

ผลของสัดส่วนของเนื้อในเมล็ดยางพาราและสาหร่ายหางกระรอกในอาหารต่อการย่อยได้ของโภชนะ
ต่างๆในสุกร

Effects of Para Rubber Seed Kernel and *Hydrilla verticillata* Algae Ratio in Diet on Nutrient
Digestibility in Pigs

ประวิทย์ รอดจันทร์ (Prawit Rodjan)* ยุทธนา สิริวัฒนกุล (Yuthana Siriwithananukul)**

วันวิสาข์ งามพ่องใส (Wanwisa Ngampongsai)**

บทคัดย่อ

การศึกษาผลของสัดส่วนของเนื้อในเมล็ดยางพาราและสาหร่ายหางกระรอกในอาหาร ต่อการย่อยได้ของโภชนะ
ต่างๆในสุกร การทดลองนี้จัดทรีทเมนต์แบบ 4x4 ลาตินสแควร์ โดยใช้สุกรเพศผู้ตอน (ดуроค x แลนเรซ x ลาร์จไวท์)
น้ำหนักเฉลี่ย 19 กิโลกรัม จำนวน 4 ตัว เลี้ยงด้วยอาหาร 4 สูตรคือ สูตรอาหารที่ใช้เนื้อในเมล็ดยางพาราในระดับ 20
เปอร์เซ็นต์ของอาหารร่วมกับสาหร่ายหางกระรอกที่ระดับ 0, 10, 15 และ 20 เปอร์เซ็นต์ของอาหาร ทำการเก็บมูลและ
ปัสสาวะเป็นเวลาครั้งละ 5 วัน ในจำนวน 4 ครั้งของการเก็บข้อมูล ผลการทดลองพบว่า เปอร์เซ็นต์การย่อยได้ของวัตถุ
แห้ง โปรตีน ไขมัน เยื่อใย เถ้า ไนโตรเจนฟรีเอ็กซ์แทรก ค่าชีวภาพและพลังงานใช้ประโยชน์ได้มีค่าใกล้เคียงกัน ยกเว้น
สุกรที่เลี้ยงด้วยสูตรอาหารที่มีสาหร่ายหางกระรอก 10-20 เปอร์เซ็นต์ มีค่าพลังงานย่อยได้ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทาง
สถิติ ($P<0.05$)

ABSTRACT

The experiment was conducted to determine the effect of para rubber seed kernel and *Hydrilla verticillata* algae
ratio in diet on nutrient digestibility in pigs. A 4x4 latin square design was used in this study. Four crossbred (Duroc
x Landrace x Large White) barrows with 19 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.
Pigs were raised in individual metabolism cages ; feces and urine were collected in each 5 days of 4 times of data
collection. The results showed that nutrient digestibility percentage of dry matter, protein, fat, fiber, ash, NFE,
biological value and metabolizable energy were not significantly differences ($P>0.05$) in pig fed with different diets
except pigs fed with algae at levels 10-20 % in the diets had significantly ($P<0.05$) lower digestible energy than pigs
fed with control diet.

คำสำคัญ : สุกร การย่อยได้ของโภชนะ สาหร่ายหางกระรอก

Key Words : pigs, nutrient digestibility, *Hydrilla verticillata*

* มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ภาควิชาสัตวศาสตร์ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

** รองศาสตราจารย์ ภาควิชาสัตวศาสตร์ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

บทนำ

การเลี้ยงสุกรมีการขยายตัวมากขึ้นทำให้วัตถุดิบอาหารสัตว์ไม่พอเพียงและมีราคาสูงขึ้น จึงได้นำเนื้อในเมล็ดยางพารามาใช้ในสูตรอาหารเป็นแหล่งโปรตีนและพลังงาน เนื่องจากเนื้อในเมล็ดยางพารามีโภชนะสูงคือมีโปรตีนรวม 17.16 เปอร์เซ็นต์ ไขมันรวม 42.60 เปอร์เซ็นต์ (ยุทธนา และกำชัย, 2545) และยังเป็นแหล่งของกรดแอมิโนที่จำเป็นต่อร่างกายได้แก่ เมทไธโอนีน (methionine) (กำชัย, 2544) และทริฟโตเฟน (tryptophan) (อุทัย, 2529) และสามารถหาได้ในประเทศ แต่การใช้เนื้อในเมล็ดยางพาราในสูตรอาหารยังมีข้อจำกัดคือ ทำให้พลังงานและไขมันในสูตรอาหารสูงซึ่งมีผลต่อคุณภาพซาก การอัดเม็ดอาหารทำได้ยาก อาหารเหม็นหืนได้ง่าย และอาหารเก็บได้ไม่นาน (ภิราภรณ์, 2552) ดังนั้นจึงควรนำวัตถุดิบชนิดอื่นที่มีไขมัน และพลังงานต่ำมาใช้ร่วมกับเนื้อในเมล็ดยางพารา สำหรับทางกระรอกเป็นพืชที่มีอยู่ตามธรรมชาติในแหล่งน้ำจืด มีพลังงานรวม และไขมันรวมต่ำจึงน่าจะนำมาใช้ร่วมกับเนื้อในเมล็ดยางพารา เพื่อช่วยลดพลังงานของสูตรอาหาร ซึ่งสำหรับทางกระรอกนั้นมีโภชนะที่ดีมีโปรตีนรวม 16 เปอร์เซ็นต์ ไขมันรวม 3.5 เปอร์เซ็นต์ เถ้า 18.2 เปอร์เซ็นต์ และเยื่อใยรวม 27 เปอร์เซ็นต์ (Mohammad *et al.*, 2004) หากนำเนื้อในเมล็ดยางพาราสมากร่วมกับสำหรับทางกระรอกในสัดส่วนที่เหมาะสมโดยไม่ส่งผลกระทบต่อสมรรถภาพการผลิต การใช้ประโยชน์ได้ของอาหาร และคุณภาพซาก ก็จะช่วยแก้ไขปัญหาคาสมไขมันที่ซากและช่วยลดต้นทุนในการผลิตให้แก่เกษตรกรได้อีกด้วย

ดังนั้นการทดลองครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการย่อยได้ของโภชนะในสุกรที่เลี้ยงด้วยอาหารที่ใช้เนื้อในเมล็ดยางพาราและสำหรับทางกระรอกในสัดส่วนที่แตกต่างกัน ประเมินค่าการย่อยได้ของวัตถุดิบ โปรตีน ไขมัน เยื่อใย เถ้า ไนโตรเจนฟรีเอ็กซ์แทรก พลังงานใช้ประโยชน์ได้ และค่าทางชีวภาพของโปรตีนของสุกรที่เลี้ยงด้วยสูตรอาหารทดลอง

วัสดุอุปกรณ์และวิธีการทดลอง

สัตว์ทดลอง

การทดลองครั้งนี้ใช้สุกรเพศผู้ตอนลูกผสม 3 สายเลือด (Duroc x Landrace x Large White) จำนวน 4 ตัว น้ำหนักเฉลี่ย 19 กิโลกรัม นำไปเลี้ยงในกรงศึกษาหาการย่อยได้ (metabolism cage)

อาหารทดลอง

จัดเตรียมอาหารทดลอง 4 สูตร แต่ละสูตรคำนวณให้มีโปรตีน 18 เปอร์เซ็นต์ มีปริมาณกรดแอมิโนชนิดต่างๆ ไม่ต่ำกว่าที่ NRC (1998) แนะนำ และมีโภชนะต่างๆ ไม่ต่ำกว่าที่ NRC (1998 และ 1988) แนะนำ โดยประกอบด้วยสูตรอาหารที่ใช้เนื้อในเมล็ดยางพาราในระดับ 20 เปอร์เซ็นต์ของอาหารร่วมกับสำหรับทางกระรอกที่ระดับ 0, 10, 15 และ 20 เปอร์เซ็นต์ของอาหาร สำหรับผลการวิเคราะห์ทางเคมีของเนื้อในเมล็ดยางพาราและสำหรับทางกระรอกที่ใช้สำหรับเตรียมอาหารทดลองได้แสดงไว้ในตารางที่ 1 ในการประกอบสูตรอาหารทดลองเมื่อใช้สำหรับทางกระรอกเพิ่มขึ้นในสูตรอาหาร จะลดราคาต้นทุนจากสูตรอาหารควบคุมเป็นหลัก ดังแสดงในตารางที่ 2

วิธีการทดลอง

วางแผนการทดลองแบบ 4x4 ลาตินสแควร์ (4x4 latin square design) ตามวิธีการวางแผนการทดลองที่รายงานโดย ยุทธนา (2541) โดยมีความแตกต่างของหน่วยทดลองในแนวดิ่ง (column) คือ สุกรเพศผู้ตอน 4 ตัว และมีความแตกต่างของหน่วยทดลองในแนวนอน (row) คือ ระยะเวลาการเก็บมูล 4 ระยะ ที่สุกรทุกตัวจะถูกเก็บข้อมูลและการทดลองครั้งนี้ประกอบด้วย 4 ทรีทเมนต์ คือ

ทรีทเมนต์ที่ 1 สูตรอาหารที่ใช้เนื้อในเมล็ดยางพารา : สำหรับทางกระรอกคือ 20 : 0 % ในสูตรอาหาร
ทรีทเมนต์ที่ 2 สูตรอาหารที่ใช้เนื้อในเมล็ดยางพารา : สำหรับทางกระรอกคือ 20 : 10 % ในสูตรอาหาร
ทรีทเมนต์ที่ 3 สูตรอาหารที่ใช้เนื้อในเมล็ดยางพารา : สำหรับทางกระรอกคือ 20 : 15 % ในสูตรอาหาร

ทริทเมนต์ที่ 4 สูตรอาหารที่ใช้เนื้อในเมล็ดยางพารา :
สำหรับหว่านกระรอกคือ 20 : 20 % ในสูตรอาหาร

การให้อาหาร การเก็บมูล และการเก็บปัสสาวะ

การให้อาหาร การเก็บมูล และการเก็บปัสสาวะจะ
คัดแปลงจากวิธีของยุทธนา (2525) แบ่งเป็น 2 ระยะ

ระยะที่ 1 ระยะปรับตัวและปรับอาหาร ใช้เวลา 5
วัน (10 มือ) ทุกครั้งก่อนการเก็บข้อมูลโดยสุกรแต่ละตัว
เลี้ยงในกรงศึกษาการย่อยได้ของอาหาร ให้อาหาร
ในช่วงเช้าเวลา 7.00 นาฬิกา และช่วงเย็น 16.00 นาฬิกา
เพื่อให้สุกรคุ้นเคยกับกรงทดลอง อาหารทดลอง และให้
สุกรจับถาดอาหารเก่าที่ตกค้างในทางเดินอาหารออกให้
หมดก่อนที่จะเก็บข้อมูล ระหว่างการปรับเปลี่ยนอาหาร
ให้สุกรกินอาหารเต็มที่ในแต่ละมือและน้ำที่ใสไม่เกิน
2-2.5 เท่าของอาหารที่กิน โดยให้สุกรกินอาหารครั้งละ
น้อยๆ เมื่อสุกรกินหมดจะเติมให้ใหม่ สำหรับน้ำให้
หลังจากสุกรกินอาหารหมดในแต่ละครั้ง เมื่อสุกรหยุด
กินอาหารก็ไม่ต้องเติมอาหารอีก รอจนกว่าสุกรกิน
อาหารหมดแล้วจึงให้น้ำที่เหลือ

ระยะที่ 2 ระยะเก็บข้อมูล การให้อาหาร การเก็บ
มูล และการเก็บปัสสาวะดังนี้

การให้อาหาร อาหารที่กินวันที่ 6 (มือที่ 11) ให้
เพียง 80 เปอร์เซ็นต์ของปริมาณอาหารที่กินเต็มที่
ในช่วงการปรับเปลี่ยนอาหาร และชั่งน้ำหนักอาหารที่
สุกรกินในแต่ละมือและให้น้ำประมาณ 2-2.5 เท่าของ
อาหารที่กิน โดยอาหารที่ให้ของมือที่ 11 ผสมด้วย
โครมิกออกไซด์ 1 เปอร์เซ็นต์เพื่อใช้เป็นเครื่องหมาย
(marker) แต่มือต่อไปไม่ได้โครมิกออกไซด์ และให้
อาหารต่อไปจนครบ 5 วัน (10 มือ)

การเก็บมูล เริ่มเก็บครั้งแรกเมื่อมีมูลสีเขียวยออกมา
จากการให้อาหารมือที่ 11 การเก็บมูลของแต่ละมือจะ
ชั่งน้ำหนักมูลและสุ่มเก็บตัวอย่าง 20 เปอร์เซ็นต์ของ
ปริมาณมูลทั้งหมด จากนั้นนำไปใส่ถุงพลาสติกและใส่
ฟอร์มาลินเข้มข้น 40 เปอร์เซ็นต์ ประมาณ 10 มิลลิลิตร
และผูกปากถุงให้แน่น นำไปเก็บในตู้เย็นอุณหภูมิ -5
องศาเซลเซียส เมื่อสิ้นสุดรอบการทดลอง ผสมโครมิก
ออกไซด์ 1 เปอร์เซ็นต์กับอาหารที่ให้กินในมือที่ 21

และหยุดเก็บมูลเมื่อมีสีเขียวยของโครมิกออกไซด์ออกมา
นำมูลของสุกรในแต่ละทริทเมนต์ที่ไปตากแดด 1-2 วัน
จนแห้ง ชั่งน้ำหนักมูลแห้งแล้วนำมารวมนกันและ
คลุกเคล้าให้เข้ากันแล้วสุ่มตัวอย่าง 100 กรัม จากนั้น
นำไปอบที่อุณหภูมิ 60-70 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2-3
วัน ปลดทิ้งไว้ให้เย็นในโถอบความชื้น ชั่งน้ำหนักเพื่อ
หาความชื้น จากนั้นนำไปบดให้ละเอียดแล้วเก็บไว้ใน
ขวดตัวอย่างเพื่อรอการวิเคราะห์ทางเคมีต่อไป

การเก็บปัสสาวะ ถุงพลาสติกที่รองเก็บปัสสาวะ
ใส่กรดซัลฟิวริก (H_2SO_4) ความเข้มข้น 25 เปอร์เซ็นต์
ปริมาตร 25 มิลลิลิตร ใส่ถุงพลาสติกลงในถังพลาสติก
และคลุมด้วยผ้าขาวบางเพื่อรองสิ่งสกปรกแล้วนำถัง
รองรับปัสสาวะจากถาดของกรงทดลอง เก็บปัสสาวะ
วันละ 2 ครั้ง เช้าและเย็น เวลาเดียวกับการเก็บมูล โดย
เริ่มเก็บปัสสาวะหลังให้อาหารมือที่ 11 ผ่านไปเป็นเวลา
ประมาณ 3 ชั่วโมง และหยุดเก็บปัสสาวะเมื่อให้อาหาร
มือที่หยุดเก็บมูล (มือที่ 21) ผ่านไป 3 ชั่วโมง นำ
ปัสสาวะที่เก็บได้ในแต่ละมือมาชั่งน้ำหนักเขย่าให้ยูเรีย
ที่ตกตะกอนละลายให้ทั่วแล้วสุ่มเก็บตัวอย่าง 10
เปอร์เซ็นต์ ใส่ถุงพลาสติกแล้วนำไปเก็บในตู้เย็น
อุณหภูมิ -5 องศาเซลเซียส เมื่อเก็บครบ 5 วัน นำ
ปัสสาวะของสุกรแต่ละตัวในแต่ละทริทเมนต์มารวมกัน
แล้วทำการเขย่าให้เข้ากัน สุ่มตัวอย่างใส่ขวดพลาสติก
ปริมาตร 100 มิลลิลิตร แล้วเก็บไว้ในตู้เย็นแช่แข็ง
อุณหภูมิ -20 องศาเซลเซียส เพื่อรอการวิเคราะห์ทางเคมี
ต่อไป

เก็บมูลและปัสสาวะจำนวน 4 รอบ โดยเมื่อเก็บ
มูลและปัสสาวะเสร็จในแต่ละรอบจะชั่งน้ำหนักสุกรทุก
ตัว สำหรับตัวอย่างมูล และปัสสาวะจะนำไปวิเคราะห์
หาพลังงานและปริมาณไนโตรเจน คำนวณหาการย่อย
ได้ และการใช้ประโยชน์ได้ของโภชนะของอาหาร
ทดลองต่างๆ โดยใช้สูตรการคำนวณตามรายงานของ
เสาวนิต (2537) ดังต่อไปนี้

$$\begin{aligned} & \% \text{ การย่อยได้ของวัตถุดิบ (DM)} \\ & = \frac{[\text{นน.อาหารที่กิน(DM)} - \text{นน.มูลที่ขับออก(DM)}] \times 100}{\text{น้ำหนักอาหารที่กิน (DM)}} \\ & \\ & \% \text{ การย่อยได้ของโภชนะ} \\ & = \frac{(\text{นน. โภชนะที่กิน} - \text{นน. โภชนะในมูล}) \times 100}{\text{น้ำหนักโภชนะที่กิน}} \\ & \\ & \% \text{ ค่าชีวภาพปรากฏ (ABV)} \\ & = \frac{(\text{N. ที่สัตว์กิน} - \text{N. ในมูล} - \text{N. ในปัสสาวะ}) \times 100}{(\text{N. ที่สัตว์กิน} - \text{N. ในมูล})} \\ & \\ & \text{พลังงานย่อยได้ของอาหาร (DE)} \\ & = \frac{\text{พลังงานในอาหาร} - \text{พลังงานในมูล}}{\text{น้ำหนักอาหารที่กิน}} \\ & \\ & \text{พลังงานใช้ประโยชน์ได้ของอาหาร (ME)} \\ & = \frac{\text{พลังงานในอาหาร} - \text{พลังงานในมูล} - \text{พลังงานในปัสสาวะ}}{\text{น้ำหนักอาหารที่กิน}} \\ & \\ & \text{หมายเหตุ : DM} = \text{วัตถุดิบแห้ง} \\ & \text{N} = \text{ไนโตรเจน} \\ & \text{ABV} = \text{apparent biological value} \end{aligned}$$

การวิเคราะห์ทางเคมี

นำตัวอย่างอาหารทดลอง และตัวอย่างมูลแห้ง บดละเอียดมาวิเคราะห์ส่วนประกอบทางเคมี โดยวิธีประมาณ สำหรับตัวอย่างปัสสาวะจะนำมาวิเคราะห์ปริมาณไนโตรเจน ตามวิธี AOAC (1990) ที่รายงานโดยเสาวนิต (2533) นอกจากนี้หาค่าพลังงานรวมของอาหารทดลอง มูลแห้ง และปัสสาวะ ด้วย bomb calorimeter

การวิเคราะห์ทางสถิติ

วิเคราะห์ข้อมูลที่ได้ด้วยการวิเคราะห์ความแปรปรวน (analysis of variance) ตามแผนการทดลอง 4x4 latin square design และวิเคราะห์ความแตกต่างของ

ค่าเฉลี่ยระหว่างพหุคูณด้วยวิธี Duncan's multiple range test ตามคำแนะนำของ ยุทธนา (2541) ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป

ผลการวิจัยและการอธิบายผล

ปริมาณอาหารที่สุกรกินในแต่ละรอบการทดลอง ได้แสดงไว้ในตารางที่ 3 สำหรับผลการศึกษาย่อยได้ และการใช้ประโยชน์ได้ของโภชนะในสูตรอาหารทดลองในสุกรได้แสดงไว้ในตารางที่ 4 จากการศึกษาพบว่า สุกรที่ได้รับอาหารทั้ง 4 สูตร มีเปอร์เซ็นต์การย่อยได้ของโภชนะต่างๆในสูตรอาหารได้แก่ วัตถุดิบ โปรตีน ไขมัน เยื่อใย ถั่ว ไนโตรเจนฟิเอ็กซ์แทรก ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) โดยมีค่าการย่อยได้ของวัตถุดิบอยู่ระหว่าง 85.01-87.37 เปอร์เซ็นต์ โปรตีนอยู่ระหว่าง 84.48-87.01 เปอร์เซ็นต์ ไขมันอยู่ระหว่าง 90.90-92.96 เปอร์เซ็นต์ เยื่อใยอยู่ระหว่าง 67.84-76.26 เปอร์เซ็นต์ ถั่วอยู่ระหว่าง 59.91-68.28 เปอร์เซ็นต์ ไนโตรเจนฟิเอ็กซ์แทรกอยู่ระหว่าง 89.16-91.57 เปอร์เซ็นต์ และค่าชีวภาพอยู่ระหว่าง 69.53-76.98 เปอร์เซ็นต์ จากผลการทดลองครั้งนี้ พบว่า เมื่อเพิ่มระดับของสารหยาบทางกระรอกในสูตรอาหารทำให้เยื่อใยเพิ่มมากขึ้นทำให้การย่อยได้ของ วัตถุดิบ โปรตีน ไขมัน และไนโตรเจนฟิเอ็กซ์แทรกลดลง ซึ่งจากรายงานของ Partridge (1978) กล่าวว่า เยื่อใยในอาหารมีคุณสมบัติในการจับตัวกับน้ำทำให้มีน้ำหนักมากขึ้น ทำให้การเร่งอัตราการเคลื่อนที่ของมูลในลำไส้ใหญ่เร็วขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของ เก็จมาศ (2530) อ้างถึง Elsley (1969) รายงานว่า เยื่อใยจะเพิ่มอัตราการเคลื่อนตัวของอาหารในทางเดินอาหารและลดการจับตัวของเอนไซม์ที่จะทำการย่อยอาหาร ซึ่งทำให้ค่าการย่อยได้ของโภชนะต่างๆลดลง นอกจากนี้ ค่าชีวภาพ ก็ลดลงด้วยเช่นกัน ซึ่งจากรายงานของ ยุทธนา (2532) รายงานว่า สูตรอาหารใดมีค่าชีวภาพสูงแสดงว่า สุกรสามารถนำโปรตีนจากสูตรอาหารไปสร้างโปรตีนในร่างกายได้ดีกว่าสูตรอาหารที่มีค่าชีวภาพต่ำ สำหรับค่าการย่อยได้ของเยื่อใยและถั่วที่มีแนวโน้มสูง สาเหตุก็น่าจะมาจาก

ในสาหร่ายหางกระรอกนั้น มีส่วนประกอบของเบต้ากลูแคนสูงซึ่งเป็นโพลีแซคคาไรด์ ในโครงสร้างทางเคมีของโพลีแซคคาไรด์ที่อยู่ภายในเซลล์พืชจะถูกจุลินทรีย์ที่อยู่ภายในลำไส้ใหญ่สลายได้ง่าย เกิดกระบวนการหมักและใช้เป็นแหล่งพลังงานของตัวจุลินทรีย์ 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 ซีลีเนียม โคบอลต์ และโมลิบดีนัม (50.04, 1220.72, 20.68, 42.99, 0.049, 0.045 และ 0.66 mg kg⁻¹ ตามลำดับ) ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของ Hahn และคณะ (2006) รายงานว่า จากการเสริมเบต้ากลูแคน 0.04 เปอร์เซ็นต์ในสูตรอาหารลูกสุกรทำให้ค่าเปอร์เซ็นต์การย่อยได้ของ แคลเซียมและฟอสฟอรัสดีกว่ากลุ่มที่ไม่ได้เสริมเบต้ากลูแคน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.01$) แต่ยังไม่ทราบกระบวนการทำงานของเบต้ากลูแคนกับแร่ธาตุได้อย่างแน่ชัด

ส่วนค่าพลังงานการย่อยได้ของสูตรอาหารที่ใช้สาหร่ายเพิ่มขึ้นทำให้ค่าพลังงานย่อยได้ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) ทั้งนี้เป็นเพราะในสูตรอาหารที่ใช้สาหร่ายหางกระรอกมีเยื่อใยสูงกว่าและมีพลังงานรวมต่ำกว่าสูตรควบคุม จึงเป็นสาเหตุทำให้พลังงานย่อยได้ลดลง และรวมทั้งทำให้ค่าพลังงานใช้ประโยชน์ได้ลดลงเช่นกัน ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของ ยุธนา (2532) รายงานว่า เยื่อใยมีผลต่อการใช้ประโยชน์ได้ของพลังงานในอาหารสุกร สูตรอาหารที่มีเยื่อใยสูงทำให้การย่อยได้ของอาหารลดลง สัตว์ต้องสูญเสียอาหารพลังงานไปกับอุจจาระ นอกจากนี้อาหารสุกรที่มีเยื่อใยสูง 1 เปอร์เซ็นต์ จากอาหารที่มีเยื่อใย 6 เปอร์เซ็นต์ ทำให้การย่อยได้ของโปรตีนในอาหารลดลง 1.1-1.6 เปอร์เซ็นต์ และยังสอดคล้องกับ รายงานของ วินัย (2529) กล่าวว่า เยื่อใยมีองค์ประกอบทางเคมีค่อนข้างสลับซับซ้อน สุกรสามารถย่อยและใช้

ประโยชน์ได้อย่างจำกัด เนื่องจากไม่มีน้ำย่อยสำหรับการย่อย

จากการทดลองพบว่า เมื่อใช้เนื้อในเมล็ดียงพาราและสาหร่ายหางกระรอกในอัตราส่วน 20 : 15 และ 20 : 20 เปอร์เซ็นต์ในสูตรอาหาร (สูตร 3 และ 4 ตามลำดับ) ทำให้สามารถลดพลังงานใช้ประโยชน์ได้ ในสูตรอาหารได้ 9.7 - 12 เปอร์เซ็นต์ และมีค่าพลังงานใช้ประโยชน์ได้ประมาณ 3,199.87 - 3,286.87 แคลอรี/กรัม ซึ่งใกล้เคียงกับที่ NRC (1998) แนะนำคือ 3,256 แคลอรี/กรัม ซึ่งช่วยทำให้การสะสมไขมันในซากไม่มากเกินไป และสามารถลดราคาค่าไขมันในสูตรอาหารได้ 67 - 100 เปอร์เซ็นต์

สรุปผลการวิจัย

ผลจากการทดลองศึกษาหาการย่อยได้ของโภชนะต่างๆ และการใช้ประโยชน์ได้ของโปรตีนและพลังงานในอาหารที่ใช้เนื้อในเมล็ดียงพาราและสาหร่ายหางกระรอกในสัดส่วนต่างๆ ในอาหารสุกร มีค่าการย่อยได้ของวัตถุดิบ โปรตีน ไขมัน เยื่อใย เถ้า และไนโตรเจน ฟรีเอ็กซ์แทรก ค่าชีวภาพ และพลังงานใช้ประโยชน์ได้ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P > 0.05$) ส่วนพลังงานย่อยได้ของอาหารที่ใช้สาหร่ายหางกระรอกมีค่าต่ำกว่าอาหารสูตรควบคุม ($P < 0.05$) เนื่องมาจากระดับเยื่อใยที่สูงขึ้นทำให้พลังงานรวมในสูตรอาหารลดลงและส่งผลให้พลังงานย่อยได้ลดลงเช่นกัน นอกจากนี้พบว่าสูตรอาหารที่ใช้เนื้อในเมล็ดียงพาราและสาหร่ายหางกระรอกในสัดส่วน 20 : 15 และ 20 : 20 เปอร์เซ็นต์ในอาหาร มีค่าพลังงานใช้ประโยชน์ได้ใกล้เคียงกับที่ NRC (1998) แนะนำ ซึ่งน่าจะมีส่วนให้สุกรมีการเจริญเติบโตปกติและมีไขมันในซากลดลง

ข้อเสนอแนะ

สำหรับเกษตรกรที่ผสมอาหารเองควรใช้สาหร่ายหางกระรอกในระดับที่ไม่เกิน 20 เปอร์เซ็นต์ เมื่อใช้ร่วมกับเนื้อในเมล็ดียงพารา 20 เปอร์เซ็นต์ในอาหาร

หากใช้สูงกว่านี้อาจจะมีผลต่อการใช้ประโยชน์ได้ของ
อาหาร สำหรับสาหร่ายหางกระรอกจะใช้ทดแทนรำ
สกัดน้ำมันได้ดี และช่วยลดต้นทุนค่าอาหารให้ต่ำลง

ตารางที่ 1 ผลการวิเคราะห์ทางเคมีของเนื้อในเมล็ดขางพาราและสาหร่ายหางกระรอกที่ใช้สำหรับเตรียมอาหารทดลอง

องค์ประกอบทางเคมี	เนื้อในเมล็ดขางพารา (%) นน.แห้ง	สาหร่ายหางกระรอก (%) นน.แห้ง
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
ไนโตรเจนฟรีเอ็กซ์แทรก ¹	31.42	39.12
แคลเซียม ²	0.10 ²	1.12
ฟอสฟอรัส ²	0.39 ²	0.20
พลังงานรวม (GE, kcal/kg)	5135.75	1545.25
พลังงานใช้ประโยชน์ได้ (ME, kcal/kg) ³	5065.35	1323.69

หมายเหตุ ¹ไนโตรเจนฟรีเอ็กซ์แทรก = 100 - (%ความชื้น + %โปรตีนรวม + %ไขมันรวม + %เถ้า + %เยื่อใยรวม)

² จากผลวิเคราะห์ของ ยูทรีนา และกำซัย (2545)

³ คำนวณตาม Noblet และ Perez (1993) ด้วยสูตร DE = 4151 - (122 x % Ash) + (23 x % CP) + (38 x % EE) - (64 x % CF)
โดยมีค่า R² = 0.89 และคำนวณตาม ยูทรีนา (2532) ด้วยสูตร ME = DE x (96 - (0.202 x % โปรตีนในอาหาร)) / 100

ตารางที่ 2 ส่วนประกอบของวัตถุดิบในสูตรอาหารทดลองสำหรับสุกรระยะน้ำหนัก 20-60 กก. (เปอร์เซ็นต์ในสภาพให้สัตว์กิน)

	สูตร 1	สูตร 2	สูตร 3	สูตร 4
ปลายข้าว	29.97	26.34	26.71	27.09
ข้าวโพด	15.31	15.31	15.31	15.31
รำสกัดน้ำมัน	15.00	10.00	5.00	-
สาหร่ายหางกระรอก	-	10.00	15.00	20.00
เนื้อในเมล็ดขางพารา	20.00	20.00	20.00	20.00
ปลาป่น (55% โปรตีน)	7.47	7.47	7.47	7.47
กากถั่วเหลือง (44% โปรตีน)	10.12	9.06	8.83	8.59
เปลือกหอย	0.88	0.49	0.22	-
ไดแคลเซียมฟอสเฟต	-	0.08	0.21	0.29
เกลือ	0.20	0.20	0.20	0.20
ไลซีน	0.20	0.20	0.20	0.20
ไวตามินแร่ธาตุรวม (VMP) ¹	0.60	0.60	0.60	0.60
สมุนไพร 1 ²	0.25	0.25	0.25	0.25
รวม	100.00	100.00	100.00	100.00

ตารางที่ 2 ส่วนประกอบของวัตถุดิบในสูตรอาหารทดลองสำหรับสุกรระยะน้ำหนัก 20-60 กก. (เปอร์เซ็นต์ในสภาพให้สัตว์กิน)

เปอร์เซ็นต์ของส่วนประกอบทางเคมี (ผลการวิเคราะห์จากห้องปฏิบัติการอาหารสัตว์)					
	(NRC)	สูตร 1	สูตร 2	สูตร 3	สูตร 4
วัตถุดิบแห้ง	-	89.58	89.68	89.70	89.49
โปรตีนรวม	18.00 ⁵	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
ถั่ว	-	7.32	8.79	9.72	9.69
ไนโตรเจนฟรีเอ็กซ์แทรก	-	46.27	44.12	43.16	42.23
แคลเซียม ³	0.74 ⁴	0.76	0.76	0.76	0.76
ฟอสฟอรัสใช้ประโยชน์ได้ ³	0.33 ⁴	0.36	0.36	0.36	0.36
ไลซีน ³	0.95 ⁵	0.96	0.95	0.95	0.96
เมทไธโอนีน+ซิสทีน ³	0.54 ⁵	0.62	0.61	0.60	0.59
ทรีโอนีน ³	0.61 ⁵	0.64	0.64	0.64	0.64
ทรีปโตเฟน ³	0.17 ⁵	0.22	0.20	0.19	0.19
พลังงานรวม (GE, แคลอรี/ก.)	-	4652.19	4292.74	4290.33	4275.04
พลังงานที่ย่อยได้ (DE, แคลอรี/ก.) ⁵	3400.00 ⁵	-	-	-	-
พลังงานใช้ประโยชน์ได้ (ME, แคลอรี/ก.) ⁵	3256.00 ⁵	3508.00 ³	3335.00 ³	3262.00 ³	3191.00 ³

หมายเหตุ : สูตร 1 อาหารควบคุม (contro), สูตร 2, สูตร 3 และสูตร 4 ใช้เนื้อในเมล็ดยางพารา 20 เปอร์เซ็นต์ ร่วมกับสาหร่ายหางกระรอก 10, 15 และ 20 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ

¹ 1 กิโลกรัมประกอบด้วย วิตามินเอ 800,000 ไอู วิตามินดี 80,000 ไอู วิตามินเค 700 ไอู วิตามินบี₁ 100 มิลลิกรัม วิตามินบี₂ 1,000 มิลลิกรัม กรดแพนโทนิค 5,000 มิลลิกรัม ไนอะซิน 7,500 มิลลิกรัม โคเลคลอไรด์ 27,000 มิลลิกรัม วิตามินบี₆ 100 มิลลิกรัม วิตามินบี₁₂ 5 มิลลิกรัม ไบโอติน 16 มิลลิกรัม กรดโฟลิก 33 มิลลิกรัม ธาตุเหล็ก 80 กรัม ธาตุสังกะสี 110 กรัม ธาตุทองแดง 11 กรัม ธาตุแมงกานีส 22 กรัม ธาตุไอโอดีน 0.22 กรัม ธาตุซีลีเนียม 0.18 กรัม และ แซนโทควิน 0.5 กรัม

² สมุนไพรฟู่ฟู่ 1 ประกอบด้วยไพล ใบฝรั่ง และฟ้าทะลายโจรผสมกันในอัตราส่วนที่เหมาะสม

³ ค่าที่ได้จากการคำนวณ

⁴ NRC (1988)

⁵ NRC (1998)

ตารางที่ 3 ปริมาณอาหารที่สุกรกินในแต่ละรอบการเก็บข้อมูล (รอบละ 5 วัน)

	นน.สุกร เฉลี่ย (กก.)	อาหาร (ก.)				รวม	เฉลี่ย
		สูตร1	สูตร2	สูตร3	สูตร4		
รอบที่ 1	19.25 - 20.50	2060	2400	2110	1790	8360	2090
รอบที่ 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	12180
เฉลี่ย	-	3040	3125	3052	2962	3045	-

ตารางที่ 4 การย่อยได้ของโภชนะต่างๆ ค่าชีวภาพ และค่าพลังงานในสูตรอาหารทดลอง

โภชนะ (%)	อาหารทดลอง				Mean	SD	P-value
	สูตร 1	สูตร 2	สูตร 3	สูตร 4			
วัตถุดิบแห้ง	86.29	87.37	85.01	85.12	85.95	2.67	0.72
โปรตีน	86.46	87.01	84.48	84.72	85.67	3.04	0.68
ไขมัน	90.90	92.96	92.49	91.98	92.08	1.81	0.62
เยื่อใย	67.84	75.25	72.88	76.26	73.06	6.29	0.34
เถ้า	59.91	68.28	66.13	65.23	64.89	6.66	0.60
ไนโตรเจนฟรีเอ็กซ์แทรก	91.17	91.57	89.16	89.65	90.39	2.20	0.42
ค่าชีวภาพ	76.98	70.48	72.20	69.53	72.30	7.38	0.41
พลังงานรวม (แคลอรี/กรัม)	4652.10	4292.70	4290.33	4275.00	-	-	-
พลังงานที่ย่อยได้ (แคลอรี/กรัม)	4055.10 ^a	3768.60 ^b	3663.92 ^b	3659.28 ^b	3786.73	205.22	0.02
พลังงานใช้ประโยชน์ได้ (แคลอรี/กรัม)	3637.52	3373.37	3286.87	3199.87	3374.40	226.83	0.09

หมายเหตุ : ^{a,b} = ค่าเฉลี่ยที่อยู่ในแถวอนเดียวกันที่มีอักษรแตกต่างกันมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05)

เอกสารอ้างอิง

เก็จมาศ เรื่องประกาย. 2530. การใช้ข้าวเปลือกเหนียว
บด และถั่วเหลืองต้มเสริมด้วยกรดอะมิโนใน
อาหารสุกรระยะรุ่น-ขุน. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตร
มหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
กำชัย ดันติกาพงศ์. 2544. การใช้เนื้อในเมล็ดขางพารา
เสริมด้วยกรดแอมิโนแทนถั่วเหลืองไขมันสูงและ
กากถั่วเหลืองในอาหารสุกร (15-60 กก.). วิทยานิพนธ์วิทยา
ศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.
ภิรทธรณ์ ทุมรัตน์. 2552. ผลของเนื้อในเมล็ดขางพาราในอาหาร
เพศ และน้ำหนักมาต่อสมรรถภาพการผลิตและ คุณภาพ
ซากของสุกร. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.
บุษนา ศิริวัธนกุล. 2525. ผลของการใช้กากเมล็ด
ขางพาราต่อคุณลักษณะของสุกร. วิทยานิพนธ์
วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
บุษนา ศิริวัธนกุล. 2532. เทคโนโลยีการผลิตสุกร. สงขลา :
ภาควิชาสัตวศาสตร์ คณะทรัพยากรธรรมชาติ
มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.
บุษนา ศิริวัธนกุล และ กำชัย ดันติกาพงศ์. 2545.
คุณค่าทางอาหารและการลดกรดไฮโดรไลซายิน

ในเนื้อในเมล็ดขางพารา. ว. วิทยาศาสตร์เกษตร
33 : 325-329.

วินัย ประถมพัญญ์. 2529. อาหารและการให้อาหาร
สุกร. สงขลา : ภาควิชาสัตวศาสตร์ คณะ
ทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
วิทยาเขตหาดใหญ่.

เสาวนิต คูประเสริฐ. 2533. บทปฏิบัติการการวิเคราะห์
คุณภาพอาหารสัตว์. สงขลา : ภาควิชาสัตว-
ศาสตร์ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัย
สงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่.

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

อุทัย คันโช. 2529. อาหารและการผลิตอาหารสุกรและ
สัตว์ปีก. นครปฐม : ศูนย์วิจัยและฝึกอบรมการ
เลี้ยงสุกรแห่งชาติ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

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

- Knudsen, K.E.B., Jensen, B.B. and Hansen, I. 1993. Oat bran but not a β -glucans-enriched oat fraction enhances butyrate production in the large intestine of pig. J. Nutr. 123 : 1235-1247.
- 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. and Techno. 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.
- National Research Council. 1988. Nutrient Requirements of Swine. Washington, D.C.: National Academy Press.
- National Research Council. 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.