ผลของอัตราส่วนของเนื้อในเมล็ดยางพาราและสาหร่ายหางกระรอกต่อสมรรถภาพการผลิตและการใช้ประโยชน์ได้ของอาหารในสุกร

Effects of Para Rubber Seed Kernel and *Hydrilla verticillata* Algae Ratio on Productive Performance and Diet Utilization in Pigs

ประวิทย์ รอดจันทร์

Prawit Rodjan

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญา
วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาสัตวศาสตร์
มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Science in Animal Science
Prince of Songkla University
2554

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

ชื่อวิทยานิพนธ์ ผลของอัตราส่วนของเนื้อในเมล็ดยางพาราและสาหร่ายหางกระรอกต่อสมรรถภาพการผลิตและการใช้ประโยชน์ได้ของอาหารในสุกร

ผู้เขียน นายประวิทย์ รอดจันทร์

สาขาวิชา สัตวศาสตร์

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

.....

(รองศาสตราจารย์ ดร.ยุทธนา ศิริวัธนนุกูล)

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

……..

(รองศาสตราจารย์ ดร.วันวิศาข์ งามผ่องใส)

คณะกรรมการสอบ

.....ประธานกรรมการ

(รองศาสตราจารย์ น.สพ.สุรพล ชลดำรงค์กุล)

.....กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.จารุรัตน์ ชินาจริยวงศ์)

.....กรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดร.ยุทธนา ศิริวัธนนุกูล)

.....กรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดร.วันวิศาข์ งามผ่องใส)

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา ตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาสัตวศาสตร์

.....

(ศาสตราจารย์ ดร.อมรรัตน์ พงศ์ดารา)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

ชื่อวิทยานิพนธ์ ผลของอัตราส่วนของเนื้อในเมล็ดยางพาราและสาหร่ายหางกระรอกต่อสมรรถภาพการผลิตและการใช้ประโยชน์ได้ของอาหารในสุกร

ผู้เขียน นายประวิทย์ รอดจันทร์

สาขาวิชา สัตวศาสตร์

ปีการศึกษา 2554

บทคัดย่อ

การศึกษาผลของอัตราส่วนของเนื้อในเมล็ดยางพาราและสาหร่ายหางกระรอกต่อสมรรถภาพการผลิตและการใช้ประโยชน์ได้ของอาหารในสุกร ประกอบด้วย 2 การทดลอง การทดลองที่ 1 ศึกษาการย่อยได้ของอาหารที่ใช้เนื้อในเมล็ดยางพาราและสาหร่ายหางกระรอกในอัตราส่วนต่างๆ วางแผนการทดลองแบบ 4x4 ลาตินสแควร์ โดยใช้สุกรเพศผู้ตอน (ดูร็อค x แลนด์เรซ x ลาร์จไวท์) น้ำหนักเฉลี่ย 19.20 ± 0.28 กิโลกรัม จำนวน 4 ตัว เลี้ยงในกรงศึกษาหาการย่อยได้ด้วยอาหาร 4 สูตรคือ สูตรอาหารที่ใช้เนื้อในเมล็ดยางพาราในระดับ 20 เปอร์เซ็นต์ของอาหารร่วมกับสาหร่ายหางกระรอกที่ระดับ 0 (สูตรควบคุม), 10, 15 และ 20 เปอร์เซ็นต์ของอาหาร ทำการเก็บข้อมูลปริมาณอาหารที่กิน มูล และปัสสาวะจำนวน 4 รอบ รอบละ 5 วัน ผลการทดลองพบว่าเปอร์เซ็นต์การย่อยได้ของวัตถุแห้ง โปรตีน ไขมัน เยื่อใย เถ้า ไนโตรเจนฟรีเอ็กซ์แทรก การย่อยได้ของพลังงาน ค่าชีวภาพและพลังงานใช้ประโยชน์ได้มีค่าใกล้เคียงกัน ยกเว้นสุกรที่เลี้ยงด้วยสูตรอาหารที่มีสาหร่ายหางกระรอก 10-20 เปอร์เซ็นต์ มีค่าพลังงานย่อยได้ลดลงต่ำกว่าอาหารสูตรควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$)

การทดลองที่ 2 ศึกษาผลของอัตราส่วนของเนื้อในเมล็ดยางพาราและสาหร่ายหางกระรอกต่อสมรรถภาพการผลิตของสุกร โดยใช้สุกรลูกผสม (ดูร็อค x แลนด์เรช x ลาร์จไวท์) จำนวน 32 ตัว (เพศผู้ตอน 16 ตัว และเพศเมีย 16 ตัว) น้ำหนักเฉลี่ย 21.69 ± 0.46 กิโลกรัม จัดทรีทเมนท์แบบ 2 x 4 แฟกตอเรียลในแผนการทดลองแบบสุ่มตลอด (2x4 factorial arrangement of treatments in a completely randomized design) ประกอบด้วย 2 ปัจจัย ปัจจัยแรกคือ เพศ (เพศผู้ตอนและเพศเมีย) ปัจจัยที่ 2 คือ สูตรอาหารมี 4 สูตร คือ อาหารที่ใช้เนื้อในเมล็ดยางพาราในระดับ 20 เปอร์เซ็นต์ของอาหารร่วมกับสาหร่ายหางกระรอกที่ระดับ 0, 10, 15 และ 20 เปอร์เซ็นต์ของอาหาร (สูตร 1, 2, 3 และ 4 ตามลำดับ) สุกรทุกตัวเลี้ยงในกรงขังเดี่ยวและได้รับอาหารและน้ำแบบเต็มที่ตั้งแต่น้ำหนักประมาณ 20 กิโลกรัม จนสิ้นสุดการทดลอง (น้ำหนักประมาณ 90 กก.) จากผลการทดลองพบว่า สุกรเพศผู้ตอนและสุกรเพศเมียมีสมรรถภาพการผลิตไม่แตกต่างกันทางสถิติ

(P>0.05) ในช่วงสุกรน้ำหนัก 20-60, 60-90 และ 20-90 กิโลกรัม แต่สุกรในช่วงน้ำหนัก 60-90 กิโลกรัม มีแนวโน้มว่า สุกรเพศผู้ตอนมีจำนวนวันที่ทดลอง อัตราการเจริญเติบโตต่อวัน ประสิทธิภาพการใช้อาหาร และต้นทุนค่าอาหารต่อน้ำหนักเพิ่ม 1 กิโลกรัม ดีกว่าสุกรเพศเมีย (35 และ 38.25 วัน, 0.87 และ 0.79 กก./วัน, 2.75 และ 2.83, และ 35.25 และ 36.21 บาท/กก. ตามลำดับ) สำหรับสูตรอาหารที่ใช้เลี้ยงสุกรในช่วงน้ำหนัก 20-60 พบว่า สุกรที่เลี้ยงด้วยอาหารสูตร 1 มีปริมาณอาหารที่กินทั้งหมดน้อยกว่าสุกรที่เลี้ยงด้วยอาหารสูตร 4 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05) แต่ไม่แตกต่างกับสุกรที่เลี้ยงด้วยอาหารสูตร 2 และสูตร 3 (P>0.05) คือ 93.98, 104.39, 96.56 และ 101.65 กิโลกรัม ตามลำดับ สำหรับสุกรในช่วงน้ำหนัก 60-90 พบว่า สุกรที่เลี้ยงด้วยอาหารสูตร 1 มีประสิทธิภาพการใช้อาหารไม่แตกต่างกับสูตร 2 และสูตร 4 (P>0.05) แต่จะแตกต่างกับสูตร 3 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05) คือ 2.70, 2.74, 2.84 และ 2.89 ตามลำดับ และสำหรับสุกรในช่วงน้ำหนัก 20-90 พบว่า สุกรที่เลี้ยงด้วยอาหารสูตร 1 และสูตร 2 มีปริมาณอาหารที่กินทั้งหมดแตกต่างกับสูตร 3 และ สูตร 4 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05) คือ 174.85, 177.46, 189.28 และ 188.53 กิโลกรัม ตามลำดับ นอกจากนี้ พบว่า สุกรที่เลี้ยงด้วยอาหารสูตร 1 และสูตร 2 มีประสิทธิภาพการใช้อาหารไม่แตกต่างกัน (P>0.05) แต่สุกรที่เลี้ยงด้วยอาหารสูตร 1 มีประสิทธิภาพการใช้อาหารแตกต่างกับสูตร 3 และสูตร 4 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05) คือ 2.55, 2.75 และ 2.74 ตามลำดับ นอกจากนี้ไม่พบอิทธิพลร่วมระหว่างเพศกับสูตรอาหารในสุกรทุกระยะน้ำหนัก แต่มีแนวโน้มว่า สุกรเพศผู้ตอนและเพศเมียที่เลี้ยงด้วยอาหารสูตร 2 มีจำนวนวันที่ทดลอง อัตราการเจริญเติบโตต่อวันดีที่สุด ในช่วงสุกรน้ำหนัก 60-90 และ 20-90 กิโลกรัม สุกรเพศเมียที่เลี้ยงด้วยอาหารสูตร 1 มีประสิทธิภาพการใช้อาหารดีที่สุดในช่วงสุกรน้ำหนัก 60-90 กิโลกรัม และสุกรเพศผู้ตอนที่เลี้ยงด้วยอาหารสูตร 2 มีต้นทุนค่าอาหารต่อน้ำหนักเพิ่ม 1 กิโลกรัม ถูกที่สุดในช่วงสุกรน้ำหนัก 20-90 กิโลกรัม จากผลการทดลองครั้งนี้สรุปได้ว่า สามารถใช้เนื้อในเมล็ดยางพารา 20 เปอร์เซ็นต์ในอาหารร่วมกับสาหร่ายหางกระรอก 10 เปอร์เซ็นต์ในอาหารสุกรขุน (สูตร 2) โดยมีสมรรถภาพการผลิตไม่แตกต่างจากสูตรอาหารควบคุม (สูตร 1)

Thesis Title Effects of Para Rubber Seed Kernel and *Hydrilla verticillata* Algae Ratio on Productive Performance and Diet Utilization in Pigs

Author Mr. Prawit Rodjan

Major Program Animal Science

Academic Year 2011

ABSTRACT

Two experiments were conducted to determine the effects of para rubber seed kernel and *Hydrilla verticillata* algae ratio on productive performance and diet utilization in pigs. The first experiment studied the effects of a diet containing para rubber seed kernel and *Hydrilla verticillata* algae ratio on nutrient digestibility in pigs. A 4x4 latin square design was used in this study. Four crossbred (Duroc x Landrace x Large White) barrows averaging 19.20 ± 0.28 kg of body weight were allotted to four dietary treatments comprised of 20 % para rubber seed kernel in the diet with *Hydrilla verticillata* algae at levels 0, 10, 15 and 20 % in the diets. Each pig was raised in individual metabolism cage. Feces and urine were collected 5 days in each of 4 data collection periods. The results showed that nutrient digestibility percentage of dry matter, protein, fat, fiber, ash, NFE, digestibility of energy, biological value and metabolizable energy were not significantly different ($P>0.05$) in pig fed with different diets. However, pigs fed on diet containing algae at levels 10-20 % had significant ($P<0.05$) lower digestible energy than pigs fed with control diet.

The second experiment was conducted to study the effects of para rubber seed kernel and *Hydrilla verticillata* algae ratio on productive performance of pigs. A 2 x 4 factorial arrangement of treatments in a completely randomized design was used in this study. Thirty-two crossbred pigs (Duroc x Landrace x Large White) (16 barrows and 16 gilts) of averaging 21.69 ± 0.46 kg in body weight were allotted into 4 dietary treatments composed of 20 % para rubber seed kernel in the diet with *Hydrilla verticillata* algae at levels 0, 10, 15 and 20 % in the diets (diets 1 (control), 2, 3 and 4, respectively). Each pig was raised in individual pens until the end of the trial (averaging 90 kg). In addition, food and water were available to pigs *ad libitum* during the trial. The results showed that both barrows and gilts had no significant differences ($P>0.05$) in productive performance at the target weights of 20-60, 60-90 and 20-90 kg. But at the target

weights of 60-90 kg, barrows tended to have better experimental day, average daily gain, feed conversion ratio and feed cost per gain in comparison to gilts (35 and 38.25 days, 0.87 and 0.79 kg/day, 2.75 and 2.83 and 35.25 and 36.21 Baht/kg, respectively). As regards the effect of experimental diet at the target weights of 20-60 kg, the results showed that pigs fed with diet 1 had significant lower total feed intake than pigs fed with diet 4 ($P<0.05$) but were not significantly different with diets 2 and 3 (93.38, 104.39, 96.56 and 101.65 kg, respectively) ($P>0.05$). During the target weights of 60-90 kg, the results showed that diet 1 group had no significantly different feed conversion ratio with diets 2 and 4 ($P>0.05$) but were significantly different with diet 3 (2.70, 2.74, 2.84 and 2.89, respectively) ($P<0.05$). For the target weights of 20-90 kg, the results showed that pigs fed with diets 1 and 2 had significantly lower total feed intake than pigs fed with diets 3 and 4 (174.85, 177.46, 189.28 and 188.53 kg, respectively) ($P<0.05$). The results of the feed conversion ratio showed that no significant differences were observed between pigs fed with diet 1 and diet 2 ($P>0.05$), but pigs fed diet 1 had significantly better feed conversion ratio than pigs fed with diets 3 and 4 (2.55, 2.75 and 2.74, respectively) ($P<0.05$). Besides this, there were no interaction between gender and diet on productive performance of pigs, but the barrows fed with diet 2 had the best experimental day and average daily gain at the target weights of 60-90 and 20-90 kg, the gilts fed with diet 1 had the best feed conversion ratio at the target weights of 60-90 kg and the barrows fed with diet 2 had the cheapest feed cost per gain at the target weights of 20-90 kg. Based on this study, 20 % of para rubber seed kernel and 10 % of *Hydrilla verticillata* algae could be used in fattening pig diets and had no different productive performance compared with control diet.

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ดีด้วยความร่วมมือช่วยเหลือของคณาจารย์ และบุคคลหลายฝ่าย ข้าพเจ้าขอขอบคุณ รศ.ดร.ยุทธนา ศิริวัธนนุกูล ประธานกรรมการที่ปรึกษา รศ.ดร.วันวิศาข์ งามผ่องใส กรรมการที่ปรึกษาร่วม ที่ได้ให้ความช่วยเหลือให้คำแนะนำค้นคว้าวิจัยตลอดจนตรวจสอบและแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ ผศ.ดร. จารุรัตน์ ชินาจริยวงศ์ กรรมการผู้ทรงคุณวุฒิภายนอกจากมหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์ และ น.สพ.สุรพล ชลดำรงค์กุล กรรมการผู้แทนภาควิชาสัตวศาสตร์ที่ให้คำแนะนำ ตรวจสอบ ปรับปรุง และแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ ทำให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอขอบคุณบุคลากรหมวดสุกร หมวดอาหารสัตว์ บุคลากรห้องปฏิบัติการอาหารสัตว์ และบุคลากรภาควิชาสัตวศาสตร์ทุกท่านที่ได้ให้ความช่วยเหลือและอำนวยความสะดวกในด้านการทดลองวิจัยต่างๆ ขอขอบคุณเจ้าหน้าที่ของโครงการวิจัยการใช้สมุนไพรในสุกรทุกท่านที่ให้ความช่วยเหลือ คำแนะนำ และอำนวยความสะดวกอุปกรณ์ระหว่างการทดลองมาด้วยดี

ขอขอบพระคุณบัณฑิตวิทยาลัย โครงการวิจัยการใช้สมุนไพรในสุกร และคณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ที่สนับสนุนเงินทุนอุดหนุน อุปกรณ์ และสัตว์ทดลองที่ใช้ในงานวิจัยครั้งนี้

ขอขอบพระคุณบริษัท อายิโนะโมะโต๊ะ (ประเทศไทย) จำกัด ที่สนับสนุนในการวิเคราะห์หาส่วนประกอบของกรดแอมิโนในสาหร่ายหางกระรอกที่ใช้เป็นวัตถุดิบอาหารสัตว์ทดลองในงานวิจัยครั้งนี้

สุดท้ายข้าพเจ้าขอขอบพระคุณบิดา และมารดา ที่ให้การสนับสนุนช่วยเหลือทั้งทุนการศึกษาและเป็นกำลังใจให้เสมอมา

คุณประโยชน์ใดๆ อันพึงจะเกิดจากวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ขอเป็นเครื่องบูชาพระคุณบิดา มารดา และคณาจารย์ทุกท่านที่ประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้แก่ข้าพเจ้าตลอดมา

ประวิทย์ รอดจันทร์

สารบัญ

	หน้า
สารบัญ	(8)
รายการตาราง	(9)
รายการตารางภาคผนวก	(11)
รายการภาพประกอบ	(14)
รายการภาพประกอบภาคผนวก	(15)
สัญลักษณ์คำย่อ…….	(16)
บทที่	
1 บทนำ	1
บทนำต้นเรื่อง	1
วัตถุประสงค์ของการวิจัย	2
2 การตรวจเอกสาร	3
3 การทดลองที่ 1	19
บทนำ	19
วัตถุประสงค์	19
วัสดุ อุปกรณ์ และวิธีการ	19
ผลและวิจารณ์ผล	28
4 การทดลองที่ 2	34
บทนำ	34
วัตถุประสงค์	34
วัสดุ อุปกรณ์ และวิธีการ	34
ผลและวิจารณ์ผล	39
5 สรุปและข้อเสนอแนะ	55
เอกสารอ้างอิง	57
ภาคผนวก	64
ประวัติผู้เขียน	81

รายการตาราง

ตารางที่		หน้า
1	ส่วนประกอบทางเคมีของเนื้อในเมล็ดยางพารา (เปอร์เซ็นต์บนฐานวัตถุแห้ง)……..	5
2	เปรียบเทียบส่วนประกอบทางเคมีและพลังงานใช้ประโยชน์ได้ของเนื้อในเมล็ดยางพาราที่ผ่านการลดกรดไฮโดรไซยานิกกับวัตถุดิบอาหารสัตว์ชนิดอื่น……..	6
3	ส่วนประกอบของกรดไขมันในน้ำมันเนื้อในเมล็ดยางพาราเปรียบเทียบกับส่วนประกอบของกรดไขมันในน้ำมันถั่วเหลือง…….....	7
4	ผลของอิทธิพลร่วมของการตากแดดและการอบที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียสต่อปริมาณกรดไฮโดรไซยานิกในเนื้อในเมล็ดยางพารา (หน่วย : มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม)…….	9
5	ส่วนประกอบทางเคมีของเนื้อในเมล็ดยางพาราและสาหร่ายหางกระรอกที่ใช้สำหรับเตรียมอาหารทดลอง……	21
6	ส่วนประกอบของกรดแอมิโนในสาหร่ายหางกระรอกที่ใช้สำหรับเตรียมอาหารทดลอง…….	22
7	ส่วนประกอบของสูตรอาหารและองค์ประกอบทางเคมีที่ได้จากการคำนวณของอาหารทดลองสำหรับสุกรระยะน้ำหนัก 20-60 กิโลกรัม (เปอร์เซ็นต์ในสภาพให้สัตว์กิน)……	23
8	สัดส่วนที่ใช้ในการปรับอาหารทดลอง……	25
9	ส่วนประกอบทางเคมีและพลังงานของอาหารทดลองสำหรับสุกรน้ำหนัก 20-60 กิโลกรัม (เปอร์เซ็นต์ในสภาพให้สัตว์กิน)…….....	29
10	ปริมาณอาหารที่สุกรกินในแต่ละรอบการเก็บข้อมูล (รอบละ 5 วัน)……...	31
11	ค่าการย่อยได้ของโภชนะต่างๆ ค่าชีวภาพปรากฏ และค่าพลังงานในสูตรอาหารทดลองสำหรับสุกรน้ำหนัก 20-60 กิโลกรัม……	32
12	ส่วนประกอบของสูตรอาหารและองค์ประกอบทางเคมีที่ได้จากการคำนวณของอาหารทดลองสำหรับสุกรระยะน้ำหนัก 60-90 กิโลกรัม (เปอร์เซ็นต์ในสภาพให้สัตว์กิน)……..	36
13	ผลของอัตราส่วนของเนื้อในเมล็ดยางพาราและสาหร่ายหางกระรอกต่อสมรรถภาพการผลิตของสุกรน้ำหนัก 20-60 กิโลกรัม…….	42

รายการตาราง

ตารางที่		หน้า
14	ส่วนประกอบทางเคมีและพลังงานของอาหารทดลองสำหรับสุกรน้ำหนัก 60-90 กิโลกรัม (เปอร์เซ็นต์ในสภาพให้สัตว์กิน)……..…….....	44
15	ผลของอัตราส่วนของเนื้อในเมล็ดยางพาราและสาหร่ายหางกระรอกต่อสมรรถภาพการผลิตของสุกรน้ำหนัก 60-90 กิโลกรัม……	47
16	ผลของอัตราส่วนของเนื้อในเมล็ดยางพาราและสาหร่ายหางกระรอกต่อสมรรถภาพการผลิตของสุกรน้ำหนัก 20-90 กิโลกรัม……...…….	51

รายการตารางภาคผนวก

ตารางภาคผนวกที่		หน้า
1	ส่วนประกอบทางเคมีและราคาของวัตถุดิบที่ใช้ในการคำนวณอาหารทดลอง (เปอร์เซ็นต์ในสภาพให้สัตว์กิน)…….……....	64
2	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าเปอร์เซ็นการย่อยได้ของวัตถุแห้ง…….....	65
3	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าเปอร์เซ็นการย่อยได้ของโปรตีน…….….....	65
4	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าเปอร์เซ็นการย่อยได้ของไขมัน……..…...	65
5	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าเปอร์เซ็นการย่อยได้ของเยื่อใย…….……	66
6	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าเปอร์เซ็นการย่อยได้ของเถ้า…….	66
7	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าเปอร์เซ็นการย่อยได้ของไนโตรเจนฟรีเอกซ์แทรก……	66
8	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของการย่อยได้ของพลังงาน.....	67
9	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าชีวภาพปรากฏ.....	67
10	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าพลังงานย่อยได้…….……...	67
11	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าพลังงานใช้ประโยชน์ได้…….….	68
12	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าเฉลี่ยน้ำหนักเริ่มต้นการทดลองระยะน้ำหนัก 20-60 กิโลกรัม……..…	68
13	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าเฉลี่ยน้ำหนักสิ้นสุดการทดลองระยะน้ำหนัก 20-60 กิโลกรัม……..	68
14	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าเฉลี่ยน้ำหนักเพิ่มตลอดการทดลองระยะน้ำหนัก 20-60 กิโลกรัม……	69
15	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าเฉลี่ยจำนวนวันที่ทดลองในสุกรระยะน้ำหนัก 20-60 กิโลกรัม……	69
16	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าเฉลี่ยอัตราการเจริญเติบโตต่อวันในสุกรทดลองระยะน้ำหนัก 20-60 กิโลกรัม……	69
17	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าเฉลี่ยปริมาณอาหารที่กินทั้งหมดในสุกรทดลองระยะน้ำหนัก 20-60 กิโลกรัม……	70
18	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าเฉลี่ยปริมาณอาหารที่กินต่อวันในสุกรทดลองระยะน้ำหนัก 20-60 กิโลกรัม……	70

รายการตารางภาคผนวก

ตารางภาคผนวกที่		หน้า
19	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าเฉลี่ยประสิทธิภาพการใช้อาหารทดลองระยะน้ำหนัก 20-60 กิโลกรัม……	70
20	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าเฉลี่ยต้นทุนค่าอาหารต่อน้ำหนักเพิ่มในสุกรทดลองระยะน้ำหนัก 20-60 กิโลกรัม……..	71
21	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าเฉลี่ยต้นทุนค่าอาหารทั้งหมดในสุกรทดลองระยะน้ำหนัก 20-60 กิโลกรัม……	71
22	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าเฉลี่ยน้ำหนักสิ้นสุดการทดลองระยะน้ำหนัก 60-90 กิโลกรัม……..	71
23	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าเฉลี่ยน้ำหนักเพิ่มตลอดการทดลองระยะน้ำหนัก 60-90 กิโลกรัม……	72
24	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าเฉลี่ยจำนวนวันที่ทดลองในสุกรระยะน้ำหนัก 60-90 กิโลกรัม……	72
25	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าเฉลี่ยอัตราการเจริญเติบโตต่อวันในสุกรทดลองระยะน้ำหนัก 60-90 กิโลกรัม……..	72
26	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าเฉลี่ยปริมาณอาหารที่กินทั้งหมดในสุกรทดลองระยะน้ำหนัก 60-90 กิโลกรัม……..	73
27	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าเฉลี่ยปริมาณอาหารที่กินต่อวันในสุกรทดลองระยะน้ำหนัก 60-90 กิโลกรัม……	73
28	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าเฉลี่ยประสิทธิภาพการใช้อาหารทดลองระยะน้ำหนัก 60-90 กิโลกรัม……	73
29	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าเฉลี่ยต้นทุนค่าอาหารต่อน้ำหนักเพิ่มในสุกรทดลองระยะน้ำหนัก 60-90 กิโลกรัม……..	74
30	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าเฉลี่ยต้นทุนค่าอาหารทั้งหมดในสุกรทดลองระยะน้ำหนัก 60-90 กิโลกรัม……	74

รายการตารางภาคผนวก

ตารางภาคผนวกที่ **หน้า**

31 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าเฉลี่ยน้ำหนักเพิ่มตลอดการทดลองระยะน้ำหนัก 20-90 กิโลกรัม..... 74

32 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าเฉลี่ยจำนวนวันที่ทดลองในสุกรระยะน้ำหนัก 20-90 กิโลกรัม..... 75

33 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าเฉลี่ยอัตราการเจริญเติบโตต่อวันในสุกรทดลองระยะน้ำหนัก 20-90 กิโลกรัม..... 75

34 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าเฉลี่ยปริมาณอาหารที่กินทั้งหมดในสุกรทดลองระยะน้ำหนัก 20-90 กิโลกรัม..... 75

35 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าเฉลี่ยปริมาณอาหารที่กินต่อวันในสุกรทดลองระยะน้ำหนัก 20-90 กิโลกรัม..... 76

36 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าเฉลี่ยประสิทธิภาพการใช้อาหารทดลองระยะน้ำหนัก 20-90 กิโลกรัม..... 76

37 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าเฉลี่ยต้นทุนค่าอาหารต่อน้ำหนักเพิ่มในสุกรทดลองระยะน้ำหนัก 20-90 กิโลกรัม..... 76

38 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าเฉลี่ยต้นทุนค่าอาหารทั้งหมดในสุกรทดลองระยะน้ำหนัก 20-90 กิโลกรัม..... 77

รายการภาพประกอบ

ภาพที่		หน้า
1	ลักษณะของเมล็ดยางพารา……..	4
2	สาหร่ายหางกระรอก (*Hydrilla verticillata*) สดและสภาพแห้ง……..	14
3	การปรับอาหาร การให้อาหารทดลอง และการเก็บมูลใน 1 รอบของการเก็บข้อมูล	26

รายการภาพประกอบภาคผนวก

ภาพภาคผนวกที่		หน้า
1	ตู้อบควันไฟเมล็ดยางพารา……..	78
2	เครื่องกะเทาะเปลือกเมล็ดยางพารา……	78
3	เครื่องแยกเปลือกเมล็ดยางพารา……..	78
4	การตากเนื้อในเมล็ดยางพารา……..	78
5	ตู้อบเนื้อในเมล็ดยางพารา……	79
6	เก็บเนื้อในเมล็ดยางพาราใส่ถุงหลังอบ……	79
7	เครื่องบดเนื้อในเมล็ดยางพารา……	79
8	เนื้อในเมล็ดยางพาราที่ผ่านการบด……..	79
9	การตากแห้งสาหร่ายหางกระรอก…….....	79
10	เก็บสาหร่ายใส่ถุงหลังตากแห้ง…….....	79
11	เครื่องบดสาหร่าย……	80
12	เครื่องผสมอาหารสัตว์แบบถังนอน…….	80
13	กรงศึกษาหาการย่อยได้……...	80
14	กรงสุกรขังเดี่ยว……..	80
15	การนำมูลและปัสสาวะของแต่ละรอบมารวมกันและสุ่มเก็บ……..	80

สัญลักษณ์คำย่อ

NRC = National Research Council

ADG = Average daily gain

FCR = Feed conversion ratio

DFI = Daily feed intake

FCG = Feed cost per weight gain

DMRT = Duncan's multiple range test

CV = Coefficient of variation

SEM = Standard error of the mean

บทที่ 1

บทนำ

บทนำต้นเรื่อง

ปัจจุบันการเลี้ยงสุกรมีการขยายตัวมากขึ้นในแต่ละปี ทำให้วัตถุดิบอาหารสัตว์มีไม่พอเพียงโดยเฉพาะกากถั่วเหลือง ราคาของกากถั่วเหลืองมีการแข่งขันกันสูงขึ้นและในอาหารสุกรไม่สามารถขาดวัตถุดิบที่ให้โปรตีนแก่สุกรได้ จึงมีแนวคิดในการนำวัตถุดิบที่มีอยู่ในท้องถิ่นหรือผลพลอยได้จากการเกษตรที่เหลือทิ้ง ซึ่งมีราคาถูกแต่ยังเป็นวัตถุดิบที่มีคุณค่าทางโภชนะเพื่อนำมาทดแทนวัตถุดิบอาหารสัตว์ที่มีไม่พอเพียงหรือขาดแคลน และมีราคาแพง การนำผลพลอยได้ทางการเกษตรมาทดแทนวัตถุดิบอาหารสัตว์น่าจะเป็นอีกแนวทางหนึ่งที่จะช่วยในการผลิตสุกรโดยเฉพาะต้นทุนค่าอาหารสุกรให้มีต้นทุนต่ำลง เนื้อในเมล็ดยางพาราที่ได้จากเมล็ดยางพาราที่ร่วงหล่นจากต้นเป็นผลพลอยได้จากการปลูกยางพารา ซึ่งปลูกมากในภาคใต้ของประเทศไทยและมีแนวโน้มว่ามีการขยายพื้นที่ปลูกยางพารามากขึ้นทุกปี ทั้งในภาคใต้และภาคอื่นๆ ของประเทศ เนื้อในเมล็ดยางพาราสามารถนำมาใช้เป็นอาหารสัตว์ได้เพราะมีปริมาณมาก และมีคุณค่าทางโภชนะที่สำคัญใกล้เคียงกากถั่วเหลือง

จากรายงานของ สำนักงานกองทุนสงเคราะห์การทำสวนยาง (2552) พบว่า ในปี พ.ศ. 2552 ประเทศไทยมีพื้นที่เพาะปลูกยางพาราและให้ผลผลิตแล้วประมาณ 11 ล้านไร่ และจากรายงานของ สำนักงานกองทุนสงเคราะห์การทำสวนยาง (2540) ที่รายงานว่า พื้นที่ 1 ไร่ สามารถปลูกต้นยางพาราได้ 76-80 ต้น ในแต่ละปี ยางพารา 1ไร่สามารถผลิตเมล็ดยางพาราได้ประมาณ 50 กิโลกรัม ดังนั้นเมื่อนำไปคำนวณกับพื้นที่ 11 ล้านไร่ของปี พ.ศ. 2552 พบว่า ภายใน 1 ปี จะได้เมล็ดยางพาราประมาณ 550 ล้านกิโลกรัม และเมื่อนำมาแยกเปลือกและผ่านกระบวนการลดกรดไฮโดรไซยานิกจะได้เนื้อในเมล็ดยางประมาณ 227 ล้านกิโลกรัม เนื้อในเมล็ดยางพารามีโปรตีนรวม 17.16 เปอร์เซ็นต์ ไขมันรวม 42.60 เปอร์เซ็นต์ และยังเป็นแหล่งของกรดแอมิโนที่จำเป็นต่อร่างกาย ได้แก่ เมทไธโอนีน (methionine) (กำชัย, 2544) และ ทริพโตเฟน (tryptophan) (อุทัย, 2529) น้ำมันที่สกัดจากเมล็ดยางพารามีส่วนประกอบของกรดไขมันอิ่มตัว 13.90 เปอร์เซ็นต์ กรดไขมันไม่อิ่มตัว 80.50 เปอร์เซ็นต์ นอกจากนี้พบว่า มีกรดไขมันลิโนเลอิก และกรดไขมันลิโนเลนิกอยู่ในปริมาณสูง (Babatunde and Pond, 1987b) ซึ่งใกล้เคียงกับน้ำมันถั่วเหลือง แต่การใช้เนื้อในเมล็ดยางพาราใน

สูตรอาหารยังมีข้อจำกัดคือ ทำให้พลังงานและน้ำมันในสูตรอาหารสูงซึ่งมีผลต่อคุณภาพซาก การอัดเม็ดอาหารทำได้ยาก อาหารเหม็นหืนได้ง่าย และอาหารเก็บได้ไม่นาน (ภิราภรณ์, 2552)

สำหรับสาหร่ายหางกระรอกเป็นทรัพยากรที่มีอยู่ในแหล่งน้ำจืดและมีปริมาณมาก โดยทั่วไปแล้วสาหร่ายหางกระรอกแทบไม่มีประโยชน์ต่อระบบชลประทานเพราะสาหร่ายหางกระรอกที่มีจำนวนมากจะปิดกั้นทางไหลของน้ำ แย่งที่อยู่อาศัยของสัตว์น้ำ และบ่อยครั้งที่เกษตรกรต้องกำจัดทิ้งเพื่อที่จะเปิดทางให้น้ำไหล โดยเฉพาะในทะเลสาบสงขลา จากการสำรวจของสถาบันวิจัยการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่งในปี พ.ศ. 2546 พบว่า มีพื้นที่ประมาณ 160 ตารางกิโลเมตร ในพื้นที่ 1 ตารางเมตร มีสาหร่ายประมาณ 3.75 กิโลกรัม สาหร่ายหางกระรอกที่นำมาตากแห้งแล้วมีคุณค่าทางโภชนะใกล้เคียงกับรำสกัดน้ำมันคือมีพลังงานรวมและไขมันรวมต่ำ โดยมีโปรตีนรวม 16 เปอร์เซ็นต์ ไขมันรวม 3.5 เปอร์เซ็นต์ (Mohammad *et al.,* 2004) เถ้า 17.64 เปอร์เซ็นต์ เยื่อใยรวม 15.18 เปอร์เซ็นต์ นอกจากนี้พบว่า มีสารเบต้ากลูแคนซึ่งเป็นสารในกลุ่มโพลีแซคคาไรด์อยู่ภายในเซลล์พืช (Yee, 1969) สาหร่ายหางกระรอกมีแร่ธาตุรวมและแซนโทฟิลล์สูง (Muztar *et al.,* 1976) แคลเซียมมีอยู่ประมาณ 9 - 17 เปอร์เซ็นต์ (Easley and Shirley, 1974) ดังนั้นถ้ามีการนำสาหร่ายหางกระรอกมาใช้ทดแทนรำสกัดในสูตรอาหารสุกรโดยนำไปผสมร่วมกับเนื้อในเมล็ดยางพาราในอัตราส่วนที่เหมาะสม และไม่ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงคุณค่าทางโภชนะที่มีอยู่เดิมในสูตรอาหาร การใช้ประโยชน์ได้ของอาหาร สมรรถภาพการผลิตของสุกรจะมีส่วนช่วยให้พลังงานในสูตรอาหาร และการเหม็นหืนในสูตรอาหารลดลง ซึ่งน่าจะเป็นอีกแนวทางหนึ่งที่ช่วยให้การผลิตสุกรของเกษตรกรมีต้นทุนต่ำลง และเป็นการสนับสนุนเกษตรกรให้มีการพัฒนาในการใช้ทรัพยากรธรรมชาติในท้องถิ่นให้เกิดประโยชน์มากที่สุด

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาผลของอัตราส่วนของเนื้อในเมล็ดยางพาราและสาหร่ายหางกระรอกในอาหารต่อสมรรถภาพการผลิตและการใช้ประโยชน์ได้ของอาหารในสุกร
2. เพื่อศึกษาต้นทุนการผลิตสุกรที่เลี้ยงด้วยอาหารที่ใช้เนื้อในเมล็ดยางพาราร่วมกับสาหร่ายหางกระรอกในอัตราส่วนต่างๆ

บทที่ 2

การตรวจเอกสาร

ลักษณะทั่วไปของยางพารา

ยางพารานับเป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญชนิดหนึ่งของประเทศไทยซึ่งได้นำเข้ามาปลูกในประเทศไทยครั้งแรกที่จังหวัดตรังเมื่อปี พ.ศ. 2442 โดย พระยารัษฎานุประดิษฐ์มหิศรภักดี (วิชิต, 2530) ลักษณะของต้นยางพาราเป็นไม้เนื้ออ่อนลำต้นตรงแตกกิ่งก้านสาขา มีถิ่นกำเนิดในแถบลุ่มน้ำอเมซอนของประเทศบราซิล ยางพารามีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Hevea brasilliensis* เจริญเติบโตได้ดีในดินร่วน ความเหมาะสมของสภาพดินต้องมีค่าความเป็นกรดและด่างของดินอยู่ที่ 4.0 ถึง 5.5 และต้องการน้ำฝนประมาณปีละ 80 ถึง 100 นิ้ว ภาคใต้และภาคตะวันออกของประเทศไทยจะมีการปลูกกันมาก (สนิท, 2523) ปัจจุบันประเทศไทยมีสวนยางพาราทั้งหมดประมาณ 15 ล้านไร่ ซึ่งเป็นสวนยางพาราที่ให้ผลผลิตแล้วประมาณ 11 ล้านไร่ เป็นสวนยางกำลังรับการสงเคราะห์ปลูกแทนจากสำนักงานกองทุนสงเคราะห์การทำสวนยาง (สกย.) ซึ่งยังไม่ให้ผลผลิตประมาณ 2 ล้านไร่ และเป็นสวนยางที่ปลูกใหม่ ระหว่างปี พ.ศ. 2547-2551 ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือและภาคเหนือ ทั้งในโครงการสนับสนุนสถาบันเกษตรกรแปรรูปยางเพิ่มมูลค่าเพื่อแก้ไขปัญหาราคายางตกต่ำ และนอกโครงการฯ ประมาณ 2 ล้านไร่ ซึ่งสวนยางที่ปลูกใหม่นี้เริ่มให้ผลผลิตยางในปี พ.ศ. 2553 และจะทำให้ผลผลิตยางพาราโดยรวมของประเทศไทยเพิ่มอย่างต่อเนื่องไปจนถึงปี พ.ศ. 2556 อยู่ที่ระดับ 3.5-3.7 ล้านตัน ในปี พ.ศ. 2552 ประเทศไทยสามารถผลิตยางพาราได้ประมาณ 3.1 ล้านตัน (สำนักงานกองทุนสงเคราะห์การทำสวนยาง, 2552) สำนักงานกองทุนสงเคราะห์การทำสวนยาง (2540) กล่าวว่า พื้นที่ 1 ไร่ สามารถปลูกต้นยางพาราได้ 76-80 ต้น ในแต่ละปียางพารา 1ไร่ สามารถผลิตเมล็ดยางพาราได้ประมาณ 50 กิโลกรัม ในการใช้ประโยชน์จากเมล็ดยางพาราจะนำมาสกัดน้ำมันโดยวิธีอัดด้วยเครื่องแบบเกลียวอัด (screw press) น้ำมันที่ได้จะนำมาใช้ประโยชน์ในการทำสีทาบ้าน สารเคลือบเงา และใช้ทำสบู่ เป็นต้น ส่วนที่เหลือจากการสกัดน้ำมันก็คือ กากเมล็ดยางพารา (rubber seed cake) ซึ่งจะนำมาบดให้ละเอียดขึ้นและแปรสภาพเป็นกากเมล็ดยางพาราป่น (rubber seed meal) และนำมาใช้เป็นวัตถุดิบเพื่อประกอบอาหารสัตว์ (กรรณิการ์ และคณะ, 2524)

เมล็ดยางพารา

วิชิต (2530) รายงานว่า เมล็ดยางพารามีลักษณะค่อนข้างกลม รูปร่างและลวดลายคล้ายเมล็ดละหุ่ง สีผิวของเปลือกเมล็ดยางพารามีสีน้ำตาล (ภาพที่ 1) นอกจากนี้ Chandrasiri (1992) อ้างโดย พันทิพา (2538) รายงานว่า เมล็ดยางพาราประกอบด้วยเปลือก 34.1 เปอร์เซ็นต์ เนื้อใน 41.2 เปอร์เซ็นต์

ภาพที่ 1 ลักษณะของเมล็ดยางพารา

ส่วนประกอบทางเคมีของเนื้อในเมล็ดยางพารา

เมื่อนำเมล็ดยางพารามากะเทาะเปลือกออกจะได้ส่วนของเนื้อในเมล็ดยางพารา ซึ่งส่วนของเนื้อในเมล็ดยางพาราจะถูกนำไปใช้ประโยชน์โดยการอัดหรือสกัดน้ำมัน ยุทธนา (2525) อ้างถึง Orok และ Bowland (1974) รายงานว่า ส่วนของเนื้อในเมล็ดยางพารา (kernel) ประกอบด้วย ความชื้น 3.9 เปอร์เซ็นต์ ไขมันรวม 43.4 เปอร์เซ็นต์ โปรตีนรวม 18.3 เปอร์เซ็นต์ เยื่อใยรวม 3.8 เปอร์เซ็นต์ เถ้า 3.1 เปอร์เซ็นต์ ไนโตรเจนฟรีเอกซ์แทรก (nitrogen free extract, NFE) 27.5 เปอร์เซ็นต์ และพลังงานรวม 6.50 กิโลแคลอรีต่อกิโลกรัม Narahari และ Kothandaraman (1984) รายงานว่า เนื้อในเมล็ดยางพารามีเยื่อใยรวม 6.60 เปอร์เซ็นต์ Babatunde และคณะ (1990) รายงานว่า เนื้อในเมล็ดยางพารามีพลังงานรวม 5.92 กิโลแคลอรีต่อกิโลกรัม นอกจากนี้ ยุทธนา และกำชัย (2545) รายงานว่า เนื้อในเมล็ดยางพาราที่ผ่านกระบวนการลดกรดไฮโดรไซยานิกแล้วมีความชื้น ไขมันรวม โปรตีนรวม เยื่อใยรวม เถ้า และไนโตรเจนฟรีเอกซ์แทรก เท่ากับ 3.85, 41.51, 17.32, 16.52, 3.40 และ 17.40 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ สำหรับส่วนประกอบทางเคมีของเนื้อในเมล็ดยางพาราที่มีรายงานไว้นอกเหนือจากที่กล่าวข้างต้นได้แสดงในตารางที่ 1 และโภชนะต่างๆที่มีอยู่ในเนื้อใน

เมล็ดยางพาราเมื่อเปรียบเทียบกับกากถั่วเหลืองและถั่วเหลืองไขมันเต็ม แสดงในตารางที่ 2 สำหรับปริมาณกรดไขมันที่พบในน้ำมันเนื้อในเมล็ดยางพาราได้แสดงในตารางที่ 3

ตารางที่ 1. ส่วนประกอบทางเคมีของเนื้อในเมล็ดยางพารา (เปอร์เซ็นต์บนฐานวัตถุแห้ง)

ส่วนประกอบ	**1**	**2**	**3**
ความชื้น	3.99	3.48	3.30
โปรตีนรวม	17.41	18.71	17.98
ไขมันรวม	68.53	44.29	45.88
เยื่อใยรวม	-	8.47	8.66
เถ้า	3.08	3.38	3.41
แคลเซียม	-	0.13	0.14
ฟอสฟอรัส	-	0.48	0.47
พลังงานรวม (กิโลแคลอรี/กก.)	-	4983	6330

ที่มา : 1. Eka และคณะ (2010)

2. ภิราภรณ์ (2552)

3. เปลื้อง (2552)

ตารางที่ 2. เปรียบเทียบส่วนประกอบทางเคมีและพลังงานใช้ประโยชน์ได้ของเนื้อในเมล็ดยางพาราที่ผ่านการลดกรดไฮโดรไซยานิกกับวัตถุดิบอาหารสัตว์ชนิดอื่น

ส่วนประกอบทางเคมี	เนื้อในเมล็ดยางพาราผ่านการลด HCN[1]	กากเนื้อในเมล็ดยางพาราอัดน้ำมัน[2]	กากถั่วเหลืองสกัดน้ำมัน[2]	ถั่วเหลืองไขมันเต็ม[3]
ส่วนประกอบ (เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักแห้ง)				
ความชื้น	3.45	8.00	10.00	10.00
โปรตีนรวม	17.16	27.00	44.00	36.70
ไขมันรวม	42.60	11.50	1.00	18.80
เยื่อใยรวม	16.70	14.00	7.00	5.20
เถ้า	3.45	4.50	6.00	-
แคลเซียม	0.11	0.13	0.25	0.26
ฟอสฟอรัสใช้ประโยชน์ได้	-	0.20	0.20	-
พลังงานใช้ประโยชน์ได้ในสุกร (กิโลแคลอรี/กิโลกรัม)	5140	2400	2825	3625
กรดแอมิโน (เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักแห้ง)				
ไลซีน	0.43	0.65	2.73	2.25
เมทไธโอนีน	0.32	0.22	0.59	0.46
เมทไธโอนีน+ซีสทีน	0.64	-	1.26	1.01
ทริปโตเฟน	-	0.33	0.59	0.54
ธรีโอนีน	0.49	0.62	1.72	1.42
ไอโซลูซีน	0.46	0.68	2.17	1.60
อาร์จีนีน	1.56	1.85	3.18	2.54
ลูซีน	0.97	1.39	3.39	2.64
เฟนิลอะลานีน+ไทโรซีน	-	0.76	3.82	3.06
ฮิสติดีน	-	0.51	1.11	0.87
วาลีน	1.02	1.36	2.24	1.62

ที่มา : [1] กำชัย (2544)

[2] อุทัย (2529)

[3] NRC (1998)

ตารางที่ 3. ส่วนประกอบของกรดไขมันในน้ำมันเนื้อในเมล็ดยางพาราเปรียบเทียบกับส่วนประกอบของกรดไขมันในน้ำมันถั่วเหลือง

ชื่อของกรดไขมัน	โครงสร้างของกรดไขมัน	น้ำมันเมล็ดยางพารา (%)	น้ำมันถั่วเหลือง (%)
กรดไขมันอิ่มตัว			
กรดไมริสติก (myristic)	14:0	0.08	0.11
กรดปาล์มมิติก (palmitic)	16:0	9.27	13.07
กรดสเตียริก (stearic)	18:0	10.58	5.53
กรดอะราชิดิก (arachidic)	20:0	0.57	0.49
กรดบีฮีนิก (behenic acid)	22:0	0.15	0.51
กรดลิกโนเซอริก (lignoceric acid)	24:0	0.12	0.27
กรดไขมันไม่อิ่มตัว			
กรดปาล์มมิโตเลอิก (palmitoleic)	16:1	0.14	0.14
กรดโอเลอิก (oleic acid)	18:1	26.64	28.16
กรดลิโนเลอิก (linoleic acid)	18:2	34.92	44.44
กรดลิโนเลนิก (linolenic acid)	18:3	17.27	6.45
ปริมาณกรดไขมันอิ่มตัวทั้งหมด		20.79	20.01
ปริมาณกรดไขมันไม่อิ่มตัวทั้งหมด		78.97	79.19
ปริมาณกรดไขมันจำเป็นทั้งหมด		52.20	50.89

ที่มา : Nwokolo (1990) อ้างโดย ภิราภรณ์ (2552)

สารพิษที่พบในเนื้อในเมล็ดยางพารา

ไซยาโนเจเนติกไกลโคไซด์ (cyanogenetic glycoside) เป็นสารประกอบในกลุ่มไกลโคไซด์ ไกลโคไซด์เป็นอนุพันธ์ชนิดหนึ่งของโมโนแซ็กคาไรด์ โดยที่มีโมเลกุลของน้ำตาลแอลกอฮอล์หรือฟีนอลจับอยู่กับไฮโดรเจนที่กลุ่มไฮดรอกซิลของกลูโคส กาแล็กโทส หรือฟรุกโทส จึงเรียกอนุพันธ์เหล่านี้ว่ากลูโคไซด์ กาแล็กโทไซด์ หรือฟรุกโทไซด์ ไซยาโนเจเนติก-กลูโคไซด์ โดยตัวของมันเองจะไม่เป็นพิษ แต่เมื่อสารนี้ถูกไฮโดรไลส์จะทำให้เกิดกรดไฮโดร-ไซยานิกซึ่งเป็นอันตรายต่อสัตว์ที่กินเข้าไป (เสาวนิต, 2537) ไซยาโนเจเนติกกลูโคไซด์ ทำปฏิกิริยา

กับเอนไซม์ลินามาเรส ที่มีอยู่ในเนื้อเมล็ดยางพาราจากนั้นจะถูกเปลี่ยนเป็นกรดไฮโดรไซยานิก กรดไฮโดรไซยานิกเป็นสารพิษที่ยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ไซโตโครมออกซิเดส ทำให้ระบบการหายใจขัดข้อง โดยกรดไฮโดรไซยานิกรวมตัวกับอนุภาคของโลหะหนัก เช่น ทองแดง และเหล็ก ซึ่งเป็นองค์ประกอบอยู่ในฮีโมโกลบินของเม็ดเลือดแดงเกิดเป็นสารไซยาโนฮีโมโกลบิน ทำให้หมดคุณสมบัติในการนำออกซิเจนไปเลี้ยงส่วนต่างๆ ของร่างกาย (ศิริศักดิ์, 2531) จากการศึกษาของ มาลินี (2523) รายงานว่า ปัจจัยที่มีผลต่อความเป็นพิษของกรดไฮโดรไซยานิก ได้แก่ ขนาด ชนิดของสัตว์ ความเร็วที่สัตว์กินเข้าไป ปริมาณที่มีอยู่ในพืช สภาพความเป็นกรดหรือด่างของกระเพาะอาหาร และความสามารถในการทำลายพิษของร่างกาย

การลดปริมาณกรดไฮโดรไซยานิกในเนื้อในเมล็ดยางพารา

เนื้อในเมล็ดยางพาราเป็นวัตถุดิบอาหารสัตว์ที่มีคุณค่าทางอาหารที่ดีซึ่งเหมาะแก่การนำไปเลี้ยงสัตว์ แต่ปริมาณกรดไฮโดรไซยานิกในเนื้อในเมล็ดยางพาราเป็นปัจจัยสำคัญที่ทำให้มีการนำเนื้อในเมล็ดยางพารามาใช้ประโยชน์ได้ค่อนข้างจำกัด เพราะจะเป็นอันตรายต่อสัตว์ที่กินเข้าไป แต่ปริมาณกรดไฮโดรไซยานิกจะถูกทำลายหรือลดปริมาณลงได้โดยมีหลายวิธีแต่วิธีที่สะดวกคือ การเก็บไว้ในโรงเก็บสักพักหนึ่ง และการตากแดดร่วมกับการอบดังนี้

1. การเก็บเมล็ดยางพาราไว้ในโรงเก็บ

กำชัย (2544) รายงานว่า เมล็ดยางพาราที่มีกรดไฮโดรไซยานิก 305.99 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม เมื่อเก็บไว้ในอุณหภูมิห้องเป็นเวลา 4 สัปดาห์ จะเหลือกรดไฮโดรไซยานิก 11.81 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และเมื่อเก็บไว้นาน 16 สัปดาห์ จะเหลือกรดไฮโดรไซยานิกเพียง 0.52 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม นอกจากนี้ Eka และคณะ (2010) รายงานว่า เนื้อในเมล็ดยางพารามีปริมาณกรดไฮโดรไซยานิกสูงถึง 186.00 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และการเก็บไว้ในอุณหภูมิห้อง 8 สัปดาห์ ส่งผลให้ปริมาณของกรดไฮโดรไซยานิกลดลง

2. วิธีการตากแดดร่วมกับการอบ

ยุทธนา และกำชัย (2545) รายงานว่า ปริมาณของกรดไฮโดรไซยานิกในเนื้อในเมล็ดยางพาราจะลดลง 82.8 เปอร์เซ็นต์ เมื่อตากแดด 1 วัน หลังจากนั้นการลดลงของกรดไฮโดรไซยานิกจะลดลงอย่างช้าๆ ส่วนการอบที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส สามารถลดปริมาณกรดไฮโดรไซยานิกได้ 65.7 เปอร์เซ็นต์ เมื่อใช้เวลาในการอบ 12 ชั่วโมง แต่หลังจากนั้นอัตราการลดลงของกรดไฮโดรไซยานิกจะเป็นไปอย่างช้าๆ สำหรับการตากแดดร่วมกับการอบ พบว่า

การตากแดด 12 วัน ร่วมกับการอบ 36 ชั่วโมง สามารถทำให้ปริมาณกรดไฮโดรไซยานิกลดลง 93.2 เปอร์เซ็นต์ ดังแสดงในตารางที่ 4

ตารางที่ 4. ผลของอิทธิพลร่วมของการตากแดดและการอบที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียสต่อปริมาณกรดไฮโดรไซยานิกในเนื้อในเมล็ดยางพารา (หน่วย : มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม)

การอบ	**การตากแดด (วัน)**					
(ชั่วโมง)	**0**	**1**	**3**	**6**	**9**	**12**
0	373.48	64.05	52.52	51.48	39.42	31.39
	(0)	(82.85)	(84.94)	(86.22)	(89.44)	(91.58)
12	128.06	68.60	55.84	44.81	39.37	27.45
	(65.71)	(81.63)	(85.05)	(88.00)	(89.46)	(92.65)
24	101.05	71.33	61.21	38.20	36.53	26.41
	(72.94)	(80.90)	(83.61)	(89.77)	(90.22)	(92.93)
36	101.23	61.55	58.29	37.91	40.58	25.37
	(72.90)	(83.52)	(84.85)	(89.85)	(89.13)	(93.21)

หมายเหตุ : ค่าในวงเล็บคือ เปอร์เซ็นต์ของกรดไฮโดรไซยานิกที่ลดลง

ที่มา : ยุทธนา และกำชัย (2545)

การใช้เนื้อในเมล็ดยางพาราในอาหารสุกร

1. ผลของเนื้อในเมล็ดยางพาราต่อสมรรถภาพการผลิตของสุกร

ยุทธนา และคณะ (2547) ทดลองใช้เนื้อในเมล็ดยางพาราทดแทนถั่วเหลืองไขมันเต็มในอาหารสุกรระยะน้ำหนัก 15-30 กิโลกรัม ใช้สุกรที่มาจาก 7 ครอก ครอกละ 5 ตัว ที่เป็นเพศเดียวกัน เลี้ยงด้วยอาหาร 5 สูตร คือ อาหารควบคุม (สูตร 1) อาหารที่ใช้เนื้อในเมล็ดยางพาราทดแทนโปรตีนจากถั่วเหลืองไขมันเต็มที่ระดับ 40 และ 80 เปอร์เซ็นต์ ที่ไม่เสริมกรดแอมิโนไลซีน (สูตร 2 และ 3) และเสริมกรดแอมิโนไลซีน (สูตร 4 และ 5) ผลจากการทดลองพบว่า ค่าอัตราการเจริญเติบโต ปริมาณอาหารที่กินต่อวัน ประสิทธิภาพการใช้อาหาร และระยะเวลาที่เลี้ยง ของสุกรที่เลี้ยงด้วยอาหารทั้ง 5 สูตร ไม่มีความแตกต่างกันในทางสถิติ ($P>0.05$) แต่มีแนวโน้มว่าสุกรที่เลี้ยงด้วยอาหารที่ใช้เนื้อในเมล็ดยางพาราทดแทนโปรตีนจากถั่วเหลืองไขมันเต็มที่ระดับ 80 เปอร์เซ็นต์

ที่ไม่เสริมกรดแอมิโนไลซีน และเสริมกรดแอมิโนไลซีน (สูตร 3 และ 5) มีอัตราการเจริญเติบโตและประสิทธิภาพการใช้อาหารใกล้เคียงกับสุกรที่เลี้ยงด้วยอาหารควบคุม และมีต้นทุนค่าอาหารต่อน้ำหนักสุกรเพิ่ม 1 กิโลกรัมต่ำกว่าด้วย

กำชัย และคณะ (2551) ทดลองใช้เนื้อในเมล็ดยางพาราทดแทนกากถั่วเหลืองในอาหารสุกรระยะน้ำหนัก 35-60 กิโลกรัม เลี้ยงด้วยอาหาร 5 สูตร คือ อาหารควบคุม (สูตร 1) อาหารที่ใช้เนื้อในเมล็ดยางพาราทดแทนโปรตีนจากกากถั่วเหลืองที่ระดับ 20 และ 40 เปอร์เซ็นต์ ไม่เสริมกรดแอมิโนไลซีน (สูตร 2 และ 3) และเสริมกรดแอมิโนไลซีน (สูตร 4 และ 5) จากการทดลองพบว่า สมรรถภาพการผลิตของสุกรที่ได้รับอาหารสูตรใช้เนื้อในเมล็ดยางพาราทดแทนโปรตีนจากกากถั่วเหลืองระดับ 20 เปอร์เซ็นต์ เสริมกรดแอมิโนไลซีนมีแนวโน้มต่ำลง แต่ที่ระดับการทดแทน 40 เปอร์เซ็นต์ การเสริมกรดแอมิโนไลซีนทำให้สมรรถภาพการผลิตสูงขึ้นจนไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) กับสุกรที่ได้รับอาหารสูตรควบคุมและยังมีแนวโน้มต้นทุนการผลิตที่ต่ำกว่าสุกรที่ได้รับอาหารสูตรควบคุมอีก

จุฑารัตน์ และ ยุทธนา (2551) ทดลองใช้เนื้อในเมล็ดยางพาราในอาหารต่อสมรรถภาพการเจริญเติบโตของสุกรระยะขุน โดยใช้สุกรลูกผสม จำนวน 40 ตัว (เพศผู้ตอน 20 ตัว และเพศเมีย 20 ตัว) น้ำหนักเฉลี่ย 60.36 กิโลกรัม ประกอบด้วย 2 ปัจจัย ปัจจัยแรกคือ เพศ (เพศผู้ตอนและเพศเมีย) ปัจจัยที่ 2 คือ สูตรอาหารมี 5 สูตร คือ อาหารควบคุม (สูตร 1) อาหารที่มีเนื้อในเมล็ดยางพารา 10 และ 20 เปอร์เซ็นต์ไม่เสริมกรดแอมิโนไลซีนในอาหาร (สูตร 2 และ 3) และเสริมกรดแอมิโนไลซีนในอาหาร (สูตร 4 และ 5) เลี้ยงสุกรในกรงขังเดี่ยวและได้รับอาหารและน้ำแบบเต็มที่ตั้งแต่ 60 กิโลกรัม จนสิ้นสุดการทดลองที่น้ำหนัก 95 กิโลกรัม ผลจากการทดลองพบว่า เพศ ระดับเนื้อในเมล็ดยางพาราในอาหาร และอิทธิพลร่วมของเพศและระดับเนื้อในเมล็ดยางพาราในอาหาร ไม่มีผลต่อสมรรถภาพการเจริญเติบโตของสุกร ($P>0.05$) ยกเว้นสุกรเพศผู้ตอนมีจำนวนวันที่ทดลองและอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวันดีกว่าเพศเมียอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) นอกจากนั้นพบว่าสุกรที่เลี้ยงด้วยอาหารสูตรที่ 5 (เนื้อในเมล็ดยางพารา 20 เปอร์เซ็นต์ เสริมด้วยกรดแอมิโนไลซีน) มีแนวโน้มมีจำนวนวันที่ทดลองและอัตราการเจริญเติบโตต่อวันดีกว่าสุกรที่เลี้ยงด้วยสูตรอาหารอื่นๆ ($P>0.05$) สำหรับอิทธิพลร่วมพบว่า สุกรเพศผู้ตอนที่เลี้ยงด้วยอาหารสูตรที่ 5 มีแนวโน้มมีจำนวนวันที่ทดลองและอัตราการเจริญเติบโตต่อวันดีกว่าสุกรกลุ่มอื่นๆ ส่วนสุกรเพศผู้ตอนที่เลี้ยงด้วยอาหารสูตรที่ 3 มีประสิทธิภาพการใช้อาหารดีที่สุดและมีต้นทุนค่าอาหารต่อน้ำหนักเพิ่ม 1 กิโลกรัมถูกที่สุด

ภิราภรณ์ และ ยุทธนา (2551) ศึกษาผลของเนื้อในเมล็ดยางพาราในอาหาร เพศ และน้ำหนักฆ่าต่อสมรรถภาพการผลิตของสุกรระยะขุน โดยใช้สุกรลูกผสม จำนวน 32 ตัว (เพศผู้

ตอน 16 ตัว และเพศเมีย 16 ตัว) น้ำหนักเฉลี่ย 60 กิโลกรัม ประกอบด้วย 3 ปัจจัย ปัจจัยแรก คือ สูตรอาหาร 2 สูตร คือ อาหารที่ใช้เนื้อในเมล็ดยางพารา 0 และ 20 เปอร์เซ็นต์ (สูตร 1 และสูตร 2 ตามลำดับ) ปัจจัยที่ 2 คือ เพศ (เพศผู้ตอน และเพศเมีย) ปัจจัยที่ 3 คือ น้ำหนักฆ่าที่ 95 และ 105 กิโลกรัม ผลจากการทดลองพบว่า อิทธิพลร่วมของทั้ง 3 ปัจจัย ทำให้สุกรเพศเมียน้ำหนักฆ่าที่ 95 กิโลกรัมที่ได้รับอาหารสูตร 2 มีปริมาณอาหารที่กินทั้งหมดต่ำกว่าสุกรกลุ่มอื่น แต่มีประสิทธิภาพการใช้อาหาร ต้นทุนค่าอาหารต่อน้ำหนักเพิ่ม 1 กิโลกรัม และต้นทุนค่าอาหารทั้งหมดดีกว่าสุกรกลุ่มอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) นอกจากนี้พบว่า สุกรเพศผู้ตอนมีปริมาณอาหารที่กินต่อวันมากกว่าสุกรเพศเมียอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) ขณะที่สุกรฆ่าที่น้ำหนัก 105 กิโลกรัม มีน้ำหนักสุดท้าย น้ำหนักเพิ่ม และจำนวนวันที่เลี้ยงมากกว่าสุกรที่ฆ่าที่น้ำหนัก 95 กิโลกรัม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) และสุกรที่มีน้ำหนักฆ่าที่ 95 กิโลกรัม มีค่าอัตราการเจริญเติบโตต่อวัน ประสิทธิภาพการใช้อาหาร ต้นทุนค่าอาหารต่อน้ำหนักเพิ่ม 1 กิโลกรัม และต้นทุนค่าอาหารทั้งหมดดีกว่าสุกรที่มีน้ำหนักฆ่าที่ 105 กิโลกรัม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) และมีแนวโน้มว่าสุกรที่ได้รับอาหารสูตรที่ 2 มีสมรรถภาพการผลิตดีกว่าสุกรที่ได้รับอาหารสูตรที่ 1 ($P>0.05$)

ดังนั้นเนื้อในเมล็ดยางพาราจึงสามารถนำมาทดแทนกากถั่วเหลืองในอาหารสุกรได้เนื่องจากมีคุณค่าทางโภชนาการสูงใกล้เคียงกับกากถั่วเหลือง เนื้อในเมล็ดยางพาราที่ผ่านการลดกรดไฮโดรไซยานิกมีปริมาณโปรตีน 17.16 เปอร์เซ็นต์ และมีกรดแอมิโนเมทไธโอนีนบวกซีสทีน 0.64 เปอร์เซ็นต์ (กำชัย, 2544) เมื่อดูในส่วนของกรดไขมันจำเป็นทั้งหมดที่ได้จากน้ำมันเนื้อในเมล็ดยางพาราสูงถึง 52.20 เปอร์เซ็นต์ ใกล้เคียงกับในน้ำมันถั่วเหลือง (50.89 เปอร์เซ็นต์) ซึ่งประกอบด้วยกรดไขมันไม่อิ่มตัว 78.89 เปอร์เซ็นต์ และอุดมด้วยกรดโอเลอิก 26.64 เปอร์เซ็นต์ และกรดลิโนเลอิก 34.92 เปอร์เซ็นต์ (Nwokolo, 1990 อ้างโดย ภิราภรณ์, 2552) ที่มีอยู่ในปริมาณสูง ซึ่งเป็นกรดไขมันที่จำเป็นต่อร่างกายสัตว์ แต่การนำเนื้อในเมล็ดยางพารามาใช้เป็นวัตถุดิบอาหารสุกรยังมีข้อจำกัดเนื่องจากปริมาณกรดไฮโดรไซยานิกซึ่งเป็นสารพิษอยู่สูง หากสุกรได้รับในปริมาณที่สูงเกินไปจะเป็นอันตรายต่อสุกร ดังนั้นก่อนนำเนื้อในเมล็ดยางพารามาใช้ผสมอาหารสุกรจึงต้องผ่านการลดปริมาณของกรดไฮโดรไซยานิกให้หมดก่อนหรือให้มีอยู่ในปริมาณน้อยที่สุดซึ่งไม่เป็นอันตรายต่อสุกร ซึ่งการตากแดดที่ 1 วัน จะช่วยลดกรดไฮโดรไซยานิกได้ถึง 82.85 เปอร์เซ็นต์ การอบที่ 12 ชั่วโมง ลดกรดไฮโดรไซยานิกได้ 65.71 เปอร์เซ็นต์ และการตากแดด 12 วัน ร่วมกับการอบที่ 36 ชั่วโมง ลดกรดไฮโดรไซยานิกได้ถึง 93.21 เปอร์เซ็นต์ (ยุทธนา และกำชัย, 2545) และจากศึกษาการใช้เนื้อในเมล็ดยางพาราในสูตรอาหารสุกรระยะต่างๆที่ระดับ 8.40-20.97 เปอร์เซ็นต์ พบว่าการใช้เนื้อในเมล็ดยางพาราในสูตรอาหารไม่มีผลกระทบต่อสมรรถภาพการผลิตของสุกร

2. ผลของเนื้อในเมล็ดยางพาราต่อการย่อยได้ของสุกร

ยุทธนา และคณะ (2547) ทดลองใช้เนื้อในเมล็ดยางพาราทดแทนถั่วเหลืองไขมันสูงในอาหารสุกรระยะน้ำหนัก 15-30 กิโลกรัม โดยใช้สุกรลูกผสมเพศผู้ตอนน้ำหนักเฉลี่ย 15 กิโลกรัม จำนวน 5 ตัว ทดลองเลี้ยงในกรงศึกษาหาการย่อยได้ด้วยอาหาร 5 สูตร คือ อาหารควบคุม (สูตร 1) อาหารที่ใช้เนื้อในเมล็ดยางพาราทดแทนโปรตีนจากถั่วเหลืองไขมันเต็มที่ระดับ 40 และ 80 เปอร์เซ็นต์ ที่ไม่เสริมกรดแอมิโนไลซีน (สูตร 2 และ 3) และเสริมกรดแอมิโนไลซีนในอาหาร (สูตร 4 และ 5) ผลจากการทดลองพบว่า ค่าการย่อยได้ของสูตรอาหาร การย่อยได้ของโปรตีน และค่าชีวภาพของอาหารทั้ง 5 สูตร ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) แต่อาหารที่ใช้เนื้อในเมล็ดยางพาราทั้ง 4 สูตร (สูตร 2-5) มีค่าพลังงานย่อยได้และพลังงานใช้ประโยชน์ได้สูงกว่าสูตรอาหารควบคุมอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P<0.01$) นอกจากนี้ยังพบว่าสูตรอาหารที่ใช้เนื้อในเมล็ดยางพาราที่ระดับทดแทนโปรตีนจากถั่วเหลืองไขมันเต็ม 80 เปอร์เซ็นต์ และเสริมกรดแอมิโนไลซีน (สูตร 5) มีค่าพลังงานใช้ประโยชน์ได้สูงกว่าสูตรอื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P<0.01$)

กำชัย และคณะ (2551) ทดลองใช้เนื้อในเมล็ดยางพาราทดแทนกากถั่วเหลืองในอาหารสุกรระยะน้ำหนัก 35-60 กิโลกรัม ใช้สุกรลูกผสมเพศผู้ตอนน้ำหนักเฉลี่ย 35 กิโลกรัม จำนวน 5 ตัว ทดลองเลี้ยงในกรงศึกษาหาการย่อยได้ด้วยอาหาร 5 สูตร คือ อาหารควบคุม (สูตร 1) อาหารที่ใช้เนื้อในเมล็ดยางพาราทดแทนโปรตีนจากกากถั่วเหลืองที่ระดับ 20 และ 40 เปอร์เซ็นต์ ไม่เสริมกรดแอมิโนไลซีน (สูตร 2 และ 3) และเสริมกรดแอมิโนไลซีนในอาหาร (สูตร 4 และ 5) จากการทดลองพบว่า ค่าการย่อยได้ของสูตรอาหาร การย่อยได้ของโปรตีน ของอาหารทั้ง 5 สูตร ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) ค่าชีวภาพของอาหารพบว่า ที่ระดับการทดแทน 20 เปอร์เซ็นต์ การเสริมหรือไม่เสริมกรดแอมิโนไลซีนมีผลต่อค่าชีวภาพไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) ส่วนที่ระดับการทดแทน 40 เปอร์เซ็นต์การเสริมกรดแอมิโนไลซีน มีผลให้ค่าชีวภาพสูงกว่าการไม่เสริมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) เมื่อเปรียบเทียบอาหารสูตรควบคุมกับสูตรที่ใช้เนื้อในเมล็ดยางพาราพบว่า ค่าชีวภาพของอาหารควบคุมมีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) กับสูตรทดแทน 20 เปอร์เซ็นต์ไม่เสริมกรดแอมิโนไลซีน และ 40 เปอร์เซ็นต์เสริมกรดแอมิโนไลซีน แต่มีค่าสูงกว่าสูตรทดแทน 20 เปอร์เซ็นต์เสริมกรดแอมิโนไลซีน และ 40 เปอร์เซ็นต์ไม่เสริมกรดแอมิโนไลซีนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) สำหรับค่าพลังงานใช้ประโยชน์ได้ของอาหารสูตรควบคุมมีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) กับสูตรทดแทน 20 เปอร์เซ็นต์ไม่เสริมกรดแอมิโนไลซีน แต่มีค่าสูงกว่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) กับสูตรทดแทน 20 เปอร์เซ็นต์เสริมกรดแอมิโนไลซีน แต่ต่ำกว่าสูตรทดแทน 40 เปอร์เซ็นต์ทั้งไม่เสริมและเสริมกรดแอมิโนไลซีนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$)

สำหรับการใช้เนื้อในเมล็ดยางพาราที่ผ่านการลดกรดไฮโดรไซยานิกแล้วสามารถนำมาใช้ทดแทนวัตถุดิบอาหารสุกรได้ เช่น ถั่วเหลืองไขมันเต็มหรือกากถั่วเหลือง เพราะไม่มีผลกระทบต่อการย่อยได้ของสูตรอาหาร การย่อยได้ของโปรตีนรวม ค่าชีวภาพ และพลังงานใช้ประโยชน์ได้ของสุกร เป็นต้น แต่การใช้เนื้อในเมล็ดยางพาราในอาหารระดับสูงทำให้อาหารมีพลังงานสูงขึ้นตามสัดส่วนของเนื้อในเมล็ดยางพาราที่เพิ่มขึ้นในสูตรอาหาร และส่งผลให้อาหารเหม็นหืนได้ง่าย ดังนั้นหากนำเนื้อในเมล็ดยางพารามาใช้ในสูตรอาหารเพื่อให้ได้ประโยชน์ต่อสุกรมากที่สุด จึงขึ้นอยู่กับปริมาณที่เหมาะสมในการใช้ในสูตรอาหารที่ทำให้สูตรอาหารมีโภชนะตรงกับความต้องการของสุกรด้วย

ลักษณะทั่วไปของสาหร่ายหางกระรอก

สุชาดา (2542) กล่าวว่า สาหร่ายหางกระรอกเป็นพืชน้ำที่มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Hydrilla verticillata* (L.f.) Royle ชื่อพ้อง *H. alternifolius* Miq. , *H. dentate* Casp. ชื่ออื่น hydrilla และผักขี้เต่า นอกจากนี้ยังมีชื่อสามัญว่า Florida elodea และ water thyme (สุภาพร, 2540) สาหร่ายหางกระรอกเป็นพืชใต้น้ำที่มีอายุข้ามปี พบว่ามีทั้งที่เป็นต้นแยกเพศหรือต้นที่มีทั้งสองเพศ ลำต้นเป็นสายกลมเรียวยาวตามระดับน้ำ แตกกิ่งก้านสาขา และมีลำต้นเป็นหัวอยู่ใต้ดินเรียกว่า turion สำหรับสะสมอาหาร รากยึดดินใต้น้ำและมีรากตามข้อบ้าง ใบเดี่ยวแตกเป็นวงรอบข้อ 3-8 ใบไม่มีกิ่งก้านใบ แผ่นใบรูปไข่ยาว หรือรูปไข่ขอบขนาน ใบยาว 7-30 มิลลิเมตร กว้าง 2-3 มิลลิเมตร ขอบใบหยักเป็นฟันเลื่อยละเอียด (ภาพที่ 2) ดอกเดี่ยวขนาดเล็กแยกเพศ ดอกเพศเมียมีกาบหุ้มโคนก้านดอกลักษณะเรียวยาวส่งดอกขึ้นมาบานที่ผิวน้ำ ประกอบด้วยกลีบเลี้ยง 3 กลีบ กลีบดอก สีขาว 3 กลีบ ดอกเพศผู้ มีกาบหุ้มเช่นกัน ดอกมีขนาดเล็ก ก้านดอกสั้นเมื่อดอกแก่จะหลุดลอยขึ้นไปบานที่ผิวน้ำ กลีบเลี้ยง 3 กลีบและกลีบดอก 3 กลีบ จะบานกางกระดกกลีบลงล่าง เกสรเพศผู้ 3 อันชูเหนือน้ำ อับเกสรเพศผู้ 4 ช่อ เมื่อแก่แตกออก ละอองเกสรจะปลิวฟุ้งกระจายไปตามสายลม เกิดการผสมเกสรระหว่างดอกเพศเมียที่ลอยที่ผิวน้ำ สำหรับผลมีขนาดเล็กรูปทรงกระบอก ยาวประมาณ 7 มิลลิเมตร ภายในมีเมล็ด 2-6 เมล็ด เป็นวัชพืชน้ำที่สำคัญชนิดหนึ่ง พบในบึง บ่อ หนอง คลอง ชลประทานทั้งในน้ำนิ่งและน้ำไหลทั่วไป นำมาเป็นประโยชน์โดยใช้เป็นอาหารสัตว์น้ำและสัตว์บกหลายชนิด สุภาพร (2540) กล่าวว่า การขยายพันธุ์สาหร่ายหางกระรอกทำได้ง่าย โดยใช้ส่วนของเมล็ดและลำต้น นำเมล็ดไปเพาะในดินเหนียวหรือเพียงแต่หักส่วนของลำต้นแล้วนำไปแยกปลูกโดยปักลงไปในดินเหนียว ในภาชนะที่มีน้ำท่วมถึงเพียงไม่นานนักลำต้นส่วนนี้ก็จะแตกรากออกมาและเจริญเติบโตเป็นต้นใหม่ได้อย่างรวดเร็ว นอกจากนี้สาหร่ายหางกระรอกอาจมีการสืบพันธุ์แบบ

vegetative reproduction โดยสร้างหัวแบบที่เรียกว่า tuber or turions ซึ่งจะปลกคลุมด้วยใบเกล็ดเล็กๆ (scale leaves) ซึ่งสามารถจะฝังตัวอยู่ในดินโคลนได้เป็นเวลานานๆ และสามารถงอกใหม่ได้เมื่อมีน้ำท่วมถึง

สาหร่ายหางกระรอกพบตามแหล่งน้ำธรรมชาติของประเทศไทยโดยเฉพาะทางภาคใต้บริเวณลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลาซึ่งมีสาหร่ายและพืชน้ำชนิดอื่นๆ อยู่อย่างหนาแน่น จากการติดตามตรวจสอบสภาพแวดล้อมทางน้ำในทะเลสาบสงขลามาอย่างต่อเนื่องของสถาบันวิจัยการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง พบว่า ในปี พ.ศ. 2546 มีพืชน้ำและสาหร่ายชนิดต่างๆเจริญเติบโตครอบคลุมพื้นที่ของทะเลสาบตอนกลางซึ่งพื้นที่ที่พบสาหร่ายชนิดต่างๆคิดเป็นพื้นที่ประมาณ 160 ตารางกิโลเมตรหรือเกือบครึ่งหนึ่งของทะเลสาบตอนกลาง และส่งผลเสียในหลายประการด้วยกัน ประการแรก เป็นสาเหตุของการตื้นเขิน เนื่องจากปี พ.ศ. 2546 นี้บริเวณที่พบพืชน้ำและสาหร่ายมีพื้นที่ใกล้เคียงกับปีที่ผ่านมา ซึ่งในปีที่ผ่านมาในพื้นที่ 1 ตารางเมตรมีสาหร่ายหนัก 3.75 กิโลกรัม ดังนั้นจึงมีพืชน้ำและสาหร่ายอยู่ในทะเลสาบถึงหกแสนตัน ผลเสียประการต่อมา คือ ปิดกั้นการไหลหมุนเวียนและลดความแรงของกระแสน้ำ ส่งผลให้มีการตะกอนมากขึ้นบางครั้งสามารถมองเห็นพื้นทะเลสาบได้ชัดเจน (สถาบันวิจัยการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง, 2546) สำหรับสาหร่ายหางกระรอกนั้นจะพบมากในช่วงเดือนกุมภาพันธ์ถึงเดือนพฤษภาคมโดยเฉพาะช่วงที่มีน้ำจืดไหลลงทะเลสาบมาก

ภาพที่ 2. สาหร่ายหางกระรอก (*Hydrilla verticillata*) สดและสภาพแห้ง

ส่วนประกอบทางเคมีของสาหร่ายหางกระรอก

สาหร่ายหางกระรอกแห้งมีโภชนะที่ดีหลายอย่างเช่น มีโปรตีนรวม 16 เปอร์เซ็นต์ ไขมันรวม 3.5 เปอร์เซ็นต์ เถ้า 18.2 เปอร์เซ็นต์ และเยื่อใยรวม 27 เปอร์เซ็นต์ (Mohammad *et al,* 2004) แต่จากการทดลองของ วุฒิพร และคณะ (2528) รายงานว่า สาหร่ายหางกระรอกตากแห้งมีวัตถุแห้ง โปรตีนรวม ไขมันรวม เถ้า เยื่อใยรวม และ ไนโตรเจนฟรีเอกซ์แทรก เท่ากับ 95.37, 13.86, 0.59, 18.42, 12.16 และ 50.34 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ Yee (1969) รายงานว่า สาหร่ายหางกระรอกมี ความชื้น โปรตีนรวม ไขมันรวม เถ้า เยื่อใยรวม และ ไนโตรเจนฟรีเอกซ์แทรก เท่ากับ 7.68, 17.50, 1.89, 17.64, 15.18 และ 40.11 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ สาหร่ายหางกระรอกมีสารประกอบเยื่อใยประเภทน้ำตาลหลายโมเลกุลมีสารประกอบเบต้ากลูแคน ซึ่งมีส่วนในการช่วยกระตุ้นการทำงานของเซลล์ภูมิคุ้มกัน (Dritz *et al,* 1995) เพิ่มสมรรถภาพการเจริญเติบโตของสุกร (Hiss and Sauerwein, 2003) จากการศึกษาของ Muztar และคณะ (1976) รายงานว่า สาหร่ายหางกระรอก มีโภชนะพวกโปรตีนและเยื่อใยประกอบอยู่ด้วยเหมือนกับพืชน้ำ (*Eichhornia crassipes*) แต่จะมีปริมาณของแร่ธาตุและแซนโทฟิลล์เป็นส่วนประกอบอยู่สูงและมากกว่าพวกธัญพืชอื่นๆ ที่ใช้เป็นอาหารสัตว์ นอกจากนี้ Lizama และคณะ (1988) รายงานว่า สาหร่ายหางกระรอกแห้งมีส่วนประกอบของแร่ธาตุ แคลเซียม ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แมกนีเซียม โซเดียม 11.7, 0.24, 1.52, 0.57, 0.63 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และ แมงกานีส เหล็ก ทองแดง สังกะสี ซิลีเนียม โคบอลต์ 1220.72, 20.68, 42.99, 0.049, 0.045, 0.66 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ

จากการศึกษาของ Boyd (1968) รายงานว่า ใบของพืชน้ำมีปริมาณของโปรตีน กรดแอมิโนไลซีน และ เมทไธโอนีน ต่ำกว่าโปรตีนจากเนื้อสัตว์ (บนฐานวัตถุแห้ง) นอกจากนี้ Boyd (1974) รายงานว่า พืชน้ำมีส่วนประกอบของแร่ธาตุอยู่สูงประมาณ 25-50 เปอร์เซ็นต์ (บนฐานวัตถุแห้ง) และจากการทดลองของ Easley และ Shirley (1974) รายงานว่า ระดับแคลเซียมในสาหร่ายหางกระรอกมีอยู่ประมาณ 9 - 17 เปอร์เซ็นต์ และ Muztar และคณะ (1978) รายงานว่า แคลเซียม มีเป็นส่วนประกอบอยู่มากกว่า 30 เปอร์เซ็นต์ของปริมาณแร่ธาตุทั้งหมดในพืชน้ำ

การใช้สาหร่ายหางกระรอกในการเลี้ยงสัตว์

พันทิพา (2547) กล่าวว่า ในการทดลองใช้สาหร่ายแห้งผสมลงในอาหารข้นของสุกรขุน (น้ำหนักระหว่าง 60-100 กก.) โดยใช้สาหร่ายในระดับ 10, 20 และ 30 เปอร์เซ็นต์ของอาหาร พบว่า อัตราการเจริญเติบโตของสุกรที่กินอาหารเปรียบเทียบกับสุกรที่กินอาหารผสม

สาหร่ายทุกระดับไม่มีความแตกต่างกันในทางสถิติ (P>0.05) แต่พบว่าสุกรที่กินอาหารผสมสาหร่าย 30 เปอร์เซ็นต์ มีอัตราการเจริญเติบโตวันละ 560 กรัม ซึ่งน้อยกว่าอัตราการเจริญเติบโตของสุกรที่กินอาหารผสมสาหร่าย 10 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีอัตราการเจริญเติบโตวันละ 720 กรัม ปริมาณอาหารที่กิน และอัตราการแลกเนื้อสำหรับสุกรทุกกลุ่มไม่มีความแตกต่างกันในทางสถิติ (P>0.05) เปอร์เซ็นต์ซาก ความยาวซาก น้ำหนักขาหลัง ความหนาของไขมันสันหลัง และพื้นที่หน้าตัดเนื้อสัน สำหรับสุกรทุกกลุ่มทั้งที่กินอาหารเปรียบเทียบและอาหารผสมสาหร่ายไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05) ดังนั้นการใช้สาหร่ายแห้งผสมลงในอาหารสุกรในระดับ 10-20 เปอร์เซ็นต์ไม่มีผลเสียแต่อย่างใด

วุฒิพร และคณะ (2528) ศึกษาการใช้สาหร่ายหางกระรอก สาหร่ายพุงชะโด และผักตบชวาในอาหารเพื่อใช้อนุบาลลูกปลาตะเพียนขาว ในการทดลองนี้อาหารทดลองมีทั้งหมด 7 สูตร อาหารทุกสูตรมีโปรตีนรวมประมาณ 30 เปอร์เซ็นต์ ประกอบด้วย สูตรอาหารชุดควบคุม ร่วมกับสาหร่ายหางกระรอก 15 เปอร์เซ็นต์ (สูตร 2) สูตรอาหารชุดควบคุมร่วมกับสาหร่ายหางกระรอก 30 เปอร์เซ็นต์ (สูตร 3) สูตรอาหารชุดควบคุมร่วมกับสาหร่ายพุงชะโด 15 เปอร์เซ็นต์ (สูตร 4) สูตรอาหารชุดควบคุมร่วมกับสาหร่ายพุงชะโด 30 เปอร์เซ็นต์ (สูตร 5) สูตรอาหารชุดควบคุมร่วมกับผักตบชวา 15 เปอร์เซ็นต์ (สูตร 6) และสูตรอาหารชุดควบคุมร่วมกับผักตบชวา 30 เปอร์เซ็นต์ (สูตร 7) ผลจากการทดลองพบว่า ในสัปดาห์ที่ 8 ปลาที่ได้รับอาหารเสริมผักตบชวา 15 เปอร์เซ็นต์ มีน้ำหนักเฉลี่ยสูงสุด คือ 4.57 กรัม รองลงมาคือ ปลาที่ได้รับอาหารชุดควบคุม อาหารเสริมสาหร่ายพุงชะโด 15 เปอร์เซ็นต์ อาหารเสริมสาหร่ายหางกระรอก 30 เปอร์เซ็นต์ อาหารเสริมสาหร่ายพุงชะโด 30 เปอร์เซ็นต์ อาหารเสริมสาหร่ายหางกระรอก 15 เปอร์เซ็นต์ และอาหารเสริมผักตบชวา 30 เปอร์เซ็นต์ เรียงตามลำดับดังนี้ 3.86, 3.59, 3.10, 3.05, 3.04 และ 2.81 กรัม แต่เมื่อนำผลไปวิเคราะห์ทางสถิติพบว่า ค่าเฉลี่ยของน้ำหนักปลาในแต่ละชุดการทดลองไม่แตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) และมีอัตราการรอดของลูกปลาตะเพียนขาว 100 เปอร์เซ็นต์

Lizama และคณะ (1988) ได้ศึกษาผลการใช้ประโยชน์ได้ของพืชน้ำ (*Elodea canadensis*) (หรืออีโลเดียซึ่งเป็นพืชน้ำของประเทศสหรัฐอเมริกา) และ สาหร่ายหางกระรอก ในอาหารไก่กระทง โดยใช้ไก่กระทง อายุ 2 วัน จำนวน 192 ตัว เลี้ยงเป็นเวลา 21 วัน ทดลองเลี้ยงด้วยอาหาร 4 สูตร คือ สูตรอาหารควบคุม (สูตรที่ 1) สูตรอาหารควบคุมร่วมกับ อีโลเดีย 5 เปอร์เซ็นต์ (สูตรที่ 2) สูตรอาหารควบคุมร่วมกับ อีโลเดีย 10 เปอร์เซ็นต์ (สูตรที่ 3) สูตรอาหารควบคุมร่วมกับสาหร่ายหางกระรอก 5 เปอร์เซ็นต์ (สูตรที่ 4) จากการทดลองพบว่า ปริมาณอาหารที่กิน น้ำหนักตัวเพิ่มต่อวัน และประสิทธิภาพการใช้อาหาร ของสูตรอาหารที่ผสมพืชน้ำอีโลเดีย ที่ระดับ 5 ถึง 10 เปอร์เซ็นต์ ไม่มีความแตกต่างกันในทางสถิติ (P>0.05) เมื่อเทียบกับสูตรอาหารควบคุม (สูตรที่ 1)

ยกเว้น สูตรอาหารควบคุมร่วมกับสาหร่ายหางกระรอก 5 เปอร์เซ็นต์ (สูตรที่ 4) พบว่า ปริมาณอาหารที่กิน น้ำหนักตัวเพิ่มต่อวันต่ำกว่าสูตรอาหารควบคุม (สูตรที่ 1) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) แต่จะมีประสิทธิภาพการใช้อาหารดีกว่าสูตรอาหารควบคุม (สูตรที่ 1) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$)

การใช้ประโยชน์ได้ของเยื่อใยอาหารในสุกร

เนื่องจากในสาหร่ายหางกระรอกมีเยื่อใยสูงโดย Mohammad และคณะ (2004) รายงานว่า สาหร่ายหางกระรอกตากแห้งมีเยื่อใยรวมสูงถึง 27 เปอร์เซ็นต์ ขณะที่ วุฒิพรและคณะ (2528) รายงานว่า สาหร่ายหางกระรอกตากแห้งมีเยื่อใยรวม 12.16 เปอร์เซ็นต์ ดังนั้นเมื่อนำมาใช้เลี้ยงสุกรซึ่งเป็นสัตว์กระเพาะเดี่ยวอาจมีผลต่อการย่อยได้ของโภชนะต่างๆ ในอาหารได้ จากรายงานของ วินัย (2529) กล่าวว่า เยื่อใยมีองค์ประกอบทางเคมีค่อนข้างสลับซับซ้อน สุกรสามารถย่อยและใช้ประโยชน์ได้อย่างจำกัด เพราะไม่มีน้ำย่อยสำหรับการย่อย ไม่เหมือนกับสัตว์กระเพาะรวม เช่น โค กระบือ แพะ แกะ เป็นต้น มีจุลินทรีย์ในกระเพาะอาหารช่วยในการย่อย สำหรับม้ามีส่วนของลำไส้ใหญ่ส่วนต้น จึงสามารถใช้ประโยชน์จากเยื่อใยได้มากเช่นกัน สารเยื่อใยมีสารพวกย่อยยาก เช่น เซลลูโลส เฮมิเซลลูโลส ลิกนิน การย่อยได้มากหรือน้อยขึ้นอยู่กับสารเหล่านี้ สำหรับระดับเยื่อใยในอาหารสุกรระยะเจริญเติบโตถึงขุน นักโภชนาศาสตร์หลายท่านแนะนำว่า สุกรที่มีน้ำหนักมากกว่า 16 กิโลกรัม ควรมีเยื่อใยในอาหารไม่เกิน 5 - 6 เปอร์เซ็นต์ แต่บางท่านแนะนำถึงระดับ 6 - 8 เปอร์เซ็นต์ ระดับเยื่อใยในอาหารสุกรถ้ามีระดับสูงเกินไป เช่น มากกว่า 15 เปอร์เซ็นต์ มีผลต่อความน่ากิน สุกรจะกินอาหารได้น้อย สุกรได้รับโภชนะที่สำคัญไม่พอจะเติบโตช้า และมีประสิทธิภาพการใช้อาหารเลวลง แต่อย่างไรก็ตาม ทำให้สุกรมีคุณภาพซากดี การจำกัดอาหารโดยวิธีใช้วัตถุดิบเยื่อใยสูง ซึ่งทำให้อาหารมีพลังงานต่ำสะดวกในการปฏิบัติกว่าการจำกัดแบบควบคุมปริมาณอาหารที่ให้กิน คือสามารถให้ได้อย่างเต็มที่ในรางอาหารกล ซึ่งการจำกัดอาหารสุกรโดยวิธีนี้ควรใช้กับสุกรใหญ่ เพราะสุกรเล็กมีความสามารถในการใช้เยื่อใยต่ำจะทำให้เกิดผลเสียมาก

ยุทธนา (2532) กล่าวว่า สุกรเป็นสัตว์กระเพาะเดี่ยวไม่สามารถใช้เยื่อใยเป็นแหล่งของพลังงานซึ่งต่างจากสัตว์กระเพาะรวมที่สามารถใช้เยื่อใยเป็นแหล่งของพลังงานได้ เยื่อใยยังมีผลต่อการใช้ประโยชน์ของพลังงานในอาหารสุกรด้วย สูตรอาหารที่มีเยื่อใยสูงจะทำให้การย่อยได้ของอาหารลดลงทำให้สัตว์ต้องสูญเสียอาหารพลังงานไปกับอุจจาระ นอกจากนี้อาหารสุกรที่มีเยื่อใยสูงขึ้น 1 เปอร์เซ็นต์ จากสูตรอาหารที่มีเยื่อใย 6 เปอร์เซ็นต์ จะทำให้การย่อยได้ของโปรตีนในสูตรอาหารลดลง 1.1-1.6 เปอร์เซ็นต์ นอกจากที่กล่าวมาแล้วเยื่อใยยังมีสารที่เรียกว่า ไฟเตท

(phytate) หรือกรดไฟติก (phytic acid) ซึ่งทำให้การดูดซึมแร่ธาตุต่างๆ คือ สังกะสี แคลเซียม แมกนีเซียม ทองแดง เหล็ก ฟอสฟอรัส และแมงกานีส ลดลง ทั้งนี้สารดังกล่าวจะไปจับ (bind) หรือ เคลือบ (chelate) แร่ธาตุเหล่านี้ทำให้ไม่ละลายน้ำ ลำไส้ไม่สามารถดูดซึมแร่ธาตุดังกล่าวได้ ด้วยเหตุผลดังกล่าว จึงควรคำนึงถึงเยื่อใยในสูตรอาหารสุกร โดยทั่วไปแล้วอาหารสุกรน้ำหนัก 15-35 กิโลกรัม จะมีเยื่อใยได้ประมาณ 3-5 เปอร์เซ็นต์ ในสูตรอาหารสุกรตั้งแต่น้ำหนัก 35 กิโลกรัมขึ้นไป มีเยื่อใยได้ 5-6 เปอร์เซ็นต์ หรืออย่างสูงไม่ควรเกิน 8 เปอร์เซ็นต์ อาหารแม่สุกรตั้งท้องโดยเฉพาะใกล้คลอดมีเยื่อใยได้สูงสุดไม่เกิน 10-12 เปอร์เซ็นต์

บทที่ 3

การทดลองที่ 1
การย่อยได้ของอาหารที่ใช้เนื้อในเมล็ดยางพาราและสาหร่ายหางกระรอกในอัตราส่วนต่างๆ

บทนำ

การศึกษาหาการย่อยได้ของอาหารในสุกร นับเป็นสิ่งสำคัญในการประเมินคุณค่าทางอาหารของอาหารสุกร ซึ่งจะทำให้ทราบว่าสุกรสามารถใช้ประโยชน์ของอาหารได้มากน้อยเพียงไร โดยดูจากค่าต่างๆ ที่ได้จากการทดลองกับตัวสุกร เช่น ค่าการย่อยได้ของวัตถุแห้ง และโภชนะต่างๆ เป็นต้น ถ้าค่าการย่อยได้สูงแสดงว่าสุกรสามารถนำโภชนะต่างๆ ในสูตรอาหารไปใช้ประโยชน์ได้ดี ซึ่งถือว่าสูตรอาหารชนิดนั้นมีคุณภาพดีด้วย ดังนั้นการศึกษาหาการย่อยได้ของอาหารสุกรจะทำให้ทราบคุณค่าของอาหารสุกรโดยแท้จริง

วัตถุประสงค์

เพื่อประเมินค่าเปอร์เซ็นต์การย่อยได้ของวัตถุแห้ง โปรตีน ไขมัน เยื่อใย เถ้า ไนโตรเจนฟรีเอ็กซ์แทรกและพลังงาน และประเมิณค่าพลังงานย่อยได้ พลังงานใช้ประโยชน์ได้ ปริมาณไนโตรเจนในมูล ปริมาณไนโตรเจนในปัสสาวะ และค่าชีวภาพของโปรตีนของสุกรที่เลี้ยงด้วยสูตรอาหารที่ใช้เนื้อในเมล็ดยางพาระดับ 20 เปอร์เซ็นต์ในอาหารร่วมกับสาหร่ายหางกระรอกที่ระดับ 0, 10, 15 และ 20 เปอร์เซ็นต์ในสูตรอาหาร

วัสดุ อุปกรณ์ และวิธีการทดลอง

วัสดุ และอุปกรณ์

1. วัสดุ

1.1 สัตว์ทดลอง

ในการทดลองครั้งนี้ใช้สุกรเพศผู้ตอนลูกผสม 3 สายเลือด (Duroc x Landrace x Large White) จำนวน 4 ตัว โดยมีน้ำหนักเฉลี่ย 19.20 ± 0.28 กิโลกรัม สุกรทุกตัวถูกเลี้ยงในกรงศึกษาหาการย่อยได้ (metabolism cage)

1.2 การเตรียมเนื้อในเมล็ดยางพารา

ให้เกษตรกรรวบรวมเมล็ดยางพาราหลังจากที่เมล็ดยางพาราแตกออกจากผลและร่วงตกลงมาจากต้น โดยรับซื้อเมล็ดยางพาราจากเกษตรกรจังหวัดนครศรีธรรมราชและจังหวัดสงขลาในช่วงเดือนสิงหาคม 2551 นำไปเก็บในโรงเก็บเมล็ดยางพารา จากนั้นนำเมล็ดยางพาราไปตากแดดก่อนประมาณ 2-3 วัน เพื่อให้ผิวเมล็ดยางพาราแห้งเพื่อช่วยไม่ให้เกิดเชื้อรา หลังจากตากแดดแล้วนำไปอบในเตาอบด้วยควันไฟที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 12 ชั่วโมง เพื่อป้องกันมดและแมลง เก็บเมล็ดยางพาราที่ได้หลังอบควันไฟใส่กระสอบเพื่อรอการกะเทาะเปลือก จากนั้นนำเมล็ดยางพาราที่อบควันไฟแล้วมาเข้าเครื่องกะเทาะเปลือก และแยกส่วนของเปลือกออกด้วยเครื่องแยกเปลือกด้วยแรงลมจากพัดลม นำเนื้อในเมล็ดยางพาราที่ได้มาผึ่งแดดเป็นระยะเวลา 6 วัน จากนั้นนำเข้าอบในตู้อบอุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 12 ชั่วโมง วิธีการดังกล่าวสามารถลดปริมาณกรดไฮโดรไซยานิกในเนื้อในเมล็ดยางพาราได้ประมาณ 89.77 เปอร์เซ็นต์ (ยุทธนา และกำชัย, 2545) เก็บเนื้อในเมล็ดยางพาราที่ได้ใส่ถุงพลาสติกและนำไปบดละเอียดผ่านตะแกรงขนาดรู 2.5 มิลลิเมตร เมื่อใช้ประกอบสูตรอาหารทดลอง สำหรับการเตรียมเนื้อในเมล็ดยางพารานี้เมื่อนำเมล็ดยางพาราประมาณ 10 กิโลกรัม ไปกะเทาะเปลือก พบว่า หลังจากกระเทาะเปลือกแล้วจะได้เนื้อในเมล็ดยางพาราและเปลือกที่ยังป่นอยู่ ประมาณ 9.8 กิโลกรัม จากนั้นนำไปเป่าด้วยพัดลมประมาณหนึ่งหรือสองครั้งเพื่อแยกเปลือกออกให้หมด ส่วนที่เหลือจะได้เนื้อในเมล็ดยางพาราเพียงอย่างเดียวประมาณ 5.05 กิโลกรัม

1.3 การเตรียมสาหร่ายหางกระรอก

ให้เกษตรกรเก็บรวบรวมสาหร่ายหางกระรอกจากตำบลทะเลน้อย จังหวัดพัทลุง และจากตำบลคูขุด จังหวัดสงขลา ในช่วงเดือนพฤษภาคม 2552 โดยตัดเฉพาะส่วนที่ลอยอยู่ในน้ำซึ่งไม่สัมผัสกับพื้นดิน จากนั้นนำไปตากแดดประมาณ 1-2 วัน โดยวางตากแดดไว้บนตาข่ายพลาสติกจนแห้งสนิท และนำไปเก็บในถุงพลาสติกสีดำ หลังจากนั้นนำไปบดละเอียดโดยเครื่องบดละเอียดผ่านตะแกรงขนาดรู 1.5 มิลลิเมตรและเก็บใส่ถุงพลาสติก ในการเตรียมสาหร่ายหางกระรอกแห้งเมื่อนำสาหร่ายหางกระรอกที่อยู่ในสภาพสดมาตากแดด 1-2 วัน หรือจนแห้งสนิทจากสาหร่ายสภาพสด 10 กิโลกรัมจะได้น้ำหนักสาหร่ายสภาพแห้ง 1 กิโลกรัม

1.4 การวิเคราะห์ส่วนประกอบทางเคมีของเนื้อในเมล็ดยางพาราและสาหร่ายหางกระรอก

วิเคราะห์ส่วนประกอบทางเคมีของเนื้อในเมล็ดยางพาราและสาหร่ายหางกระรอกเพื่อใช้ในการคำนวณสูตรอาหารทดลองสำหรับสุกรระยะน้ำหนัก 20-60 กิโลกรัม ซึ่งส่วนประกอบทางเคมีของเนื้อในเมล็ดยางพาราและสาหร่ายหางกระรอกที่ใช้เป็นวัตถุดิบอาหารทดลองแสดงใน

ตารางที่ 5 สำหรับส่วนประกอบของกรดแอมิโนในสาหร่ายหางกระรอกที่ใช้ทดลองได้ส่งให้บริษัทอายิโนะโมะโต๊ะ (ประเทศไทย) จำกัด วิเคราะห์ให้ดังแสดงในตารางที่ 6

ตารางที่ 5. ส่วนประกอบทางเคมีของเนื้อในเมล็ดยางพาราและสาหร่ายหางกระรอกที่ใช้สำหรับเตรียมอาหารทดลอง

ส่วนประกอบทางเคมี	**เนื้อในเมล็ดยางพารา**	**สาหร่ายหางกระรอก**
ส่วนประกอบทางเคมี (เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักแห้ง)		
ความชื้น	4.08	11.98
โปรตีนรวม	19.90	13.45
ไขมันรวม	38.50	2.70
เถ้า	3.00	18.05
เยื่อใยรวม	3.10	14.70
ไนโตรเจนฟรีเอกซ์แทรก[1]	31.42	39.12
แคลเซียม[2]	0.10[2]	1.12
ฟอสฟอรัส[2]	0.39[2]	0.20
พลังงานรวม (GE, กิโลแคลอรี/กก.)	5135.75	1545.25
พลังงานใช้ประโยชน์ได้ (ME, กิโลแคลอรี/กก.)[3]	5065.35	1323.69

หมายเหตุ : [1] ไนโตรเจนฟรีเอกซ์แทรก = 100 - (% ความชื้น + % โปรตีนรวม + % ไขมันรวม + % เถ้า + % เยื่อใยรวม)

[2] จากผลวิเคราะห์ของ ยุทธนา และกำชัย (2545)

[3] คำนวณตาม Noblet และ Perez (1993) ด้วยสูตร DE = 4151 - (122 x % Ash) + (23 x % CP) + (38 x % EE) - (64 x % CF) โดยมีค่า R^2 = 0.89 และคำนวณตามยุทธนา (2532) ด้วยสูตร ME = DE x (96 - (0.202 x % โปรตีนในอาหาร)) / 100

ตารางที่ 6. ส่วนประกอบของกรดแอมิโนในสาหร่ายหางกระรอกที่ใช้สำหรับเตรียมอาหารทดลอง

ส่วนประกอบของกรดแอมิโน	**สาหร่ายหางกระรอก**
กรดแอมิโน (เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักแห้ง)	
ไลซีน	0.57
เมทไธโอนีน	-
เมทไธโอนีน+ซีสทีน	0.37
ทริปโตเฟน	-
ธรีโอนีน	0.50
ไอโซลูซีน	0.47
อาร์จีนีน	0.64
ลูซีน	0.90
เฟนิลอะลานีน+ไทโรซีน	0.57
ฮิสติดีน	0.23
วาลีน	0.63

1.5 อาหารทดลอง

อาหารที่ใช้ในการทดลองครั้งนี้ เป็นอาหารทดลองที่ใช้ในสุกรระยะที่ 1 คือ สูตรอาหารสำหรับสุกรน้ำหนัก 20-60 กิโลกรัม ประกอบด้วย 4 สูตร แต่ละสูตรคำนวนให้มีโปรตีน 18 เปอร์เซ็นต์ มีปริมาณกรดแอมิโนชนิดต่างๆไม่ต่ำกว่าที่ NRC (1998) แนะนำ และมีโภชนะต่างๆ ไม่ต่ำกว่าที่ NRC (1998 และ 1988) แนะนำ โดยประกอบด้วยสูตรอาหารที่ใช้เนื้อในเมล็ดยางพาราในระดับ 20 เปอร์เซ็นต์ของอาหารร่วมกับสาหร่ายหางกระรอกที่ระดับ 0, 10, 15 และ 20 เปอร์เซ็นต์ของอาหาร โดยสูตรอาหารทดลองระยะที่ 1 มีส่วนประกอบในสูตรอาหารดังแสดงในตารางที่ 7

ตารางที่ 7. ส่วนประกอบของสูตรอาหารและองค์ประกอบทางเคมีที่ได้จากการคำนวณของอาหารทดลองสำหรับสุกรระยะน้ำหนัก 20-60 กิโลกรัม (เปอร์เซ็นต์ในสภาพให้สัตว์กิน)

		เปอร์เซ็นต์วัตถุดิบ			
	(บาท/กก.)	**สูตร 1**	**สูตร 2**	**สูตร 3**	**สูตร 4**
ปลายข้าว	10.00	29.97	26.34	26.71	27.09
ข้าวโพด	9.00	15.31	15.31	15.31	15.31
รำสกัดน้ำมัน	7.50	15.00	10.00	5.00	-
สาหร่ายหางกระรอก	6.00	-	10.00	15.00	20.00
เนื้อในเมล็ดยางพารา	13.50	20.00	20.00	20.00	20.00
ปลาป่น (55% โปรตีน)	34.00	7.47	7.47	7.47	7.47
กากถั่วเหลือง (44% โปรตีน)	18.60	10.12	9.06	8.83	8.59
เปลือกหอย	5.00	0.88	0.49	0.22	-
ไดแคลเซียมฟอสเฟต	6.00	-	0.08	0.21	0.29
เกลือ	6.70	0.20	0.20	0.20	0.20
ไลซีน	75.00	0.20	0.20	0.20	0.20
ไวตามินแร่ธาตุรวม (VMP)[1]	150.00	0.60	0.60	0.60	0.60
สมุนไพรพูฟฝ์ 1[2]	100.00	0.25	0.25	0.25	0.25
รวม		100.00	100.00	100.00	100.00
ราคา (บาท/กก.)[3]		13.98	13.63	13.58	13.46
องค์ประกอบทางเคมี	**(NRC)**				
โปรตีนรวม	18.00[5]	18.00	18.00	18.00	18.00
เยื่อใยรวม	-	3.63	4.44	4.60	4.76
ไขมันรวม	-	10.94	10.55	10.08	9.60
แคลเซียม	0.74[4]	0.76	0.76	0.76	0.76
ฟอสฟอรัส	0.33[4]	0.36	0.36	0.36	0.36
ไลซีน	0.95[5]	0.96	0.95	0.95	0.96
เมทไธโอนีน+ซีสทีน	0.54[5]	0.62	0.61	0.60	0.59
ธรีโอนีน	0.61[5]	0.64	0.64	0.64	0.64
ทริปโตเฟน	0.17[5]	0.22	0.20	0.19	0.19
พลังงานที่ย่อยได้ (DE,กิโลแคลอรี/กก.)[5]	3400.00[5]	-	-	-	-
พลังงานใช้ประโยชน์ได้ (ME, กิโลแคลอรี/กก.)	3265.00[5]	3508	3335	3262	3191

หมายเหตุ : สูตร 1 อาหารควบคุม (control), สูตร 2, สูตร 3 และสูตร 4 ใช้เนื้อในเมล็ดยางพารา 20 เปอร์เซ็นต์ ร่วมกับสาหร่ายหางกระรอก 0, 10, 15 และ 20 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

[1] 1 กิโลกรัมประกอบด้วย วิตามินเอ 800,000 ไอยู วิตามินดี 80,000 ไอยู วิตามินเค 700 ไอยู วิตามินบี$_1$ 100 มิลลิกรัม วิตามินบี$_2$ 1,000 มิลลิกรัม กรดแพนโทธินิก 5,000 มิลลิกรัม ไนอะซีน 7,500 มิลลิกรัมโคลีนคลอไรด์ 27,000 มิลลิกรัม วิตามินบี$_6$ 100 มิลลิกรัม วิตามินบี$_{12}$ 5 มิลลิกรัม ไบโอติน 16 มิลลิกรัม กรดโฟลิก 33 มิลลิกรัม ธาตุเหล็ก 80 กรัม ธาตุสังกะสี 110 กรัม ธาตุทองแดง 11 กรัม ธาตุแมงกานีส 22 กรัม ธาตุไอโอดีน 0.22 กรัม ธาตุซิลิเนียม 0.18 กรัม และ แซนโทควิน 0.5 กรัม [2] สมุนไพรพูฟฝ์ 1 ประกอบด้วยไพล ใบฝรั่ง และฟ้าทะลายโจร

[3] คำนวณราคาสูตรอาหารตามราคาวัตถุดิบ (ตารางภาคผนวกที่ 1)

[4, 5] ปริมาณความต้องการของสุกรที่แนะนำโดย NRC (1988) และ NRC (1998) ตามลำดับ

2. อุปกรณ์

2.1 กรงทดลองศึกษาหาการย่อยได้ (metabolism cage) จำนวน 4 กรง

2.2 โครมิกออกไซด์ (chromic oxide)

2.3 กรดซัลฟิวริก (H_2SO_4) เข้มข้น 25 เปอร์เซ็นต์

2.4 ฟอร์มาลิน เข้มข้น 10 เปอร์เซ็นต์

2.5 คีมคีบมูล

2.6 ถุงพลาสติก ขวดพลาสติกใส่ตัวอย่างปัสสาวะ และขวดแก้วใส่อาหาร และมูลแห้ง

2.7 ถังรองปัสสาวะ

2.8 ผ้าขาวบาง และ กระดาษฟอยล์

2.9 เครื่องชั่งสำหรับชั่ง สุกร อาหารทดลอง มูล และปัสสาวะ

2.10 ตู้อบ ตู้เย็น และตู้แช่แข็ง

2.11 อุปกรณ์ในห้องปฏิบัติการและสารเคมีสำหรับวิเคราะห์ส่วนประกอบทางเคมีของสูตรอาหาร มูล และปัสสาวะ

3. วิธีการทดลอง

3.1 แผนการทดลอง

จัดสุกรเข้าทดลองตามแผนการทดลองแบบ 4x4 ลาตินสแควร์ (4x4 latin square design) ตามวิธีการที่รายงานโดย ยุทธนา (2541) โดยมีความแตกต่างของหน่วยทดลองในแนวตั้ง (column) คือ สุกรเพศผู้ตอน 4 ตัว และมีความแตกต่างของหน่วยทดลองในแนวนอน (row) คือ รอบเวลาการเก็บข้อมูล 4 รอบ ที่สุกรทุกตัวจะถูกเก็บข้อมูล และการทดลองครั้งนี้ประกอบด้วย 4 ทรีทเมนต์ คือ

ทรีทเมนต์ที่ 1 สูตรอาหารที่ใช้เนื้อในเมล็ดยางพารา : สาหร่ายหางกระรอก 20 : 0 เปอร์เซ็นต์ในสูตรอาหาร

ทรีทเมนต์ที่ 2 สูตรอาหารที่ใช้เนื้อในเมล็ดยางพารา : สาหร่ายหางกระรอก 20 : 10 เปอร์เซ็นต์ในสูตรอาหาร

ทรีทเมนต์ที่ 3 สูตรอาหารที่ใช้เนื้อในเมล็ดยางพารา : สาหร่ายหางกระรอก 20 : 15 เปอร์เซ็นต์ในสูตรอาหาร

ทรีทเมนต์ที่ 4 สูตรอาหารที่ใช้เนื้อในเมล็ดยางพารา : สาหร่ายหางกระรอก 20 : 20 เปอร์เซ็นต์ในสูตรอาหาร

3.2 การให้อาหาร การเก็บมูล และการเก็บปัสสาวะ

การให้อาหาร การเก็บมูล และการเก็บปัสสาวะดัดแปลงจากวิธีของยุทธนา (2525) แบ่งเป็น 2 ระยะ

ระยะที่ 1 ระยะปรับตัวและปรับอาหาร นำสุกรขึ้นกรงศึกษาหาการย่อยได้ก่อนการเก็บข้อมูลประมาณ 3 วัน กรงละ 1 ตัว โดยระยะนี้สุกรกินอาหารทดลองรวม ขณะเดียวกันจะค่อยๆปรับขนาดของกรงทดลองให้พอดีกับตัวสุกรเพื่อให้สุกรคุ้นเคยกับกรงทดลองและลดความเครียดของตัวสุกร เมื่อสุกรอยู่บนกรงครบสามวันแล้วปรับกรงทดลองให้สุกรยืนและนอนได้เท่านั้น ซึ่งสุกรไม่สามารถที่จะกลับตัวได้อีก จากนั้นใช้เวลา 5 วัน (10 มื้อ) เพื่อปรับอาหาร (ภาพที่ 3) สำหรับการปรับอาหารใช้สัดส่วนที่แสดงไว้ในตารางที่ 8 และทำทุกครั้งก่อนที่จะมีการเก็บข้อมูล ทำการให้อาหารในช่วงเช้าเวลา 7.00 นาฬิกา และช่วงเย็น 16.00 นาฬิกา เพื่อให้สุกรคุ้นเคยกับกรงทดลอง อาหารทดลอง และให้สุกรขับถ่ายอาหารเก่าที่ตกค้างในทางเดินอาหารออกให้หมดก่อนที่จะเก็บข้อมูล ระหว่างการปรับเปลี่ยนอาหารจะให้สุกรกินอาหารเต็มที่ในแต่ละมื้อและให้สุกรได้กินน้ำไม่เกิน 2-2.5 เท่าของอาหารที่กิน โดยให้สุกรกินอาหารครั้งละน้อยๆ เมื่อสุกรกินหมดจะเติมให้ใหม่ สำหรับน้ำจะให้หลังจากสุกรกินอาหารหมดในแต่ละครั้ง เมื่อสังเกตุเห็นสุกรหยุดกินอาหารก็ไม่ต้องเติมอาหารอีกรอจนกว่าสุกรกินอาหารหมดแล้วจึงให้น้ำที่เหลือ

ตารางที่ 8. สัดส่วนที่ใช้ในการปรับอาหารทดลอง

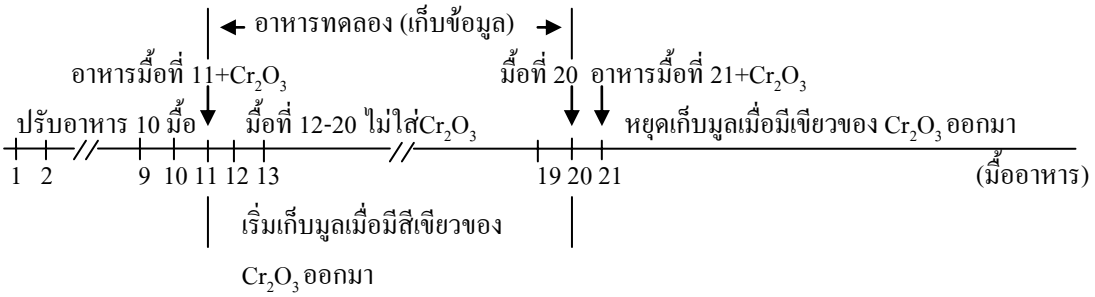
ปรับ	อาหารเก่า	ต่อ	อาหารใหม่ (อาหารทดลอง)
วันที่ 1	4	:	1
วันที่ 2	3	:	2
วันที่ 3	2	:	3
วันที่ 4	1	:	4
วันที่ 5	0	:	5
วันที่ 6 (เริ่มการทดลอง)	0	:	5

ระยะที่ 2 ระยะเก็บข้อมูล โดยมีการให้อาหาร การเก็บมูล และการเก็บปัสสาวะดังนี้

การให้อาหาร : อาหารที่กินวันที่ 6 (มื้อที่ 11) หลังจากปรับตัว จะให้เพียง 80 เปอร์เซ็นต์ของปริมาณอาหารที่กินเต็มที่ในช่วงการปรับเปลี่ยนอาหาร ซึ่งจะพอเพียงสำหรับการเจริญเติบโตปกติและให้ต่อไปจนครบ 5 วัน ชั่งน้ำหนักอาหารที่สุกรกินในแต่ละมื้อและยังคงให้น้ำประมาณ 2-2.5 เท่าของอาหารที่กิน โดยอาหารที่ให้ของมื้อที่ 11 จะผสมโครมิกออกไซด์

1 เปอร์เซ็นต์ เพื่อใช้เป็นเครื่องหมาย (marker) แต่มื้อต่อไปไม่ต้องใส่โครมิกออกไซด์ และให้อาหารต่อไปจนครบ 5 วัน (10 มื้อ) (ภาพที่ 3)

การเก็บมูล : หลังจากให้อาหารมื้อที่ 11 ประมาณ 12-18 ชั่วโมงให้เริ่มเก็บมูลครั้งแรกเมื่อมีมูลสีเขียวออกมา การเก็บมูลของแต่ละมื้อจะชั่งน้ำหนักมูลและสุ่มเก็บตัวอย่าง 20 เปอร์เซ็นต์ของปริมาณมูลทั้งหมด จากนั้นนำใส่ถุงพลาสติกและใส่ฟอร์มาลินเข้มข้น 10 เปอร์เซ็นต์ ประมาณ 10 มิลลิลิตรและผูกปากถุงให้แน่น นำไปเก็บในตู้เย็นอุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส สำหรับมูลที่มีสีเขียวที่เหลือจากการสุ่มเก็บตัวอย่างแล้วจะเก็บใส่ถุงพลาสติกไว้เพื่อใช้เป็นตัวอย่างเปรียบเทียบกับมูลที่จะหยุดเก็บโดยเก็บมูล 10 มื้อในแต่ละรอบการทดลอง (5 วัน) และเริ่มเก็บมูลใหม่ในรอบต่อๆไป เมื่อสิ้นสุดรอบการทดลอง 5 วัน (10 มื้อ) จะผสมโครมิกออกไซด์ 1 เปอร์เซ็นต์กับอาหารที่ให้กินในมื้อที่ 21 และหยุดเก็บมูลเมื่อมีสีเขียวของโครมิกออกไซด์ปนออกมา (ภาพที่ 3) นำมูลของสุกรในแต่ละทรีทเมนท์ไปตากแดด 1-2 วัน เพื่อระเหยน้ำระดับหนึ่ง ชั่งน้ำหนักมูลแห้งแล้วนำมารวมกันและคลุกเคล้าให้เข้ากันแล้วสุ่มตัวอย่าง 100 กรัม จากนั้นนำไปอบที่อุณหภูมิ 60-70 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2-3 วัน ปล่อยทิ้งไว้ให้เย็นในโถดูดความชื้น ชั่งน้ำหนักเพื่อหาน้ำหนักที่หายไป จากนั้นนำไปบดให้ละเอียดแล้วเก็บไว้ในขวดเก็บตัวอย่างนำไปแช่ในตู้แช่แข็งอุณหภูมิ -20 องศาเซลเซียสเพื่อรอการวิเคราะห์ทางเคมีต่อไป



ภาพที่ 3 : แสดงการปรับอาหาร การให้อาหารทดลอง และการเก็บมูลใน 1 รอบของการเก็บข้อมูล

การเก็บปัสสาวะ : ถุงพลาสติกที่รองเก็บปัสสาวะจะใส่กรดซัลฟิวริก (H_2SO_4) ความเข้มข้น 25 เปอร์เซ็นต์ ปริมาตร 25 มิลลิลิตร ใส่ถุงพลาสติกลงในถังพลาสติกและคลุมด้วยผ้าขาวบางเพื่อกรองสิ่งสกปรกแล้วนำถังรองรับปัสสาวะจากถาดของกรงทดลอง เก็บปัสสาวะวันละ 2 ครั้ง เช้าและเย็น เวลาเดียวกับการเก็บมูล โดยเริ่มเก็บปัสสาวะหลังให้อาหารมื้อที่ 11 ผ่านไปเป็นเวลาประมาณ 3 ชั่วโมง และหยุดเก็บปัสสาวะเมื่อให้อาหารมื้อที่หยุดเก็บมูล (มื้อที่ 21) ผ่านไป 3 ชั่วโมง นำปัสสาวะที่เก็บได้ในแต่ละมื้อมาชั่งน้ำหนักเขย่าให้ยูเรียที่ตกตะกอนละลายให้ทั่วแล้วสุ่ม

เก็บตัวอย่าง 10 เปอร์เซ็นต์ ใส่ถุงพลาสติกแล้วนำไปเก็บในตู้เย็นอุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส เมื่อเก็บครบ 5 วัน นำปัสสาวะของสุกรแต่ละตัวในแต่ละทรีทเมนต์มารวมกันแล้วทำการเขย่าให้เข้ากัน แล้วสุ่มตัวอย่างใส่ขวดพลาสติกปริมาตร 100 มิลลิลิตร เก็บไว้ในตู้แช่แข็งอุณหภูมิ -20 องศาเซลเซียส เพื่อรอการวิเคราะห์ทางเคมีต่อไป ทำการเก็บมูลและปัสสาวะจำนวน 4 รอบ โดยเมื่อเก็บมูลและปัสสาวะเสร็จในแต่ละรอบจะชั่งน้ำหนักสุกรทุกตัว สำหรับตัวอย่างมูล และปัสสาวะจะนำไปวิเคราะห์หาพลังงานและส่วนประกอบทางเคมี แล้วนำมาคำนวณหาการย่อยได้ และการใช้ประโยชน์ได้ของโภชนะของอาหารทดลองต่างๆ โดยใช้สูตรการคำนวณตามรายงานของ เสาวนิต (2537) ดังต่อไปนี้

% การย่อยได้ของวัตถุแห้ง (Dry matter, DM)

$$= \frac{[\text{ นน.อาหารที่กิน (วัตถุแห้ง) - นน.มูลที่ขับออก (วัตถุแห้ง) }]}{\text{น้ำหนักอาหารที่กิน (วัตถุแห้ง)}} \text{ X } 100$$

% การย่อยได้ของโภชนะ

$$= \frac{(\text{ นน.โภชนะที่กิน - นน.โภชนะในมูล })}{\text{น้ำหนักโภชนะที่กิน}} \text{ X } 100$$

% ค่าชีวภาพปรากฏ (Apparent biological value, ABV)

$$= \frac{(\text{ ไนโตรเจนที่สัตว์กิน - ไนโตรเจนในมูล - ไนโตรเจนในปัสสาวะ })}{(\text{ไนโตรเจนที่สัตว์กิน - ไนโตรเจนในมูล})} \text{ X } 100$$

พลังงานย่อยได้ของอาหาร (Digestible energy, DE)

$$= \frac{(\text{ พลังงานในอาหารที่กิน - พลังงานในมูลที่ขับออก })}{\text{น้ำหนักอาหารที่กิน}}$$

พลังงานใช้ประโยชน์ได้ของอาหาร (Metabolizable energy, ME)

$$= \frac{(\text{พลังงานในอาหารที่กิน-พลังงานในมูลที่ขับออก-พลังงานในปัสสาวะที่ขับออก})}{\text{น้ำหนักอาหารที่กิน}}$$

การเก็บตัวอย่างอาหารทดลอง : ทำการสุ่มเก็บตัวอย่างอาหารหลังจากผสมอาหารครบทุกสูตรประมาณสูตรละ 100 กรัม หรือสุ่มเก็บทุกครั้งที่มีการผสมอาหารกรณีที่ผสมอาหารหลายครั้งและสุ่มเก็บสูตรละ 100 กรัมเช่นกัน จากนั้นนำตัวอย่างของแต่ละสูตรที่สุ่มเก็บมารวมกันอีกครั้งคลุกเคล้ากันให้ทั่วแล้วสุ่มเก็บ 100 กรัม ใส่ในขวดแก้วเก็บตัวอย่างปิดฝาให้แน่นแล้วนำไปเก็บไว้ในตู้แช่แข็งอุณหภูมิ -20 องศาเซลเซียส เพื่อรอการวิเคราะห์ทางเคมีต่อไป

3.3 การวิเคราะห์ทางเคมี

นำตัวอย่างเนื้อในเมล็ดยางพาราที่ผ่านการลดกรดไฮโดรไซยานิค สาหร่ายหางกระรอกแห้งบดละเอียด ตัวอย่างอาหารทดลอง และตัวอย่างมูลแห้งบดละเอียด มาวิเคราะห์ส่วนประกอบทางเคมี โดยวิธีประมาณ (Proximate analysis) สำหรับตัวอย่างปัสสาวะจะนำมาวิเคราะห์ปริมาณไนโตรเจนเท่านั้น ตามวิธี AOAC (1990) ที่อ้างโดย เสาวนิต (2533) นอกจากนี้ทำการหาค่าพลังงานรวมของ เนื้อในเมล็ดยางพารา สาหร่ายหางกระรอก อาหารทดลอง มูลแห้ง และปัสสาวะ ด้วย Gallenkamp Autobomb Automatic Adiabatic Bomb Calorimeter (CBA-series)

3.4 การวิเคราะห์ทางสถิติ

ทำการวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้ด้วยการวิเคราะห์ความแปรปรวน (analysis of variance) โดยวิเคราะห์ข้อมูลตามแผนการทดลอง 4x4 latin square design และทำการวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยระหว่างทรีทเมนต์โดยวิธี Duncan's multiple range test ตามรายงานของ ยุทธนา (2541) ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป

3.5 สถานที่และระยะเวลาการทดลอง

ทำการทดลอง ณ โครงการวิจัยการใช้สมุนไพรในสุกร หมวดสุกร โรงผสมอาหาร ห้องปฏิบัติการอาหารสัตว์ของภาควิชาสัตวศาสตร์ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่ ใช้ระยะเวลาในการทดลองประมาณ 2 เดือน ตั้งแต่เดือน พฤศจิกายน 2552 ถึง เดือน ธันวาคม 2552

ผลและวิจารณ์ผล

1. ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของสูตรอาหารทดลองระยะสุกร น้ำหนัก 20-60 กิโลกรัม

ผลการวิเคราะห์ส่วนประกอบทางเคมีของสูตรอาหารทดลอง 4 สูตร สำหรับสุกรระยะน้ำหนัก 20- 60 กิโลกรัม แสดงในตารางที่ 9 ซึ่งพบว่า สูตรอาหารทดลอง 4 สูตร แต่ละสูตรมีเปอร์เซ็นต์โภชนะต่างๆ ใกล้เคียงกับโภชนะที่คำนวณได้มีโปรตีนรวมไม่ต่ำกว่าที่ NRC (1998)

แนะนำ คือ โปรตีนรวม 18 เปอร์เซ็นต์ ที่ได้แสดงไว้ในตารางที่ 6 สำหรับค่าพลังงานรวมในสูตรอาหาร พบว่า เมื่อใช้สาหร่ายหางกระรอกเพิ่มขึ้นในสูตรอาหารทำให้ระดับของเยื่อใยเพิ่มขึ้นในอาหารสูตร 2 สูตร 3 และสูตร 4 (6.10, 6.30 และ 6.89 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ) และเถ้าในสูตรอาหารก็เพิ่มขึ้นตามระดับของสาหร่ายหางกระรอกที่ใช้ในอาหารสูตร 2 สูตร 3 และสูตร 4 (8.79, 9.72 และ 9.69 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ) เช่นกัน ซึ่งมากกว่าสูตร 1 ที่ไม่ใช้สาหร่ายหางกระรอก (7.32 เปอร์เซ็นต์) สาหร่ายหางกระรอกมีส่วนประกอบของเถ้าสูงถึง 18.42 เปอร์เซ็นต์ (วุฒิพร, 2528) ปริมาณของเถ้าในสูตร 2 สูตร 3 และสูตร 4 ส่งผลให้พลังงานรวมของสูตรอาหารลดลงเมื่อสูตรอาหารมีปริมาณของเถ้าสูงขึ้นตามระดับของสาหร่ายหางกระรอกที่เพิ่มขึ้นในสูตรอาหาร (4292.74, 4290.33 และ 4275.04 กิโลแคลอรี/กิโลกรัม) ซึ่งน้อยกว่าสูตร 1 (4652.19 กิโลแคลอรี/กิโลกรัม)

ตารางที่ 9. ส่วนประกอบทางเคมีและพลังงานของอาหารทดลองสำหรับสุกรน้ำหนัก 20-60 กิโลกรัม (เปอร์เซ็นต์ในสภาพให้สัตว์กิน)

	อาหารทดลอง			
ส่วนประกอบทางเคมี (%)	**สูตร 1**	**สูตร 2**	**สูตร 3**	**สูตร 4**
วัตถุแห้ง	89.58	89.68	89.70	89.49
โปรตีนรวม	19.37	19.27	19.24	19.56
เยื่อใยรวม	4.87	6.10	6.30	6.89
ไขมันรวม	11.75	11.40	11.28	11.12
เถ้า	7.32	8.79	9.72	9.69
ไนโตรเจนฟรีเอกซ์แทรก	46.27	44.12	43.16	42.23
พลังงานรวม (กิโลแคลอรี/กก.)	4652.19	4292.74	4290.33	4275.04

2. ผลของอัตราส่วนของเนื้อในเมล็ดยางพาราและสาหร่ายหางกระรอกในอาหารต่อการย่อยได้ของโภชนะต่างๆ ในสุกร

ปริมาณอาหารที่สุกรกินในแต่ละรอบการทดลองได้แสดงไว้ในตารางที่ 10 สำหรับผลการศึกษาหาการย่อยได้ และการใช้ประโยชน์ได้ของโภชนะต่างๆในสูตรอาหารทดลองในสุกรได้แสดงไว้ในตารางที่ 11 จากการศึกษา พบว่า สุกรที่ได้รับอาหารทั้ง 4 สูตร มีเปอร์เซ็นต์การย่อยได้ของโภชนะต่างๆ ในสูตรอาหารได้แก่ วัตถุแห้ง โปรตีน ไขมัน เยื่อใย เถ้า ไนโตรเจนฟรีเอ็กซ์แทรก และพลังงานไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) โดยมีค่าการย่อยได้ของวัตถุแห้งอยู่ระหว่าง 85.01-87.37 เปอร์เซ็นต์ โปรตีนอยู่ระหว่าง 84.48-87.01 เปอร์เซ็นต์ ไขมันอยู่ระหว่าง

90.90-92.96 เปอร์เซ็นต์ เยื่อใยอยู่ระหว่าง 67.84-76.26 เปอร์เซ็นต์ เถ้าอยู่ระหว่าง 59.91-68.28 เปอร์เซ็นต์ ไนโตรเจนฟรีเอ็กซ์แทรกอยู่ระหว่าง 89.16-91.57 เปอร์เซ็นต์ และพลังงาน 85.40-87.79 เปอร์เซ็นต์ และค่าชีวภาพอยู่ระหว่าง 69.53-76.98 เปอร์เซ็นต์ จากผลการทดลองครั้งนี้ พบว่า เมื่อเพิ่มระดับของสาหร่ายหางกระรอกในสูตรอาหารทำให้เยื่อใยเพิ่มมากขึ้น (ตารางที่ 9) ส่งผลให้การย่อยได้ของ วัตถุแห้ง โปรตีน ไขมัน ไนโตรเจนฟรีเอกซ์แทรกและพลังงานลดลงเมื่อระดับของเยื่อใยในสูตรอาหารเพิ่มขึ้น ซึ่งจากการรายงานของ Partridge (1978) กล่าวว่า เยื่อใยในอาหารมีคุณสมบัติในการจับตัวกับน้ำทำให้มีน้ำหนักมากขึ้น ส่งผลให้อัตราการเคลื่อนที่ของมูลในลำไส้ใหญ่เร็วขึ้น สอดคล้องกับรายงานของ เก็จมาศ (2530) อ้างถึง Elsley (1969) ที่รายงานว่า เยื่อใยจะเพิ่มอัตราการเคลื่อนตัวของอาหารในทางเดินอาหารและลดการจับตัวของเอนไซม์ที่จะทำการย่อยอาหาร ซึ่งทำให้ค่าการย่อยได้ของโภชนะต่างๆ ลดลง นอกจากนี้ ค่าชีวภาพก็ลดลงตามระดับของเยื่อใยที่เพิ่มขึ้นด้วยเช่นกัน ซึ่งจากรายงานของ ยุทธนา (2532) รายงานว่า สูตรอาหารใดมีค่าชีวภาพสูงแสดงว่า สุกรสามารถนำโปรตีนจากสูตรอาหารไปสร้างโปรตีนในร่างกายได้ดีกว่าสูตรอาหารที่มีค่าชีวภาพต่ำ สำหรับค่าการย่อยได้ของเยื่อใยและเถ้าที่มีแนวโน้มสูง สาเหตุก็น่าจะมาจากในสาหร่ายหางกระรอกนั้น มีส่วนประกอบของเบต้ากลูแคนซึ่งเป็นโพลีแซคคาไรด์อยู่ในระดับสูงซึ่งโพลีแซคคาไรด์ที่อยู่ภายในเซลล์พืชจะถูกจุลินทรีย์ที่อยู่ภายในลำใส้ใหญ่ย่อยและใช้เป็นแหล่งพลังงานของตัวจุลินทรีย์ จึงทำให้เปอร์เซ็นต์การย่อยได้ของเยื่อใยสูง (Knudsen *et al*., 1993) นอกจากนี้ Lizama และคณะ (1988) รายงานว่า แร่ธาตุในสาหร่ายหางกระรอก ประกอบด้วย แคลเซียม ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แมกนีเซียม และโซเดียม (11.7, 0.24, 1.52, 0.57 และ 0.63 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ) แมงกานีส เหล็ก ทองแดง สังกะสี ซิลีเนียม และโคบอลต์ (1220.72, 20.68, 42.99, 0.049, 0.045 และ 0.66 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมตามลำดับ) Hahn และคณะ (2006) รายงานว่า การเสริมเบต้ากลูแคน 0.04 เปอร์เซ็นต์ในสูตรอาหารลูกสุกรทำให้ค่าเปอร์เซ็นต์การย่อยได้ของแคลเซียมและฟอสฟอรัส ดีกว่ากลุ่มที่ไม่ได้เสริมเบต้ากลูแคน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.01$) แต่ยังไม่ทราบกระบวนการทำงานของเบต้ากลูแคนกับแร่ธาตุได้อย่างแน่ชัด

3. ผลของอัตราส่วนของเนื้อในเมล็ดยางพาราและสาหร่ายหางกระรอกในอาหารต่อพลังงานย่อยได้และพลังงานใช้ประโยชน์ได้ของสูตรอาหาร

จากผลการทดลองดังแสดงในตารางที่ 11 พบว่า สูตรอาหารที่มีการใช้สาหร่ายเพิ่มขึ้นใน สูตร 2 สูตร 3 และสูตร 4 ทำให้ค่าพลังงานย่อยได้ลดลง (3768.60, 3663.92 และ 3659.28 กิโลแคลอรี/กิโลกรัม ตามลำดับ) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) เมื่อเทียบกับกลุ่มควบคุม (4055.10 กิโลแคลอรี/กิโลกรัม) ทั้งนี้เป็นเพราะในสูตรอาหารที่ใช้สาหร่ายหางกระรอกมี

เยื่อใยสูงกว่าและมีพลังงานรวมต่ำกว่าสูตรควบคุม (ตารางที่ 9) จึงเป็นสาเหตุทำให้พลังงานย่อยได้ลดลงและรวมทั้งทำให้ค่าพลังงานใช้ประโยชน์ได้ลดลงเช่นกัน ในสูตร 2 สูตร 3 และสูตร 4 (3373.37, 3286.87 และ 3199.87 กิโลแคลอรี/กิโลกรัม ตามลำดับ) แต่ไม่แตกต่างกันในทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุม (P>0.05) (3637.52 กิโลแคลอรี/กิโลกรัม) ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของ ยุทธนา (2532) ที่รายงานว่า เยื่อใยมีผลต่อการใช้ประโยชน์ได้ของพลังงานในอาหารสุกร สูตรอาหารที่มีเยื่อใยสูงจะทำให้การย่อยได้ของอาหารลดลงทำให้สัตว์ต้องสูญเสียพลังงานไปกับอุจจาระ นอกจากนี้อาหารสุกรที่มีเยื่อใยสูงขึ้น 1 เปอร์เซ็นต์ จากสูตรอาหารที่มีเยื่อใย 6 เปอร์เซ็นต์ ทำให้การย่อยได้ของโปรตีนในสูตรอาหารลดลง 1.1-1.6 เปอร์เซ็นต์ และยังสอดคล้องกับ รายงานของ วินัย (2529) ที่กล่าวว่า เยื่อใยมีองค์ประกอบทางเคมีค่อนข้างสลับซับซ้อน สุกรสามารถย่อยและใช้ประโยชน์ได้อย่างจำกัด เพราะไม่มีน้ำย่อยสำหรับการย่อย ไม่เหมือนกับสัตว์กระเพาะรวม เช่น โค กระบือ แพะ แกะ เป็นต้น สารเยื่อใยมีสารพวกย่อยยาก เช่น เซลลูโลส เฮมิเซลลูโลส ลิกนิน การย่อยได้มากหรือน้อยขึ้นอยู่กับสารเหล่านี้

จากการทดลองพบว่า เมื่อใช้เนื้อในเมล็ดยางพาราและสาหร่ายหางกระรอกในอัตราส่วน 20 : 15 และ 20 : 20 เปอร์เซ็นต์ในสูตรอาหาร (สูตร 3 และ 4 ตามลำดับ) ทำให้พลังงานใช้ประโยชน์ได้ในสูตรอาหารลดลง 9.7 - 12 เปอร์เซ็นต์ โดยมีค่าพลังงานใช้ประโยชน์ได้ประมาณ 3199.87 - 3286.87 กิโลแคลอรี/กิโลกรัม ซึ่งใกล้เคียงกับที่ NRC (1998) แนะนำคือ 3256 กิโลแคลอรี/กิโลกรัม ซึ่งน่าจะช่วยให้การสะสมไขมันในซากไม่มากเกินไป นอกจากนี้เมื่อใช้สาหร่ายหางกระรอกในสูตรอาหารที่ระดับ 15-20 เปอร์เซ็นต์แล้วยังสามารถลดรำสกัดน้ำมันในสูตรอาหารได้ 67 - 100 เปอร์เซ็นต์

ตารางที่ 10. ปริมาณอาหารที่สุกรกินในแต่ละรอบการเก็บข้อมูล (รอบละ 5 วัน)

		อาหาร (กรัม)					
	นน.สุกรเฉลี่ย (กก.)	**สูตร1**	**สูตร2**	**สูตร3**	**สูตร4**	**รวม**	**เฉลี่ย**
รอบที่ 1	19.25 - 20.50	2060	2400	2110	1790	8360	2090
รอบทีเ 2	21.50 - 22.50	2600	2600	2600	2560	10360	2590
รอบที่ 3	24.90 - 26.33	3500	3500	3500	3500	14000	3500
รอบที่ 4	28.62 - 30.55	4000	4000	4000	4000	16000	4000
รวม	-	12160	12500	12210	11850	48720	-
เฉลี่ย	-	3040	3125	3052	2962	3045	-

ตารางที่ 11. ค่าการย่อยได้ของโภชนะต่างๆ ค่าชีวภาพปรากฏ และค่าพลังงานในสูตรอาหารทดลองสำหรับสุกรน้ำหนัก 20-60 กิโลกรัม

	อาหารทดลอง						
โภชนะ (%)	**สูตร 1**	**สูตร 2**	**สูตร 3**	**สูตร 4**	**Mean**	SEM	**P-value**
วัตถุแห้ง	86.29	87.37	85.01	85.12	85.95	1.63	0.72
โปรตีน	86.46	87.01	84.48	84.72	85.67	1.72	0.68
ไขมัน	90.90	92.96	92.49	91.98	92.08	1.10	0.62
เยื่อใย	67.84	75.25	72.88	76.26	73.06	3.23	0.34
เถ้า	59.91	68.28	66.13	65.23	64.89	4.31	0.60
ไนโตรเจนฟรีเอกซ์แทรก	91.17	91.57	89.16	89.65	90.39	1.11	0.42
การย่อยได้ของพลังงาน	87.17	87.79	85.40	85.60	86.49	1.58	0.66
ค่าชีวภาพปรากฏ	76.98	70.48	72.20	69.53	72.30	3.10	0.41
พลังงานรวม (กิโลแคลอรี/กก.)	4652.10	4292.70	4290.33	4275.00	-	-	-
พลังงานย่อยได้ (กิโลแคลอรี/กก.)	4055.10[a]	3768.60[b]	3663.92[b]	3659.28[b]	3786.73	71.24	0.02
พลังงานใช้ประโยชน์ได้ (กิโลแคลอรี/กก.)	3637.52	3373.37	3286.87	3199.87	3374.40	38.47	0.09

หมายเหตุ : [a, b] ค่าเฉลี่ยที่อยู่ในแถวนอนเดียวกันที่มีอักษรแตกต่างกันมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$)

สรุป

1. ผลจากการวิเคราะห์ส่วนประกอบทางเคมีของสูตรอาหารทดลองทั้ง 4 สูตร สำหรับสุกรระยะน้ำหนัก 20- 60 กิโลกรัม พบว่า มีเปอร์เซ็นต์โภชนะต่างๆใกล้เคียงกับโภชนะที่คำนวณได้ ส่วนปริมาณของเยื่อใยในอาหารที่มีเนื้อในเมล็ดยางพาราในระดับ 20 เปอร์เซ็นต์ของอาหารร่วมกับสาหร่ายหางกระรอกที่ระดับ 20 เปอร์เซ็นต์ของอาหาร (สูตร 4) มีปริมาณสูงขึ้นกว่าอาหารที่มีเนื้อในเมล็ดยางพาราในระดับ 20 เปอร์เซ็นต์ของอาหารร่วมกับสาหร่ายหางกระรอกที่ระดับ 15 เปอร์เซ็นต์ของอาหาร (สูตร 3) และ สูตร 3 มีปริมาณเยื่อใยสูงขึ้นกว่าอาหารที่มีเนื้อในเมล็ดยางพาราในระดับ 20 เปอร์เซ็นต์ของอาหารร่วมกับสาหร่ายหางกระรอกที่ระดับ 10 เปอร์เซ็นต์ของอาหาร (สูตร 2)

2. การย่อยได้ของโภชนะต่างๆ และการใช้ประโยชน์ได้ของโปรตีน และพลังงานในอาหารที่มีเนื้อในเมล็ดยางพาราในระดับ 20 เปอร์เซ็นต์ของอาหารร่วมกับสาหร่ายหางกระรอกที่ระดับ 0, 10, 15 และ 20 เปอร์เซ็นต์ของอาหาร (สูตร 1 สูตร 2 สูตร 3 และ สูตร 4 ตามลำดับ) มีค่าการย่อยได้ของวัตถุแห้ง โปรตีน ไขมัน เยื่อใย เถ้า ไนโตรเจนฟรีเอกซ์แทรก และพลังงานค่าชีวภาพปรากฏ และพลังงานใช้ประโยชน์ได้ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$)

3. พลังงานย่อยได้ของอาหารที่มีเนื้อในเมล็ดยางพาราในระดับ 20 เปอร์เซ็นต์ของอาหารร่วมกับสาหร่ายหางกระรอกที่ระดับ 10, 15 และ 20 เปอร์เซ็นต์ของอาหาร (สูตร 2 สูตร 3 และ สูตร 4 ตามลำดับ) สูตรอาหารที่ใช้สาหร่ายหางกระรอกจะมีค่าพลังงานย่อยได้ของอาหารต่ำกว่าอาหารสูตรควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) เนื่องมาจากระดับเถ้าที่สูงขึ้นทำให้พลังงานรวมในสูตรอาหารลดลงและเยื่อใยที่สูงขึ้นส่งผลให้พลังงานย่อยได้ลดลงเช่นกัน

4. สูตรอาหารที่ใช้เนื้อในเมล็ดยางพาราและสาหร่ายหางกระรอกในอัตราส่วน 20 : 15 (สูตร 3) และ 20 : 20 (สูตร 4) เปอร์เซ็นต์ในอาหาร มีค่าพลังงานใช้ประโยชน์ได้ใกล้เคียงกับที่ NRC (1998) แนะนำ

บทที่ 4

การทดลองที่ 2
ผลของอัตราส่วนของเนื้อในเมล็ดยางพาราและสาหร่ายหางกระรอกในอาหารต่อสมรรถภาพการผลิตของสุกร

บทนำ

การทดลองที่ 2 เป็นการนำอาหารทดลองที่ใช้เนื้อในเมล็ดยางพาร่วมกับสาหร่ายหางกระรอกในอัตราส่วนต่างๆ ไปเลี้ยงสุกรเพศผู้ตอนและเพศเมียตั้งแต่น้ำหนัก 20 กิโลกรัมถึงน้ำหนัก 90 กิโลกรัม เพื่อประเมินการตอบสนองของสุกรที่มีต่ออาหารทดลอง ซึ่งวัดจากสมรรถภาพการผลิต ได้แก่ จำนวนวันที่เลี้ยง อัตราการเจริญเติบโตต่อวัน ปริมาณอาหารที่กินตลอดการทดลอง ปริมาณอาหารที่กินต่อวัน ประสิทธิภาพการใช้อาหาร และต้นทุนค่าอาหารต่อน้ำหนักเพิ่ม 1 กิโลกรัม ซึ่งผลของการให้ผลผลิตดังกล่าวสามารถเปรียบเทียบคุณภาพของอาหารที่ใช้เนื้อในเมล็ดยางพาร่วมกับสาหร่ายหางกระรอกที่อัตราส่วนต่างๆ ในสูตรอาหารกับสูตรอาหารควบคุม

วัตถุประสงค์

เพื่อศึกษาผลตอบสนองของสุกรเพศผู้ตอนและเพศเมียต่ออาหารที่ใช้เนื้อในเมล็ดยางพาร่วมกับสาหร่ายหางกระรอกในอัตราส่วนต่างๆ ในด้านจำนวนวันที่เลี้ยง อัตราการเจริญเติบโตต่อวัน ปริมาณอาหารที่กินตลอดการทดลอง ปริมาณอาหารที่กินต่อวัน ประสิทธิภาพการใช้อาหาร และต้นทุนค่าอาหารต่อน้ำหนักเพิ่ม 1 กิโลกรัม

วัสดุ อุปกรณ์ และวิธีการทดลอง

วัสดุ และอุปกรณ์

1. วัสดุ

1.1 สัตว์ทดลอง

ในการทดลองครั้งนี้ใช้สุกรลูกผสม 3 สายเลือด (Duroc x Landrace x Large White) จำนวน 32 ตัว (เพศผู้ตอน 16 ตัว และเพศเมีย 16 ตัว) เลี้ยงสุกรในกรงขังเดี่ยว ตั้งแต่น้ำหนักเฉลี่ย 21.69 ± 0.46 กิโลกรัม เลี้ยงด้วยอาหารทดลองไปจนกระทั่งน้ำหนักประมาณ 90 กิโลกรัม

1.2 การเตรียมเนื้อในเมล็ดยางพารา และ สาหร่ายหางกระรอก

การเตรียมเนื้อในเมล็ดยางพาราและสาหร่ายหางกระรอกจะใช้วิธีการเดียวกับการเตรียมตัวอย่างในการทดลองที่ 1 โดยใช้วัตถุดิบชุดเดียวกัน ส่วนประกอบทางเคมีของเนื้อในเมล็ดยางพาราและสาหร่ายหางกระรอก แสดงไว้ในตารางที่ 5 (การทดลองที่ 1) เพื่อใช้ในการคำนวณสูตรอาหารทดลองสำหรับสุกรระยะน้ำหนัก 60-90 กิโลกรัม

1.3 อาหารทดลอง

อาหารที่ใช้ในการทดลองครั้งนี้มีระดับโภชนะไม่ต่ำกว่าความต้องการของสุกรตามรายงานของ NRC (1998 และ 1988) แนะนำ ในการประกอบสูตรอาหารทดลองนั้น เมื่อมีการใช้สาหร่ายเพิ่มขึ้นในสูตรอาหารจะมีการลดรำสกัดน้ำมันจากสูตรอาหารควบคุมเป็นหลักซึ่งในการทดลองครั้งนี้มีอาหารทดลอง 2 ระยะๆ ละ 4 สูตร โดยมีรายละเอียดของสูตรอาหารทั้ง 2 ระยะ ดังนี้

ระยะที่ 1 สูตรอาหารสำหรับสุกรระยะน้ำหนัก 20-60 กิโลกรัม ประกอบด้วยอาหารทดลอง 4 สูตร แต่ละสูตรมีโปรตีนรวม 18 เปอร์เซ็นต์ โดยประกอบด้วยสูตรอาหารที่ใช้เนื้อในเมล็ดยางพาราในระดับ 20 เปอร์เซ็นต์ของอาหารร่วมกับสาหร่ายหางกระรอกที่ระดับ 0 (สูตรควบคุม), 10, 15 และ 20 เปอร์เซ็นต์ของอาหาร ซึ่งส่วนประกอบของสูตรอาหารและองค์ประกอบทางเคมีของอาหารที่ได้จากการคำนวณแสดงไว้ในตารางที่ 6 (การทดลองที่ 1)

ระยะที่ 2 สูตรอาหารสำหรับสุกรระยะน้ำหนัก 60-90 กิโลกรัม ประกอบด้วยอาหารทดลอง 4 สูตร แต่ละสูตรมีโปรตีนรวม 16 เปอร์เซ็นต์ โดยยังคงประกอบด้วยสูตรอาหารที่ใช้เนื้อในเมล็ดยางพาราในระดับ 20 เปอร์เซ็นต์ของอาหาร ร่วมกับสาหร่ายหางกระรอกที่ระดับ 0 (สูตรควบคุม), 10, 15 และ 20 เปอร์เซ็นต์ของอาหาร เช่นเดียวกับอาหารทดลองในระยะที่ 1 ซึ่งส่วนประกอบของสูตรอาหารและองค์ประกอบทางเคมีของอาหารที่ได้จากการคำนวณแสดงไว้ในตารางที่ 12 ในการเตรียมอาหารแต่ละครั้งจะสุ่มเก็บตัวอย่างอาหารสูตรละ 100 กรัม และนำอาหารแต่ละสูตรที่สุ่มเก็บไว้แต่ละครั้งมารวมกันแล้วสุ่มเก็บตัวอย่างสูตรละ 200 กรัม เก็บใส่ขวดแก้วเก็บตัวอย่างนำไปแช่ไว้ในตู้แช่แข็งที่อุณหภูมิ -20 องศาเซลเซียสเพื่อรอการวิเคราะห์ทางเคมีต่อไป

ตารางที่ 12. ส่วนประกอบของสูตรอาหารและองค์ประกอบทางเคมีที่ได้จากการคำนวณของอาหารทดลองสำหรับสุกรระยะน้ำหนัก 60-90 กิโลกรัม (เปอร์เซ็นต์ในสภาพให้สัตว์กิน)

		เปอร์เซ็นต์วัตถุดิบ			
	(บาท/กก.)	**สูตร 1**	**สูตร 2**	**สูตร 3**	**สูตร 4**
ปลายข้าว	10.00	35.28	31.63	31.97	32.32
ข้าวโพด	9.00	15.00	15.00	15.00	15.00
รำสกัดน้ำมัน	7.50	15.00	10.00	5.00	-
สาหร่ายหางกระรอก	6.00	-	10.00	15.00	20.00
เนื้อในเมล็ดยางพารา	13.50	20.00	20.00	20.00	20.00
ปลาป่น (55% โปรตีน)	34.00	6.00	6.00	6.00	6.00
กากถั่วเหลือง (44% โปรตีน)	18.60	6.78	5.71	5.50	5.27
เปลือกหอย	5.00	0.89	0.49	0.19	-
ไดแคลเซียมฟอสเฟต	6.00	-	0.12	0.29	0.36
เกลือ	6.70	0.20	0.20	0.20	0.20
ไลซีน	75.00	0.10	0.10	0.10	0.10
ไวตามินแร่ธาตุรวม (VMP)[1]	150.00	0.50	0.50	0.50	0.50
สมุนไพรพูฟฝ์ 1[2]	100.00	0.25	0.25	0.25	0.25
รวม		100.00	100.00	100.00	100.00
ราคา (บาท/กก.)[3]		13.14	12.79	12.70	12.61
องค์ประกอบทางเคมี	**(NRC)**[4]				
โปรตีนรวม	16.00	16.00	16.00	16.00	16.00
เยื่อใยรวม	-	3.46	4.27	4.43	4.59
ไขมันรวม	-	10.81	10.42	9.95	9.47
แคลเซียม	0.50	0.69	0.69	0.69	0.69
ฟอสฟอรัส	0.19	0.32	0.32	0.32	0.32
ไลซีน	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75
เมทไธโอนีน+ซีสทีน	0.44	0.57	0.56	0.55	0.54
ธรีโอนีน	0.51	0.57	0.57	0.57	0.58
ทริปโตเฟน	0.14	0.19	0.18	0.17	0.16
พลังงานใช้ประโยชน์ได้ (ME, กิโลแคลอรี/กก.)	3265.00	3556	3381	3309	3236

หมายเหตุ : สูตร 1 อาหารควบคุม (control), สูตร 2, สูตร 3 และ สูตร 4 ใช้เนื้อในเมล็ดยางพารา 20 เปอร์เซ็นต์ ร่วมกับสาหร่ายหางกระรอก 0, 10, 15 และ 20 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

[1] 1 กิโลกรัมประกอบด้วย วิตามินเอ 800,000 ไอยู วิตามินดี 80,000 ไอยู วิตามินเค 700 ไอยู วิตามินบี$_1$ 100 มิลลิกรัม วิตามินบี$_2$ 1,000 มิลลิกรัม กรดแพนโทธินิก 5,000 มิลลิกรัม ไนอะซีน 7,500 มิลลิกรัม โคลีนคลอไรด์ 27,000 มิลลิกรัม วิตามินบี$_6$ 100 มิลลิกรัม วิตามินบี$_{12}$ 5 มิลลิกรัม ไบโอติน 16 มิลลิกรัม กรดโฟลิก 33 มิลลิกรัม ธาตุเหล็ก 80 กรัม ธาตุสังกะสี 110 กรัม ธาตุทองแดง 11 กรัม ธาตุแมงกานีส 22 กรัม ธาตุไอโอดีน 0.22 กรัม ธาตุซิลิเนียม 0.18 กรัม และ แซนโทควิน 0.5 กรัม

[2] สมุนไพรพูฟฝ์ 1 ประกอบด้วยไพล ใบฝรั่ง และฟ้าทะลายโจร

[3] คำนวนราคาสูตรอาหารตามราคาวัตถุดิบ (ตารางภาคผนวกที่ 1)

[4] ปริมาณความต้องการของสุกรที่แนะนำโดย NRC (1998)

2. อุปกรณ์

2.1 กรงทดลอง ใช้กรงทดลองจำนวน 32 กรง สำหรับสุกรน้ำหนักประมาณ 20 ถึง 90 กิโลกรัม ที่มีลักษณะเป็นกรงขังเดี่ยว พื้นคอนกรีตขนาดกว้าง x ยาว x สูง 0.9 x 1.2 x 1.0 เมตร มีรางอาหารเป็นถังติดอยู่หน้ากรงทดลองแต่ละกรง และมีที่ให้น้ำอัตโนมัติ

2.2 เครื่องชั่งน้ำหนักสุกร และเครื่องชั่งอาหาร

2.3 เครื่องผสมอาหารชนิดถังนอน

2.4 ถังใส่อาหารมีฝาปิด จำนวน 32 ใบ

2.5 ถุงพลาสติกรองในถังใส่อาหาร

3. วิธีการทดลอง

3.1 แผนการทดลอง

ในการทดลองครั้งนี้จัดทรีทเมนต์แบบ 2x4 แฟกตอเรียลให้กับหน่วยทดลอง ในแผนการทดลองแบบสุ่มตลอด (2x4 factorial arrangement of treatments in a completely randomized design, CRD) ตามวิธีการวางแผนการทดลองที่รายงานโดย ยุทธนา (2541) โดยมีปัจจัยที่ศึกษาประกอบด้วย 2 ปัจจัย ซึ่งปัจจัยแรก คือ เพศของสุกร ได้แก่ เพศผู้ตอน (barrow) และเพศเมีย (gilt) ปัจจัยที่ 2 คือ อัตราส่วน (ratio) ของเนื้อในเมล็ดยางพารากับสาหร่ายหางกระรอกมี 4 ระดับ คือ เนื้อในเมล็ดยางพารา : สาหร่ายหางกระรอกที่ระดับ 20 : 0, 20 : 10, 20 : 15, 20 : 20 เปอร์เซ็นต์ในสูตรอาหาร ซึ่งการทดลองนี้จะมีทรีทเมนต์ร่วมต่างๆ 8 ทรีทเมนต์ดังนี้

ทรีทเมนต์ที่ 1 = สุกรเพศผู้ตอนเลี้ยงด้วยอาหารสูตรที่ 1 อัตราส่วน 20 : 0 เปอร์เซ็นต์ในสูตรอาหาร
ทรีทเมนต์ที่ 2 = สุกรเพศผู้ตอนเลี้ยงด้วยอาหารสูตรที่ 2 อัตราส่วน 20 : 10 เปอร์เซ็นต์ในสูตรอาหาร
ทรีทเมนต์ที่ 3 = สุกรเพศผู้ตอนเลี้ยงด้วยอาหารสูตรที่ 3 อัตราส่วน 20 : 15 เปอร์เซ็นต์ในสูตรอาหาร
ทรีทเมนต์ที่ 4 = สุกรเพศผู้ตอนเลี้ยงด้วยอาหารสูตรที่ 4 อัตราส่วน 20 : 20 เปอร์เซ็นต์ในสูตรอาหาร
ทรีทเมนต์ที่ 5 = สุกรเพศเมียเลี้ยงด้วยอาหารสูตรที่ 1 อัตราส่วน 20 : 0 เปอร์เซ็นต์ในสูตรอาหาร
ทรีทเมนต์ที่ 6 = สุกรเพศเมียเลี้ยงด้วยอาหารสูตรที่ 2 อัตราส่วน 20 : 10 เปอร์เซ็นต์ในสูตรอาหาร
ทรีทเมนต์ที่ 7 = สุกรเพศเมียเลี้ยงด้วยอาหารสูตรที่ 3 อัตราส่วน 20 : 15 เปอร์เซ็นต์ในสูตรอาหาร
ทรีทเมนต์ที่ 8 = สุกรเพศเมียเลี้ยงด้วยอาหารสูตรที่ 4 อัตราส่วน 20 : 20 เปอร์เซ็นต์ในสูตรอาหาร

3.2 การจัดการเลี้ยงดูสุกรและการเก็บข้อมูล

ในการทดลองครั้งนี้แต่ละทรีทเมนต์จะใช้สุกร 4 ตัว (4 ซ้ำ) ซึ่งสุกรแต่ละตัวจะได้รับน้ำและอาหารเต็มที่ (*ad libitum*) โดยให้อาหารสุกรวันละ 2 มื้อ ในช่วงเช้าเวลา 7.00 น. จะให้สุกรกินอาหารประมาณครึ่งหนึ่งของปริมาณอาหารที่สุกรกินต่อวัน และเมื่อสุกรกินอิ่มแล้วจะให้

เหลืออาหารที่สุกรกินแต่ละมื้อไว้ในรางอาหาร 10-20 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งเผื่อไว้ให้สุกรได้กินเต็มที่เมื่อต้องการจะกินอีก สำหรับตอนเย็นจะให้อาหารเวลา 16.00 น. ซึ่งปฏิบัติเช่นเดียวกับการให้อาหารในมื้อเช้า ในการเลี้ยงสุกรจะทำความสะอาดคอกสุกรทุกวัน ทำการชั่งน้ำหนักสุกรทุกตัวเมื่อเริ่มการทดลอง และทุกๆ สัปดาห์จนสิ้นสุดการทดลอง พร้อมทั้งชั่งอาหารที่กินทุกๆ สัปดาห์ เพื่อนำไปคำนวณหาอัตราการเจริญเติบโตต่อวัน ประสิทธิภาพการใช้อาหาร ปริมาณอาหารที่กินต่อวัน และต้นทุนค่าอาหารต่อการเพิ่มน้ำหนัก 1 กิโลกรัม โดยใช้สูตรการคำนวณที่รายงานโดย พานิช (2535) ดังนี้

อัตราการเจริญเติบโตต่อวัน (Average daily gain, ADG)

$$ADG = \frac{\text{น้ำหนักสิ้นสุดการทดลอง} - \text{น้ำหนักเริ่มต้นการทดลอง}}{\text{จำนวนวันที่ทดลอง}}$$

ประสิทธิภาพการใช้อาหาร (Feed conversion ratio, FCR)

$$FCR = \frac{\text{ปริมาณอาหารที่สุกรกินทั้งหมดตลอดการทดลอง (กก.)}}{\text{น้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้นระหว่างการทดลอง (กก.)}}$$

ปริมาณอาหารที่กินต่อวัน (Daily feed intake, DFI)

$$DFI = \frac{\text{ปริมาณอาหารที่สุกรกินทั้งหมด (กก.)}}{\text{จำนวนวันที่ทดลอง}}$$

ต้นทุนค่าอาหารต่อการเพิ่มน้ำหนัก 1 กิโลกรัม (Feed cost per gain, FCG)

FCG = ประสิทธิภาพการใช้อาหาร x ราคาอาหารต่อ 1 กก.

3.3 การวิเคราะห์ทางเคมี

นำตัวอย่างอาหารทดลองของสุกรระยะน้ำหนัก 60-90 กิโลกรัม มาวิเคราะห์ส่วนประกอบทางเคมี โดยวิธีวิเคราะห์โดยประมาณตามวิธีของ AOAC (1990) ที่อ้างโดย เสาวนิต (2533)

3.4 การวิเคราะห์ทางสถิติ

ทำการวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้ด้วยการวิเคราะห์ความแปรปรวน (analysis of variance) โดยวิเคราะห์ข้อมูลตามแผนการทดลอง 2x4 factorial experiment in CRD และทำการวิเคราะห์

ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยระหว่างทรีทเมนต์โดยวิธี Duncan's multiple range test ตามรายงานของยุทธนา (2541) ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป

3.5 สถานที่และระยะเวลาการทดลอง

ทำการทดลอง ณ โครงการวิจัยการใช้สมุนไพรในสุกร หมวดสุกร โรงผสมอาหาร ห้องปฏิบัติการอาหารสัตว์ของภาควิชาสัตวศาสตร์ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่ ใช้ระยะเวลาในการทดลองประมาณ 8 เดือน ตั้งแต่เดือน มกราคม 2553 ถึง เดือน สิงหาคม 2553

ผลและวิจารณ์ผล

1. สุกรระยะน้ำหนัก 20-60 กิโลกรัม

จากการศึกษาการตอบสนองของสุกรต่อเพศและอาหารทดลองที่ใช้เนื้อในเมล็ดยางพาราในระดับ 20 เปอร์เซ็นต์ของอาหาร ร่วมกับสาหร่ายหางกระรอกที่ระดับ 0, 10, 15 และ 20 เปอร์เซ็นต์ของอาหาร ในด้านระยะเวลาการเลี้ยง อัตราการเจริญเติบโตต่อวัน ปริมาณอาหารที่กินทั้งหมด ปริมาณอาหารที่กินต่อวัน ประสิทธิภาพการใช้อาหาร และต้นทุนค่าอาหารต่อน้ำหนักเพิ่ม 1 กิโลกรัม พบว่า ไม่มีอิทธิพลร่วมระหว่างเพศและสูตรอาหารต่อสมรรถภาพการผลิตของสุกรระยะน้ำหนัก 20-60 กิโลกรัม ซึ่งปรากฏผลการศึกษาดังแสดงในตารางที่ 13

1.1 ผลของเพศต่อสมรรถภาพการผลิตของสุกร

จากตารางที่ 13 พบว่า สุกรเพศผู้ตอน และสุกรเพศเมีย มีน้ำหนักเริ่มต้นของการทดลอง น้ำหนักเมื่อสิ้นสุดการทดลอง น้ำหนักเพิ่มขึ้นตลอดการทดลอง จำนวนวันที่เลี้ยง อัตราการเจริญเติบโตต่อวัน ปริมาณอาหารที่กินตลอดการทดลอง ปริมาณอาหารที่กินต่อวัน ประสิทธิภาพการใช้อาหาร และต้นทุนค่าอาหารต่อน้ำหนักเพิ่ม 1 กิโลกรัม ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) แต่พบว่าสุกรเพศผู้ตอนมีปริมาณอาหารที่กินตลอดการทดลองและต้นทุนค่าอาหารต่อน้ำหนักเพิ่ม 1 กิโลกรัม มีแนวโน้มสูงกว่าสุกรเพศเมีย (98.71 และ 99.58 กก. และ 34.61 และ 35.14 บาท/กก. ตามลำดับ) สอดคล้องกับยุทธนา และคณะ (2549) ศึกษาผลของระดับสมุนไพรสูตรพูฟฟ์ 1 ในอาหารและเพศต่อสมรรถภาพการผลิตของสุกรขุน (15-90 กก.) ผลการทดลองพบว่า ช่วงสุกรระยะน้ำหนัก 30-60 กิโลกรัม สุกรเพศผู้ตอน และเพศเมียมีจำนวนวันที่เลี้ยง อัตราการเจริญเติบโตต่อวัน ปริมาณอาหารที่กินตลอดการทดลอง ปริมาณอาหารที่กินต่อวัน ประสิทธิภาพการใช้อาหาร และต้นทุนค่าอาหารต่อน้ำหนักเพิ่ม 1 กิโลกรัมไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$)

1.2 ผลของอัตราส่วนของเนื้อในเมล็ดยางพาราและสาหร่ายหางกระรอกในอาหารต่อสมรรถภาพการผลิตของสุกร

จากตารางที่ 13 พบว่า สุกรที่เลี้ยงด้วยอาหารที่มีเนื้อในเมล็ดยางพาราในระดับ 20 เปอร์เซ็นต์ของอาหาร ร่วมกับสาหร่ายหางกระรอกที่ระดับ 0, 10, 15 และ 20 เปอร์เซ็นต์ของอาหาร มีน้ำหนักเริ่มต้นการทดลอง น้ำหนักเมื่อสิ้นสุดการทดลอง น้ำหนักที่เพิ่มขึ้น จำนวนวันที่ทดลอง อัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวัน ปริมาณอาหารที่กินต่อวัน ประสิทธิภาพการใช้อาหาร และ ต้นทุนค่าอาหารต่อน้ำหนักเพิ่ม 1 กิโลกรัม ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) แต่พบว่า สุกรที่เลี้ยงด้วยอาหารสูตร 4 (เนื้อในเมล็ดยางพาราและสาหร่ายหางกระรอกในอัตราส่วน 20 : 20 เปอร์เซ็นต์ในอาหาร) มีปริมาณอาหารที่กินตลอดการทดลอง (104.39 กก.) มากกว่าสูตรอาหารควบคุม (93.98 กก.) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) อาจเป็นเพราะเมื่อมีการเพิ่มระดับของสาหร่ายหางกระรอกสูงขึ้นในสูตรอาหาร ทำให้เยื่อใยเพิ่มสูงขึ้นส่งผลให้การย่อยได้ของโภชนะในสูตรอาหารและพลังงานใช้ประโยชน์ได้ลดลง สุกรไม่สามารถใช้ประโยชน์โภชนะและพลังงานได้เต็มที่จึงต้องกินอาหารให้มากขึ้นเพื่อให้โภชนะเพียงพอกับความต้องการซึ่งการใช้ประโยชน์ได้ของโภชนะต่างๆที่ลดลงของสูตรอาหารที่ 4 ได้ปรากฏในผลของการทดลองที่ 1 โดยพบว่า ระดับเยื่อใยในสูตรอาหารที่ 4 ที่เพิ่มขึ้นทำให้เปอร์เซ็นต์การย่อยได้ของโภชนะต่างๆ ลดลง และทำให้อัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวัน (0.60 กก.ต่อวัน) ต่ำกว่า สูตร 1, สูตร 2 และสูตร 3 (0.65, 0.66 และ 0.63 กก. ต่อวัน ตามลำดับ) และมีประสิทธิภาพการใช้อาหาร (2.67) ด้อยกว่าสูตร 1, 2 และ 3 (2.43, 2.47 และ 2.67 ตามลำดับ) อีกทั้งต้องใช้ระยะเวลาในการเลี้ยงนานขึ้นเพื่อให้ได้น้ำหนักที่ 60 กิโลกรัมเท่ากัน

ปริมาณอาหารที่กินต่อวันของสุกรที่เลี้ยงด้วยอาหารสูตร 2 สูตร 3 และสูตร 4 (เนื้อในเมล็ดยางพาราและสาหร่ายหางกระรอกในอัตราส่วน 20 : 10, 20 : 15 และ 20 : 20 เปอร์เซ็นต์ในอาหาร ตามลำดับ) เท่ากับ 1.61, 1.67 และ 1.61 กก. ต่อวัน ตามลำดับ มากกว่าสูตร 1 (1.58 กก. ต่อวัน) ปัจจัยที่ทำให้สุกรที่เลี้ยงด้วยอาหารที่ใช้เนื้อในเมล็ดยางพาราในระดับ 20 เปอร์เซ็นต์ของอาหารร่วมกับสาหร่ายหางกระรอกที่ระดับ 10, 15 และ 20 เปอร์เซ็นต์ของอาหาร มีปริมาณอาหารที่กินต่อวันมากกว่าสูตรอาหารควบคุม อาจเป็นเพราะอาหารที่เสริมสาหร่ายหางกระรอกมีเยื่อใยเพิ่มขึ้นทำให้พลังงานใช้ประโยชน์ได้ในอาหารสูตร 2 สูตร 3 และสูตร 4 (3373.37, 3286.87 และ 3199.87 กิโลแคลอรี/กิโลกรัม ตามลำดับ) ต่ำกว่าอาหารควบคุม (3637.52 กิโลแคลอรี/กิโลกรัม) นอกจากนี้ระดับเยื่อใยในอาหารสุกรที่เพิ่มขึ้นทำให้การย่อยได้ของโภชนะต่างๆ ลดลงจึงทำให้สุกรกินอาหารต่อวันเพิ่มขึ้นเพื่อให้ได้โภชนะและพลังงานพอเพียง (Nobet and Goff, 2001) สำหรับปริมาณอาหารที่กินต่อวันของสุกรที่เลี้ยงด้วยอาหารสูตร 4 (0.61 กก./วัน) มีแนวโน้มลดลงต่ำกว่าสูตร 3 (0.67 กก./วัน) อาจเนื่องจากสูตร 4 มีเยื่อใยสูงถึง 6.89 เปอร์เซ็นต์ทำให้อาหารมี

ความฟ่ามจนมีผลให้อาหารเต็มกระเพาะไวจึงทำให้ปริมาณอาหารที่กินต่อวันลดลงได้ อย่างไรก็ตามแม้ว่าปริมาณอาหารที่กินต่อวันของสุกรที่เลี้ยงด้วยอาหารสูตร 2 สูตร 3 และสูตร 4 มากกว่ากลุ่มที่ได้รับอาหารสูตรควบคุม แต่ไม่ส่งผลให้ต้นทุนค่าอาหารทั้งหมดของสุกรที่เลี้ยงด้วยอาหารทั้ง 4 สูตร แตกต่างกัน (P>0.05)

สำหรับประสิทธิภาพการใช้อาหารและต้นทุนค่าอาหารทั้งหมดของสุกรเพศเมียที่เลี้ยงด้วยอาหารที่มีเนื้อในเมล็ดยางพาราในระดับ 20 เปอร์เซ็นต์ของอาหารร่วมกับสาหร่ายหางกระรอกที่ระดับ 10, 15 และ 20 เปอร์เซ็นต์ของอาหาร คือ สูตร 2 สูตร 3 และสูตร 4 พบว่า เมื่อมีการเพิ่มระดับสาหร่ายมากขึ้นประสิทธิภาพการใช้อาหารและต้นทุนค่าอาหารทั้งหมด (2.49, 2.67 และ 2.77 และ 1337.44, 1370.90 และ 1458.06 บาท ตามลำดับ) มีแนวโน้มลดลงเมื่อเทียบกับสุกรเพศเมียในกลุ่มควบคุม (2.38 และ 1270.78 บาท ตามลำดับ)

1.3 อิทธิพลร่วมของเพศและอัตราส่วนของเนื้อในเมล็ดยางพาราและสาหร่ายหางกระรอกในอาหารต่อสมรรถภาพการผลิตของสุกร

จากผลการทดลองพบว่า สูตรอาหารและเพศไม่มีอิทธิพลร่วมต่อสมรรถภาพการผลิตของสุกรระยะน้ำหนัก 20-60 กิโลกรัม โดยที่สุกรเพศผู้ตอนและเพศเมียที่เลี้ยงด้วยสูตรอาหารทั้ง 4 สูตร มีน้ำหนักเริ่มต้นของการทดลอง น้ำหนักเมื่อสิ้นสุดการทดลอง น้ำหนักเพิ่มขึ้นตลอดการทดลอง จำนวนวันที่เลี้ยง อัตราการเจริญเติบโตต่อวัน ปริมาณอาหารที่กินตลอดการทดลอง ปริมาณอาหารที่กินต่อวัน ประสิทธิภาพการใช้อาหาร ต้นทุนค่าอาหารต่อน้ำหนักเพิ่ม 1 กิโลกรัมไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) ดังแสดงในตารางที่ 13 เมื่อพิจารณาวันที่ทดลองพบว่า สุกรเพศผู้ตอนที่เลี้ยงด้วยอาหารที่มีเนื้อในเมล็ดยางพาราในระดับ 20 เปอร์เซ็นต์ของอาหารร่วมกับสาหร่ายหางกระรอกที่ระดับ 10 เปอร์เซ็นต์ของอาหาร (สูตร 2) มีจำนวนวันที่ทดลองเท่ากันกับสุกรเพศเมียที่เลี้ยงด้วยอาหารที่มีเนื้อในเมล็ดยางพาราในระดับ 20 เปอร์เซ็นต์ ที่ไม่ได้เสริมสาหร่ายหางกระรอก (สูตร 1) คือ 58.75 วัน ซึ่งมีจำนวนวันที่ทดลองน้อยกว่า สุกรเพศผู้ตอนที่เลี้ยงด้วยอาหารที่มีเนื้อในเมล็ดยางพาราในระดับ 20 เปอร์เซ็นต์ของอาหารร่วมกับสาหร่ายหางกระรอกที่ระดับ 0, 15 และ 20 เปอร์เซ็นต์ (สูตร 1 สูตร 3 และ สูตร 4) และ สุกรเพศเมียที่เลี้ยงด้วยอาหารที่มีเนื้อในเมล็ดยางพาราในระดับ 20 เปอร์เซ็นต์ของอาหารร่วมกับสาหร่ายหางกระรอกที่ระดับ 10, 15 และ 20 เปอร์เซ็นต์ (สูตร 2 สูตร 3 และ สูตร 4) คือ 60.50, 64.00, 62.25, 62.25, 61.00 และ 69.25 วัน ตามลำดับ

สำหรับปริมาณอาหารที่กินทั้งหมดและต้นทุนค่าอาหารทั้งหมดของสุกรเพศเมียที่เลี้ยงด้วยอาหารที่มีเนื้อในเมล็ดยางพาราในระดับ 20 เปอร์เซ็นต์ของอาหารร่วมกับสาหร่ายหาง

กระรอกที่ระดับ 10, 15 และ 20 เปอร์เซ็นต์ของอาหาร คือ สูตร 2 สูตร 3 และสูตร 4 เมื่อมีการเพิ่มระดับสาหร่ายมากขึ้นทำให้ปริมาณอาหารที่กินทั้งหมด (98.13, 100.95 และ 108.33 กก. ตามลำดับ) และต้นทุนค่าอาหารทั้งหมด (1337.44, 1370.90 และ 1458.06 บาท ตามลำดับ) มีแนวโน้มแย่ลงเมื่อเทียบกับสุกรเพศเมียในกลุ่มควบคุม (90.90 กก. และ 1270.78 บาท ตามลำดับ) สอดคล้องกับประเสริฐ และคณะ (2532) ที่รายงานว่า การขุนสุกรโดยใช้หญ้าขนสดทดแทนอาหารข้นในระดับ 20 และ 30 เปอร์เซ็นต์ สุกรมีประสิทธิภาพในการเปลี่ยนอาหารด้อยลงเมื่อเทียบกับกลุ่มควบคุม เพราะคุณค่าทางอาหารของหญ้าขนสดที่ทดแทนนั้นต่ำกว่าอาหารข้น สุกรจึงกินอาหารเพิ่มขึ้นเพื่อให้ได้โภชนะเพียงพอต่อความต้องการ นอกจากนี้สุกรใช้ประโยชน์จากอาหารประเภทเยื่อใยได้ต่ำจึงทำให้ประสิทธิภาพในการเปลี่ยนอาหารรวมในสูตรที่มีหญ้าขนสดต่ำลงตามปริมาณหญ้าขนสดที่เพิ่มขึ้นในอาหาร ปริมาณอาหารทั้งหมดที่กินมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเมื่อเพิ่มระดับการทดแทนด้วยหญ้าขนสด การเพิ่มหญ้าขนสดในอาหารจะทำให้สุกรได้รับส่วนที่เป็นอาหารข้นต่อวันลดลงเป็นเหตุให้โตช้ากว่ากลุ่มควบคุม

ตารางที่ 13. ผลของอัตราส่วนของเนื้อในเมล็ดยางพาราและสาหร่ายหางกระรอกต่อสมรรถภาพการผลิตของสุกรน้ำหนัก 20-60 กิโลกรัม

		สูตรอาหาร						
ลักษณะที่ศึกษา	**เพศ**	**1**	**2**	**3**	**4**	**เฉลี่ย**	**SEM**	**P-value**
จำนวนสุกรทดลอง		8	8	8	8			
น้ำหนักเริ่มต้น, กก.	ผู้ตอน	21.75	21.63	21.00	21.25	21.41	-	S = 0.51
	เมีย	22.63	21.38	22.13	21.75	21.97	-	D = 0.92
	เฉลี่ย	22.18	21.50	21.56	21.50	21.69	1.18	S*D = 0.94
น้ำหนักสุดท้าย, กก.	ผู้ตอน	60.75	60.75	60.00	60.50	60.50	-	S = 0.54
	เมีย	61.00	61.00	60.38	61.13	60.88	-	D = 0.82
	เฉลี่ย	60.88	60.88	60.19	60.81	60.69	0.85	S*D = 1.00
น้ำหนักเพิ่มขึ้น, กก.	ผู้ตอน	39.00	39.13	39.00	39.25	39.10	-	S = 0.86
	เมีย	38.38	39.63	38.25	39.38	38.91	-	D = 0.93
	เฉลี่ย	38.69	39.38	38.63	39.31	39.00	1.48	S*D = 0.97
จำนวนวันที่ทดลอง, วัน	ผู้ตอน	60.50	58.75	64.00	62.25	61.38	-	S = 0.62
	เมีย	58.75	62.25	61.00	69.25	62.81	-	D = 0.44
	เฉลี่ย	59.63	60.50	62.50	65.75	62.09	3.99	S*D = 0.57

ตารางที่ 13. (ต่อ)

ลักษณะที่ศึกษา	เพศ	สูตรอาหาร 1	2	3	4	เฉลี่ย	SEM	P-value
อัตราการเจริญเติบโต	ผู้ตอน	0.65	0.67	0.62	0.63	0.64	-	S = 0.53
ต่อวัน,กก.	เมีย	0.66	0.64	0.64	0.57	0.63	-	D = 0.37
	เฉลี่ย	0.65	0.66	0.63	0.60	0.63	0.03	S*D = 0.64
ปริมาณอาหารที่กิน	ผู้ตอน	97.05	95.00	102.35	100.45	98.71	-	S = 0.74
ทั้งหมด, กก.	เมีย	90.90	98.13	100.95	108.33	99.58	-	D = 0.03
	เฉลี่ย	93.98[a]	96.56[ab]	101.65[ab]	104.39[b]	99.14	3.62	S*D = 0.27
ปริมาณอาหารกิน	ผู้ตอน	1.61	1.62	1.62	1.62	1.62	-	S = 0.97
ต่อวัน, กก.	เมีย	1.55	1.60	1.71	1.59	1.61	-	D = 0.88
	เฉลี่ย	1.58	1.61	1.67	1.61	1.61	0.11	S*D = 0.92
ประสิทธิภาพการ	ผู้ตอน	2.49	2.45	2.63	2.57	2.53	-	S = 0.69
ใช้อาหาร	เมีย	2.38	2.49	2.67	2.77	2.58	-	D = 0.25
	เฉลี่ย	2.43	2.47	2.65	2.67	2.55	0.14	S*D = 0.76
ต้นทุนค่าอาหารต่อ	ผู้ตอน	34.75	33.42	35.73	34.56	34.61	-	S = 0.70
น้ำหนักเพิ่ม,บาท/กก.	เมีย	33.19	33.88	36.22	37.28	35.14	-	D = 0.49
	เฉลี่ย	33.97	33.65	35.97	35.92	34.88	1.93	S*D = 0.75
ต้นทุนค่าอาหาร	ผู้ตอน	1356.76	1294.85	1389.91	1352.06	1348.40	-	S = 0.76
ทั้งหมด, บาท	เมีย	1270.78	1337.44	1370.90	1458.06	1359.30	-	D = 0.19
	เฉลี่ย	1313.77	1316.15	1380.41	1405.06	1353.85	49.50	S*D = 0.27

หมายเหตุ : [a, b] ค่าเฉลี่ยที่อยู่ในแถวนอนเดียวกันที่มีอักษรแตกต่างกันมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$)

S = อิทธิพลของเพศ

D = อิทธิพลของสูตรอาหาร

S*D = อิทธิพลร่วมระหว่างเพศกับสูตรอาหาร

SEM = ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของค่าเฉลี่ย

2. ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของสูตรอาหารทดลองระยะ 60-90 กิโลกรัม

ผลการวิเคราะห์ส่วนประกอบทางเคมีของสูตรอาหารทดลอง 4 สูตร สำหรับสุกรระยะน้ำหนัก 60- 90 กิโลกรัม แสดงในตารางที่ 14 ซึ่งพบว่า สูตรอาหารทดลอง 4 สูตร แต่ละสูตรมีเปอร์เซ็นต์โภชนะต่างๆใกล้เคียงกับโภชนะที่คำนวณและมีโปรตีนรวมไม่ต่ำกว่าที่ NRC (1998) แนะนำ คือโปรตีนรวม 16 เปอร์เซ็นต์ ที่ได้แสดงไว้ในตารางที่ 12 สำหรับค่าพลังงานรวมในสูตร

อาหาร พบว่า เมื่อใช้สาหร่ายหางกระรอกเพิ่มขึ้นในสูตรอาหารทำให้ระดับเถ้าในสูตรอาหารเพิ่มขึ้นตามระดับของสาหร่ายหางกระรอกที่ใช้ในอาหารสูตร 2 สูตร 3 และสูตร 4 (8.25, 8.98 และ 9.15 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ) ซึ่งมากกว่าสูตร 1 ที่ไม่ใช้สาหร่ายหางกระรอก (7.11 เปอร์เซ็นต์) จึงส่งผลให้พลังงานรวมของสูตรอาหารลดลงเมื่อสูตรอาหารมีปริมาณของเถ้าสูงขึ้นตามระดับของสาหร่ายหางกระรอกที่เพิ่มขึ้นในสูตรอาหาร (4390.47, 4308.47 และ 4308.12 กิโลแคลอรี/กิโลกรัม) ซึ่งน้อยกว่าสูตร 1 (4556.25 กิโลแคลอรี/กิโลกรัม)

ตารางที่ 14. ส่วนประกอบทางเคมีและพลังงานของอาหารทดลองสำหรับสุกรน้ำหนัก 60-90 กิโลกรัม (เปอร์เซ็นต์ในสภาพให้สัตว์กิน)

	อาหารทดลอง			
ส่วนประกอบทางเคมี (%)	**สูตร 1**	**สูตร 2**	**สูตร 3**	**สูตร 4**
วัตถุแห้ง	89.61	89.66	89.70	89.54
โปรตีนรวม	17.67	17.52	17.48	17.70
เยื่อใยรวม	4.74	6.15	6.49	6.78
ไขมันรวม	11.44	11.35	11.02	10.88
เถ้า	7.11	8.25	8.98	9.15
ไนโตรเจนฟรีเอกซ์แทรก	48.65	46.39	45.73	45.03
พลังงานรวม (กิโลแคลอรี/กก.)	4556.25	4390.47	4308.12	4282.68

3. สุกรระยะน้ำหนัก 60-90 กิโลกรัม

จากการศึกษาการตอบสนองของสุกรต่อเพศและอาหารทดลองที่ใช้เนื้อในเมล็ดยางพาราในระดับ 20 เปอร์เซ็นต์ของอาหาร ร่วมกับสาหร่ายหางกระรอกที่ระดับ 0, 10, 15 และ 20 เปอร์เซ็นต์ของอาหาร ในด้านระยะเวลาการเลี้ยง อัตราการเจริญเติบโตต่อวัน ปริมาณอาหารที่กินทั้งหมด ปริมาณอาหารที่กินต่อวัน ประสิทธิภาพการใช้อาหาร และต้นทุนค่าอาหารต่อน้ำหนักเพิ่ม 1 กิโลกรัม พบว่า ไม่มีอิทธิพลร่วมระหว่างเพศและสูตรอาหารต่อสมรรถภาพการผลิตของสุกรระยะน้ำหนัก 60-90 กิโลกรัม ซึ่งปรากฏผลการศึกษาดังแสดงในตารางที่ 15

3.1 ผลของเพศต่อสมรรถภาพการผลิตของสุกร

จากตารางที่ 15 พบว่า สุกรเพศผู้ตอน และสุกรเพศเมีย มีน้ำหนักเริ่มต้นของการทดลอง น้ำหนักเมื่อสิ้นสุดการทดลอง น้ำหนักเพิ่มขึ้นตลอดการทดลอง จำนวนวันที่เลี้ยง อัตราการ

เจริญเติบโตต่อวัน ปริมาณอาหารที่กินตลอดการทดลอง ปริมาณอาหารที่กินต่อวัน ประสิทธิภาพการใช้อาหาร และต้นทุนค่าอาหารต่อน้ำหนักเพิ่ม 1 กิโลกรัม ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) แต่มีแนวโน้มว่าสุกรเพศผู้ตอนมีจำนวนวันที่ทดลองน้อยกว่าสุกรเพศเมีย (35 และ 38.25 วัน ตามลำดับ) มีอัตราการเจริญเติบโตต่อวันดีกว่าสุกรเพศเมีย (0.87 และ 0.79 กก. ต่อวัน ตามลำดับ) มีปริมาณอาหารที่กินต่อวันมากกว่าสุกรเพศเมีย (2.40 และ 2.24 กก. ตามลำดับ) มีประสิทธิภาพการใช้อาหารดีกว่าสุกรเพศเมีย (2.75 และ 2.83 ตามลำดับ) และมีต้นทุนค่าอาหารต่อน้ำหนักเพิ่ม 1 กิโลกรัมน้อยกว่าสุกรเพศเมีย (35.25 และ 36.21 บาท ต่อ กก. ตามลำดับ) สอดคล้องกับ Latorre และคณะ (2003) ซึ่งรายงานว่า สุกรเพศผู้ตอนมีอัตราการเจริญเติบโตต่อวันและปริมาณอาหารที่กินต่อวันมากกว่าสุกรเพศเมีย และสอดคล้องกับ สมภพ (2554) ซึ่งศึกษาอิทธิพลของเพศต่อสมรรถภาพการผลิต คุณภาพซาก เนื้อ และไขมันของสุกรขุน ช่วงน้ำหนัก 30-110 กิโลกรัม ผลการทดลองพบว่า ในช่วงสุกรขุนและตลอดการทดลอง การเจริญเติบโตต่อวัน ปริมาณอาหารที่กินเฉลี่ยต่อวัน ระยะเวลาการเลี้ยง ประสิทธิภาพการใช้อาหารและต้นทุนค่าอาหารไม่แตกต่างกันระหว่างกลุ่มทดลองและสุกรเพศผู้ตอนมีแนวโน้มการเจริญเติบโตต่อวัน ระยะเวลาการเลี้ยง ประสิทธิภาพการใช้อาหาร และต้นทุนค่าอาหารดีกว่าสุกรเพศเมีย (P>0.05)

3.2 ผลของอัตราส่วนของเนื้อในเมล็ดยางพาราและสาหร่ายหางกระรอกในอาหารต่อสมรรถภาพการผลิตของสุกร

จากตารางที่ 15 พบว่า สุกรที่เลี้ยงด้วยอาหารที่มีเนื้อในเมล็ดยางพาราในระดับ 20 เปอร์เซ็นต์ของอาหาร ร่วมกับสาหร่ายหางกระรอกที่ระดับ 0, 10, 15 และ 20 เปอร์เซ็นต์ของอาหาร มีน้ำหนักเริ่มต้นการทดลอง น้ำหนักเมื่อสิ้นสุดการทดลอง น้ำหนักที่เพิ่มขึ้น จำนวนวันที่ทดลอง อัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวัน ปริมาณอาหารที่กินทั้งหมด ปริมาณอาหารที่กินต่อวัน และต้นทุนค่าอาหารต่อน้ำหนักเพิ่ม 1 กิโลกรัม ไม่แตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) แต่พบว่าประสิทธิภาพการใช้อาหารของสุกรที่เลี้ยงด้วยอาหารที่มีเนื้อในเมล็ดยางพาราในระดับ 20 เปอร์เซ็นต์ของอาหารร่วมกับสาหร่ายหางกระรอกที่ระดับ 15 เปอร์เซ็นต์ของอาหาร (สูตร 3) คือ 2.89 มีค่าด้อยกว่าสุกรที่เลี้ยงด้วยอาหารที่มีเนื้อในเมล็ดยางพาราในระดับ 20 เปอร์เซ็นต์ของอาหารร่วมกับสาหร่ายหางกระรอกที่ระดับ 0 และ 10 เปอร์เซ็นต์ของอาหาร (สูตร 1 และ สูตร 2) (2.70 และ 2.74 ตามลำดับ) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05) อาจเป็นเพราะอาหารสูตร 3 มีระดับเยื่อใยในสูตรอาหารสูงกว่าจึงทำให้ประสิทธิภาพการใช้อาหารด้อยลงกว่าสูตร 1 และสูตร 2 เมื่อพิจารณาจากปริมาณอาหารที่กิน สุกรที่เลี้ยงด้วยอาหารสูตร 3 มีปริมาณอาหารที่กินทั้งหมดสูงกว่าสูตรอื่นๆ (87.63 กก.) เนื่องจากมีอัตราการเจริญเติบโตต่อวัน (0.81 กก. ต่อวัน) ใกล้เคียงกับสูตร 1 และสูตร 2

(0.81 และ 0.88 กก. ต่อวัน) แต่มีประสิทธิภาพการใช้อาหาร (2.89) ด้อยกว่าสูตร 1 และ 2 (2.70 และ 2.74 ตามลำดับ) มีจำนวนวันที่เลี้ยง (38 วัน) นานกว่าสูตร 1 และ 2 (37.63 และ 34.13 วันตามลำดับ) จึงเป็นสาเหตุให้สุกรต้องกินอาหารทั้งหมดมากกว่าสูตรอื่นๆ และจากการทดลอง ยังพบว่าประสิทธิภาพการใช้อาหารของสุกรที่เลี้ยงด้วยสูตร 3 ไม่แตกต่างกับสูตร 4 และสูตร 4 มีประสิทธิภาพการใช้อาหารไม่แตกต่างกับสูตร 1 และ สูตร 2 ซึ่งมีผลการทดลองคล้ายกับการทดลองที่ 1 ที่ศึกษาการย่อยได้ของอาหารที่ใช้เนื้อในเมล็ดยางพาราและสาหร่ายหางกระรอกในอัตราส่วนต่างๆ พบว่า สุกรที่เลี้ยงด้วยอาหารที่มีเนื้อในเมล็ดยางพาราในระดับ 20 เปอร์เซ็นต์ของอาหารร่วมกับสาหร่ายหางกระรอกที่ระดับ 15 และ 20 เปอร์เซ็นต์ของอาหาร (สูตร 3 และ 4) มีแนวโน้มทำให้เปอร์เซ็นต์การย่อยได้ของโภชนะต่างๆ ในสูตรอาหารลดลง เมื่อเปรียบเทียบกับการใช้เนื้อในเมล็ดยางพาราในระดับ 20 เปอร์เซ็นต์ของอาหารร่วมกับสาหร่ายหางกระรอกที่ระดับ 0 และ 10 เปอร์เซ็นต์ของอาหาร (สูตร 1 และ 2)

3.3 อิทธิพลร่วมของเพศและอัตราส่วนของเนื้อในเมล็ดยางพาราและสาหร่ายหางกระรอกในอาหารต่อสมรรถภาพการผลิตของสุกร

จากตารางที่ 15 พบว่า เพศและสูตรอาหารที่มีเนื้อในเมล็ดยางพาราในระดับ 20 เปอร์เซ็นต์ของอาหารร่วมกับสาหร่ายหางกระรอกที่ระดับ 0, 10, 15 และ 20 เปอร์เซ็นต์ของอาหาร ไม่มีผลทำให้สมรรถภาพการผลิตของสุกรระยะน้ำหนัก 60-90 กิโลกรัม แตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) แต่พบว่า ค่าประสิทธิภาพการใช้อาหารและต้นทุนค่าอาหารต่อน้ำหนักเพิ่ม 1 กิโลกรัมมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นและลดลงดังนี้

ประสิทธิภาพการใช้อาหาร พบว่า สุกรเพศผู้ตอนที่เลี้ยงด้วยอาหารสูตร 1 และสูตร 4 มีประสิทธิภาพการใช้อาหารใกล้เคียงกัน (2.70 และ 2.71 ตามลำดับ) และยังใกล้เคียงกับสุกรเพศเมียที่เลี้ยงด้วยอาหารสูตร 1 และสูตร 2 (2.69 และ 2.72 ตามลำดับ) สุกรเพศเมียที่เลี้ยงด้วยอาหารสูตร 1 มีประสิทธิภาพการใช้อาหารดีที่สุด (2.69) ส่วนสุกรเพศเมียที่เลี้ยงด้วยอาหารสูตร 4 มีประสิทธิภาพการใช้อาหารด้อยที่สุด (2.97)

สำหรับต้นทุนค่าอาหารต่อน้ำหนักเพิ่ม 1 กิโลกรัม พบว่า สุกรเพศผู้ตอนที่เลี้ยงด้วยอาหารสูตรที่มีเนื้อในเมล็ดยางพาราในระดับ 20 เปอร์เซ็นต์ของอาหารร่วมกับสาหร่ายหางกระรอกที่ระดับ 20 เปอร์เซ็นต์ของอาหาร (สูตร 4) มีต้นทุนค่าอาหาร (34.12 บาท ต่อกก.) ถูกกว่าสุกรเพศผู้ตอนที่เลี้ยงด้วยอาหารสูตรควบคุม (35.50 บาทต่อกก.) ส่วนสุกรเพศเมียที่เลี้ยงด้วยอาหารสูตร 2 มีต้นทุนค่าอาหาร (34.74 บาทต่อกก.) ถูกกว่าสุกรเพศเมียที่เลี้ยงด้วยอาหารควบคุม (35.35

บาทต่อกก.) โดยสุกรเพศผู้ตอนที่เลี้ยงด้วยอาหารสูตร 3 และสุกรเพศเมียที่เลี้ยงด้วยอาหาร สูตร 4 มีต้นทุนค่าอาหารต่อน้ำหนักเพิ่มแพงที่สุด (36.08 และ 37.41 บาท ต่อกก. ตามลำดับ)

ต้นทุนค่าอาหารทั้งหมด พบว่า ทั้งสุกรเพศผู้ตอนและเพศเมียที่เลี้ยงด้วยสูตรอาหารที่มีเนื้อในเมล็ดยางพาราในระดับ 20 เปอร์เซ็นต์ของอาหารร่วมกับสาหร่ายหางกระรอกที่ระดับ 10 เปอร์เซ็นต์ของอาหาร (สูตร 2) มีต้นทุนอาหารทั้งหมดน้อยที่สุด คือ 1034.71 บาท รองลงมาคือ สูตร 4 สูตร 1 และสูตร 3 (1060.98, 1062.70 และ 1112.84 บาท ตามลำดับ)

ตารางที่ 15. ผลของอัตราส่วนของเนื้อในเมล็ดยางพาราและสาหร่ายหางกระรอกต่อสมรรถภาพการผลิตของสุกรน้ำหนัก 60-90 กิโลกรัม

		สูตรอาหาร						
ลักษณะที่ศึกษา	**เพศ**	**1**	**2**	**3**	**4**	**เฉลี่ย**	**SEM**	**P-value**
จำนวนสุกรทดลอง		8	8	8	8			
น้ำหนักเริ่มต้น, กก.	ผู้ตอน	60.75	60.75	60.00	60.50	60.50	-	S = 0.54
	เมีย	61.00	61.00	60.38	61.13	60.88	-	D = 0.82
	เฉลี่ย	60.88	60.88	60.19	60.81	60.69	0.85	S*D = 1.00
น้ำหนักสุดท้าย, กก.	ผู้ตอน	90.88	90.25	90.75	90.13	90.50	-	S = 0.82
	เมีย	90.88	90.50	90.25	90.88	90.63	-	D = 0.92
	เฉลี่ย	90.88	90.38	90.50	90.50	90.56	0.75	S*D = 0.87
น้ำหนักเพิ่มขึ้น, กก.	ผู้ตอน	30.13	29.50	30.75	29.63	30.00	-	S = 0.73
	เมีย	29.88	29.50	29.88	29.75	29.75	-	D = 0.86
	เฉลี่ย	30.00	29.50	30.31	29.69	29.88	1.00	S*D = 0.96
จำนวนวันที่ทดลอง,	ผู้ตอน	35.00	33.25	36.75	35.00	35.00	-	S = 0.16
วัน	เมีย	40.25	35.00	39.25	38.50	38.25	-	D = 0.62
	เฉลี่ย	37.63	34.13	38.00	36.75	36.63	3.17	S*D = 0.95
อัตราการเจริญเติบ	ผู้ตอน	0.87	0.89	0.85	0.87	0.87	-	S = 0.10
โตต่อวัน,กก.	เมีย	0.75	0.86	0.78	0.79	0.79	-	D = 0.71
	เฉลี่ย	0.81	0.88	0.81	0.83	0.83	0.06	S*D = 0.90
ปริมาณอาหารที่กิน	ผู้ตอน	81.40	81.50	87.43	80.05	82.59	-	S = 0.53
ทั้งหมด, กก.	เมีย	80.35	80.30	87.83	88.23	88.18	-	D = 0.20
	เฉลี่ย	80.88	80.90	87.63	84.14	83.38	3.53	S*D = 0.51

ตารางที่ 15. (ต่อ)

ลักษณะที่ศึกษา	เพศ	สูตรอาหาร 1	2	3	4	เฉลี่ย	SEM	P-value
ปริมาณอาหารกิน	ผู้ตอน	2.36	2.46	2.41	2.36	2.40	-	S = 0.22
ต่อวัน, กก.	เมีย	2.01	2.35	2.29	2.34	2.24	-	D = 0.59
	เฉลี่ย	2.18	2.40	2.35	2.35	2.32	0.17	S*D = 0.79
ประสิทธิภาพการ	ผู้ตอน	2.70	2.76	2.84	2.71	2.75	-	S = 0.12
ใช้อาหาร	เมีย	2.69	2.72	2.94	2.97	2.83	-	D = 0.03
	เฉลี่ย	2.70^{a}	2.74^{a}	2.89^{b}	2.84^{ab}	2.79	0.07	S*D = 0.11
ต้นทุนค่าอาหารต่อ	ผู้ตอน	35.50	35.32	36.08	34.12	35.25	-	S = 0.12
น้ำหนักเพิ่ม,บาท/กก.	เมีย	35.35	34.74	37.33	37.41	36.21	-	D = 0.25
	เฉลี่ย	35.42	35.03	36.70	35.76	35.73	0.84	S*D = 0.12
ต้นทุนค่าอาหาร	ผู้ตอน	1069.60	1042.39	1110.30	1009.43	1057.93	-	S = 0.54
ทั้งหมด, บาท	เมีย	1055.80	1027.04	1115.38	1112.52	1077.68	-	D = 0.39
	เฉลี่ย	1062.70	1034.71	1112.84	1060.98	1067.81	45.04	S*D = 0.52

หมายเหตุ : $^{a, b}$ ค่าเฉลี่ยที่อยู่ในแถวนอนเดียวกันที่มีอักษรแตกต่างกันมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$)

S = อิทธิพลของเพศ

D = อิทธิพลของสูตรอาหาร

S*D = อิทธิพลร่วมระหว่างเพศกับสูตรอาหาร

SEM = ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของค่าเฉลี่ย

4. สุกรระยะน้ำหนัก 20-90 กิโลกรัม

ผลการวิเคราะห์ทางสถิติของเพศและอาหารทดลองที่มีเนื้อในเมล็ดยางพารา 20 เปอร์เซ็นต์ของอาหารร่วมกับสาหร่ายหางกระรอกระดับต่างๆในสูตรอาหาร ต่อสมรรถภาพการผลิตของสุกรขุนระยะน้ำหนัก 20-90 กิโลกรัม พบว่า เพศและสูตรอาหารไม่มีอิทธิพลร่วมกันต่อสมรรถภาพการผลิตของสุกรระยะน้ำหนัก 20-90 กิโลกรัมโดยมีรายละเอียดดังแสดงในตารางที่ 16

4.1 ผลของเพศต่อสมรรถภาพการผลิตของสุกร

จากตารางที่ 16 พบว่า เพศของสุกรไม่มีผลต่อสมรรถภาพการผลิตของสุกรน้ำหนัก 20-90 กิโลกรัม โดยสุกรทั้งเพศผู้ตอนและเพศเมียมีน้ำหนักเริ่มต้น น้ำหนักสิ้นสุดการ

ทดลองไม่แตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) ตามแผนการทดลองที่ได้กำหนดให้น้ำหนักเริ่มต้นและน้ำหนักสิ้นสุดการทดลองของทุกสูตรอาหารมีค่าไม่แตกต่างกัน จึงทำให้น้ำหนักเพิ่มขึ้นไม่แตกต่างเช่นกัน แต่เมื่อพิจารณาลักษณะที่ศึกษาอื่นๆ พบว่า สุกรเพศผู้ตอนมีแนวโน้มสมรรถภาพการผลิตดีกว่าสุกรเพศเมียโดยสุกรเพศผู้ตอนมีจำนวนวันที่ทดลอง (96.38 วัน) อัตราการเจริญเติบโตต่อวัน (0.72 กก.ต่อวัน) ดีกว่าสุกรเพศเมียที่มีจำนวนวันที่ทดลอง 101.06 วัน และอัตราการเจริญเติบโต 0.69 กิโลกรัม สำหรับปริมาณอาหารที่กินทั้งหมด ประสิทธิภาพการใช้อาหาร และต้นทุนค่าอาหารต่อน้ำหนักเพิ่ม 1 กิโลกรัม และต้นทุนค่าอาหารทั้งหมดใกล้เคียงกัน ซึ่งสอดคล้องกับ Latorre และคณะ (2003) ที่รายงานว่า สุกรเพศผู้ตอนมีอัตราการเจริญเติบโตต่อวันและปริมาณอาหารที่กินต่อวันมากกว่าสุกรเพศเมียแต่ไม่แตกต่างทางสถิติ (P>0.05) สอดคล้องกับ ยุทธนา และคณะ (2549) ได้ศึกษาผลของสมุนไพรสูตรพูฟฟ์ 1 ในอาหารและเพศต่อสมรรถภาพการผลิตของสุกรขุน พบว่า เพศของสุกรไม่มีผลต่อสมรรถภาพการผลิตของสุกร (P>0.05) และสอดคล้องกับ จุฑารัตน์ (2551) ที่พบว่า เพศของสุกรไม่มีผลต่อสมรรถภาพการผลิตของสุกรน้ำหนัก 25-95 กิโลกรัม และมีแนวโน้มว่าสุกรเพศผู้ตอนมีสมรรถภาพการผลิตดีกว่าสุกรเพศเมียโดยสุกรเพศผู้ตอน มีจำนวนวันที่ทดลอง ปริมาณอาหารที่กินทั้งหมด และประสิทธิภาพการใช้อาหารน้อยกว่าสุกรเพศเมีย และมีอัตราการเจริญเติบโตดีกว่าสุกรเพศเมีย

4.2 ผลของอัตรส่วนของเนื้อในเมล็ดยางพาราและสาหร่ายหางกระรอกในอาหารต่อสมรรถภาพการผลิตของสุกร

จากตารางที่ 16 พบว่า สุกรที่เลี้ยงด้วยอาหารที่มีเนื้อในเมล็ดยางพาราในระดับ 20 เปอร์เซ็นต์ของอาหาร ร่วมกับสาหร่ายหางกระรอกที่ระดับ 0, 10, 15 และ 20 เปอร์เซ็นต์ของอาหาร มีน้ำหนักเริ่มต้นการทดลอง น้ำหนักเมื่อสิ้นสุดการทดลอง น้ำหนักที่เพิ่มขึ้น จำนวนวันที่ทดลอง อัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวัน ปริมาณอาหารที่กินต่อวัน และ ต้นทุนค่าอาหารต่อน้ำหนักเพิ่ม 1 กิโลกรัม ไม่แตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) แต่พบว่า สุกรที่เลี้ยงด้วยอาหารที่มีเนื้อในเมล็ดยางพาราในระดับ 20 เปอร์เซ็นต์ของอาหารร่วมกับสาหร่ายหางกระรอกที่ระดับ 15 และ 20 เปอร์เซ็นต์ของอาหาร (สูตร 3 และ สูตร 4) มีปริมาณอาหารที่กินทั้งหมด (189.28, 188.53 กก. ตามลำดับ) มากกว่าสุกรที่เลี้ยงด้วยอาหารสูตร 1 และสูตร 2 (174.85 และ 177.46 กก. ตามลำดับ) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05) และมีประสิทธิภาพการใช้อาหาร (2.75 และ 2.74 ตามลำดับ) ด้อยกว่าสุกรที่เลี้ยงด้วยอาหารสูตร 1 (2.55) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05) สาเหตุน่ามาจากเยื่อใยในสูตรอาหารที่ทำให้การใช้ประโยชน์โภชนะต่างๆ และพลังงานใช้ประโยชน์ได้ลดลง จึงทำให้ประสิทธิภาพการใช้อาหารลดลงและส่งผลให้สุกรที่เลี้ยงด้วยอาหารสูตร 3 และ 4 เจริญเติบโตช้ากว่าและใช้

ระยะเวลาในการทดลองจากน้ำหนัก 20-90 กิโลกรัมนานกว่าที่เลี้ยงด้วยอาหาร สูตร 1 และ 2 จึงทำให้สุกรที่เลี้ยงด้วยอาหารสูตร 3 และ 4 มีค่าปริมาณอาหารที่กินทั้งหมดมากกว่าสุกรที่เลี้ยงด้วยอาหารสูตร 1 และ 2 สอดคล้องกับ Nobet และ Goff (2001) ที่รายงานว่า สุกรที่ได้รับอาหารที่มีระดับเยื่อใยสูงจะมีการย่อยได้ต่ำและทำให้คุณค่าทางอาหารรวมทั้งพลังงานใช้ประโยชน์ได้ลดลง ส่งผลให้สัตว์มีปริมาณอาหารที่กินทั้งหมดเพิ่มมากขึ้น และสอดคล้องกับ อุทัย (2529) ที่รายงานว่า ระดับพลังงานในอาหารเป็นปัจจัยที่กำหนดปริมาณการกินอาหารของสัตว์

4.3 อิทธิพลร่วมของเพศและอัตราส่วนของเนื้อในเมล็ดยางพาราและสาหร่ายหางกระรอกในอาหารต่อสมรรถภาพการผลิตของสุกร

จากตารางที่ 16 พบว่า เพศ และสูตรอาหารที่มีเนื้อในเมล็ดยางพาราในระดับ 20 เปอร์เซ็นต์ของอาหาร ร่วมกับสาหร่ายหางกระรอกที่ระดับ 0, 10, 15 และ 20 เปอร์เซ็นต์ของอาหาร ไม่มีผลทำให้สมรรถภาพการผลิตของสุกรระยะน้ำหนัก 20-90 กิโลกรัม มีความแตกต่างทางสถิติ ($P>0.05$) แต่ทำให้ปริมาณอาหารที่กินทั้งหมดและต้นทุนค่าอาหารทั้งหมดมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นและลดลงดังนี้

ปริมาณอาหารที่กินทั้งหมด พบว่า สุกรเพศผู้ตอนที่เลี้ยงด้วยอาหารสูตร 4 มีค่าปริมาณอาหารที่กินทั้งหมดมากที่สุด (196.55 กก.) ทั้งนี้เนื่องจากสุกรกลุ่มนี้มีค่าประสิทธิภาพการใช้อาหาร (2.85) ด้อยกว่ากลุ่มอื่น และมีระยะเวลาการเลี้ยงนานกว่ากลุ่มอื่น (107.75 วัน) จึงทำให้ปริมาณอาหารที่กินทั้งหมดมากกว่ากลุ่มอื่น นอกจากนี้พบว่าสุกรเพศผู้ตอนและเพศเมียที่เลี้ยงด้วยอาหารสูตร 2 มีปริมาณอาหารที่กินทั้งหมด (176.50 และ 178.43 กก. ตามลำดับ) ใกล้เคียงกับสุกรเพศผู้ตอนที่เลี้ยงด้วยอาหารสูตร 1 (178.45 กก.) ทั้งนี้เป็นเพราะสุกรทั้งสามกลุ่มมีประสิทธิภาพการใช้อาหาร (2.58) ใกล้เคียงกัน

ต้นทุนค่าอาหารทั้งหมด พบว่า สุกรเพศผู้ตอนที่เลี้ยงด้วยสูตรอาหารที่มีเนื้อในเมล็ดยางพาราในระดับ 20 เปอร์เซ็นต์ของอาหารร่วมกับสาหร่ายหางกระรอกที่ระดับ 10 เปอร์เซ็นต์ของอาหาร (สูตร 2) มีแนวโน้มว่าต้นทุนอาหารทั้งหมด (2350.86 บาท) ใกล้เคียงกับสุกรเพศเมียที่เลี้ยงด้วยอาหารสูตร 1 (2326.58 บาท) รองลงมาคือ สุกรเพศผู้ตอนที่เลี้ยงด้วยอาหารสูตร 4 (2361.49 บาท) และสุกรเพศเมียที่เลี้ยงด้วยอาหารสูตร 2 (2364.48 บาท) ทั้งนี้เนื่องมาจากปริมาณอาหารที่กินทั้งหมด (180.50 และ 178.43 กก. ตามลำดับ) ใกล้เคียงกันและมีราคาเฉลี่ยต่อกิโลกรัมต่ำกว่า (13.04 และ 13.21 บาท ตามลำดับ) อาหารสูตร 1 (13.56 บาท)

ตารางที่ 16. ผลของอัตราส่วนของเนื้อในเมล็ดยางพาราและสาหร่ายหางกระรอกต่อสมรรถภาพการผลิตของสุกรน้ำหนัก 20-90 กิโลกรัม

ลักษณะที่ศึกษา	เพศ	สูตรอาหาร 1	2	3	4	เฉลี่ย	SEM	P-value
จำนวนสุกรทดลอง		8	8	8	8			
น้ำหนักเริ่มต้น, กก.	ผู้ตอน	21.75	21.63	21.00	21.25	21.41	-	S = 0.51
	เมีย	22.63	21.38	22.13	21.75	21.97	-	D = 0.92
	เฉลี่ย	22.19	21.50	21.56	21.50	21.69	1.18	S*D = 0.94
น้ำหนักสุดท้าย, กก.	ผู้ตอน	90.88	90.25	90.75	90.13	90.50	-	S = 0.82
	เมีย	90.88	90.50	90.25	90.88	90.63	-	D = 0.92
	เฉลี่ย	90.88	90.38	90.50	90.50	90.56	0.75	S*D = 0.87
น้ำหนักเพิ่มขึ้น, กก.	ผู้ตอน	69.13	68.63	69.75	68.88	69.09	-	S = 0.64
	เมีย	68.25	69.13	68.13	69.13	68.66	-	D = 1.00
	เฉลี่ย	68.69	68.88	68.94	69.00	68.88	1.32	S*D = 0.84
จำนวนวันที่ทดลอง,	ผู้ตอน	95.50	92.00	100.75	97.25	96.38	-	S = 0.21
วัน	เมีย	99.00	97.25	100.25	107.75	101.06	-	D = 0.45
	เฉลี่ย	97.25	94.63	100.50	102.50	98.72	5.13	S*D = 0.76
อัตราการเจริญเติบโต	ผู้ตอน	0.73	0.75	0.70	0.72	0.72	-	S = 0.13
ต่อวัน,กก.	เมีย	0.70	0.72	0.69	0.64	0.69	-	D = 0.40
	เฉลี่ย	0.71	0.73	0.70	0.68	0.70	0.03	S*D = 0.76
ปริมาณอาหารที่กิน	ผู้ตอน	178.45	176.50	189.78	180.50	181.31	-	S = 0.47
ทั้งหมด, กก.	เมีย	171.25	178.43	188.78	196.55	183.43	-	D = 0.01
	เฉลี่ย	174.85^{a}	177.46^{a}	189.28^{b}	188.53^{b}	182.53	4.69	S*D = 0.11
ปริมาณอาหารกิน	ผู้ตอน	1.88	1.92	1.90	1.87	1.89	-	S = 0.37
ต่อวัน, กก.	เมีย	1.73	1.85	1.92	1.83	1.83	-	D = 0.67
	เฉลี่ย	1.80	1.88	1.91	1.85	1.86	0.09	S*D = 0.82
ประสิทธิภาพการ	ผู้ตอน	2.58	2.58	2.72	2.62	2.63	-	S = 0.35
ใช้อาหาร	เมีย	2.51	2.58	2.78	2.85	2.68	-	D = 0.03
	เฉลี่ย	2.55^{a}	2.58^{ab}	2.75^{b}	2.74^{b}	2.65	0.08	S*D = 0.31

ตารางที่ 16. (ต่อ)

ลักษณะที่ศึกษา	เพศ	สูตรอาหาร 1	2	3	4	เฉลี่ย	SEM	P-value
ต้นทุนค่าอาหารต่อ	ผู้ตอน	35.11	34.13	35.84	34.29	34.84	-	S = 0.36
น้ำหนักเพิ่ม,บาท/กก.	เมีย	34.13	34.21	36.55	37.27	35.54	-	D = 0.21
	เฉลี่ย	34.62	34.17	36.19	35.78	35.19	1.05	S*D = 0.31
ต้นทุนค่าอาหาร	ผู้ตอน	2426.35	2337.24	2500.21	2361.49	2406.32	-	S = 0.49
ทั้งหมด, บาท	เมีย	2326.58	2364.48	2486.28	2570.57	2436.98	-	D = 0.09
	เฉลี่ย	2376.47	2350.86	2493.25	2466.03	2421.65	61.91	S*D = 0.11

หมายเหตุ : $^{a, b}$ ค่าเฉลี่ยที่อยู่ในแถวนอนเดียวกันที่มีอักษรแตกต่างกันมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05)

S = อิทธิพลของเพศ

D = อิทธิพลของสูตรอาหาร

S*D = อิทธิพลร่วมระหว่างเพศกับสูตรอาหาร

SEM = ค่าความคลาดเคลื่อนมาตราฐานของค่าเฉลี่ย

สรุป

การศึกษาผลของอัตราส่วนของเนื้อในเมล็ดยางพาราและสาหร่ายหางกระรอกในอาหารต่อสมรรถภาพการผลิตของสุกรเพศผู้ตอนและเพศเมียระยะน้ำหนักต่างๆ สามารถสรุปได้ดังนี้

ระยะน้ำหนัก 20-60 กิโลกรัม

1. สุกรเพศผู้ตอนและเพศเมียที่เลี้ยงด้วยอาหารที่มีเนื้อในเมล็ดยางพาราในระดับ 20 เปอร์เซ็นต์ของอาหารร่วมกับสาหร่ายหางกระรอกที่ระดับ 0, 10, 15 และ 20 เปอร์เซ็นต์ของอาหาร มีสมรรถภาพการผลิตไม่แตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05)

2. สุกรที่เลี้ยงด้วยอาหารทดลองทั้ง 4 สูตร มีสมรรถภาพการผลิตไม่แตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) ยกเว้นสุกรที่ได้รับอาหารสูตร 4 มีปริมาณอาหารที่กินทั้งหมด (104.39 กก.) มากกว่าสูตรอาหารควบคุม (93.98 กก.) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05) และมีแนวโน้มว่าสุกรที่เลี้ยงด้วยอาหารสูตร 2 ให้ผลการทดลองดีที่สุดในส่วนของ อัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวัน (0.66 กก.) และต้นทุนค่าอาหารต่อน้ำหนักเพิ่ม 1 กิโลกรัม (33.65 บาท) นอกจากนี้ยังมีจำนวนวันที่

ทดลอง ประสิทธิภาพการใช้อาหาร และต้นทุนค่าอาหารทั้งหมด (60.50 วัน 2.47 และ 1,316.15 บาท ตามลำดับ) ใกล้เคียงกันกับสูตรอาหารควบคุม (59.63 วัน 2.43 และ 1313.77 บาท ตามลำดับ)

3. ไม่พบอิทธิพลร่วมระหว่างเพศกับสูตรอาหารต่อสมรรถภาพการผลิตของสุกร ($P>0.05$) แต่มีแนวโน้มว่าสุกรเพศผู้ตอนที่เลี้ยงด้วยอาหารที่มีเนื้อในเมล็ดยางพาราในระดับ 20 เปอร์เซ็นต์ของอาหารร่วมกับสาหร่ายหางกระรอกที่ระดับ 10 เปอร์เซ็นต์ (สูตร 2) มีปริมาณอาหารที่กินทั้งหมด และต้นทุนค่าอาหารทั้งหมด (95.00 กก. และ 1294.85 บาท ตามลำดับ) น้อยกว่ากลุ่มอื่นและใกล้เคียงกับสุกรเพศเมียที่เลี้ยงด้วยสูตรอาหารควบคุม (90.90 กก. 1270.78 บาท ตามลำดับ)

ระยะน้ำหนัก 60-90 กิโลกรัม

1. สุกรเพศผู้ตอนและเพศเมียที่เลี้ยงด้วยอาหารที่มีเนื้อในเมล็ดยางพาราในระดับ 20 เปอร์เซ็นต์ของอาหารร่วมกับสาหร่ายหางกระรอกที่ระดับ 0, 10, 15 และ 20 เปอร์เซ็นต์ของอาหาร มีสมรรถภาพการผลิตไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) แต่มีแนวโน้มว่าสุกรเพศผู้ตอนมีจำนวนวันที่ทดลอง อัตราการเจริญเติบโตต่อวัน ประสิทธิภาพการใช้อาหาร และต้นทุนค่าอาหารต่อน้ำหนักเพิ่ม 1 กิโลกรัมดีกว่าสุกรเพศเมีย

2. สุกรที่เลี้ยงด้วยอาหารทดลองทั้ง 4 สูตร มีสมรรถภาพการผลิตไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) ยกเว้นประสิทธิภาพการใช้อาหารของสุกรที่เลี้ยงด้วยอาหารสูตร 2 (2.74) ดีกว่าอาหารสูตร 3 (2.89) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) และไม่แตกต่างทางสถิติ ($P>0.05$) กับสูตรอาหารควบคุม (2.70) และสุกรที่เลี้ยงด้วยอาหารสูตร 2 ให้ผลการทดลองดีที่สุดในส่วนของจำนวนวันที่ทดลอง (34.13) อัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวัน (0.88 กก.) และต้นทุนค่าอาหารต่อน้ำหนักเพิ่ม 1 กิโลกรัม (35.03 บาท) นอกจากนี้ยังมีปริมาณอาหารที่กินทั้งหมด (80.90 กก.) ใกล้เคียงกันกับสูตรอาหารควบคุม (80.88 กก.)

3. ไม่พบอิทธิพลร่วมระหว่างเพศกับสูตรอาหารต่อสมรรถภาพการผลิตของสุกร ($P>0.05$) แต่มีแนวโน้มว่าสุกรเพศผู้ตอนและสุกรเพศเมียที่เลี้ยงด้วยอาหารที่มีเนื้อในเมล็ดยางพาราในระดับ 20 เปอร์เซ็นต์ของอาหารร่วมกับสาหร่ายหางกระรอกที่ระดับ 10 เปอร์เซ็นต์ (สูตร 2) และสุกรเพศผู้ตอนที่เลี้ยงด้วยอาหารสูตร 4 มีประสิทธิภาพการใช้อาหาร (2.76, 2.72 และ 2.71 ตามลำดับ) และต้นทุนค่าอาหารต่อน้ำหนักเพิ่ม 1 กิโลกรัม (35.32, 34.74 และ 34.12 บาท ตามลำดับ) ใกล้เคียงกับสุกรเพศผู้ตอนและเพศเมียที่เลี้ยงด้วยอาหารควบคุม (2.70 กับ 2.69 และ 35.50 กับ 35.35 บาท ตามลำดับ)

ระยะน้ำหนัก 20-90 กิโลกรัม

1. สุกรเพศผู้ตอนและเพศเมียที่เลี้ยงด้วยอาหารที่มีเนื้อในเมล็ดยางพาราในระดับ 20 เปอร์เซ็นต์ของอาหารร่วมกับสาหร่ายหางกระรอกที่ระดับ 0, 10, 15 และ 20 เปอร์เซ็นต์ของอาหาร มีสมรรถภาพการผลิตไม่แตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) แต่มีแนวโน้มว่าสุกรเพศผู้ตอนมีจำนวนวันที่ทดลองและอัตราการเจริญเติบโตต่อวัน (96.38 วัน และ 0.72 กก. ตามลำดับ) ดีกว่าสุกรเพศเมีย (101.06 วัน และ 0.69 กก. ตามลำดับ)

2. สุกรที่เลี้ยงด้วยอาหารทดลองสูตร 3 และสูตร 4 มีปริมาณอาหารที่กินทั้งหมด (189.28 และ 188.53 กก. ตามลำดับ) มากกว่าสุกรที่เลี้ยงด้วยอาหารสูตร 1 และ สูตร 2 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.01) (174.85 และ 177.46 กก. ตามลำดับ) และมีประสิทธิภาพการใช้อาหาร (2.75 และ 2.74 ตามลำดับ) ด้อยกว่าสุกรที่เลี้ยงด้วยสูตรอาหารควบคุม (สูตร 1) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05) (2.55) แต่สุกรที่เลี้ยงด้วยสูตร 1 และ 2 มีค่าเหล่านี้ไม่แตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) และมีแนวโน้มว่า สุกรที่เลี้ยงด้วยอาหารที่มีเนื้อในเมล็ดยางพาราในระดับ 20 เปอร์เซ็นต์ของอาหารร่วมกับสาหร่ายหางกระรอกที่ระดับ 10 เปอร์เซ็นต์ของอาหาร (สูตร 2) มีต้นทุนค่าอาหารต่อน้ำหนักเพิ่ม 1 กิโลกรัม (34.17 บาท ต่อกก.) และต้นทุนค่าอาหารทั้งหมด (2350.86 บาท) น้อยที่สุด

3. ไม่พบอิทธิพลร่วมระหว่างเพศกับสูตรอาหารต่อสมรรถภาพการผลิตของสุกร (P>0.05) แต่มีแนวโน้มว่าสุกรเพศผู้ตอนและสุกรเพศเมียที่เลี้ยงด้วยอาหารที่มีเนื้อในเมล็ดยางพาราในระดับ 20 เปอร์เซ็นต์ของอาหารร่วมกับสาหร่ายหางกระรอกที่ระดับ 10 เปอร์เซ็นต์ของอาหาร (สูตร 2) และสุกรเพศผู้ตอนที่เลี้ยงด้วยอาหารสูตร 4 มีปริมาณอาหารที่กินทั้งหมด (176.50, 178.43 และ 180.50 กก. ตามลำดับ) ต้นทุนค่าอาหารทั้งหมด (2337.24, 2364.48 และ 2361.49 บาท ตามลำดับ) ใกล้เคียงสุกรเพศผู้ตอนและเพศเมียที่เลี้ยงด้วยอาหารสูตรควบคุม (178.45 กับ 171.25 กก. และ 2426.35 กับ 2326.58 บาท ตามลำดับ) และสุกรเพศผู้ตอนที่เลี้ยงด้วยอาหารที่มีเนื้อในเมล็ดยางพาราในระดับ 20 เปอร์เซ็นต์ของอาหารร่วมกับสาหร่ายหางกระรอกที่ระดับ 10 เปอร์เซ็นต์ของอาหาร (สูตร 2) มีต้นทุนค่าอาหารต่อน้ำหนักเพิ่ม 1 กิโลกรัมถูกที่สุดเท่ากับสุกรเพศเมียที่เลี้ยงด้วยอาหารควบคุม (34.13 บาท)

บทที่ 5

สรุปและข้อเสนอแนะ

การศึกษาผลของอัตราส่วนของเนื้อในเมล็ดยางพาราและสาหร่ายหางกระรอกต่อสมรรถภาพการผลิตและการใช้ประโยชน์ได้ของอาหารในสุกร สามารถสรุปได้ดังนี้

1. สุกรที่ได้รับอาหารที่มีเนื้อในเมล็ดยางพาราในระดับ 20 เปอร์เซ็นต์ของอาหารร่วมกับสาหร่ายหางกระรอกที่ระดับ 10 เปอร์เซ็นต์ของอาหาร มีค่าการย่อยได้ของโภชนะต่าง ๆ ดีกว่าสูตรอาหารควบคุมและสูตรอื่นๆ แต่มีค่าชีวภาพปรากฏ พลังงานที่ย่อยได้ และพลังงานใช้ประโยชน์ได้ต่ำว่าสูตรอาหารควบคุม

2. พลังงานย่อยได้ของสูตรอาหารที่ใช้สาหร่ายหางกระรอก (สูตร 2 สูตร 3 และสูตร 4) มีค่าต่ำกว่าอาหารสูตรควบคุม ($P<0.05$) อย่างไรก็ตาม สูตรอาหารที่ใช้เนื้อในเมล็ดยางพาราและสาหร่ายหางกระรอกในอัตราส่วน 20 : 15 และ 20 : 20 เปอร์เซ็นต์ในอาหาร มีค่าพลังงานใช้ประโยชน์ได้ 3286.87 และ 3199.87 กิโลแคลอรี่/กิโลกรัม ตามลำดับ

3. อาหารที่มีเนื้อในเมล็ดยางพาราในระดับ 20 เปอร์เซ็นต์ของอาหารร่วมกับสาหร่ายหางกระรอกที่ระดับ 0, 10, 15 และ 20 เปอร์เซ็นต์ของอาหาร สามารถใช้เลี้ยงสุกรระยะเจริญเติบโต (20-60 กก.) โดยไม่ทำให้สุกรเพศผู้ตอนและเพศเมียมีสมรรถภาพการผลิตแตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) และสุกรที่เลี้ยงด้วยอาหารที่มีเนื้อในเมล็ดยางพาราในระดับ 20 เปอร์เซ็นต์ของอาหารร่วมกับสาหร่ายหางกระรอกที่ระดับ 10 เปอร์เซ็นต์ของอาหาร (สูตร 2) มีสมรรถภาพการผลิตใกล้เคียงกับสุกรที่เลี้ยงด้วยอาหารควบคุม

4. อาหารที่มีเนื้อในเมล็ดยางพาราในระดับ 20 เปอร์เซ็นต์ของอาหารร่วมกับสาหร่ายหางกระรอกที่ระดับ 0, 10, 15 และ 20 เปอร์เซ็นต์ของอาหาร สามารถใช้เลี้ยงสุกรโดยไม่ทำให้สุกรเพศผู้ตอนและเพศเมียมีสมรรถภาพการผลิตแตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) ยกเว้นประสิทธิภาพการใช้อาหารที่มีเนื้อในเมล็ดยางพาราในระดับ 20 เปอร์เซ็นต์ของอาหารร่วมกับสาหร่ายหางกระรอกที่ระดับ 15 เปอร์เซ็นต์ของอาหาร (สูตร 3) มีประสิทธิภาพการใช้อาหารด้อยกว่าสูตรอาหารควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) และสุกรที่เลี้ยงด้วยอาหารที่มีเนื้อในเมล็ดยางพาราในระดับ 20 เปอร์เซ็นต์ของอาหารร่วมกับสาหร่ายหางกระรอกที่ระดับ 10 เปอร์เซ็นต์ของอาหาร (สูตร 2) มีสมรรถภาพการผลิตใกล้เคียงกับสุกรที่เลี้ยงด้วยสูตรอาหารควบคุม

5. สุกรระยะเจริญเติบโตถึงระยะขุน (20-90 กก.) ที่เลี้ยงด้วยอาหารทดลองที่มีเนื้อในเมล็ดยางพาราในระดับ 20 เปอร์เซ็นต์ของอาหารร่วมกับสาหร่ายหางกระรอกที่ระดับ 15 และ 20

เปอร์เซ็นต์ของอาหาร (สูตร 3 และ สูตร 4) มีปริมาณอาหารที่กินทั้งหมดมากกว่าสุกรที่เลี้ยงด้วยอาหารสูตรควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) (189.28 188.53 และ 174.85 กก. ตามลำดับ) และมีประสิทธิภาพการใช้อาหารด้อยกว่าสุกรที่เลี้ยงด้วยสูตรอาหารควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) (2.75 2.74 และ 2.55 ตามลำดับ) สุกรที่เลี้ยงด้วยอาหารที่ใช้เนื้อในเมล็ดยางพาราในระดับ 20 เปอร์เซ็นต์ของอาหารร่วมกับสาหร่ายหางกระรอกที่ระดับ 10 เปอร์เซ็นต์ในอาหาร (สูตร 2) มีสมรรถภาพการผลิตใกล้เคียงกับสุกรที่เลี้ยงด้วยอาหารควบคุม

จากผลการทดลองสรุปได้ว่าอาหารที่ใช้เนื้อในเมล็ดยางพาราที่ระดับ 20 เปอร์เซ็นต์ของอาหารร่วมกับสาหร่ายหางกระรอกที่ระดับ 10 เปอร์เซ็นต์ในอาหาร ทำให้สุกรมีสมรรถภาพการผลิตดีที่สุด และการใช้สาหร่ายหางกระรอกมากกว่า 10 เปอร์เซ็นต์ในอาหาร ทำให้สมรรถภาพการผลิตของสุกรลดลง การเสริมสาหร่ายหางกระรอกที่ระดับ 10, 15 และ 20 เปอร์เซ็นต์ในอาหาร ทำให้ลักษณะทางกายภาพของอาหารมีลักษณะเป็นฝุ่น และมีความฟ่ามเพิ่มขึ้น แต่ถ้าแก้ปัญหาเหล่านี้ได้จะมีส่วนช่วยทำให้อาหารมีความน่ากินเพิ่มขึ้น สุกรที่เลี้ยงด้วยสูตรที่เสริมสาหร่ายหางกระรอกมีปริมาณอาหารที่กินต่อวันเพิ่มมากขึ้นกว่าที่ทดลอง และยังช่วยให้ต้นทุนค่าอาหารลดลงเช่นกัน

ข้อเสนอแนะ

สำหรับเกษตรกรที่ผสมอาหารเองควรใช้สาหร่ายหางกระรอกในระดับที่ไม่เกิน 10 เปอร์เซ็นต์ เมื่อใช้ร่วมกับเนื้อในเมล็ดยางพารา 20 เปอร์เซ็นต์ในอาหาร หากใช้สูงกว่านี้อาจจะมีผลต่อการใช้ประโยชน์ได้ของอาหาร ซึ่งสาหร่ายหางกระรอกสามารถใช้ทดแทนรำสกัดน้ำมันได้ดี และช่วยลดต้นทุนค่าอาหารให้ต่ำลง แต่ควรคำนึงถึงเรื่องการจัดการ ความสะดวก แรงงาน และเครื่องมืออุปกรณ์ต่าง ๆ ของการเตรียมเนื้อในเมล็ดยางพาราและสาหร่ายหางกระรอกบดแห้ง

เอกสารอ้างอิง

กรรณิการ์ สถาปิตานนท์,โชติ วิมลเฉลา, สุภัทรา มั่นสกุล และบัญชา อุดมศักดิ์. 2524. การทำสีจากน้ำมันเมล็ดยางพารา. ว. สนง. กก.วิจัย ช. 13 : 27.

เก็จมาศ เรืองประกาย. 2530. การใช้ข้าวเปลือกเหนียวบด และถั่วเหลืองต้มเสริมด้วยกรดอะมิโนในอาหารสุกรระยะรุ่น-ขุน. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

กำชัย ตันติกาพงศ์. 2544. การใช้เนื้อในเมล็ดยางพาราเสริมด้วยกรดแอมิโนแทนถั่วเหลืองไขมันสูงและกากถั่วเหลืองในอาหารสุกร (15-60 กก.). วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

กำชัย ตันติกาพงศ์, ยุทธนา ศิริวัธนนุกูล, เสาวนิต คูประเสริฐ และสุธา วัฒนสิทธิ์. 2551. ผลของการใช้เนื้อในเมล็ดยางพาราทดแทนกากถั่วเหลืองในอาหารต่อการย่อยได้และสมรรถภาพการผลิตของสุกรระยะเจริญเติบโต (นน. 35-60 กก.). รายงานการประชุมวิชาการสัตว-ศาสตร์ภาคใต้ครั้งที่ 5 ณ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ 14-15 สิงหาคม 2551 หน้า 27-38.

จุฑารัตน์ พรหมพฤกษ์. 2551. ผลของการใช้เนื้อในเมล็ดยางพาราทดแทนกากถั่วเหลืองในอาหารต่อสมรรถภาพการผลิตและลักษณะซากในสุกรขุน (25-95 กก.). วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

จุฑารัตน์ พรหมพฤกษ์ และ ยุทธนา ศิริวัธนนุกูล. 2551. ผลของเนื้อในเมล็ดยางพาราในอาหารและเพศต่อสมรรถภาพการเจริญเติบโตของสุกรระยะขุน (60-95 กก.). รายงานการประชุมวิชาการสัตวศาสตร์ภาคใต้ ครั้งที่ 5 ณ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ 14-15 สิงหาคม 2551 หน้า 39-49.

ประเสริฐ โพธิ์จันทร์ สุมน โพธิ์จันทร์ และเสาวคนธ์ โรจนสถิตย์. 2532. การขุนสุกรโดยใช้หญ้าขนสดทดแทนอาหารข้น ว. เกษตร 6.1 : 10-20.

เปลื้อง บุญแก้ว. 2552. การใช้เนื้อในเมล็ดยางพาราในอาหารไก่กระทง.วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

พันทิพา พงษ์เพียงจันทร์. 2538. หลักการอาหารสัตว์ เล่ม 2. เชียงใหม่: ภาควิชาสัตวศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

พันทิพา พงษ์เพียจันทร์. 2547. หลักโภชนศาสตร์และการประยุกต์. กรุงเทพฯ : โอเดียนสโตร์.

พานิช ทินนิมิตร. 2535. โภชนศาสตร์สัตว์ประยุกต์. สงขลา : ภาควิชาสัตวศาสตร์ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

ภิราภรณ์ ทุมรัตน์. 2552. ผลของเนื้อในเมล็ดยางพาราในอาหาร เพศ และน้ำหนักฆ่าต่อสมรรถภาพการผลิตและคุณภาพซากของสุกร. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

ภิราภรณ์ ทุมรัตน์ และยุทธนา ศิริวัธนนุกูล. 2551. ผลของเนื้อในเมล็ดยางพาราในอาหาร เพศ และน้ำหนักฆ่าต่อ สมรรถภาพการผลิตของสุกรระยะขุน (60-105 กก.). รายงานการประชุมวิชาการสัตวศาสตร์ภาคใต้ครั้งที่ 5 ณ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ 14-15 สิงหาคม 2551 หน้า 50-60.

มาลินี ลิ้มโภคา. 2523. พิษวิทยาและการวินิจฉัยโรคทางสัตวแพทย์. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์จรัลสนิทวงศ์.

ยุทธนา ศิริวัธนนุกูล. 2525. ผลของการใช้กากเมล็ดยางพาราต่อคุณลักษณะของสุกร. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ยุทธนา ศิริวัธนนุกูล. 2532. เทคโนโลยีการผลิตสุกร. สงขลา : ภาควิชาสัตวศาสตร์ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

ยุทธนา ศิริวัธนนุกูล. 2541. เอกสารคำสอนวิชาสถิติสำหรับการวิจัยทางเกษตร. สงขลา: ภาควิชาสัตว-ศาสตร์ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

ยุทธนา ศิริวัธนนุกูล และกำชัย ตันติกาพงศ์. 2545. คุณค่าทางอาหารและการลดกรดไฮโดรไซ-ยานิคในเนื้อในเมล็ดยางพารา. ว. วิทยาศาสตร์เกษตร 33 : 325-329.

ยุทธนา ศิริวัธนนุกูล, กำชัย ตันติกาพงศ์, เสาวนิต คูประเสริฐ และสุธา วัฒนสิทธิ์. 2547. ผลของการใช้เนื้อในเมล็ดยางพาราทดแทนถั่วเหลืองไขมันสูงในอาหารต่อการย่อยได้และสมรรถนะการผลิตของสุกรระยะเจริญเติบโต (นน. 15-30 กก.). รายงานการประชุมวิชาการสัตวศาสตร์ ภาคใต้ ครั้งที่ 3 ณ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ 18-19 สิงหาคม 2547 หน้า 129-137.

ยุทธนา ศิริวัธนนุกูล, กฤษณี นะธรรมโม, สำรวย มะลิถอด และอารีวรรณ กิตติวัฒน์. 2549. ผลของสมุนไพรสูตรพูฟฟ์ 1 ในอาหารและเพศต่อสมรรถภาพการผลิตของสุกรขุน (15-90 กก.). รายงานการประชุมวิชาการสัตวศาสตร์ภาคใต้ ครั้งที่ 4 ณ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ 15-16 สิงหาคม 2549 หน้า 111-127.

วิชิต สุวรรณปรีชา. 2530. ยางพารา. กรุงเทพฯ: สำนักงานกองทุนสงเคราะห์การทำสวนยาง กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

วินัย ประลมพ์กาญจน์. 2529. อาหารและการให้อาหารสุกร. สงขลา : ภาควิชาสัตวศาสตร์ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

วุฒิพร พรหมขุนทอง, กิจการ ศุภมาตย์ และดวงรัตน์ เทศประสิทธิ์. 2528. การใช้สาหร่ายหางกระรอก สาหร่ายพุงชะโด และผักตบชวาผสมในอาหารเพื่อใช้อนุบาลลูกปลาตะเพียนขาว. ว. สงขลานครินทร์ 7 : 371-376.

ศิริศักดิ์ โกศลคุณาภาณ์. 2531. ผลของการใช้กากเนื้อในเมล็ดยางพาราเสริมกรดอะมิโนสังเคราะห์ทดแทนกากถั่วเหลืองในอาหารสุกรรุ่นและขุน. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

สถาบันวิจัยการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง. 2546. ทะเลสาบสงขลาวิกฤตหนัก. (ออนไลน์) สืบค้นจาก : http://www.nicaonline.com/new-233.html [เข้าถึง เมื่อ 23 เมษายน 2554].

สนิท สโมสร. 2523. ยางพารา. ใน พืชสำคัญในภาคใต้. (พรชัย เหลืองอาภาพงศ์, บรรณาธิการ) หน้า 1-30. สงขลา : ภาควิชาพืชศาสตร์ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

สมภพ คำโอภาศ. 2544. อิทธิพลของเพศต่อสมรรถภาพการผลิต คุณภาพซากเนื้อและไขมันในสุกรขุน. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

สุชาดา ศรีเพ็ญ. 2542. พรรณไม้น้ำในประเทศไทย. กรุงเทพฯ : ภาควิชาพฤกษศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

สุภาพร สุกสีเหลือง. 2540. สาหร่ายหางกระรอก : สมุนไพรชนิดใหม่. ว. วิทยาศาสตร์ มศว. 13 : 76-80.

สำนักงานกองทุนสงเคราะห์การทำสวนยาง. 2540. การปลูกยางพารากระทรวงเกษตรและสหกรณ์. (ออนไลน์) สืบค้นจาก : http://www.rubber.co.th [เข้าถึง เมื่อ 28 สิงหาคม 2552].

สำนักงานกองทุนสงเคราะห์การทำสวนยาง. 2552. ยางพาราพืชเศรษฐกิจที่สำคัญของไทยจากอดีตถึงปัจจุบัน. (ออนไลน์) สืบค้นจาก : http://www.rubber.co.th [เข้าถึง เมื่อ 13 กรกฎาคม 2552].

เสาวนิต คูประเสริฐ. 2533. บทปฏิบัติการการวิเคราะห์คุณภาพอาหารสัตว์. สงขลา : ภาควิชาสัตว-ศาสตร์ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

เสาวนิต คูประเสริฐ. 2537. โภชนาศาสตร์สัตว์. สงขลา : ภาควิชาสัตวศาสตร์ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

อุทัย คันโธ. 2529. อาหารและการผลิตอาหารสุกรและสัตว์ปีก. นครปฐม : ศูนย์วิจัยและฝึกอบรมการเลี้ยงสุกรแห่งชาติ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

Babatunde, G. M. and Pond, W. G. 1987b. Nutritive value of rubber seed (*Hevea brasiliensis*) meal and oil ll. Rubber seed oil versus can oil in semipurified diets for rats. Nutr. Rep. Int. 13 : 13-19.

Babatunde, G. M., Pond, W. G. and Peo, E. R. 1990. Nutritive value of rubber seed (*Hevea brasiliensis*) meal : Utilization by growing pigs of semipurified diets in which rubber seed meal partially replaced soybean meal. J. Anim. Sci. 68 : 392-397.

Boyd, C. E. 1968. Fresh-water plants a potential source of protein. Econ. Bot. 22 : 359-368.

Boyd, C. E. 1974. Utilization of aquatic plants. *In* Aquatic Vegetation, Its Use and Control. (ed. D.S. Mitchell) pp. 107-115. Paris : UNESCO.

Dritz, S. S., Shi, I., Kielian, T. L., Goodband, R. D., Nelsen, J. L., Tokach, M. D., Chengappa, M. M., Smith, J. E. and Blecha, F. 1995. Influence of dietary ß-glucans on growth performance, nonspecific immunity and resistance to Streptococcus suis infection in weanling pigs. J. Anim. Sci. 73 : 3341-3350.

Easley, J. F. and Shirley, R. L. 1974. Nutrient elements for livestock in aquatic plants. Hyacinth Control J. 12 : 82-85.

Eka, H. D., Tajul Aris, Y. and Wan Nadiah, W. A. 2010. Potential use of Malaysian rubber (*Hevea brasiliensis*) seed as food, feed and biofuel. International Food Research J. 17 : 527-534.

Hahn, T. W., Lohakare, J. D., Lee, S. L., Moon, W. K . and Chae, B. J. 2006. Effects of supplementation of ß-glucans on growth performance, nutrient digestibility and immunity in weanling pigs. J. Anim. Sci. 84 : 1422-1428.

Hiss, S. and Sauerwein, H. 2003. Influence of dietary ß-glucans on growth performance, lymphocyte proliferation, specific immune response and heptoglobulin plasma concentrations in pigs. J. Nutri. 87 : 2-11.

Knudsen, K. E. B., Jensen, B. B. and Hansen, I. 1993. Oat bran but not a ß-glucans-enriched oat fraction enhances butyrate production in the large intestine of pig. J. Nutr. 123 : 1235-1247.

Latorre, M. A., Medel, P., Fuentetaja, A., Lazaro, R. and Matoes, G. G. 2003. Effect of gender, terminal sire line and age at slaughter on performance, carcass and meat quality of heavy pig. J. Anim. Sci. 77: 33-45.

Lizama, L. C., Marion, J. E. and Mcdowell, L. R. 1988. Utilization of aquatic plants *Elodea canadensis* and *Hydrilla verticillata* in broiler chick diets. Anim. Feed Sci. Technol. 20 : 155-161.

Mohammad, A. K., Ahmad, K. J. and Narendra, K. C. 2004. Growth, reproductive performance, muscle and egg composition in grass carp *Ctenopharyngodon idella* (Valenciennes) fed hydrilla or formula diets with varying protein levels. Aquaculture Research 35 : 1277-1285.

Muztar, A. J., Slinger, S. J. and Burton, J. H. 1976. Nutritive value of aquatic plants for chicks. Poult. Sci. 55 : 1917-1924.

Muztar, A. J., Slinger, S. J. and Burton, J. H. 1978. Chemical composition and nutrition value of Brazilian Elodea (*Egeria densa*) for the chick. Poult. Sci. 63 : 317-323.

Narahari, D. and Kothandaraman, P. 1984. Chemical composition and nutritional values of para-rubber seed and its products for chickens. Anim. Feed. Sci. and Techno. 10 : 257-267.

Noblet, J. and Goff, G. L. 2001. Effect of dietary fibre on the energy value of feed for pigs. J. Anim. Sci. 90 : 35-52.

NRC. 1988. Nutrient Requirements of Swine. Washington, D.C.: National Academy Press.

NRC. 1998. Nutrient Requirements of Swine. Washington, D.C. : National Academy Press.

Partridge, I. C. 1978. Studies on digestion and absorption in the intestines of growing pigs. Br. J. Nutr. 39 : 539-545.

Yee, T. T. 1970. Compositon and nutritive value of some grasses, plants and aquatic weeds tested as diets. J. Fish Biol. 2 : 253-257.

ภาคผนวก ก

ตารางภาคผนวกที่ 1 ส่วนประกอบทางเคมีและราคาของวัตถุดิบที่ใช้ในการคำนวณอาหารทดลอง (% ของอาหารในสภาพให้สัตว์กิน)

วัตถุดิบ	โปรตีน	ไลซีน	เมทไธโอนีน +ซีสตีส	ธรีโอนีน	ทริฟโทเฟน	พลังงานใช้ประโยชน์ได้ (กิโลแคลอรี/กิโลกรัม)	ราคา[1] (บาท/กก.)
ปลายข้าว	7.50	0.27	0.32	0.36	0.10	3,590	10.00
ข้าวโพด	8.49	0.26	0.36	0.29	0.06	3,275	9.00
รำสกัดน้ำมัน	13.30	0.55	0.52	0.44	0.13	2,200	7.50
สาหร่ายหางกระรอก	13.45	0.57	0.37	0.50	-	1,545[3]	6.00[2]
เนื้อในเมล็ดยางพารา	19.90	0.39	0.42	0.43	0.14	5,135[3]	13.50[2]
ปลาป่น	55.0	3.36	0	2.17	0.65	2,550	34.00
กากถั่วเหลือง	44.0	2.74	1.97	1.66	0.71	2,850	18.60
เปลือกหอย	0	0	0	0	0	0	5.00
ไดแคลเซียม 14%	0	0	0	0	0	0	6.00
เกลือ	0	0	0	0	0	0	6.70
ไลซีน	0	0	0	0	0	0	75.00
วิตามินและแร่ธาตุ	0	0	0	0	0	0	150.00
สมุนไพรสูตรพูฟฟ์ 1	0	0	0	0	0	0	100.00

หมายเหตุ : [1] ราคาวัตถุดิบอาหารสัตว์ที่ทดลองโดย เฉลี่ยระหว่าง เดือนพฤศจิกายน 2552 ถึง เดือนสิงหาคม 2553 จากร้านขายวัตถุดิบอาหารสัตว์ใน อ. หาดใหญ่ จ. สงขลา

[2] เป็นราคาที่ผ่านการแปรรูปและพร้อมที่จะใช้เตรียมอาหารทดลอง

[3] คำนวณตาม Noblet และ Perez (1993) ด้วยสูตร DE = 4151 - (122 x % Ash) + (23 x % CP) + (38 x % EE) - (64 x % CF) โดยมีค่า R^2 = 0.89 และคำนวณตาม ยุทธนา (2532) ด้วยสูตร ME = DE x (96 - (0.202 x % โปรตีนในอาหาร)) / 100

ที่มา : ยุทธนา (2532) และ NRC (1988)

ภาคผนวก ข

แสดงตารางวิเคราะห์วาเรียนซ์ของการทดลองที่ 1

ตารางภาคผนวกที่ 2 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าเปอร์เซ็นการย่อยได้ของวัตถุแห้ง

Sov.	df	MS	F	P
Period	3	7.44	0.70	0.57
Pig	3	1.99	0.19	0.90
Diet	3	4.96	0.47	0.72
Error	6	10.65		
Total	**15**		**CV = 3.80 %**	

ตารางภาคผนวกที่ 3 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าเปอร์เซ็นการย่อยได้ของโปรตีน

Sov.	df	MS	F	P
Period	3	12.80	1.07	0.43
Pig	3	3.11	0.26	0.85
Diet	3	6.34	0.53	0.68
Error	6	11.95		
Total	**15**		**CV = 4.03 %**	

ตารางภาคผนวกที่ 4 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าเปอร์เซ็นการย่อยได้ของไขมัน

Sov.	df	MS	F	P
Period	3	1.77	0.36	0.78
Pig	3	1.76	0.36	0.78
Diet	3	3.12	0.64	0.62
Error	6	4.87		
Total	**15**		**CV = 2.40 %**	

ตารางภาคผนวกที่ 5 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าเปอร์เซ็นการย่อยได้ของเยื่อใย

Sov.	**df**	**MS**	**F**	**P**
Period	3	11.62	0.28	0.84
Pig	3	46.30	1.11	0.42
Diet	3	56.43	1.35	0.34
Error	6	41.80		
Total	**15**		**CV = 8.85 %**	

ตารางภาคผนวกที่ 6 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าเปอร์เซ็นการย่อยได้ของเถ้า

Sov.	**df**	**MS**	**F**	**P**
Period	3	17.85	0.24	0.87
Pig	3	4.31	0.06	0.98
Diet	3	50.70	0.68	0.60
Error	6	74.50		
Total	**15**		**CV = 13.31 %**	

ตารางภาคผนวกที่ 7 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าเปอร์เซ็นการย่อยได้ของไนโตรเจนฟรีเอกซ์แทรก

Sov.	**df**	**MS**	**F**	**P**
Period	3	7.98	1.61	0.28
Pig	3	0.81	0.16	0.92
Diet	3	5.41	1.09	0.42
Error	6	4.95		
Total	**15**		**CV = 2.46 %**	

ตารางภาคผนวกที่ 8 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของการย่อยได้ของพลังงาน

Sov.	**df**	**MS**	**F**	**P**
Period	3	13.87	1.39	0.33
Pig	3	1.54	0.15	0.92
Diet	3	5.52	0.55	0.66
Error	6	9.97		
Total	**15**		**CV = 3.65 %**	

ตารางภาคผนวกที่ 9 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าชีวภาพปรากฏ

Sov.	**df**	**MS**	**F**	**P**
Period	3	134.36	3.49	0.09
Pig	3	16.79	0.44	0.74
Diet	3	43.80	1.14	0.41
Error	6	38.51		
Total	**15**		**CV = 8.58 %**	

ตารางภาคผนวกที่ 10 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าพลังงานย่อยได้

Sov.	**df**	**MS**	**F**	**P**
Period	3	28115.14	1.39	0.34
Pig	3	3623.50	0.18	0.91
Diet	3	138231.93	6.81	0.02
Error	6	20302.54		
Total	**15**		**CV = 3.76 %**	

ตารางภาคผนวกที่ 11 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าพลังงานใช้ประโยชน์ได้

Sov.	df	MS	F	P
Period	3	77043.21	5.63	0.06
Pig	3	9723.91	0.71	0.58
Diet	3	143142.90	10.47	0.09
Error	6	13677.94		
Total	**15**		**CV = 3.47 %**	

แสดงตารางวิเคราะห์วาเรียนซ์ของการทดลองที่ 2

ตารางภาคผนวกที่ 12 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าเฉลี่ยน้ำหนักเริ่มต้นการทดลองระยะน้ำหนัก 20-60 กิโลกรัม

Sov.	df	MS	F	P
Gender	1	2.53	0.45	0.51
Diet	3	0.90	0.16	0.92
Gen*diet	3	0.72	0.13	0.94
Error	24	5.60		
Total	**31**		**CV = 10.91 %**	

ตารางภาคผนวกที่ 13 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าเฉลี่ยน้ำหนักสิ้นสุดการทดลองระยะน้ำหนัก 20-60 กิโลกรัม

Sov.	df	MS	F	P
Gender	1	1.13	0.92	0.54
Diet	3	0.90	0.31	0.82
Gen*diet	3	0.06	0.22	1.00
Error	24	2.87		
Total	**31**		**CV = 2.79 %**	

ตารางภาคผนวกที่ 14 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าเฉลี่ยน้ำหนักเพิ่มตลอดการทดลอง ระยะน้ำหนัก 20-60 กิโลกรัม

Sov.	**df**	**MS**	**F**	**P**
Gender	1	0.28	0.03	0.86
Diet	3	1.27	0.15	0.93
Gen*diet	3	0.72	0.08	0.97
Error	24	8.78		
Total	**31**		**CV = 7.60 %**	

ตารางภาคผนวกที่ 15 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าเฉลี่ยจำนวนวันที่ทดลองในสุกร ระยะน้ำหนัก 20-60 กิโลกรัม

Sov.	**df**	**MS**	**F**	**P**
Gender	1	16.53	0.26	0.62
Diet	3	59.12	0.93	0.44
Gen*diet	3	43.37	0.68	0.57
Error	24	63.53		
Total	**31**		**CV = 12.83 %**	

ตารางภาคผนวกที่ 16 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าเฉลี่ยอัตราการเจริญเติบโตต่อวันในสุกรทดลองระยะน้ำหนัก 20-60 กิโลกรัม

Sov.	**df**	**MS**	**F**	**P**
Gender	1	0.002	0.41	0.53
Diet	3	0.005	1.10	0.37
Gen*diet	3	0.002	0.57	0.64
Error	24	0.004		
Total	**31**		**CV = 10.04 %**	

ตารางภาคผนวกที่ 17 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าเฉลี่ยปริมาณอาหารที่กินทั้งหมดในสุกรทดลองระยะน้ำหนัก 20-60 กิโลกรัม

Sov.	**df**	**MS**	**F**	**P**
Gender	1	5.95	0.11	0.74
Diet	3	179.09	3.42	0.03
Gen*diet	3	72.39	1.38	0.27
Error	24	52.40		
Total	**31**		**CV = 7.30 %**	

ตารางภาคผนวกที่ 18 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าเฉลี่ยปริมาณอาหารที่กินต่อวันในสุกรทดลองระยะน้ำหนัก 20-60 กิโลกรัม

Sov.	**df**	**MS**	**F**	**P**
Gender	1	7.81	0.002	0.97
Diet	3	0.01	0.22	0.88
Gen*diet	3	0.009	0.17	0.92
Error	24	0.05		
Total	**31**		**CV = 13.89 %**	

ตารางภาคผนวกที่ 19 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าเฉลี่ยประสิทธิภาพการใช้อาหารทดลองระยะน้ำหนัก 20-60 กิโลกรัม

Sov.	**df**	**MS**	**F**	**P**
Gender	1	0.01	0.16	0.69
Diet	3	0.12	1.46	0.25
Gen*diet	3	0.03	0.40	0.76
Error	24	0.08		
Total	**31**		**CV = 11.09 %**	

ตารางภาคผนวกที่ 20 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าเฉลี่ยต้นทุนค่าอาหารต่อน้ำหนักเพิ่มในสุกรทดลองระยะน้ำหนัก 20-60 กิโลกรัม

Sov.	**df**	**MS**	**F**	**P**
Gender	1	2.22	0.15	0.70
Diet	3	12.34	0.83	0.49
Gen*diet	3	6.10	0.41	0.75
Error	24	14.83		
Total	**31**		**CV = 11.04 %**	

ตารางภาคผนวกที่ 21 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าเฉลี่ยต้นทุนค่าอาหารทั้งหมดในสุกรทดลองระยะน้ำหนัก 20-60 กิโลกรัม

Sov.	**df**	**MS**	**F**	**P**
Gender	1	950.48	0.10	0.76
Diet	3	16947.63	1.73	0.19
Gen*diet	3	13552.19	1.38	0.27
Error	24	9802.18		
Total	**31**		**CV = 7.31 %**	

ตารางภาคผนวกที่ 22 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าเฉลี่ยน้ำหนักสิ้นสุดการทดลองระยะน้ำหนัก 60-90 กิโลกรัม

Sov.	**df**	**MS**	**F**	**P**
Gender	1	0.13	0.06	0.82
Diet	3	0.38	0.17	0.92
Gen*diet	3	0.54	0.24	0.87
Error	24	2.25		
Total	**31**		**CV = 1.66 %**	

ตารางภาคผนวกที่ 23 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าเฉลี่ยน้ำหนักเพิ่มตลอดการทดลองระยะน้ำหนัก 60-90 กิโลกรัม

Sov.	**df**	**MS**	**F**	**P**
Gender	1	0.50	0.12	0.73
Diet	3	1.02	0.25	0.86
Gen*diet	3	0.40	0.10	0.96
Error	24	4.03		
Total	**31**		**CV = 6.72 %**	

ตารางภาคผนวกที่ 24 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าเฉลี่ยจำนวนวันที่ทดลองในสุกรระยะน้ำหนัก 60-90 กิโลกรัม

Sov.	**df**	**MS**	**F**	**P**
Gender	1	84.50	2.10	0.16
Diet	3	24.42	0.61	0.62
Gen*diet	3	4.58	0.11	0.95
Error	24	40.17		
Total	**31**		**CV = 17.30 %**	

ตารางภาคผนวกที่ 25 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าเฉลี่ยอัตราการเจริญเติบโตต่อวันในสุกรทดลองระยะน้ำหนัก 60-90 กิโลกรัม

Sov.	**df**	**MS**	**F**	**P**
Gender	1	0.05	3.00	0.10
Diet	3	0.01	0.47	0.71
Gen*diet	3	0.003	0.20	0.90
Error	24	0.02		
Total	**31**		**CV = 17.03 %**	

ตารางภาคผนวกที่ 26 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าเฉลี่ยปริมาณอาหารที่กินทั้งหมดในสุกรทดลองระยะน้ำหนัก 60-90 กิโลกรัม

Sov.	**df**	**MS**	**F**	**P**
Gender	1	20.00	0.40	0.53
Diet	3	82.72	1.66	0.20
Gen*diet	3	39.67	0.80	0.51
Error	24	49.93		
Total	**31**		**CV = 8.47 %**	

ตารางภาคผนวกที่ 27 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าเฉลี่ยปริมาณอาหารที่กินต่อวันในสุกรทดลองระยะน้ำหนัก 60-90 กิโลกรัม

Sov.	**df**	**MS**	**F**	**P**
Gender	1	0.19	1.62	0.22
Diet	3	0.07	0.65	0.59
Gen*diet	3	0.04	0.35	0.79
Error	24	0.11		
Total	**31**		**CV = 14.30 %**	

ตารางภาคผนวกที่ 28 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าเฉลี่ยประสิทธิภาพการใช้อาหารทดลองระยะน้ำหนัก 60-90 กิโลกรัม

Sov.	**df**	**MS**	**F**	**P**
Gender	1	0.05	2.67	0.12
Diet	3	0.06	3.73	0.02
Gen*diet	3	0.04	2.25	0.11
Error	24	0.02		
Total	**31**		**CV = 5.07 %**	

ตารางภาคผนวกที่ 29 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าเฉลี่ยต้นทุนค่าอาหารต่อน้ำหนักเพิ่มในสุกรทดลองระยะน้ำหนัก 60-90 กิโลกรัม

Sov.	**df**	**MS**	**F**	**P**
Gender	1	7.28	2.60	0.12
Diet	3	4.08	1.46	0.25
Gen*diet	3	6.06	2.17	0.12
Error	24	2.80		
Total	**31**		**CV = 4.68 %**	

ตารางภาคผนวกที่ 30 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าเฉลี่ยต้นทุนค่าอาหารทั้งหมดในสุกรทดลองระยะน้ำหนัก 60-90 กิโลกรัม

Sov.	**df**	**MS**	**F**	**P**
Gender	1	3122.08	0.39	0.54
Diet	3	8522.32	1.05	0.39
Gen*diet	3	6344.80	0.78	0.52
Error	24	8112.43		
Total	**31**		**CV = 8.43 %**	

ตารางภาคผนวกที่ 31 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าเฉลี่ยน้ำหนักเพิ่มตลอดการทดลองระยะน้ำหนัก 20-90 กิโลกรัม

Sov.	**df**	**MS**	**F**	**P**
Gender	1	1.53	0.22	0.64
Diet	3	0.15	0.02	1.00
Gen*diet	3	1.97	0.28	0.84
Error	24	6.98		
Total	**31**		**CV = 3.85 %**	

ตารางภาคผนวกที่ 32 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าเฉลี่ยจำนวนวันที่ทดลองในสุกรระยะน้ำหนัก 20-90 กิโลกรัม

Sov.	**df**	**MS**	**F**	**P**
Gender	1	175.78	1.67	0.21
Diet	3	97.03	0.92	0.45
Gen*diet	3	41.62	0.40	0.76
Error	24	105.20		
Total	**31**		**CV = 10.38 %**	

ตารางภาคผนวกที่ 33 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าเฉลี่ยอัตราการเจริญเติบโตต่อวันในสุกรทดลองระยะน้ำหนัก 20-90 กิโลกรัม

Sov.	**df**	**MS**	**F**	**P**
Gender	1	0.01	2.46	0.13
Diet	3	0.004	1.02	0.40
Gen*diet	3	0.002	0.39	0.76
Error	24	0.004		
Total	**31**		**CV = 9.04 %**	

ตารางภาคผนวกที่ 34 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าเฉลี่ยปริมาณอาหารที่กินทั้งหมดในสุกรทดลองระยะน้ำหนัก 20-90 กิโลกรัม

Sov.	**df**	**MS**	**F**	**P**
Gender	1	47.78	0.54	0.47
Diet	3	442.93	5.04	0.008
Gen*diet	3	193.51	2.20	0.11
Error	24	87.88		
Total	**31**		**CV = 5.14 %**	

ตารางภาคผนวกที่ 35 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าเฉลี่ยปริมาณอาหารที่กินต่อวันในสุกรทดลองระยะน้ำหนัก 20-90 กิโลกรัม

Sov.	**df**	**MS**	**F**	**P**
Gender	1	0.03	0.85	0.37
Diet	3	0.02	0.53	0.67
Gen*diet	3	0.01	0.30	0.82
Error	24	0.03		
Total	**31**		**CV = 9.31 %**	

ตารางภาคผนวกที่ 36 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าเฉลี่ยประสิทธิภาพการใช้อาหารทดลองระยะน้ำหนัก 20-90 กิโลกรัม

Sov.	**df**	**MS**	**F**	**P**
Gender	1	0.02	0.93	0.35
Diet	3	0.09	3.43	0.03
Gen*diet	3	0.03	1.26	0.31
Error	24	0.03		
Total	**31**		**CV = 6.54 %**	

ตารางภาคผนวกที่ 37 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าเฉลี่ยต้นทุนค่าอาหารต่อน้ำหนักเพิ่มในสุกรทดลองระยะน้ำหนัก 60-90 กิโลกรัม

Sov.	**df**	**MS**	**F**	**P**
Gender	1	3.90	0.88	0.36
Diet	3	7.26	1.65	0.21
Gen*diet	3	5.59	1.27	0.31
Error	24	4.41		
Total	**31**		**CV = 5.97 %**	

ตารางภาคผนวกที่ 38 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าเฉลี่ยต้นทุนค่าอาหารทั้งหมดในสุกรทดลองระยะน้ำหนัก 20-90 กิโลกรัม

Sov.	**df**	**MS**	**F**	**P**
Gender	1	7518.75	0.49	0.49
Diet	3	37728.60	2.46	0.09
Gen*diet	3	33898.70	2.21	0.11
Error	24	15333.04		
Total	**31**		**CV = 5.11 %**	

ภาคผนวก ค

ภาพประกอบภาคผนวก

ภาพภาคผนวกที่ 1 ตู้อบควันไฟเมล็ดยางพารา

ภาพภาคผนวกที่ 2 เครื่องกะเทาะเปลือกเมล็ดยางพารา

ภาพภาคผนวกที่ 3 เครื่องแยกเปลือกเมล็ดยางพารา

ภาพภาคผนวกที่ 4 การตากเนื้อในเมล็ดยางพารา

ภาพภาคผนวกที่ 5 ตู้อบเนื้อในเมล็ดยางพารา **ภาพภาคผนวกที่ 6** การเก็บเนื้อในเมล็ดยางพาราใส่ถุงหลังอบ

ภาพภาคผนวกที่ 7 เครื่องบดเนื้อในเมล็ดยางพารา **ภาพภาคผนวกที่ 8** เนื้อในเมล็ดยางพาราที่ผ่านการบด

ภาพภาคผนวกที่ 9 การตากแห้งสาหร่ายหางกระรอก **ภาพภาคผนวกที่ 10** การเก็บสาหร่ายใส่ถุงหลังตากแห้ง

ภาพภาคผนวกที่ 11 เครื่องบดสาหร่าย

ภาพภาคผนวกที่ 12 เครื่องผสมอาหารสัตว์แบบถังนอน

ภาพภาคผนวกที่ 13 กรงศึกษาหาการย่อยได้

ภาพภาคผนวกที่ 14 กรงสุกรขังเดี่ยว

ภาพภาคผนวกที่ 15 การนำมูลและปัสสาวะมารวมกันในแต่ละรอบและสุ่มเก็บตัวอย่าง

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ สกุล นายประวิทย์ รอดจันทร์

รหัสประจำตัวนักศึกษา 5110620017

วุฒิการศึกษา

วุฒิ	ชื่อสถาบัน	ปีที่สำเร็จการศึกษา
วิทยาศาสตรบัณฑิต (วท.บ.) สาขาเทคโนโลยีการผลิตสัตว์	มหาวิทยาลัยทักษิณ	2550

การตีพิมพ์เผยแพร่ผลงาน

ประวิทย์ รอดจันทร์, ยุทธนา ศิริวัธนนุกูล และวันวิศาข์ งามผ่องใส. 2554. ผลของอัตราส่วนของเนื้อในเมล็ดยางพาราและสาหร่ายหางกระรอกในอาหารต่อการย่อยได้ของโภชนะต่างๆในสุกร. การประชุมวิชาการเสนอผลงานวิจัยระดับบัณฑิตศึกษา ครั้งที่ 12 (The 12th Graduate Research Conference) ณ อาคารวิทยาลัยการปกครองท้องถิ่น มหาวิทยาลัยขอนแก่น 28 มกราคม 2554. หน้า 582-590.