษาระดับปริญญา. อ้างโดย ทินกร ทาตระกูล. 2537. “ผลของการใช้ผลพลอยได้จากการผลิตนมถั่วเหลืองในอาหารสุกรระยะรุ่นและขุน”. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาสัตวบาล บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

- มาลี ชิมศรีสกุล และวันเพ็ญ สีหพงษ์. 2546. “การศึกษาปริมาณเส้นใยประเภทต่างๆ ในกากและเปลือกถั่วเหลือง”. ปัญหาพิเศษ วิทยาศาสตร์บัณฑิต ภาควิชาเทคโนโลยีอุตสาหกรรม เกษตร คณะวิทยาศาสตร์ประยุกต์, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.
- วันชัย สมชิต. 2527. ถั่วเหลืองและการใช้ประโยชน์ในประเทศไทย. กรุงเทพฯ : สถาบันค้นคว้าและพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหาร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- วิกิพีเดีย สารานุกรมเสรี. 2550ก. ถั่วเหลือง Soybean. [Online]. Available : <http://th.wikipedia.org>. 28/04/2551.
- วิกิพีเดีย สารานุกรมเสรี. 2551ข. Dietary fiber. [Online]. Available : <http://www.wikipedia.org>. 28/04/2551.
- ศรีสกุล วรจันทร์. 2549. อาหารและการให้อาหารสัตว์ เล่มที่ 1. กรุงเทพฯ : ภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตสัตว์ คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.
- ศรีสกุล วรจันทร์ และสมศักดิ์ บัณฑุชัย. 2530. “การใช้กากเต้าหู้เป็นอาหารเสริมโปรตีนเพื่อลดต้นทุนการผลิตกระต่ายขุน”. วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร 20 (1) : 26-39.
- สถาบันอาหาร. ม.ป.ป. การแปรรูปอาหาร : นำนมถั่วเหลือง. ฝ่ายบริการข้อมูลและสารสนเทศ สถาบันอาหาร. เอกสารอัดสำเนา.
- สมฤดี อัดชู. 2546. “สรุปบทวิจัยอุตสาหกรรมนมถั่วเหลือง” ใน บทวิจัยอุตสาหกรรมและธุรกิจ. สำนักวิจัยและวางแผน, ไทชนาการ.
- สาโรช คำเจริญ. 2542. อาหารและการให้อาหารสัตว์ไม่เคี้ยวเอื้อง. ขอนแก่น : ภาควิชาสัตวศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- สุกัญญา จิตคุพรพงษ์ นวลจันทร์ พาร์กษา หนูจันทร์ มาตา และสุกัญญา เทียมดี. 2531. “การศึกษาองค์ประกอบทางเคมีของวัตถุดิบที่เป็นวัสดุเหลือใช้จากโรงงานอุตสาหกรรมบางชนิด”. สุกรสาร 15 (58) : 17-32.
- สุชีพ สุขสุแพทย์ และทรงศักดิ์ ต้นพิพัฒน์. 2531. “การใช้กากเต้าหู้เป็นอาหารเสริมโปรตีนเพื่อลดต้นทุนการผลิตเป็ดเนื้อ”. วารสารแก่นเกษตร 16 (4) : 190-199.
- เสกสม อาตมางกูร. 2545. เทคนิคการผลิตสัตว์ชั้นสูง. กรุงเทพฯ : ภาควิชาสัตวศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- เสกสม อาตมางกูร. 2550. “การใช้ประโยชน์จากของเหลือจากอุตสาหกรรมอาหารในการผลิตอาหารสัตว์”. สุกรสาร 34 (133-134).

- สำนักเศรษฐกิจการเกษตร. 2551. “ถั่วเหลือง : เนื้อที่ ผลผลิต และผลผลิตต่อไร่ของถั่วเหลืองเป็นรายภาค ปี 2547-2549”. ใน สถิติการเกษตรของประเทศไทย ปี 2550. กรุงเทพฯ : สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.
- สำนักส่งเสริมการค้าสินค้าเกษตร. 2549. นโยบายและมาตรการถั่วเหลือง ปี 2549. [Online]. Available : <http://www.feedusers.com/thai/cms/html/Inedible/115.html>. 22/05/2551.
- อรุณี วงศ์ราชน. 2549. วงจรถั่วเหลือง. เอกสารประกอบการบรรยายวิชา วงจรและระบบบัญชีธุรกิจถั่วเหลืองผ่านกลไกสหกรณ์. พิษณุโลก : สำนักงานตรวจบัญชีสหกรณ์ที่ 6.
- อุทัย กัน โธ. 2529. อาหารและการผลิตอาหารเลี้ยงสุกรและสัตว์ปีก. นครปฐม : ศูนย์วิจัยและฝึกอบรมการเลี้ยงสุกรแห่งชาติ, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- AOAC. 1995. **Official Method of Analysis of Association of Official Analysis Chemists**. 16th ed. Washington, DC : Association of Analysis Chemists.
- Baird, D.M., Mccambell H.C. and Allison J.R. 1975. “Effect of level of crude fiber, Protein and bulk in diets for finishing hogs”. **J. Anim. Sci.** 41 : 1039-1047.
- Bindelle Jérôme, Pascal Leterme and André Buldgen. 2007. “Nutrition and environmental consequences of dietary fibre in pig nutrition : A review.” **Biotechnol. Agron. Soc. Environ.** 12 (1) : 69-80.
- Burkhalter T. M., Merchen N. R., Bauer L. L., Murray S. M., Patil A. R., Brent J. L., and Fahey G. C. 2001. “The Ratio of Insoluble to Soluble Fiber Components in Soybean Hulls Affects Ileal and Total-Tract Nutrient Digestibilities and Fecal Characteristics of Dogs”. **J. Nutr.** 131 : 1978-1985.
- Chesson A. 1995. Dietary Fiber In : **Stephen A.M. Food polysaccharides and their application**. New York : Marcel Dekker.
- Cunha T.J. 1997. **Swine feeding and nutrition**. New York : Academic Press.
- Hermann, J.R. and Honeyman M.S. 2004. **Okara : A possible high protein feedstuff for organic pig diets**. Iowa State University Animal Industry Report 2004.
- Keshun Liu. 1999. **Soybeans : Chemistry, Technology and Utilization**. Maryland : Aspen.
- Keys, J.E. and De Barthe J.V. 1974. “Cellulose and hemicellulose digestibility in the stomach, small intestine and large intestine of swine”. **J. Anim. Sci.** 39 : 53-56.
- Leser T.D. 2002. “Culture-independent analysis of gut bacteria : the pig gastrointestinal tract microbiota revisited”. **Appl. Environ. Microbiol.** 68 : 673-690.

- Leterme P., Londoño A. M., Estrada F., Souffrant W. B. and Buldgen A. 2005. "Chemical composition, nutritive value and voluntary intake of tropical tree foliage and cocoyam in pigs". **J. Anim. Sci.** 85 : 1725-1732.
- Macfarlane S., Macfarlane G. T. and Cummings J. H. 2006. "Review article : Prebiotics in the gastrointestinal tract". **Aliment. Pharmacol. Ther.** 24 : 701-714.
- Martinez-Puig D., Francisco Pérez J., Castillo M., Andaluz A., Anguita M., Morales J. and Gasa J. 2003. "Consumption of raw potato starch increases colon length and fecal excretion of purine bases in growing pigs". **J. Nutr.** 133 : 134-139.
- Miron J., Yosef E. and Ben-Ghedalia D. 2001. "Composition and in vitro digestibility of monosaccharide constituents of selected byproduct feeds". **Agric Food Chem.** 49 (5) : 2322-2236.
- Montagne L., Pluske J. R. and Hampson D. J. 2003. "A review of interactions between dietary fibre and the intestinal mucosa and their consequences on digestive health in young non-ruminant animals". **Anim. Feed Sci. Technol.** 108 : 95-117.
- Noblet J. and Le Goff G. 2001. "Effect of dietary fibre on the energy value of feeds for pigs". **Anim. Feed Sci. Technol.** 90 : 35-52.
- NRC. 1998. **Nutrient Requirement of swine.** 10th ed. Washington, DC : National Academy Press.
- Owusu-Asiedu A. 2006. "Effects of guar gum and cellulose on digesta passage rate, ileal microbial populations, energy and protein digestibility and performance of growing pigs". **J. Anim. Sci.** 84 : 843-852.
- Partridge, I. G. 1978. "Studies on digestion and absorption in the intestine of growing pigs". **Br. J. Nutr.** 39 : 539-545.
- Pfeffer H. and Falkenberg H. 1972. Mae am Lendenspiegel zur objektiven Ermittlung der Schlachtkörper zusammensetzung beim Schwein. **Tierzucht.** 26 : 466-467.
- Phuc B. H. N.. 2006. Review of the nutritive value and effect of inclusion of forages in diets for pigs. In : **Preston T. R. and Ogle B. Proceedings of the workshop seminar on forages for pigs and rabbits,** August 21-24, 2006. Phnom penh, Cambodia : MEKARN-CelAgrid [Online]. Available : <http://www.mekarn.org/proprf/phuc.htm>. 19/07/2007.

- Wenk C. 2001. "The role of dietary fiber in the digestive physiology of the pig". **Anim. Feed Sci. Technol.** 90 : 21-33.
- Wilfart A., Montagne L., Simmin H., Noblet J. and Milgen J. V. 2007. "Effect of fibre content in the diet on the mean retention time in different segments of the digestive tract in growing pigs". **J. Anim. Sci.** 109 : 27-29.

ภาคผนวก ก

ตารางที่ ก.1 ราคาวัตถุดิบอาหารสัตว์ที่ใช้ในการทดลอง

| วัตถุดิบอาหารสัตว์ | ราคา (บาท/กิโลกรัม) |
|--------------------|---------------------|
| ข้าวโพด | 8.60 |
| กากถั่วเหลือง | 12.00 |
| กากนมถั่วเหลือง | 10.00 |
| รำละเอียด | 8.17 |
| ปลาป่น | 29.00 |
| น้ำมันพืช | 25.00 |
| ไคแคลเซียมฟอสเฟต | 5.00 |
| หินฟูน | 1.50 |
| เกลือ | 3.00 |
| แอล-ไลซีน | 75.00 |
| พรีมิกซ์ | 60.00 |

หมายเหตุ ราคาวัตถุดิบเฉลี่ยระหว่างเดือนกุมภาพันธ์ ถึงพฤษภาคม 2550

ตารางที่ ก.2 ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบทางโภชนาของกากนมถั่วเหลืองที่ใช้ในการทดลอง

| โภชนา (%) | |
|-----------|-------|
| ความชื้น | 11.00 |
| โปรตีน | 31.51 |
| ไขมัน | 8.88 |
| เยื่อใย | 17.01 |
| แคลเซียม | 1.24 |
| ฟอสฟอรัส | 0.83 |

หมายเหตุ ผลการวิเคราะห์จากห้องปฏิบัติการโภชนาศาสตร์สัตว์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ตารางที่ ก.3 ปริมาณกรดอะมิโนในแต่ละชนิดในกากนมถั่วเหลือง (เปอร์เซ็นต์ตัวตักแห้ง)

| กรดอะมิโน | กากนมถั่วเหลือง |
|------------------------------|-----------------|
| ไลซีน (Lysine) | 1.88 |
| เมทไธโอนีน (Methionine) | 0.43 |
| ซิสทีน (Cystein) | 0.43 |
| ทรีโอนีน (Threonine) | 1.32 |
| ไอโซลิวซีน (Isoleucine) | 1.28 |
| อาร์จินีน (Arginine) | 2.08 |
| ลิวซีน (Leucine) | 1.52 |
| ไทโรซีน (Tyrosine) | 1.07 |
| ฟีนิลอะลานีน (Phenylalanine) | 1.59 |
| ฮิสติดีน (Histidine) | 1.66 |
| เซอริน (Serine) | 1.62 |
| กรดแอสพาทิก (Aspartic Acid) | 3.43 |
| กรดกลูตามิก (Glutamic Acid) | 5.68 |
| ไกลซีน (Glycine) | 1.44 |
| อะลานีน (Alanine) | 1.44 |
| วาลีน (Valine) | 1.36 |
| โพรลีน (Proline) | 0.93 |

หมายเหตุ ผลการวิเคราะห์ปริมาณกรดอะมิโน โดยบริษัท อายิโนะโมะโต๊ะ (ประเทศไทย) จำกัด

ตารางที่ ก.4 แสดงส่วนประกอบทางเคมีในอาหารสุกทดลองระยะรุ่น

| โภชนะ (%) | กลุ่มที่ 1 | กลุ่มที่ 2 | กลุ่มที่ 3 | กลุ่มที่ 4 | กลุ่มที่ 5 |
|-----------------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| ความชื้น | 11.25 | 10.10 | 10.49 | 10.16 | 11.16 |
| โปรตีน | 18.11 | 18.00 | 18.23 | 18.30 | 17.95 |
| พลังงานรวม (kcal/kg.) | 3775.50 | 4113.77 | 4361.75 | 4468.53 | 4605.63 |
| ไขมัน | 6.87 | 9.58 | 9.77 | 9.14 | 10.26 |
| เยื่อใย | 2.85 | 4.76 | 5.06 | 5.82 | 7.40 |
| เถ้า | 1.91 | 1.91 | 1.92 | 1.86 | 1.92 |
| แคลเซียม | 1.08 | 1.03 | 1.11 | 0.91 | 0.92 |
| ฟอสฟอรัส | 0.66 | 0.66 | 0.72 | 0.69 | 0.70 |

ตารางที่ ก.5 แสดงส่วนประกอบทางเคมีในอาหารสุกรทดลองระยะขุน

| โภชนะ (%) | กลุ่มที่ 1 | กลุ่มที่ 2 | กลุ่มที่ 3 | กลุ่มที่ 4 | กลุ่มที่ 5 |
|-----------------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| ความชื้น | 10.03 | 10.63 | 10.68 | 9.73 | 10.29 |
| โปรตีน | 16.96 | 17.23 | 16.85 | 16.99 | 16.82 |
| พลังงานรวม (kcal/kg.) | 4031.15 | 4088.90 | 4120.63 | 4122.50 | 4163.00 |
| ไขมัน | 6.42 | 7.00 | 7.83 | 7.32 | 8.49 |
| เยื่อใย | 4.37 | 4.74 | 4.99 | 5.26 | 5.90 |
| เถ้า | 1.92 | 1.93 | 1.93 | 1.92 | 1.92 |
| แคลเซียม | 0.92 | 0.85 | 0.72 | 0.79 | 0.77 |
| ฟอสฟอรัส | 0.57 | 0.52 | 0.47 | 0.49 | 0.49 |

ตารางที่ ก.6 แสดงอุณหภูมิ (องศาเซลเซียส) และความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยตลอดการทดลอง

| | เช้า | | | เย็น | | |
|---------------|--------------------|----------------|------------------|--------------------|----------------|------------------|
| | อุณหภูมิ สูงสุด | อุณหภูมิต่ำสุด | ความชื้นสัมพัทธ์ | อุณหภูมิ สูงสุด | อุณหภูมิต่ำสุด | ความชื้นสัมพัทธ์ |
| สัปดาห์ที่ 1 | 28.9 | 26.9 | 84.0 | 29.1 | 27.1 | 84.3 |
| สัปดาห์ที่ 2 | 26.9 | 25.8 | 86.6 | 28.1 | 26.3 | 84.9 |
| สัปดาห์ที่ 3 | 27.9 | 26.6 | 89.0 | 29.8 | 27.1 | 80.1 |
| สัปดาห์ที่ 4 | 26.4 | 25.4 | 88.6 | 28.7 | 26.3 | 80.9 |
| สัปดาห์ที่ 5 | 26.6 | 25.8 | 90.9 | 28.2 | 26.4 | 84.9 |
| สัปดาห์ที่ 6 | 28.4 | 27.1 | 88.0 | 29.8 | 27.3 | 81.3 |
| สัปดาห์ที่ 7 | 27.7 | 26.9 | 89.0 | 29.4 | 27.6 | 83.4 |
| สัปดาห์ที่ 8 | 26.8 | 25.4 | 86.6 | 27.6 | 26.6 | 88.9 |
| สัปดาห์ที่ 9 | 26.6 | 26.0 | 90.9 | 28.0 | 27.1 | 92.0 |
| สัปดาห์ที่ 10 | 27.2 | 26.0 | 90.0 | 28.6 | 27.4 | 90.0 |
| สัปดาห์ที่ 11 | 27.9 | 26.9 | 88.9 | 29.3 | 27.7 | 87.0 |
| สัปดาห์ที่ 12 | 27.1 | 25.8 | 88.7 | 28.6 | 26.9 | 88.0 |
| สัปดาห์ที่ 13 | 28.4 | 27.0 | 90.0 | 30.9 | 27.9 | 78.0 |
| สัปดาห์ที่ 14 | 28.3 | 27.3 | 91.0 | 30.9 | 28.1 | 84.9 |
| สัปดาห์ที่ 15 | 27.5 | 26.9 | 92.0 | 29.3 | 27.5 | 86.0 |
| สัปดาห์ที่ 16 | 27.8 | 26.6 | 92.0 | 29.3 | 27.3 | 85.0 |
| เฉลี่ย | 27.53 | 26.40 | 89.14 | 29.10 | 27.16 | 84.98 |

ตารางที่ ก.7 เกณฑ์การจัดแบ่งระดับชั้นคุณภาพซากสุกรตามเปอร์เซ็นต์เนื้อแดง

| ระดับเกรด | ค่าดัชนี LSQ | เปอร์เซ็นต์เนื้อแดง ^{1/} | เปอร์เซ็นต์ไขมัน |
|-----------|--------------|-----------------------------------|------------------|
| สูงที่สุด | < 0.20 | 48.76 | 14.39 |
| สูงมาก | 0.21- 0.26 | 46.88 | 16.34 |
| สูง | 0.27 – 0.32 | 45.05 | 18.07 |
| ปานกลาง | 0.33 – 0.38 | 43.37 | 19.49 |
| ต่ำ | 0.39 – 0.44 | 42.00 | 20.62 |
| ต่ำมาก | > 0.44 | 40.31 | 22.11 |

^{1/} เปอร์เซ็นต์เนื้อแดงที่ได้จากการตัดแต่งตามระบบการค้าของ บริษัท เฟรชมีท โพรเซสซิง จำกัด ซึ่งหมายถึงเนื้อแดงที่แยกเอาไขมันและกระดูกออก โดยได้จากชิ้นส่วนสำคัญ 4 ส่วนคือ สะโพก สันนอก ไหล่ตอนบน ไหล่ตอนล่าง ไม่รวมสามชั้น ซึ่งโครง ขาหน้าและขาหลัง
ที่มา : จุฬารัตน์ เศรษฐกุล และคณะ (2544)

ตารางที่ ก.8 แสดงการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติของน้ำหนักเริ่มต้นของสุกรระยะรุ่น

| Source | df | SS | MS | F value | Pr > F |
|-----------------|----|-------------|------------|---------|----------------------|
| Block | 7 | 398.5057500 | 56.9293929 | 204.15 | 0.0001** |
| Treatment | 4 | 1.1160000 | 0.2790000 | 1.00 | 0.4238 ^{ns} |
| Error | 28 | 7.8080000 | 0.2788571 | | |
| Corrected Total | 39 | 407.4297500 | | | |
| C.V. | | 1.525220 | | | |

^{ns} แสดงความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

** แสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (P < 0.01)

ตารางที่ ก.9 แสดงการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติของน้ำหนักเริ่มต้นของสุกรระยะขุน

| Source | df | SS | MS | F value | Pr > F |
|-----------------|----|-------------|------------|---------|----------------------|
| Block | 7 | 13.37375000 | 1.91053571 | 1.12 | 0.3800 ^{ns} |
| Treatment | 4 | 5.85400000 | 1.46350000 | 0.86 | 0.5022 ^{ns} |
| Error | 28 | 47.87000000 | 1.70964286 | | |
| Corrected Total | 39 | 67.09775000 | | | |
| C.V. | | 2.135009 | | | |

^{ns} แสดงความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

ตารางที่ ก.10 แสดงการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติของน้ำหนักสิ้นสุดของสุกรขุน

| Source | df | SS | MS | F value | Pr > F |
|-----------------|----------|--------------|------------|---------|----------------------|
| Block | 7 | 13.39639744 | 1.91377106 | 0.45 | 0.8585 ^{ns} |
| Treatment | 4 | 3.67000458 | 0.91750114 | 0.22 | 0.9262 ^{ns} |
| Error | 27 | 113.74949542 | 4.21294427 | | |
| Corrected Total | 38 | 130.81589744 | | | |
| C.V. | 1.848201 | | | | |

^{ns} แสดงความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

ตารางที่ ก.11 แสดงการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติของน้ำหนักที่เพิ่มของสุกรรุ่น

| Source | df | SS | MS | F value | Pr > F |
|-----------------|----------|-------------|------------|---------|----------------------|
| Block | 7 | 447.4157500 | 63.9165357 | 38.54 | 0.0001 ^{**} |
| Treatment | 4 | 10.5990000 | 2.649750 | 1.60 | 0.2025 ^{ns} |
| Error | 27 | 46.4330000 | 1.6583214 | | |
| Corrected Total | 38 | 504.4477500 | | | |
| C.V. | 4.839832 | | | | |

^{ns} แสดงความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

^{**} แสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P < 0.01$)

ตารางที่ ก.12 แสดงการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติของน้ำหนักที่เพิ่มของสุกรขุน

| Source | df | SS | MS | F value | Pr > F |
|-----------------|----------|--------------|------------|---------|----------------------|
| Block | 7 | 23.43635897 | 3.34805128 | 0.51 | 0.8199 ^{ns} |
| Treatment | 4 | 8.08435897 | 2.02108974 | 0.31 | 0.8707 ^{ns} |
| Error | 27 | 177.73364103 | 6.58272745 | | |
| Corrected Total | 38 | 209.25435897 | | | |
| C.V. | 5.147732 | | | | |

^{ns} แสดงความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

ตารางที่ ก.13 แสดงการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติของน้ำหนักที่เพิ่มของสุกรตลอดการทดลอง

| Source | df | SS | MS | F value | Pr > F |
|-----------------|----------|-------------|------------|---------|----------------------|
| Block | 7 | 409.4074359 | 58.4867766 | 13.65 | 0.0001** |
| Treatment | 4 | 6.6588645 | 1.6647161 | 0.39 | 0.8149 ^{ns} |
| Error | 27 | 115.6911355 | 4.2848569 | | |
| Corrected Total | 38 | 531.7574359 | | | |
| C.V. | 2.708774 | | | | |

^{ns} แสดงความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

** แสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P < 0.01$)

ตารางที่ ก.14 แสดงการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติของจำนวนวันที่เลี้ยงสุกรระยะรุ่น

| Source | df | SS | MS | F value | Pr > F |
|-----------------|----------|--------------|------------|---------|----------|
| Block | 7 | 699.1000000 | 99.8714286 | 4.98 | 0.0009** |
| Treatment | 4 | 252.8500000 | 63.2125000 | 3.15 | 0.0293* |
| Error | 27 | 561.1500000 | 20.0410714 | | |
| Corrected Total | 38 | 1513.1000000 | | | |
| C.V. | 13.03268 | | | | |

* แสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$)

** แสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P < 0.01$)

ตารางที่ ก.15 แสดงการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติของจำนวนวันที่เลี้ยงสุกรระยะขุน

| Source | df | SS | MS | F value | Pr > F |
|-----------------|----------|--------------|------------|---------|----------------------|
| Block | 7 | 155.8243590 | 22.2606227 | 0.25 | 0.9673 ^{ns} |
| Treatment | 4 | 89.5100733 | 22.3775183 | 0.25 | 0.9055 ^{ns} |
| Error | 27 | 2391.6399267 | 88.5792565 | | |
| Corrected Total | 38 | 2636.9743590 | | | |
| C.V. | 13.51453 | | | | |

^{ns} แสดงความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

ตารางที่ ก.16 แสดงการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติของจำนวนวันที่เลี้ยงสุกรตลอดการทดลอง

| Source | df | SS | MS | F value | Pr > F |
|-----------------|----------|-------------|------------|---------|----------------------|
| Block | 7 | 1049.769231 | 149.967033 | 1.32 | 0.2792 ^{ns} |
| Treatment | 4 | 237.162088 | 59.290522 | 0.52 | 0.7205 ^{ns} |
| Error | 27 | 3067.837912 | 113.623626 | | |
| Corrected Total | 38 | 4354.769231 | | | |
| C.V. | 10.24188 | | | | |

^{ns} แสดงความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

ตารางที่ ก.17 แสดงการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติของอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวันของสุกรรุ่น

| Source | df | SS | MS | F value | Pr > F |
|-----------------|----------|------------|------------|---------|----------------------|
| Block | 7 | 0.07583750 | 0.01083393 | 0.90 | 0.5228 ^{ns} |
| Treatment | 4 | 0.17417500 | 0.04354375 | 3.60 | 0.0172 [*] |
| Error | 27 | 0.33842500 | 0.01208661 | | |
| Corrected Total | 38 | 0.58843750 | | | |
| C.V. | 13.93840 | | | | |

^{ns} แสดงความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

^{*} แสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P < 0.05)

ตารางที่ ก.18 แสดงการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติของอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวันของสุกรขุน

| Source | df | SS | MS | F value | Pr > F |
|-----------------|----------|------------|------------|---------|----------------------|
| Block | 7 | 0.01253731 | 0.00179104 | 0.16 | 0.9911 ^{ns} |
| Treatment | 4 | 0.01606195 | 0.00401549 | 0.36 | 0.8361 ^{ns} |
| Error | 27 | 0.30269305 | 0.01121085 | | |
| Corrected Total | 38 | 0.33129231 | | | |
| C.V. | 14.45858 | | | | |

^{ns} แสดงความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

ตารางที่ ก.19 แสดงการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติของอัตราการผลิตใบโตเฉลี่ยต่อวันของสุกร
ตลอดการทดลอง

| Source | df | SS | MS | F value | Pr > F |
|-----------------|----------|------------|------------|---------|----------------------|
| Block | 7 | 0.01340397 | 0.00191485 | 0.30 | 0.9465 ^{ns} |
| Treatment | 4 | 0.01356255 | 0.00339064 | 0.54 | 0.7104 ^{ns} |
| Error | 27 | 0.17079245 | 0.00632565 | | |
| Corrected Total | 38 | 0.19775897 | | | |
| C.V. | 10.68489 | | | | |

^{ns} แสดงความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

ตารางที่ ก.20 แสดงการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติของอาหารที่สุกรกินระยะรุ่น

| Source | df | SS | MS | F value | Pr > F |
|-----------------|----------|-------------|------------|---------|----------------------|
| Block | 7 | 2345.359750 | 335.051393 | 0.64 | 0.0001 ^{**} |
| Treatment | 4 | 198.708500 | 49.677125 | 0.98 | 0.4323 ^{ns} |
| Error | 27 | 1413.611500 | 50.486125 | | |
| Corrected Total | 38 | 3957.679750 | | | |
| C.V. | 11.77407 | | | | |

^{ns} แสดงความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

^{**} แสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P < 0.01$)

ตารางที่ ก.21 แสดงการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติของอาหารที่สุกรกินระยะขุน

| Source | df | SS | MS | F value | Pr > F |
|-----------------|----------|--------------|-------------|---------|----------------------|
| Block | 7 | 1805.631744 | 2388.748672 | 0.51 | 0.8025 ^{ns} |
| Treatment | 4 | 2388.748672 | 2388.748672 | 1.18 | 0.3438 ^{ns} |
| Error | 27 | 13718.349328 | 508.087012 | | |
| Corrected Total | 38 | 17912.729744 | | | |
| C.V. | 13.62002 | | | | |

^{ns} แสดงความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

ตารางที่ ก.22 แสดงการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติของอาหารที่สุกรกินตลอดการทดลอง

| Source | df | SS | MS | F value | Pr > F |
|-----------------|----------|--------------|------------|---------|----------------------|
| Block | 7 | 6349.817423 | 907.116775 | 1.37 | 0.2598 ^{ns} |
| Treatment | 4 | 3553.306923 | 888.326731 | 1.34 | 0.2817 ^{ns} |
| Error | 27 | 17936.692577 | 888.326731 | | |
| Corrected Total | 38 | 27839.816923 | | | |
| C.V. | 11.41706 | | | | |

^{ns} แสดงความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

ตารางที่ ก.23 แสดงการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติของปริมาณเชื้อไขที่สุกรกินระยะรุ่น

| Source | df | SS | MS | F value | Pr > F |
|-----------------|----------|-------------|------------|---------|----------------------|
| Block | 7 | 91.58111 | 13.08302 | 0.27 | 0.9617 [*] |
| Treatment | 4 | 21250.01329 | 5312.50332 | 108.42 | 0.0001 ^{**} |
| Error | 27 | 1372.03379 | 49.00121 | | |
| Corrected Total | 38 | 22713.62819 | | | |
| C.V. | 7.708030 | | | | |

^{*} แสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$)

^{**} แสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P < 0.01$)

ตารางที่ ก.24 แสดงการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติของปริมาณเชื้อไขที่สุกรกินระยะขุน

| Source | df | SS | MS | F value | Pr > F |
|-----------------|----------|-------------|------------|---------|----------------------|
| Block | 7 | 767.60762 | 109.65823 | 0.96 | 0.4800 ^{ns} |
| Treatment | 4 | 11614.95737 | 2903.73934 | 25.39 | 0.0001 ^{**} |
| Error | 27 | 3088.12211 | 114.37489 | | |
| Corrected Total | 38 | 15470.68709 | | | |
| C.V. | 8.831062 | | | | |

^{ns} แสดงความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

^{**} แสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P < 0.01$)

ตารางที่ ก.25 แสดงการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติของปริมาณเชื้อใยที่สุกรกินตลอดการทดลอง

| Source | df | SS | MS | F value | Pr > F |
|-----------------|----------|-------------|------------|---------|----------------------|
| Block | 7 | 296.03116 | 42.29017 | 0.92 | 0.5040 ^{ns} |
| Treatment | 4 | 13411.56901 | 3352.89225 | 73.24 | 0.0001 ^{**} |
| Error | 27 | 1236.12387 | | | |
| Corrected Total | 38 | 14943.72404 | | | |
| C.V. | 6.108831 | | | | |

^{ns} แสดงความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

^{**} แสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P < 0.01$)

ตารางที่ ก.26 แสดงการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติของอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักของสุกรระยะรุ่น

| Source | df | SS | MS | F value | Pr > F |
|-----------------|----------|------------|------------|---------|----------------------|
| Block | 7 | 0.60909750 | 0.08701393 | 0.95 | 0.4822 ^{ns} |
| Treatment | 4 | 0.50404000 | 0.12601000 | 1.38 | 0.2654 ^{ns} |
| Error | 27 | 2.55224000 | 0.09115143 | | |
| Corrected Total | 38 | 3.66537750 | | | |
| C.V. | 13.25197 | | | | |

^{ns} แสดงความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

ตารางที่ ก.27 แสดงการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติของอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักของสุกรระยะขุน

| Source | df | SS | MS | F value | Pr > F |
|-----------------|----------|------------|------------|---------|----------------------|
| Block | 7 | 0.71283590 | 0.10183370 | 0.59 | 0.7619 ^{ns} |
| Treatment | 4 | 0.81121804 | 0.20280451 | 1.17 | 0.3480 ^{ns} |
| Error | 27 | 4.69878196 | 0.17402896 | | |
| Corrected Total | 38 | 6.22283590 | | | |
| C.V. | 12.56044 | | | | |

^{ns} แสดงความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

ตารางที่ ก.28 แสดงการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติของอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักของสุกร
ตลอดการทดลอง

| Source | df | SS | MS | F value | Pr > F |
|-----------------|----------|------------|------------|---------|----------------------|
| Block | 7 | 0.44796923 | 0.06399560 | 0.61 | 0.7389 ^{ns} |
| Treatment | 4 | 0.60705673 | 0.15176418 | 1.46 | 0.2425 ^{ns} |
| Error | 27 | 2.81074327 | 0.10410160 | | |
| Corrected Total | 38 | 3.86576923 | | | |
| C.V. | 10.92013 | | | | |

^{ns} แสดงความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

ตารางที่ ก.29 แสดงการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติของต้นทุนอาหารต่อน้ำหนักที่เพิ่ม 1 กิโลกรัมของ
สุกรระยะรุ่น

| Source | df | SS | MS | F value | Pr > F |
|-----------------|----------|-------------|-------------|---------|----------------------|
| Block | 7 | 71.18999000 | 10.16999857 | 0.97 | 0.4715 ^{ns} |
| Treatment | 4 | 38.36291500 | 9.59072875 | 0.92 | 0.4689 ^{ns} |
| Error | 27 | 293.4524850 | 10.4804459 | | |
| Corrected Total | 38 | 13.20317 | | | |
| C.V. | 13.20317 | | | | |

^{ns} แสดงความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

ตารางที่ ก.30 แสดงการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติของต้นทุนอาหารต่อน้ำหนักที่เพิ่ม 1 กิโลกรัมของ
สุกรระยะขุน

| Source | df | SS | MS | F value | Pr > F |
|-----------------|----------|--------------|-------------|---------|----------------------|
| Block | 7 | 59.82177936 | 8.54596848 | 0.58 | 0.7647 ^{ns} |
| Treatment | 4 | 39.12167614 | 9.78041904 | 0.67 | 0.6214 ^{ns} |
| Error | 27 | 396.74731886 | 14.69434514 | | |
| Corrected Total | 38 | 495.69077436 | | | |
| C.V. | 12.52111 | | | | |

^{ns} แสดงความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

ตารางที่ ก.31 แสดงการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติของต้นทุนอาหารต่อน้ำหนักที่เพิ่ม 1 กิโลกรัมของ
สุกรตลอดการทดลอง

| Source | df | SS | MS | F value | Pr > F |
|-----------------|----------|--------------|------------|---------|----------------------|
| Block | 7 | 43.14814359 | 6.16402051 | 0.67 | 0.6969 ^{ns} |
| Treatment | 4 | 29.56498466 | 7.39124617 | 0.80 | 0.5351 ^{ns} |
| Error | 27 | 249.09461534 | 9.22572649 | | |
| Corrected Total | 38 | 321.80774359 | | | |
| C.V. | 10.67777 | | | | |

^{ns} แสดงความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

ตารางที่ ก.32 แสดงการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติของความหนาไขมันสันหลังขณะมีชีวิต

| Source | df | SS | MS | F value | Pr > F |
|-----------------|----------|-------------|-------------|---------|----------------------|
| Block | 7 | 52.00897436 | 7.42985348 | 0.89 | 0.5292 ^{ns} |
| Treatment | 4 | 60.48397436 | 15.12099359 | 1.81 | 0.1565 ^{ns} |
| Error | 27 | 225.8660256 | | | |
| Corrected Total | 38 | 338.3589744 | | | |
| C.V. | 19.54935 | | | | |

^{ns} แสดงความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

ตารางที่ ก.33 แสดงการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติของน้ำหนักมีชีวิตก่อนฆ่า (Live Weight)

| Source | df | SS | MS | F value | Pr > F |
|-----------------|----------|--------------|-------------|---------|----------------------|
| Treatment | 4 | 59.62565018 | 14.90641255 | 1.27 | 0.3026 ^{ns} |
| Error | 34 | 400.51178571 | 11.77975840 | | |
| Corrected Total | 38 | 460.13743590 | | | |
| C.V. | 3.094328 | | | | |

^{ns} แสดงความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

ตารางที่ ก.34 แสดงการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติของน้ำหนักซากอุ้ง

| Source | df | SS | MS | F value | Pr > F |
|-----------------|----------|--------------|-------------|---------|----------------------|
| Treatment | 4 | 35.05817308 | 8.76454327 | 0.57 | 0.6883 ^{ns} |
| Error | 34 | 525.57875000 | 15.45819853 | | |
| Corrected Total | 38 | 560.63692308 | | | |
| C.V. | 4.351438 | | | | |

^{ns} แสดงความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

ตารางที่ ก.35 แสดงการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติของเปอร์เซ็นต์ซากอุ้ง

| Source | df | SS | MS | F value | Pr > F |
|-----------------|----------|--------------|-------------|---------|----------------------|
| Treatment | 4 | 19.36343864 | 4.84085966 | 0.34 | 0.8486 ^{ns} |
| Error | 34 | 483.21553571 | 14.21222164 | | |
| Corrected Total | 38 | 502.57897436 | | | |
| C.V. | 4.625365 | | | | |

^{ns} แสดงความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

ตารางที่ ก.36 แสดงการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติของน้ำหนักซากเข็นซีกซ้าย

| Source | df | SS | MS | F value | Pr > F |
|-----------------|----------|-------------|------------|---------|----------------------|
| Treatment | 4 | 14.50058150 | 3.62514538 | 2.33 | 0.0761 ^{ns} |
| Error | 34 | 52.97839286 | 1.55818803 | | |
| Corrected Total | 38 | 67.47897436 | | | |
| C.V. | 3.030168 | | | | |

^{ns} แสดงความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

ตารางที่ ก.37 แสดงการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติของความยาวซาก

| Source | df | SS | MS | F value | Pr > F |
|-----------------|----------|--------------|------------|---------|----------------------|
| Treatment | 4 | 16.74177198 | 4.18544299 | 0.44 | 0.7791 ^{ns} |
| Error | 34 | 323.75053571 | 9.52207458 | | |
| Corrected Total | 38 | 340.49230769 | | | |
| C.V. | 3.069259 | | | | |

^{ns} แสดงความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

ตารางที่ ก.38 แสดงการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติของค่าดัชนีความหนาไขมันสันหลังต่อความกว้างกล้ามเนื้อสันนอก (LSQ)

| Source | df | SS | MS | F value | Pr > F |
|-----------------|----------|------------|------------|---------|----------------------|
| Treatment | 4 | 0.01351900 | 0.00337975 | 0.36 | 0.8366 ^{ns} |
| Error | 34 | 0.32085536 | 0.00943692 | | |
| Corrected Total | 38 | 0.33437436 | | | |
| C.V. | 35.30857 | | | | |

^{ns} แสดงความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

ตารางที่ ก.39 แสดงการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติของพื้นที่หน้าตัดกล้ามเนื้อสันนอก

| Source | df | SS | MS | F value | Pr > F |
|-----------------|----------|--------------|------------|---------|----------------------|
| Treatment | 4 | 100.1723683 | 25.0430921 | 0.38 | 0.8192 ^{ns} |
| Error | 34 | 2222.9586214 | 65.3811359 | | |
| Corrected Total | 38 | 2323.1309897 | | | |
| C.V. | 14.75985 | | | | |

^{ns} แสดงความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

ตารางที่ ก.40 แสดงการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติของสันใน (Filet) ที่ได้จากการตัดแต่ง

| Source | df | SS | MS | F value | Pr > F |
|-----------------|----------|------------|------------|---------|----------------------|
| Treatment | 4 | 0.02584936 | 0.00646234 | 0.60 | 0.6646 ^{ns} |
| Error | 34 | 0.36572500 | 0.01075662 | | |
| Corrected Total | 38 | 0.39157436 | | | |
| C.V. | 8.419755 | | | | |

^{ns} แสดงความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

ตารางที่ ก.41 แสดงการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติของสันนอก (Loin) ที่ได้จากการตัดแต่ง

| Source | df | SS | MS | F value | Pr > F |
|-----------------|----------|-------------|------------|---------|----------------------|
| Treatment | 4 | 0.20517244 | 0.05129311 | 0.14 | 0.9671 ^{ns} |
| Error | 34 | 12.65892500 | 0.37232132 | | |
| Corrected Total | 38 | 12.86409744 | | | |
| C.V. | 7.450555 | | | | |

^{ns} แสดงความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

ตารางที่ ก.42 แสดงการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติของสะโพก (Ham) ที่ได้จากการตัดแต่ง

| Source | df | SS | MS | F value | Pr > F |
|-----------------|----------|-------------|------------|---------|----------------------|
| Treatment | 4 | 2.80318054 | 0.70079514 | 0.54 | 0.0769 ^{ns} |
| Error | 34 | 44.06865536 | 1.29613692 | | |
| Corrected Total | 38 | 46.87183590 | | | |
| C.V. | 6.203818 | | | | |

^{ns} แสดงความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

ตารางที่ ก.43 แสดงการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติของไหล่ (Picnic) ที่ได้จากการตัดแต่ง

| Source | df | SS | MS | F value | Pr > F |
|-----------------|----------|-------------|------------|---------|----------------------|
| Treatment | 4 | 2.86905852 | 0.71726463 | 1.23 | 0.3167 ^{ns} |
| Error | 34 | 19.83471071 | 0.58337384 | | |
| Corrected Total | 38 | 22.70376923 | | | |
| C.V. | 7.758446 | | | | |

^{ns} แสดงความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

ตารางที่ ก.44 แสดงการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติของสันคอ (Boston) ที่ได้จากการตัดแต่ง

| Source | df | SS | MS | F value | Pr > F |
|-----------------|----------|-------------|------------|---------|----------------------|
| Treatment | 4 | 2.17693288 | 0.54423322 | 2.01 | 0.1145 ^{ns} |
| Error | 34 | 2.17693288 | 0.27017679 | | |
| Corrected Total | 38 | 11.36294359 | | | |
| C.V. | 7.846879 | | | | |

^{ns} แสดงความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

ตารางที่ ก.45 แสดงการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติของสามชั้น (Belly) ที่ได้จากการตัดแต่ง

| Source | df | SS | MS | F value | Pr > F |
|-----------------|----------|-------------|------------|---------|----------------------|
| Treatment | 4 | 2.84923439 | 0.71230860 | 0.78 | 0.5439 ^{ns} |
| Error | 34 | 30.91575536 | 0.90928692 | | |
| Corrected Total | 38 | 33.76498974 | | | |
| C.V. | 6.816300 | | | | |

^{ns} แสดงความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

ตารางที่ ก.46 แสดงการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติของซี่โครง (Rib) ที่ได้จากการตัดแต่ง

| Source | df | SS | MS | F value | Pr > F |
|-----------------|----------|------------|------------|---------|----------------------|
| Treatment | 4 | 0.83581447 | 0.20895362 | 1.78 | 0.1565 ^{ns} |
| Error | 34 | 4.00122143 | 0.11768298 | | |
| Corrected Total | 38 | 4.83703590 | | | |
| C.V. | 6.646595 | | | | |

^{ns} แสดงความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

ตารางที่ ก.47 แสดงการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติของขาหมู (Leg) ที่ได้จากการตัดแต่ง

| Source | df | SS | MS | F value | Pr > F |
|-----------------|----------|-------------|------------|---------|----------------------|
| Treatment | 4 | 1.45866909 | 0.36466727 | 1.00 | 0.4213 ^{ns} |
| Error | 34 | 12.40522321 | 0.36485951 | | |
| Corrected Total | 38 | 13.86389231 | | | |
| C.V. | 5.979188 | | | | |

^{ns} แสดงความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

ตารางที่ ก.48 แสดงการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติของคางหมู (Jowl) ที่ได้จากการตัดแต่ง

| Source | df | SS | MS | F value | Pr > F |
|-----------------|----------|------------|------------|---------|----------------------|
| Treatment | 4 | 0.67483159 | 0.16870790 | 1.23 | 0.3166 ^{ns} |
| Error | 34 | 4.66426071 | 0.13718414 | | |
| Corrected Total | 38 | 5.33909231 | | | |
| C.V. | 11.47519 | | | | |

^{ns} แสดงความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

ตารางที่ ก.49 แสดงการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติของมันแข็งที่ได้จากการตัดแต่ง

| Source | df | SS | MS | F value | Pr > F |
|-----------------|----------|-------------|------------|---------|----------------------|
| Treatment | 4 | 3.86428466 | 0.96607117 | 1.41 | 0.2530 ^{ns} |
| Error | 34 | 23.36825893 | 0.68730173 | | |
| Corrected Total | 38 | 27.23254359 | | | |
| C.V. | 21.33450 | | | | |

^{ns} แสดงความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

ตารางที่ ก.50 แสดงการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติของหนังหมู (Skin) ที่ได้จากการตัดแต่ง

| Source | df | SS | MS | F value | Pr > F |
|-----------------|----------|------------|------------|---------|----------------------|
| Treatment | 4 | 0.11532697 | 0.02883174 | 0.97 | 0.4383 ^{ns} |
| Error | 34 | 1.01390893 | 0.02982085 | | |
| Corrected Total | 38 | 1.12923590 | | | |
| C.V. | 9.694543 | | | | |

^{ns} แสดงความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

ตารางที่ ก.51 แสดงการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติของมันต็ดหนังที่ได้จากการตัดแต่ง

| Source | df | SS | MS | F value | Pr > F |
|-----------------|----------|-------------|------------|---------|----------------------|
| Treatment | 4 | 3.73108255 | 0.93277064 | 1.36 | 0.2699 ^{ns} |
| Error | 34 | 23.39954821 | 0.68822201 | | |
| Corrected Total | 38 | 27.13063077 | | | |
| C.V. | 12.67147 | | | | |

^{ns} แสดงความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

ตารางที่ ก.52 แสดงการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติของเศษไขมันที่ได้จากการตัดแต่ง

| Source | df | SS | MS | F value | Pr > F |
|-----------------|----------|------------|------------|---------|----------------------|
| Treatment | 4 | 0.62361131 | 0.15590283 | 1.73 | 0.1653 ^{ns} |
| Error | 34 | 3.05745536 | 0.08992516 | | |
| Corrected Total | 38 | 3.68106667 | | | |
| C.V. | 17.99251 | | | | |

^{ns} แสดงความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

ตารางที่ ก.53 แสดงการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติของเศษเนื้อที่ได้จากการตัดแต่ง

| Source | df | SS | MS | F value | Pr > F |
|-----------------|----------|------------|------------|---------|----------------------|
| Treatment | 4 | 0.24525403 | 0.06131351 | 0.72 | 0.5835 ^{ns} |
| Error | 34 | 2.89053571 | 0.08501576 | | |
| Corrected Total | 38 | 3.13578974 | | | |
| C.V. | 16.78437 | | | | |

^{ns} แสดงความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

ตารางที่ ก.54 แสดงการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติของเปอร์เซ็นต์เนื้อแดงที่ได้จากการตัดแต่ง

| Source | df | SS | MS | F value | Pr > F |
|-----------------|----------|--------------|------------|---------|----------------------|
| Treatment | 4 | 18.29616799 | 4.57404200 | 0.68 | 0.6099 ^{ns} |
| Error | 34 | 228.36310893 | 6.71656203 | | |
| Corrected Total | 38 | 246.65927692 | | | |
| C.V. | 5.654789 | | | | |

^{ns} แสดงความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

ตารางที่ ก.55 แสดงการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติของเปอร์เซ็นต์ไขมันที่ได้จากการตัดแต่ง

| Source | df | SS | MS | F value | Pr > F |
|-----------------|----------|--------------|------------|---------|----------------------|
| Treatment | 4 | 21.13917505 | 5.28479376 | 1.48 | 0.2291 ^{ns} |
| Error | 34 | 121.19078393 | 3.56443482 | | |
| Corrected Total | 38 | 142.32995897 | | | |
| C.V. | 11.07898 | | | | |

^{ns} แสดงความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

ตารางที่ ก.56 แสดงการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติของเปอร์เซ็นต์กระดูกรวมที่ได้จากการตัดแต่ง

| Source | df | SS | MS | F value | Pr > F |
|-----------------|----------|-------------|------------|---------|----------------------|
| Treatment | 4 | 1.79306255 | 0.44826564 | 0.66 | 0.6261 ^{ns} |
| Error | 34 | 23.19929643 | 0.68233225 | | |
| Corrected Total | 38 | 24.99235897 | | | |
| C.V. | 11.28304 | | | | |

^{ns} แสดงความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

ตารางที่ ก.57 แสดงการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติของเปอร์เซ็นต์ไขมัน + ชีวโคร่งที่ได้จากการตัดแต่ง

| Source | df | SS | MS | F value | Pr > F |
|-----------------|----------|-------------|------------|---------|----------------------|
| Treatment | 4 | 1.37170966 | 0.34292742 | 0.66 | 0.6231 ^{ns} |
| Error | 34 | 17.62743393 | 0.51845394 | | |
| Corrected Total | 38 | 18.99914359 | | | |
| C.V. | 4.717195 | | | | |

^{ns} แสดงความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

ตารางที่ ก.58 แสดงการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติของค่าความเป็นกรดต่างของกล้ามเนื้อสันนอกที่ 45 นาที

| Source | df | SS | MS | F value | Pr > F |
|-----------------|----------|------------|------------|---------|----------------------|
| Treatment | 4 | 0.20369684 | 0.05092421 | 1.25 | 0.3099 ^{ns} |
| Error | 34 | 1.38893393 | 0.04085100 | | |
| Corrected Total | 38 | 1.59263077 | | | |
| C.V. | 3.247852 | | | | |

^{ns} แสดงความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

ตารางที่ ก.59 แสดงการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติของค่าความเป็นกรดต่างของกล้ามเนื้อสันนอกที่ 24 ชั่วโมง

| Source | df | SS | MS | F value | Pr > F |
|-----------------|----------|------------|------------|---------|----------------------|
| Treatment | 4 | 0.08750554 | 0.02187639 | 0.77 | 0.5519 ^{ns} |
| Error | 34 | 0.96513036 | 0.02838619 | | |
| Corrected Total | 38 | 1.05263590 | | | |
| C.V. | 2.920614 | | | | |

^{ns} แสดงความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

ตารางที่ ก.60 แสดงการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติของอุณหภูมิของกล้ามเนื้อสันนอกที่ 45 นาที

| Source | df | SS | MS | F value | Pr > F |
|-----------------|----------|-------------|------------|---------|----------------------|
| Treatment | 4 | 4.05215189 | 1.01303797 | 1.34 | 0.2829 ^{ns} |
| Error | 34 | 18.10026190 | 0.75417758 | | |
| Corrected Total | 38 | 22.15241379 | | | |
| C.V. | 2.141729 | | | | |

^{ns} แสดงความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

ตารางที่ ก.61 แสดงการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติของอุณหภูมิของกล้ามเนื้อสันนอกที่ 24 ชั่วโมง

| Source | df | SS | MS | F value | Pr > F |
|-----------------|----------|-------------|------------|---------|----------------------|
| Treatment | 4 | 5.64112637 | 1.41028159 | 1.04 | 0.4026 ^{ns} |
| Error | 34 | 46.24964286 | 1.36028361 | | |
| Corrected Total | 38 | 51.89076923 | | | |
| C.V. | 22.93806 | | | | |

^{ns} แสดงความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

ตารางที่ ก.62 แสดงการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติของผลการวิเคราะห์ความชื้นของกล้ามเนื้อสันนอก

| Source | df | SS | MS | F value | Pr > F |
|-----------------|----------|-------------|------------|---------|----------------------|
| Treatment | 4 | 13.35309464 | 3.33827366 | 2.34 | 0.0748 ^{ns} |
| Error | 34 | 48.50090536 | 1.4264972 | | |
| Corrected Total | 38 | 61.85400000 | | | |
| C.V. | 1.647848 | | | | |

^{ns} แสดงความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

ตารางที่ ก.63 แสดงการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติของผลการวิเคราะห์โปรตีนของกล้ามเนื้อสันนอก

| Source | df | SS | MS | F value | Pr > F |
|-----------------|----------|-------------|------------|---------|----------------------|
| Treatment | 4 | 1.35603109 | 0.33900777 | 0.70 | 0.5993 ^{ns} |
| Error | 34 | 16.53651250 | 0.48636801 | | |
| Corrected Total | 38 | 17.89254359 | | | |
| C.V. | 2.875394 | | | | |

^{ns} แสดงความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

ตารางที่ ก.64 แสดงการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติของผลการวิเคราะห์ไขมันของกล้ามเนื้อสันนอก

| Source | df | SS | MS | F value | Pr > F |
|-----------------|----------|-------------|------------|---------|----------------------|
| Treatment | 4 | 4.01048823 | 1.00262206 | 1.51 | 0.2206 ^{ns} |
| Error | 34 | 22.54505536 | 0.66308986 | | |
| Corrected Total | 38 | 26.55554359 | | | |
| C.V. | 35.91296 | | | | |

^{ns} แสดงความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

ตารางที่ ก.65 แสดงการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติของค่า L^* (Lightness) ของกล้ามเนื้อสันนอก

| Source | df | SS | MS | F value | Pr > F |
|-----------------|----------|--------------|-------------|---------|----------------------|
| Treatment | 4 | 58.39279519 | 14.59819880 | 0.81 | 0.5255 ^{ns} |
| Error | 34 | 610.16291250 | 17.94596801 | | |
| Corrected Total | 38 | 668.55570769 | | | |
| C.V. | 9.349204 | | | | |

^{ns} แสดงความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

ตารางที่ ก.66 แสดงการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติของค่า a^* (Redness) ของกล้ามเนื้อสันนอก

| Source | df | SS | MS | F value | Pr > F |
|-----------------|----------|-------------|------------|---------|----------------------|
| Treatment | 4 | 14.69387422 | 3.67346856 | 1.60 | 0.1976 ^{ns} |
| Error | 34 | 78.21402321 | 2.30041245 | | |
| Corrected Total | 38 | 92.90789744 | | | |
| C.V. | 26.37876 | | | | |

^{ns} แสดงความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

ตารางที่ ก.67 แสดงการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติของค่า b^* (Yellowness) ของกล้ามเนื้อสันนอก

| Source | df | SS | MS | F value | Pr > F |
|-----------------|----------|-------------|------------|---------|----------------------|
| Treatment | 4 | 3.74279657 | 0.93569914 | 1.22 | 0.3201 ^{ns} |
| Error | 34 | 26.05568036 | 0.76634354 | | |
| Corrected Total | 38 | 29.79847692 | | | |
| C.V. | 47.81654 | | | | |

^{ns} แสดงความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

ภาคผนวก ข

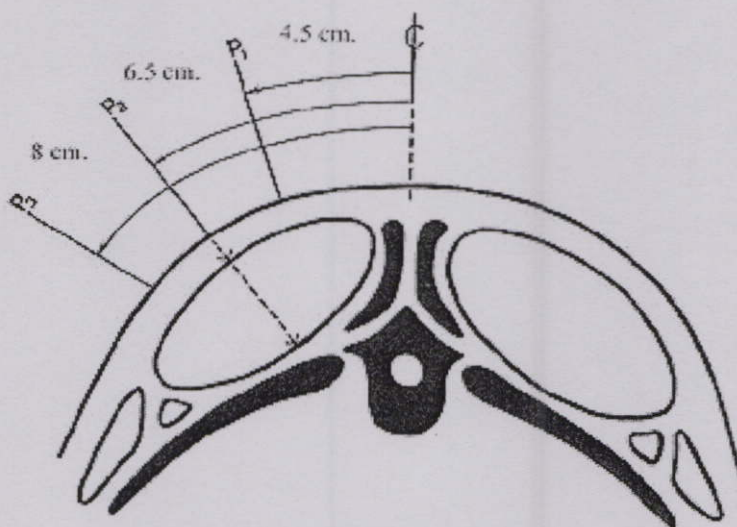
วิธีการวัดค่าความหนาไขมันสันหลังที่จุด P2

เครื่องมือและอุปกรณ์

1. เครื่อง Lean meter และน้ำมัน (Lubricant)
2. ไขมีดปลายแหลม
3. สำลีและทิชเชอร์ไอโอดีน

ขั้นตอนการวัดความหนาไขมันสันหลัง

1. ควรให้หัว และขาของสุกรอยู่ในระดับเดียวกับลำตัว จากนั้นกำหนดจุดที่ทำการวัด โดยจุด P2 อยู่ห่างจากเส้นกึ่งกลางแนวหลังสุกร 6.5 เซนติเมตร ด้านซ้ายหรือขวาของสุกรก็ได้
2. ทำการปรับเครื่องให้เที่ยงตรงก่อนทำการวัด โดยปรับกับความหนามาตรฐานที่ติดมากับเครื่อง
3. ใช้น้ำมันหรือเจล ทาหน้าสัมผัสของมือจับส่งสัญญาณ (Probe) และตำแหน่งที่จะวัด ซึ่งโกนขนเรียบร้อยแล้ว ใช้มือจับ Probe กดลงไป หมุนเล็กน้อยให้ไขมันเคลือบหน้าสัมผัสให้ทั่วถึง ก่อนกดลงไปให้แนบกับผิวหนังที่สุด
4. กดปุ่มอ่านค่าที่ตัวเครื่อง ไฟตัวเลขบนหน้าจอจะแสดงผลขึ้นลงสักพัก ก่อนนิ่ง
5. อ่านค่าที่ได้ หน่วยเป็นมิลลิเมตร เช่นเซนติเมตร หรือนิ้วตามที่ตั้งไว้ ค่าที่ได้ไม่ควรต่างเกิน 2 มิลลิเมตร



ภาพที่ ข.1 แสดงตำแหน่งการวัดค่าความหนาไขมันสันหลัง

วิธีการวัดค่าต่างๆ จากซากสุกรที่ใช้ในการทดลอง

1. การวัดความยาวซาก (carcass length) เป็นวิธีการประเมินปริมาณเนื้อแดง โดยวิธีการวัดจากกระดูกเชิงกราน (Ischium Bone) ส่วนหน้าของขาหลังไปตามแนวกระดูกสันหลังมายังกระดูกคอชิ้นแรก (Atlas Bone) ซึ่งในการทดลองทำการศึกษาซากสุกรซีกซ้าย วัดในลักษณะที่ซากถูกแขวนอยู่ด้วยสายวัด

2. การวัดค่าดัชนีความหนาไขมันสันหลังต่อความกว้างกล้ามเนื้อสันนอก (Lenden-Speck Quotient : LSQ) โดยทำการวัดความหนาไขมันสันหลัง และความกว้างของกล้ามเนื้อสันนอกตอนปลายของกระดูกสันหลัง ซึ่งอยู่ส่วนท้ายของลำตัว ตามวิธีการของ Pfeffer and Falkenberg (1972) ตำแหน่งที่ใช้ในการวัดมีดังนี้

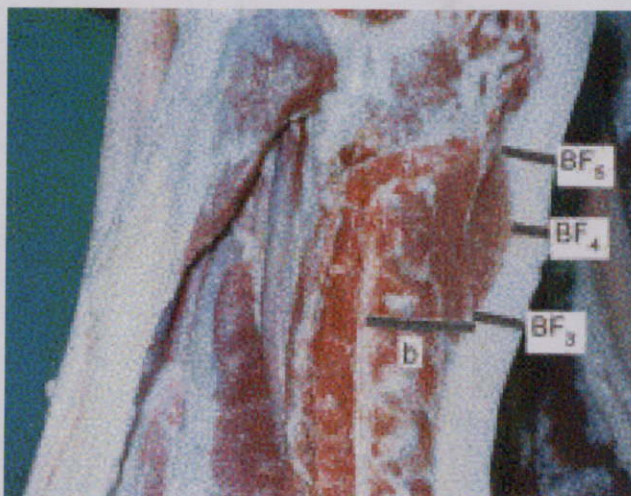
BF_3 คือ ความหนาไขมันตรงจุดมุมล่างของฐานรูปสามเหลี่ยมของกล้ามเนื้อ *Gluteus medius*

BF_4 คือ ความหนาไขมันสันหลังตรงจุดที่บางที่สุดของกล้ามเนื้อ *Gluteus medius*

b คือ ความกว้างของกล้ามเนื้อสันนอกตอนปลาย ที่วัดจากจุดมุมล่างของฐานรูปสามเหลี่ยมของกล้ามเนื้อ *Gluteus medius* ไปตั้งฉากกับแนวของท่อหน้าไขสันหลัง ดังภาพที่ ข.1

การคำนวณหาค่า LSQ ได้จากการวัดจุดต่างๆ สามารถนำมาคำนวณได้จากสูตร

$$LSQ = \frac{BF_3 + BF_4}{2b}$$



ภาพที่ ข.2 แสดงตำแหน่งการวัดค่าดัชนีความหนาไขมันสันหลังต่อความกว้างกล้ามเนื้อสันนอก

3. การวัดขนาดพื้นที่หน้าตัดกล้ามเนื้อสันนอก (Longissimus muscle area) ทำการวัดในลักษณะที่ซากแขวนอยู่ โดยการเลื่อยระหว่างซี่โครงซี่ที่ 13-14 ตามระบบเยอรมัน ใช้มีดเหมือนลึกลงไปในแนวตั้งฉากกับหน้าตัดกล้ามเนื้อสันนอก แล้วใช้แผ่นใสวัดพื้นที่หน้าตัดกล้ามเนื้อสันนอก และไขมัน นำภาพที่ได้มาวัดลงกระดาษ แล้วนำมาวัดด้วยเครื่องพลาเนมิเตอร์ (Planimeter)

4. การหาเปอร์เซ็นต์เนื้อแดง เปอร์เซ็นต์ไขมันรวม เปอร์เซ็นต์ชิ้นส่วนเนื้อติดกระดูก และ เปอร์เซ็นต์กระดูก ที่ได้จากการตัดแต่งตามมาตรฐานของโรงฆ่า และชำแหละสุกร

การหาเปอร์เซ็นต์เนื้อแดง (Boneless lean cuts percentage)

$$\text{เนื้อแดง (\%)} = \frac{(\text{Ham} + \text{Loin} + \text{Boston} + \text{Picnic} + \text{Filet} + \text{Meat Trimmings}) \times 100}{\text{Carcass Weight}}$$

| | | |
|----------------|---|---|
| Ham | = | น้ำหนักชิ้นส่วนสะโพกไม่รวมกระดูกและขาหลัง |
| Loin | = | น้ำหนักชิ้นส่วนสันนอก |
| Boston | = | น้ำหนักชิ้นส่วนไหล่ตอนบนไม่รวมกระดูก |
| Picnic | = | น้ำหนักชิ้นส่วนไหล่ตอนล่าง |
| Filet | = | น้ำหนักชิ้นส่วนสันใน |
| Meat Trimmings | = | น้ำหนักชิ้นส่วนเศษเนื้อจากการตัดแต่ง |
| Carcass Weight | = | น้ำหนักซากเย็นซีกซ้าย |

การหาเปอร์เซ็นต์ไขมัน (Total Fat percentage)

$$\text{ไขมัน (\%)} = \frac{(\text{Fatskin} + \text{Solid Fat} + \text{Skin} + \text{Fat Trimmings} + \text{Jowl}) \times 100}{\text{Carcass Weight}}$$

| | | |
|----------------|---|----------------------------|
| Fatskin | = | น้ำหนักชิ้นส่วนมันเหลว |
| Solid Fat | = | น้ำหนักชิ้นส่วนมันแข็ง |
| Skin | = | น้ำหนักชิ้นส่วนหนัง |
| Fat Trimming | = | น้ำหนักเศษมันจากการตัดแต่ง |
| Jowl | = | น้ำหนักชิ้นส่วนคางหมู |
| Carcass Weight | = | น้ำหนักซากเย็นซีกซ้าย |

การหาเปอร์เซ็นต์ชิ้นส่วนเนื้อติดกระดูก

$$\text{ชิ้นส่วนเนื้อติดกระดูก (\%)} = \frac{(\text{Rib} + \text{Leg}) \times 100}{\text{Carcass Weight}}$$

Rib = น้ำหนักชิ้นส่วนซี่โครง

Leg = น้ำหนักชิ้นส่วนแข้งที่ไม่ตัดก็บออก

Carcass Weight = น้ำหนักซากเย็นซีกซ้าย

การหาเปอร์เซ็นต์กระดูก

$$\text{กระดูก (\%)} = \frac{\text{Bone} \times 100}{\text{Carcass Weight}}$$

Bone = น้ำหนักกระดูกทั้งหมดที่ได้จากการตัดแต่ง

Carcass Weight = น้ำหนักซากเย็นซีกซ้าย

ประวัติผู้เขียน

นางสาวภัทราภา ประดับเวทย์ เกิดเมื่อวันที่ 19 พฤษภาคม พ.ศ. 2527 มีภูมิลำเนาอยู่ บ้านเลขที่ 99/9 หมู่ที่ 11 ตำบลวัดแก้ว อำเภอบางแพ จังหวัดราชบุรี

ประวัติการศึกษา

- ปีการศึกษา 2544 สำเร็จการศึกษาระดับมัธยมศึกษา จากโรงเรียนอัมพรไพศาล อำเภอปากเกร็ด จังหวัดนนทบุรี
- ปีการศึกษา 2548 สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรี จากคณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยศิลปากร

ผลงาน

- นำเสนอผลงานวิชาการในการสัมมนาวิชาการเกษตร ประจำปี 2552 ซึ่งจัดขึ้นในวันที่ 26-27 มกราคม พ.ศ. 2552 ณ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น