



ใบรับรองปัญหาพิเศษ  
ภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตสัตว์

เรื่อง

การศึกษาการย่อยได้ของกากปาล์ม และรำละเอียดในสุกรรุ่น  
Digestibility Trial of Palm Meal and Rice Bran in Growing Pigs

โดย

นางสุวรรณ ชาวเวียง

ได้พิจารณาเห็นชอบ

อาจารย์ที่ปรึกษา.....

(ผศ.ดร. รณชัย สิริทิกรพงษ์)

ภาควิชารับรอง

.....

(ผศ.ดร. รณชัย สิริทิกรพงษ์)

หัวหน้าภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตสัตว์

วันที่ 30 เดือน พ.ค. พ.ศ. ๒๕๕๒

15992

รพ.  
๒๕๖๙๓  
๒๕๕๒

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้ไปใช้ประโยชน์ในการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ปัญหาพิเศษ

เรื่อง

การศึกษาการย่อยได้ของกากปาล์ม และรำละเอียดในสุกรรุ่น  
Digestibility Trial of Palm Meal and Rice Bran in Growing Pigs



T100714

โดย

นางสาวสุภรณ์ ชาวเวียง

เสนอ

ภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตสัตว์

คณะเทคโนโลยีการเกษตร

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า

เจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ. 2542

รฟ.

ศ 869 ก

2542

เลขหมู่.....

เลขทะเบียน.....100714

รับมอบปี...21 JUN 2000...!

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บทคัดย่อปัญหาพิเศษ

### เรื่อง

#### การศึกษาการย่อยได้ของกากปาล์ม และรำละเอียดในสุกรรุ่น

#### Digestibility Trial of Palm Meal and Rice Bran in Growing Pigs

การศึกษาการย่อยได้ของกากปาล์มน้ำมัน และรำละเอียดในสุกรรุ่น ใช้สุกรเพศผู้ตอนแล้ว น้ำหนักประมาณ 30 กิโลกรัม จำนวน 9 ตัว แบ่งเป็นกลุ่มๆละ 3 ซ้ำๆ ละ 1 ตัว โดยกลุ่มที่ 1 ได้รับ กากปาล์มน้ำมัน กลุ่มที่ 2 ได้รับแป้งข้าวโพด กลุ่มที่ 3 ได้รับรำละเอียด

ผลการทดลองปรากฏว่า กากปาล์มมีพลังงานย่อยได้ 3918.99 kcal/kg สัมประสิทธิ์การย่อยได้ของวัตถุแห้ง 69.75 เปอร์เซ็นต์ ค่าสัมประสิทธิ์การย่อยได้ของโปรตีน 57.90 เปอร์เซ็นต์ การย่อยได้ของโปรตีน 8.91 เปอร์เซ็นต์ และค่าชีวภาพของโปรตีน และค่าโปรตีนที่ใช้ประโยชน์ได้สุทธิได้ในกากปาล์มเท่ากับ 92.59 และ 12.79 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ และค่าพลังงานใช้ประโยชน์ได้ 3857.93 Kcal/kg

พลังงานย่อยได้ และพลังงานใช้ประโยชน์ได้ของรำละเอียด คือ 3855.83 และ 3834.18 kcal/kgตามลำดับ และสัมประสิทธิ์การย่อยได้ของวัตถุแห้ง ค่าสัมประสิทธิ์การย่อยได้ของโปรตีน การย่อยได้ของโปรตีน ค่าชีวภาพของโปรตีน และค่าโปรตีนที่ใช้ประโยชน์สุทธิได้เท่ากับ 81.26, 81.71, 9.36, 98.16, และ 74.49 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

## คำนิยม

ขอขอบคุณ ผศ.ดร. รณชัย สิทธิไกรพงษ์ อาจารย์ที่ปรึกษาปัญหาพิเศษที่กรุณาให้คำปรึกษา แนะนำวิธีการ ตลอดจนแก้ไขปัญหาต่างๆ จนทำให้ปัญหาพิเศษฉบับนี้เสร็จสมบูรณ์ ขอขอบคุณ นางสาวจรรยา คงฤทธิ์และนางณททัย วิจิตโรทัย เจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการโภชนศาสตร์ ภาควิชา เทคโนโลยีการผลิตสัตว์ที่ให้คำแนะนำและปรึกษาตลอดการทดลอง และขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อ คุณแม่ ที่ให้โอกาสทางการศึกษาตลอดมา ขอกราบขอบพระคุณคณาจารย์ทุกท่านที่กรุณาอบรมสั่งสอน และขอขอบคุณ นางสาวเกศกมล เชียงคำ นางสาวรัชดา ศรีสุวรรณ นางสาวสาคร ชินวงศ์ และนางสาวสุรารักษ์ ภาษิต ที่ให้คำปรึกษาช่วยเหลือซึ่งกันและกันมาด้วยดี ตลอดจนทำให้ ปัญหาพิเศษสมบูรณ์ ขอขอบคุณเพื่อนๆ น้องๆ ที่คอยให้กำลังใจ และคอยช่วยเหลือในทุกๆด้าน และขอขอบคุณสุกรที่ใช้ในการทดลอง

สุวรรณ ชวเวียง

25 พฤษภาคม 2542



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญ

	หน้า
สารบัญ	(1)
สารบัญตาราง	(2)
คำนำ	1
วัตถุประสงค์	1
การตรวจเอกสาร	2
อุปกรณ์และวิธีการ	15
ผลการทดลอง	20
เอกสารอ้างอิง	25



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่ 1 แสดงคุณลักษณะทางเคมีของแป้งข้าวโพด	9
ตารางที่ 2 อาหารที่ใช้ทดลองในการย่อยได้	16
ตารางที่ 3 แสดงส่วนประกอบทางเคมีของกากปาล์ม และรำละเอียด	20
ตารางที่ 4 แสดงค่าพลังงานที่ย่อยได้และพลังงานที่ใช้ประโยชน์ในอาหาร ที่ใช้เลี้ยงสุกร	20
ตารางที่ 5 แสดงค่าสัมประสิทธิ์การย่อยได้ของวัตถุดิบ ค่าสัมประสิทธิ์ การย่อยได้ของโปรตีนและค่าการย่อยได้ของโปรตีนในอาหาร ทดลองที่ใช้เลี้ยงสุกร	21
ตารางที่ 6 แสดงค่าชีวภาพของโปรตีนและค่า โปรตีนที่ใช้ประโยชน์ของ สุทธี	21



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**การศึกษาการย่อยได้ของกากปาล์ม และรำละเอียดในสุกรรุ่น**  
**Digestibility Trial of Palm Meal and Rice bran in Growing Pigs**

**คำนำ**

การเลี้ยงสุกรในปัจจุบัน อาหารเป็นปัจจัยที่สำคัญมาก เพราะมีส่วนในการลดต้นทุนเพิ่มกำไร การเลือกใช้วัตถุดิบอาหารสัตว์ที่มีราคาถูก แต่มีประสิทธิภาพ ทำให้สัตว์เจริญเติบโตได้เต็มที่ที่เป็นแนวทางในการลดต้นทุนการผลิต จึงได้มีการนำเอากากปาล์ม และรำละเอียด มาใช้ในการเลี้ยงสุกร

ในการทดลองได้มีการนำกากปาล์ม และรำละเอียดมาเลี้ยงสุกรเพื่อหาการย่อยได้ในสุกร เพื่อศึกษาพลังงานที่ย่อยได้และใช้ประโยชน์ ซึ่งเป็นประโยชน์ต่อผู้ทำการเลี้ยงสุกรว่าสุกรสามารถนำอาหารที่กินเข้าไปใช้ประโยชน์มากน้อยเพียงใด

**วัตถุประสงค์**

1. ศึกษาคุณค่าทางโภชนาและองค์ประกอบทางเคมีของกากปาล์ม ซึ่งเป็นแหล่งโปรตีน และรำละเอียด ซึ่งเป็นแหล่งพลังงาน
2. ศึกษาการย่อยได้และการนำไปใช้ประโยชน์ได้ของโปรตีนในกากปาล์ม และรำละเอียด
3. ศึกษาการย่อยได้ของพลังงานในกากปาล์ม และรำละเอียด

## การตรวจเอกสาร

### ปาล์มน้ำมัน

ปาล์มน้ำมันเป็นพืชที่จัดอยู่ใน Tribe Cocones ตระกูลปาล์ม มีชื่อทางวิทยาศาสตร์ว่า *Elaeis guineensis Jacq* เป็นพืชใบเลี้ยงเดี่ยว ลำต้นตรง มีผลเป็นทะลาย มีลักษณะคล้ายต้นมะพร้าว ปาล์มน้ำมันที่เพาะปลูกเป็นการค้า ในปัจจุบันมีชื่อเรียกเป็นภาษาอังกฤษว่า African oil palm มีชื่อทางวิทยาศาสตร์ว่า *Elaeis guineensis Jacq* มีลักษณะแตกต่างจากปาล์มน้ำมันอีกชนิดหนึ่งที่มีชื่อเรียกเป็นภาษาอังกฤษว่า South American oil palm ซึ่งพวกนี้มีชื่อทางวิทยาศาสตร์ว่า *Corozo olcifera* หรือ *Elaeis melanococca* โดยมากพบกระจัดกระจายอยู่ทั่วไปในแถบอเมริกาใต้ และนอกจากปาล์มน้ำมันดังกล่าวแล้วยังมีปาล์มน้ำมันอีกพวกหนึ่งที่พบกระจัดกระจายอยู่ทั่วไปในหมู่เกาะมาดากัสกาที่มีชื่อทางวิทยาศาสตร์ว่า *Elaeis madagascarensis Becc*

พระยาประดิพัทธ์ภูบาล ได้นำเอาปาล์มน้ำมันเข้ามาประเทศไทยเป็นครั้งแรกโดยปลูกไว้เพื่อเป็นไม้ประดับ สำหรับสวนปาล์มน้ำมันที่ได้ปลูกกันเป็นอุตสาหกรรมแห่งแรกเป็นส่วนหนึ่งของ หม่อมเจ้า อมรสมานลักษณ์ กิติยากร อยู่ที่อำเภอสะเดา จังหวัดสงขลา โดยใช้เนื้อที่ปลูกประมาณ 1000 ไร่เศษเมื่อประมาณ 30 ปีมาแล้ว ปัจจุบันมีการทำสวนปาล์มน้ำมันในเชิงการค้าเพื่อสกัดเอาน้ำมันปาล์มหลายแห่งด้วยกันทั้งของภาคเอกชนและภาครัฐบาล (ทำในรูปสหกรณ์นิคม) พื้นที่เพาะปลูกส่วนใหญ่อยู่ในท้องที่จังหวัดกระบี่ สุราษฎร์ธานี ชุมพร ตรัง และสตูล (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร , 2527)

### ขบวนการผลิตน้ำมันปาล์ม

#### 1. การให้ความร้อนแก่น้ำมันปาล์มทั้งทะลาย

ขั้นตอนนี้มีการให้ความร้อนแก่ผลปาล์มในหม้อหนึ่ง ( autoclave ) ขนาดใหญ่

1.1 เพื่อทำลาย lipolytic enzyme ซึ่งเป็นตัวทำให้กรดไขมันอิสระเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ ในน้ำมันปาล์ม และจะทำให้ไขมันปาล์มเป็นกรด

1.2 เพื่อให้เมล็ดปาล์มหลุดออกจากทะลาย เพื่อสะดวกในขบวนการสกัดเอาน้ำมัน

1.3 เพื่อให้เปลือกของผลปาล์ม ( pericarp ) นุ่มทำให้สกัดน้ำมัน  
ได้สะดวก

1.4 เพื่อระเหยน้ำออกจากเมล็ดปาล์ม ให้อัตราส่วนระหว่างน้ำและ  
น้ำมันในเมล็ดปาล์มอยู่ในอัตราส่วนที่เหมาะสม

1.5 เพื่อให้เนื้อในของเมล็ดปาล์ม ( kernel ) หดตัวลงและง่ายต่อ  
การแยกกันระหว่างเปลือกนอกกับเมล็ดใน

2. หลังจากให้ความร้อนแก่ผลปาล์มทั้งทะลายแล้วก็นำมาแยกเอาเมล็ดปาล์มออกจาก  
ทะลายแล้วนำเอาเมล็ดปาล์มมาสกัดเอาน้ำมัน วิธีการสกัดเอาน้ำมันมีหลายวิธีด้วยกัน ดังต่อไปนี้

#### 2.1 Centrifuge extraction

วิธีนี้เดิมนิยมทำกันมากกับเมล็ดปาล์มที่มีเปลือกหนา แต่สกัดน้ำมัน  
ได้น้อยกว่าวิธีอื่น อุปกรณ์ประกอบด้วยกระบอบเหล็ก ซึ่งมีรูกลมๆ อยู่โดยรอบและมีตัวที่ทำ  
การย่อยซึ่งจะนำเข้าไปในกระบอบและหมุนด้วยความรวดเร็วทำให้น้ำมันและน้ำกระเด็นออก  
จากรูรอบๆ กระบอบเหล็ก

#### 2.2 Ram process ปัจจุบันนี้โรงงานสกัดน้ำมันปาล์มมักใช้วิธีนี้

##### 2.2.1 Manual or Screw-operated press

วิธีนี้ใช้ความดันจากการหมุนในการอัดเมล็ดปาล์ม  
ประสิทธิภาพในการสกัดน้ำมันยังจัดว่าต่ำและไม่นิยมใช้วิธีนี้ในโรงงานอุตสาหกรรม

##### 2.2.2 Hydraulic press

ใช้ความดันกดลงโดยผ่านแผ่นกดไปยังเมล็ดปาล์ม  
โดยใช้ระบบไฮดรอลิคดังนั้นแรงกดจึงมาก ประสิทธิภาพจึงดีกว่าแบบ manual or screw-  
operated press

#### 2.3 Screw press

เป็นวิธีที่ง่ายๆ และใช้อุปกรณ์ที่ไม่ซับซ้อนคือ ประกอบด้วยสกรู ซึ่งมี  
เกลียวและมีแผ่นกดที่มีรูอยู่ วิธีการก็โดยการหมุนสกรูให้แผ่นกด กดลงบนเมล็ดปาล์มที่มีอยู่ใน  
กรวยเป็นวิธีการที่เหมาะสมกับเมล็ดปาล์มที่มีขนาดเล็กและมีเปอร์เซ็นต์เชื้อไขสูง

#### 2.4 Solvent extraction

ผสมเมล็ดปาล์มกับน้ำและใส่สารละลายที่เหมาะสมลงในเครื่องย่อย  
จากนั้นทำการหมุนหรือเหวี่ยง แล้วต่อมาทำการแยกน้ำมัน สารละลาย น้ำและกากที่เหลือออก

สารละลายที่ใช้ในการแยกได้แก่ สารละลายพวก hexane วิธีการนี้ประสิทธิภาพสูงและมีน้ำมันตกค้างน้อยที่สุด แต่ไม่นิยมเพราะไม่คุ้มค่านักใช้ในการสกัดน้ำมันจากเมล็ดพืชชนิดอื่น ซึ่งให้ผลคุ้มต่ำกว่า

## ผลผลิตจากโรงงานสกัดน้ำมันปาล์ม

### โรงงานน้ำมันปาล์มจะให้ผลผลิต 2 ประเภท

#### 1. ผลผลิตโดยตรง น้ำมันปาล์มมี 2 ชนิด

1.1 ชนิดที่ได้จากเปลือกปาล์มเรียกว่า palm oil มีลักษณะสีเข้ม ความหนืดว ตั้งแต่ระดับปานกลางจนหนืดวมาก

1.2 ชนิดที่ได้จากเนื้อในเมล็ดปาล์มเรียกว่า palm kernel oil จะมีสีอ่อนกว่าพวกแรก คืออาจมีสีเหลืองจนถึงเหลืองอมน้ำตาล ความหนืดวระดับปานกลาง

#### 2. ผลพลอยได้

2.1 ทะลายปาล์ม ส่วนใหญ่มีอยู่ 29 เปอร์เซ็นต์ของปาล์มทั้งทะลาย ซึ่งถูกแยกออกมาหลังจากอบนึ่งแล้ว และนำไปเข้าสู่เตาเผาได้ออกมาเป็นขี้เถ้าใช้เป็นปุ๋ย

2.2 กะลาปาล์ม ส่วนนี้มีอยู่ประมาณ 7.5 เปอร์เซ็นต์ของปาล์มทั้งทะลายเป็นเชื้อเพลิงในโรงงาน

2.3 กากใยปาล์ม ส่วนนี้มีประมาณ 7.05 เปอร์เซ็นต์ของปาล์มทั้งทะลาย เป็นเชื้อเพลิงของโรงงาน ใช้เลี้ยงสัตว์เคี้ยวเอื้องในระดับ 10-30 เปอร์เซ็นต์

2.4 กากปาล์มที่ได้จากการหีบผลปาล์มทั้งผล/ กากปาล์มน้ำมัน ( Palm Oil Meal, POM ) กากปาล์มน้ำมันได้จากการหีบผลปาล์มทั้งผลภายหลังจากการอบ กากปาล์มชนิดนี้มีอยู่มากทางภาคใต้ของประเทศไทย กากปาล์มชนิดนี้ได้จากโรงงานขนาดเล็กที่หีบสกัดน้ำมัน โดยใช้เกลือขัด การหีบทำได้โดยการหมุนสกรูให้แผ่นกด กดลงบนเมล็ดปาล์มในกรอบกากปาล์มน้ำมันสามารถนำไปเลี้ยงโคได้

2.5 กากปาล์มน้ำมันชนิดกระเทาะเปลือก

ส่วนนี้มีอยู่ประมาณ 2.95 เปอร์เซ็นต์ มีกรดไขมันชนิดอิ่มตัว มีโปรตีนสูงกว่ากากปาล์มน้ำมัน มีความสมดุลของธาตุแคลเซียมและฟอสฟอรัส กรดอะมิโนที่มีอยู่อย่างจำกัดคือ เมทไธโอนีน (methionine) และไลซีน (lysine) ส่วนของกากเมล็ดเนื้อในปาล์มสามารถนำไปใช้เป็นอาหารไก่ไข่ อาหารชั้นสำหรับโค และ สุกรขุน เป็นต้น

## 2.6 กากตะกอนปาล์ม ( Palm Oil Sludge, POS )

กากตะกอนปาล์มเป็นของเหลือที่เป็นของเหลวจากโรงงานปาล์มน้ำมัน และได้มีงานทดลองนำเอาส่วนนี้มาดัดแปลงเป็นอาหารสัตว์ โดยการใช้น้ำมันเส้นและกากปาล์มน้ำมันกระเทาะเปลือกดูดซับกากตะกอนปาล์มแล้วทำให้แห้งเรียกผลผลิตชนิดนี้ว่า เซนเซอร์ ( Censor ) ซึ่งมีเถ้าและเยื่อใยลดลง และสามารถใช้ในสูตรอาหารสุกรได้ถึง 50 เปอร์เซ็นต์ โดยใช้แทนข้าวโพด

โพรลิมา เป็นส่วนของกากตะกอนปาล์มที่ผ่านขบวนการหมักและระเหยน้ำออกทำให้ได้ระดับพลังงานและโปรตีนเพิ่มขึ้น และเยื่อใยลดลง สามารถใช้ในสูตรอาหารไก่กระทางได้ร้อยละ 30 ของสูตรอาหาร โดยใช้แทนกากถั่วเหลือง

## การใช้กากปาล์มน้ำมันในการเลี้ยงสัตว์

### การใช้กากปาล์มน้ำมันเลี้ยงสุกร

การใช้กากเนื้อในปาล์มน้ำมันในการเลี้ยงสุกรร้อยละ 10, 20, 30, 40 และ 50 ใช้เลี้ยงสุกร น้ำหนัก 52-54 กิโลกรัม เลี้ยงจนมีน้ำหนัก 90 กิโลกรัม โดยพบว่า สุกรที่ได้รับอาหารผสมกากเนื้อในปาล์ม ปริมาณอาหารที่กินได้ในแต่ละวัน อัตราการเจริญเติบโต ประสิทธิภาพการใช้อาหารไม่แตกต่างจากการเลี้ยงโดยข้าวโพด แต่ทำให้ต้นทุนต่ำกว่า และจะต่ำมากถ้ามีกากเนื้อในปาล์มมาก (วินัย และ คณะ , 2528)

Fetuga *et al.*, (1977) ใช้กากปาล์มชนิดกระเทาะเปลือกผสมกับกากน้ำตาลประกอบเป็นสูตรอาหารคือสูตรเปรียบเทียบไม่มีกากปาล์มน้ำมัน แต่มีกากน้ำตาล 1 เปอร์เซ็นต์ สูตรที่เหลือคือมีกากปาล์มน้ำมันอยู่ในระดับ 20, 30, 20 และ 30 เปอร์เซ็นต์ และมีกากน้ำตาล 100, 10, 38 และ 38 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ พบว่าเมื่อกากปาล์มในอาหารสูงขึ้น สุกรกินอาหารลดลงประสิทธิภาพการใช้อาหารเลวลง แต่คุณภาพซากสุกรไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และพบว่าการใช้กากเนื้อปาล์มในระดับ 30 เปอร์เซ็นต์ของอาหารและเสริมด้วยกากน้ำตาล 10

เปอร์เซ็นต์ให้ผลดีที่สุด การเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัวเท่ากับ 3.5 และการใช้น้ำตาลเสริมในอาหารสุกรไม่ทำให้ท้องเสีย แม้ว่าจะใช้ในระดับสูง

### การใช้กากปาล์มน้ำมันเลี้ยงสัตว์อื่น ๆ

ประธาน (2530) รายงานว่าการใช้กากเมล็ดปาล์มเป็นแหล่งพลังงานแทนข้าวโพด พบว่า อัตราการเพิ่มน้ำหนักตัวต่อวันของโคที่ได้รับอาหารที่มีกากเมล็ดปาล์ม และอาหารที่มีข้าวโพดไม่แตกต่างกัน แม้ว่าข้าวโพดจะมีโภชนะสูงกว่า แต่เมื่อเปรียบเทียบกันแล้วอาหารที่มีข้าวโพดที่มีระดับโปรตีนสูงกว่า แต่เมื่อมีระดับเชื้อใยต่ำกว่า แต่ไม่แตกต่างกันชัดเจน อาจเป็นเพราะโคใช้เชื้อใยในอาหารได้ดี และระดับไขมันในกากเมล็ดปาล์มสูง 10.66 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งโคสามารถนำมาใช้เป็นพลังงานได้ การสังเกตพบว่ามูลของโคที่กินอาหารที่มีกากเมล็ดปาล์มมีไขมันอยู่มาก และเป็นก้อนเหลวกว่ามูลโคที่กินอาหารที่มีข้าวโพด

### รำละเอียด

เป็นรำที่ได้จากการขัดเมล็ดข้าวที่สีเอาเกลบและรำหยาบออกแล้ว จะมีสีขาวและละเอียดกว่ารำหยาบ รำละเอียดประกอบด้วยส่วนของเนื้อเยื่อต่างๆ ที่หุ้มเมล็ดข้าวและคัมภะของเมล็ดข้าว จะมีส่วนของเกลบชั้นเล็กๆ และส่วนของเมล็ดข้าวที่แตกปนอยู่ด้วย และมีเชื้อใยต่ำกว่ารำหยาบมาก จึงนิยมใช้กับทั่วไปในการเลี้ยงสัตว์ (เสาวนิต, 2527)

### คุณสมบัติ

สุกัญญา (2530) รายงานคุณสมบัติของรำละเอียดไว้ดังนี้

1. มีโปรตีน 12 เปอร์เซ็นต์
2. มีไขมัน 12-13 เปอร์เซ็นต์ และเป็นไขมันที่หืนได้ง่าย โดยเฉพาะในเมืองไทย ซึ่งสภาพอากาศร้อนและความชื้นในอากาศสูง รวมทั้งวิธีการเก็บรักษาในกระสอบป่านซึ่งมีอากาศถ่ายเทดี
3. รำละเอียดจะเริ่มหืนเมื่อเก็บไว้ประมาณ 30-40 วัน และจะมีมอดขึ้นด้วย ซึ่งทำให้สัตว์ไม่ชอบกิน รำสกัดน้ำมันจึงได้เปรียบที่สามารถเก็บไว้ได้นานกว่า

4. รสละเอียดปกติจะมีสีน้ำตาล แต่ถ้ามีสีน้ำตาลเข้มอาจมีพวกเกลบบคปนมา ส่วนรำที่มีสีค่อนข้างขาว อาจมีหินฝุ่นปนมา

5. รสละเอียดที่ดีมีกลิ่นหอม รสหวานเล็กน้อย ไม่มีกลิ่นเหม็นอับหรือหืนง่าย ซึ่งแสดงว่าเป็นรำเก่า ยกเว้นรสกัคน้ำมันที่ทำมาจากรำข้าวหนึ่ง อาจมีกลิ่นเหม็นเปรี้ยวเล็กน้อย

6. ความชื้นไม่เกิน 13 เปอร์เซ็นต์

7. กากไม่เกิน 8 เปอร์เซ็นต์

8. เกลบ 4-5 เปอร์เซ็นต์ ยิ่งน้อยยิ่งดี

9. ปลายข้าว 5-20 เปอร์เซ็นต์ มีมากไม่เสียหาย

10. สิ่งเจือปนอื่นๆ ไม่ควรมีกากหรือเมล็ดพืชอื่นปนมา ส่วนหินฝุ่น อาจมีปนมาได้บ้าง แต่ไม่ควรเกิน 0.5 เปอร์เซ็นต์

11. ไม่จับตัวเป็นก้อน หรือเป็นใยหนอน และไม่มีเชื้อราหรือสปอร์ของเชื้อราซึ่งสังเกตเห็นเป็นจุดสีดำ หรือออกเขียวขนาดเล็ก

12. ไม่มีมอดหรือแมลงอื่นขึ้น

13. มีคุณค่าทางอาหารสูง มีกรดอะมิโนที่ค่อนข้างสมดุล และมีวิตามิน ไทอามิน ในอาซิน และ โคลิซินสูง

14. รำข้าวหนึ่ง จะมีกลิ่นเหม็นเปรี้ยวเล็กน้อย และมีความชื้นสูงกว่า

15. รำข้าวเหนียว และรำข้าวเจ้ามีคุณค่าทางอาหารไม่แตกต่างกัน

16. รำมีคุณสมบัติเป็นยาระบายอ่อนๆ

#### ข้อจำกัดในการใช้

รำข้าวมีเชื้อใย หรือกากมากทำให้อาหารย่อยยาก จึงไม่ควรใช้ในอาหารสุกรอ่อน ระยะหย่านม ถึงอายุ 4 สัปดาห์

#### ข้อแนะนำในการใช้

1. ควรใช้รำละเอียดที่เพิ่งได้จากการสีข้าวใหม่ๆ ถ้าสามารถใช้ได้ภายใน 10 วัน หลังจากการสีจะดีมาก

2. การใช้รำสัคน้ำมันจะไม่ทำให้ไขมันหมูเหลว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. ระดับที่แนะนำให้ใช้ ในสุกกระยะเจริญเติบโตไม่ควรใช้เกิน 30 เปอร์เซ็นต์ นอกจากว่าข้าวจะมี ราคาถูกมาก อาจใช้ในระยะเวลาที่สูงกว่านี้ เพราะแม้ว่าจะทำให้การเจริญเติบโตลดลง แต่ต้นทุนในการผลิตอาจต่ำที่สุดก็ได้

4. ในอาหารสุกรพ่อพันธุ์ แม่สุกรอุ้มท้อง และสุกรเลี้ยงลูก โดยทั่วไปใช้ในระดับ 30 เปอร์เซ็นต์ แต่สามารถใช้มากกว่านี้ได้ โดยไม่กระทบกระเทือน กลับเป็นการช่วยไม่ให้สุกรท้องผูก เนื่องจากรำมีคุณสมบัติเป็นยาระบาย ดังกล่าวแล้ว

### การปลอมปน

ในกรณีที่รำมีราคาแพง วัตถุประสงค์ที่พบเสมอคือ แกลบป่น ซึ่งไม่มีคุณค่าทางอาหารเลย นอกจากนี้อาจใช้ละอองข้าว ดินขาวป่น หินฝุ่น (แคลเซียมคาร์บอเนต )

### แป้งข้าวโพด (Corn starch)

การแปรรูปมีความสำคัญต่อข้าวโพดและข้าวฟ่างมากกว่าธัญพืชชนิดอื่นๆ ซึ่งมีการย่อยได้สูงอยู่แล้ว การแปรรูปข้าวโพดและข้าวฟ่างจะเพิ่มอัตราการย่อยได้ของแป้งทั้งในกระเพาะรูเมนและลำไส้เล็ก การย่อยได้ทั้งหมดก็เพิ่มขึ้นด้วย แต่เนื่องจากการย่อยแป้งเกิดขึ้นในกระเพาะรูเมนก่อน ดังนั้นการแปรรูปเมล็ดธัญพืชจึงมีผลทำให้แป้งรอดพ้นการย่อยในกระเพาะรูเมนที่จะไปยังลำไส้ย่อยลง

แป้งข้าวโพดหมายถึงแป้งที่ได้จากเมล็ดของข้าวโพด มีชื่อทางพฤกษศาสตร์ว่า *zea mays* linn ผ่านกรรมวิธีการบดเปียก (wet milling) แยกโปรตีนและไขมันออกแล้วอบแห้ง

แป้งข้าวโพดแบ่งออกเป็น 2 ชั้นคุณภาพ คือ ชั้นคุณภาพอาหาร และ ชั้นคุณภาพยา ซึ่งคุณลักษณะของข้าวโพดแสดงดัง ตารางที่ 1

ตารางที่ 1. แสดงคุณลักษณะทางเคมีของแป้งข้าวโพด

รายการที่	คุณลักษณะ	เกณฑ์กำหนด	
		ชั้นคุณภาพอาหาร	ชั้นคุณภาพยา
1	ความชื้นร้อยละไม่เกิน	13.0	13.0
2.	ความเป็นกรด-ด่าง	4.0-7.0	4.0-7.0
3.	เถ้าร้อยละของน้ำหนักรวมแห้งไม่เกิน	0.3	0.3
4.	แป้งร้อยละของน้ำหนักรวมแห้งไม่น้อยกว่า	95.0	ไม่มีกำหนด
5.	โปรตีนร้อยละของน้ำหนักรวมแห้งไม่เกิน	0.4	ไม่มีกำหนด
6.	ไขมันร้อยละของน้ำหนักรวมแห้งไม่เกิน	0.2	ไม่มีกำหนด
7.	เหล็กร้อยละของน้ำหนักรวมแห้งไม่เกิน	ไม่มีกำหนด	0.001
8.	การออกซิไดซ์	ไม่มีกำหนด	ไม่มีกร เปลี่ยนเป็นสี น้ำเงิน น้ำ ตาลและม่วง
9.	ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ร้อยละของน้ำหนักรวมแห้ง	ไม่มีกำหนด	0.008

ที่มา: นีรนาม(2539)

หลักการโดยทั่วไปของการทดลองการย่อยได้

1. ทำการคัดเลือกสัตว์ทดลองที่มีอายุ ขนาด และน้ำหนักให้ใกล้เคียงกัน และต้องมีสุขภาพแข็งแรง ไม่ตื่นตกใจง่าย ปกตินิยมสัตว์ตัวผู้ที่โตเต็มที่แล้วเพื่อสะดวกในการเก็บข้อมูล และแยกปัสสาวะไม่ให้ปะปนกับมูลได้ง่าย

2. จำนวนสัตว์ที่ใช้ในการทดลองมากกว่า 1 ตัว ทั้งนี้จะเป็นสัตว์ชนิดเดียวกัน อายุ และเพศเดียวกันก็ตาม แต่มีความสามารถในการย่อยได้แตกต่างกัน การมีจำนวนซ้ำมากจะทำให้ค่าที่ได้มีความแม่นยำยิ่งขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. สัตว์ที่ทำการทดลองทุกตัว ต้องทำความสะอาด ถ่ายพยาธิ และชั่งน้ำหนักก่อนการทดลองและชั่งอีกครั้งหลังการทดลอง นำสัตว์ขังกรง Metabolic cage หรือ Digestic stall และรองอุจจาระและปัสสาวะ

4. อาหารที่ใช้ในการทดลอง ควรทำการผสมให้ทั่วและเตรียมไว้ให้เพียงพอก่อนเริ่มทำการทดลองเพื่อว่าองค์ประกอบจะได้สม่ำเสมอ อาหารนี้จะต้องใช้ได้อย่างน้อย 1 สัปดาห์ ก่อนที่จะทำการทดลองเก็บอุจจาระ เพื่อที่ว่าสัตว์จะได้ชินกับอาหารนั้น และในทางเดินอาหารจะได้ไม่มีอาหารเก่าตกค้างอยู่ในระยะนี้เรียกว่า ระยะก่อนการทดลอง จากนั้นจะถึงระยะทดลองจริง ระยะเวลาที่ใช้ในแต่ละช่วงมักแปรไปตามชนิดของสัตว์เช่น ในสุกร และสัตว์ปีก ควรใช้เวลาในแต่ละช่วงนาน 4-7 วัน ส่วนในสัตว์เคี้ยวเอื้องใช้เวลา 10-14 วัน

5. การให้อาหารควรให้เวลาเดียวกันทุกวัน และปริมาณอาหารที่ให้สัตว์กินในแต่ละวัน ควรเท่ากัน เพราะถ้าให้ไม่เท่ากันเช่น เมื่อสุดท้ายให้มากกว่าปกติ มูลที่ขับออกมาอาจยืดเวลาออกไปจนถึงระยะเลิกเก็บมูลได้ ทำให้ปริมาตรของอุจจาระที่ได้น้อยกว่าความเป็นจริง ทำให้การย่อยได้สูงเกินไป ปริมาณอาหารที่ให้สัตว์กินควรพอดีที่สัตว์จะกิน ได้หมดเพื่อที่สัตว์จะได้ไม่เลือกกิน

6. การจดบันทึกข้อมูลต่างๆ เช่น อาหารที่กินและมูลที่ขับออกมาทุกวันในระหว่างการทดลองจริงโดยเฉพาะการทดลองการย่อยได้โดยวิธี Conventional method จำเป็นต้องทราบปริมาณที่แน่นอนของอาหารที่กิน และมูลที่ขับออกมา

7. มูลที่ได้หลังจากการชั่งน้ำหนักแล้วจะต้องคลุกเคล้าให้เข้ากันแล้วเก็บไว้เพื่อทำการวิเคราะห์ต่อไป ในกรณีของสัตว์ทดลองขนาดเล็ก เช่น หนู ไก่ ปริมาณมูลที่ขับออกมามีปริมาณน้อยจึงควรเก็บข้อมูลทั้งหมด ส่วนในสัตว์ทดลองขนาดกลาง เช่น สุกร แพะ แกะ นิยมเก็บตัวอย่างไว้ครั้งละ 10 เปอร์เซ็นต์ของมูลที่ขับออกมา สำหรับสัตว์ใหญ่ เช่น วัว ควาย อาจเก็บเพียง 1 เปอร์เซ็นต์ได้ มูลที่เก็บอาจเก็บไว้ในที่เย็นจัด หรือแช่แข็ง เพื่อว่าจะได้ไม่เกิดการสูญเสียของโภชนะ โดยการทำปฏิกิริยาของจุลินทรีย์ในระหว่างการเก็บ

8. การใช้ Marker เพื่อเก็บข้อมูล ในการเก็บมูลที่ถ่ายออกมาเนื่องจากการกินอาหารที่ต้องการทดสอบในปริมาณอาหารที่คั่งที่นั้น วิธีที่ช่วยในการเก็บมูลได้ง่ายและสะดวกขึ้นได้แก่ การเติม Marker ครั้งแรกและสิ้นสุดการเก็บมูลเมื่อเห็น Marker ครั้งสุดท้าย Marker ที่นิยมใช้ได้แก่ Carmine, Ferric oxide, Chromic oxide, Dysprosium, Radio cerium และ Barium sulfate วิธีการเลี้ยงสัตว์ด้วยอาหารผสม Marker นี้จะต้องอาศัยการวัดปริมาณของอาหารที่กินและมูลที่ถ่ายออกมาอย่างถูกต้อง

### คุณสมบัติ Marker

- 8.1 ไม่มีส่วนของโภชนาหารที่ต้องการทดสอบเป็นองค์ประกอบ
- 8.2 ไม่ควรกระจายในระบบร่างกายสัตว์มาก
- 8.3 ไม่เข้าไปเกี่ยวข้องกับปฏิกิริยาต่างๆของร่างกาย

9. การใช้ Indicator ในการเก็บข้อมูล เนื่องจากสัตว์เคี้ยวเอื้องซึ่งมีระบบทางเดินอาหารที่ใหญ่และซับซ้อนกว่า จึงไม่ควรใช้ Marker เพราะการวัดปริมาณมูลที่ถ่ายออกมาให้แน่นอนทำได้ยากควรใช้ Indicator แทน Indicator ที่นิยมใช้ได้แก่ Chromic oxide, Lignin, Siliga, Chromagen, Acid insoluble ash และ Magnesium ferric เป็นต้น การหาการย่อยได้ของอาหารโดยการใช้วิธี Indicator ไม่จำเป็นต้องวัดปริมาณที่แน่นอนของอาหารที่กินและมูลที่ถ่ายออกมาแต่อาศัยการหาสัดส่วนของความเข้มข้นที่แน่นอนของอาหารที่กินและมูลที่ถ่ายออกมา

### คุณสมบัติ Indicator

- 9.1 สามารถวิเคราะห์หาได้ทางเคมี
- 9.2 เป็นสารที่สัตว์ย่อยและดูดซึมไม่ได้
- 9.3 ควรเป็นสารที่เป็นองค์ประกอบตามธรรมชาติ ของอาหารที่ต้องการ
- 9.4 ไม่มีฤทธิ์หรือผลที่ทำให้ระบบทางเดินอาหารเปลี่ยนแปลง
- 9.5 เป็นสารที่เคลื่อนตัวผ่านทางเดินอาหารโดยอัตราเร็วสม่ำเสมอ (จุฬารัตน์,

ทดสอบ

2539)

### ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการย่อยได้

1. ส่วนประกอบทางเคมีของอาหารสัตว์ เชื้อโยะจะมีอิทธิพลต่อการย่อยได้ของสัตว์ สัตว์สามารถย่อยพืชอ่อนได้ดีกว่าพืชแก่เพราะเมื่อพืชอายุมากขึ้นปริมาณเชื้อโยะจะสูงขึ้นและปริมาณลิกนินจะสูงขึ้นด้วยทำให้สัตว์ย่อยพืชแก่ยาก นอกจากนั้นปริมาณโภชนะในอาหารสัตว์ก็มีอิทธิพลต่อการย่อยได้ของสัตว์เช่นกัน ถ้าโภชนะชนิดใดชนิดหนึ่งขาดหรือมากเกินไปอาจมีผลต่อการดูดซึมและการใช้ประโยชน์ของโภชนะชนิดอื่นได้

2. การเตรียมอาหาร การเตรียมอาหารก่อนนำมาให้สัตว์กินมีหลายวิธี เช่น การสับ การบด การต้ม การขบให้แตก การใช้สารละลายกรดและด่าง และการย่อยด้วยเอนไซม์ต่างๆวิธีเหล่านี้ล้วนแต่ทำให้การย่อยได้ของสัตว์แตกต่างกัน เช่นการเตรียมเมล็ดธัญพืชเป็นอาหารโดย

การบด สำหรับสุกรจะต้องบดให้ละเอียดสัตว์จึงจะย่อยได้ดี การตีมันนอกจากจะทำให้สัตว์ย่อยอาหารได้ดีแล้วยังช่วยทำลายสารบางอย่างที่มีผลต่อการย่อยอาหาร

3. ชนิดของสัตว์ โดยปรกติการย่อยได้มักจะขึ้นอยู่กับคุณสมบัติของสารนั้นมากกว่าตัวผู้ แต่เราไม่สามารถกล่าวได้ว่า อาหารชนิดเดียวกัน เมื่อให้สัตว์ต่างชนิดกันกินเข้าไปแล้วจะย่อยได้เท่ากัน ปัจจัยจากสัตว์ที่สำคัญคือ species อาหารที่มีเยื่อใยต่ำจะถูกย่อยได้ดีทั้งในสัตว์กระเพาะเดี่ยวและสัตว์เคี้ยวเอื้อง แต่อาหารที่มีเยื่อใยสูงนั้น สัตว์เคี้ยวเอื้องจะย่อยได้ดีกว่า ( ศรีสกุล, 2537) ในข้าวโพดมีอัตราการย่อยได้เฉลี่ยของโปรตีนสูงสุดในไก่คือ 81 เปอร์เซ็นต์ จนกระทั่งมีค่าต่ำสุดในสัตว์เคี้ยวเอื้องคือ 93 เปอร์เซ็นต์จนกระทั่งต่ำสุดในสุกร คือ 64 เปอร์เซ็นต์ ส่วนเยื่อใยในไก่ และสุกร ไม่มีกระเพาะหลายส่วนเหมือนสัตว์เคี้ยวเอื้อง และไม่มีแบคทีเรียในการย่อยเยื่อใย ดังนั้นสัตว์เคี้ยวเอื้องจึงมีประสิทธิภาพในการย่อยสารที่มีเยื่อใยได้สูงกว่าไก่ และสุกร เช่นสัตว์ปีกย่อยสารเยื่อใยได้ไม่เกิน 5 เปอร์เซ็นต์ ส่วนสัตว์เคี้ยวเอื้องย่อยสารเยื่อใยได้ 55-60 เปอร์เซ็นต์ แม้ว่าสัตว์เคี้ยวเอื้องจะมีแบคทีเรียที่ช่วยย่อยอาหารอาหารเยื่อใย เป็นการเสริมจากการย่อยด้วยน้ำย่อยแล้วก็ตาม แต่ยังมีสารเยื่อใยเหลืออยู่มากในระบบทางเดินอาหาร

4. ขนาดของอนุภาค ขบวนการเตรียมอาหารหยาบและอาหารข้นมีอิทธิพลต่อการย่อยได้ของโภชนะ ขบวนการดังกล่าวเช่น การบด การแช่น้ำ การแช่ค้าง เป็นต้น ซึ่งล้วนมีแต่มีผลต่อการย่อยได้ทั้งสิ้น ขนาดของอนุภาคจะมีอิทธิพลต่อการย่อยได้ของสัตว์ สัตว์แต่ละชนิดไม่ได้เคี้ยวอาหารได้ละเอียดเสมอไป ดังนั้นพวกเมล็ดพืชที่บดอยู่แล้วย่อมถูกย่อยได้เร็วกว่าธัญพืชทั้งเมล็ด เพราะเมล็ดธัญพืชมีเปลือกหุ้มเมล็ดค่อนข้างแข็งและมีเยื่อใยสูง การบดเป็นการเพิ่มพื้นที่ผิวของอาหาร ช่วยให้น้ำย่อยแทรกเข้าไปได้อย่างทั่วถึง อาหารจึงย่อยได้เพิ่มขึ้น

5. ปัจจัยที่เกี่ยวกับตัวสัตว์เอง ได้แก่ชนิดของสัตว์ อายุ และโรคภัยไข้เจ็บต่างๆ จะมีผลทำให้การย่อยได้ของสัตว์ต่างกัน เช่นสัตว์กระเพาะเดี่ยวจะย่อยอาหารข้นได้ดี แต่การย่อยอาหารหยาบหรืออาหารที่มีเยื่อใยสูงแทบไม่ได้ อายุสัตว์จะมีผลต่อการย่อยได้เช่นเดียวกันซึ่งส่วนใหญ่จะมีสาเหตุเนื่องมาจากสภาพของฟันที่จะทำให้การย่อยได้ของสัตว์แตกต่างกัน

6. ระดับการให้อาหาร การให้อาหารแก่สัตว์แต่ละครั้งในปริมาณมากเกินไปจะทำให้การย่อยได้ของอาหารนั้นลดลง เนื่องจากอาหารจะผ่านทางเดินอาหารเร็วขึ้น ทำให้การย่อยและการดูดซึมน้อยลง ดังนั้นจึงควรให้อาหารในระดับที่พอเหมาะกับความต้องการของสัตว์เท่านั้น (จารุรัตน์, 2528)

### การประเมินคุณค่าทางอาหารโดยการหาค่าการย่อยได้ของสัตว์

การประเมินโดยหาค่าการย่อยได้ของสัตว์ เป็นการประเมินคุณค่าทางอาหารของอาหารสัตว์ โดยวัดจากการใช้ประโยชน์ของสัตว์เช่นเดียวกับการประเมินโดยการทดลองนำอาหารมาให้สัตว์ก่อน แต่การทดสอบวิธีนี้จะเสียค่าและสามารถบอกได้ถึงปริมาณอาหารที่สัตว์สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้จริง เนื่องจากในการทดสอบหาค่าการย่อยได้ของอาหารและโภชนะที่มีอยู่ในอาหารแต่ละชนิดต้องวัดจากจำนวนอาหารและโภชนะที่สัตว์กิน และจำนวนมูลและโภชนะในมูลที่ถ่ายออกมา แล้วนำมาคำนวณหาจำนวนอาหารและโภชนะที่สัตว์ย่อยได้ซึ่งถือว่าเป็นปริมาณอาหารและโภชนะที่สัตว์สามารถดูดซึมและนำไปใช้ประโยชน์ได้ วิธีการทดลองเพื่อหาค่าการย่อยได้ของสัตว์มีขั้นตอนต่อไปนี้คือ

นำอาหารที่ต้องการทดสอบมาวิเคราะห์หาส่วนประกอบทางเคมีหรือโภชนะต่างๆ โดยวิธีการวิเคราะห์โดยประมาณ

นำอาหารนั้นมาเลี้ยงสัตว์ทดลองโดยให้ในปริมาณคงที่และรู้จำนวนที่แน่นอน เก็บมูลสัตว์ทั้งหมดในระยะทดลองที่ให้กินอาหารในปริมาณคงที่และรู้จำนวนอาหารแน่นอน

วิเคราะห์หาส่วนประกอบทางเคมีหรือโภชนะที่มีอยู่ในมูล

ผลต่างของปริมาณอาหารกับปริมาณมูล และโภชนะในอาหารที่กินกับโภชนะที่ถ่ายออกมาในมูลจะเป็นอาหารและโภชนะที่สัตว์สามารถย่อยได้ ซึ่งสามารถนำมาคำนวณหาค่าสัมประสิทธิ์การย่อยได้ (coefficient of digestibility)

สัมประสิทธิ์การย่อยได้ของอาหาร(ร้อยละ)

$$= \frac{\text{น้ำหนักอาหารที่กิน} - \text{น้ำหนักมูลที่ถ่ายออกมา}}{\text{น้ำหนักอาหารที่กิน}} \times 100$$

\*100

น้ำหนักโภชนะในอาหารที่กิน

สัมประสิทธิ์การย่อยได้ของโภชนะ(ร้อยละ)

$$= \frac{(\text{น้ำหนักอาหาร} \times \% \text{โภชนะในอาหาร}) - (\text{น้ำหนักมูล} \times \% \text{โภชนะในมูล})}{\text{น้ำหนักอาหาร} \times \% \text{โภชนะในอาหาร}} \times 100$$

ในการทดลองหาการย่อยได้ของสัตว์นั้นควรใช้สัตว์ที่มีสุขภาพดีหลายๆตัวเพื่อป้องกันการผิดพลาดในการวัดน้ำหนักที่วัดได้มาเฉลี่ยเพื่อลดปัจจัยที่เกิดจากตัวสัตว์ซึ่งมีผลทำให้การย่อยได้ของสัตว์แต่ละตัวแตกต่างกันให้น้อยที่สุด ซึ่งจะทำให้ค่าที่ได้ถูกต้องแม่นยำมากขึ้น ในการทดลองต้องระมัดระวังไม่ให้มูลกับปัสสาวะปนกันเพราะจะมีผลให้ส่วนประกอบทางเคมีของมูลแตกต่างไปจากความจริง ดังนั้นในการทดลองจึงนิยมใช้สัตว์เพศผู้ (เสวานิต, 2527)



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## อุปกรณ์และวิธีการ

### อุปกรณ์

1. กากปาล์มน้ำมัน
2. รำละเอียด
3. แป้งข้าวโพด
4. สัตว์ทดลอง ใช้สุกรพันธุ์ลาร์จไวท์น้ำหนักประมาณ 30 กิโลกรัม เพศผู้ตอน จำนวน 9 ตัว
5. คอกทดลอง ชุดกรงเมตาบอลิก
6. อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง
  - 6.1 อุปกรณ์สำหรับเก็บมูลและปัสสาวะได้แก่ ถังพลาสติก ขวดพลาสติก ตู้เย็น ตู้อบมูลสุกร กระดาษอะลูมิเนียม กระบอกตวงปริมาตร และสารเคมี
  - 6.2 เครื่องชั่งน้ำหนักสุกรและอาหารสัตว์
  - 6.3 สารเคมีที่ใช้วิเคราะห์หาปริมาณ โภชนะต่างๆ

### วิธีการ

#### 1. ตัวอย่างวัตถุดิบอาหารสัตว์

เป็นวัตถุดิบแหล่งโปรตีนจากสัตว์คือกากปาล์ม แหล่งพลังงานจากเมล็ดธัญพืชคือรำละเอียดอาหารจะมี 2 ส่วนคือ อาหารที่ทำการสุมมาจากหลายแหล่งมาทำการวิเคราะห์เชิงปริมาณเพื่อดูปริมาณของโภชนและส่วนที่สองเป็นอาหารที่ใช้เลี้ยงสุกรจริงๆซึ่งนำมาทำการสุมเก็บวัตถุดิบอาหารสัตว์มาใช้ในการทดลองเพื่อคำนวณหาคุณค่าทางอาหาร

## 2. วิธีการหาการย่อยได้ของวัตถุดิบอาหารสัตว์

2.1 นำสุกรน้ำหนักประมาณ 30 กิโลกรัมขึ้นกรงเมตาบอลิกซึ่งอาหารให้กินปกติ (80 เปอร์เซ็นต์ของที่กินเต็มที่) โดยให้อาหารเช้า 8.00 นาฬิกา บ่าย 15.00 นาฬิกา เลี้ยง 2 วันเพื่อให้สัตว์ปรับตัวเข้ากับกรง

2.2 เปลี่ยนอาหารเป็นวัตถุดิบอาหารที่ต้องการทราบการย่อยได้ โดยค่อยๆเปลี่ยนอาหารภายใน 2 วัน เลี้ยงด้วยวัตถุดิบอาหารติดต่อกัน 2 วัน (ซึ่งให้กิน 80 เปอร์เซ็นต์ของกินเต็มที่แบ่งเป็นเช้าและบ่าย) ทำการชั่ง น้ำหนักอาหารที่เหลือในแต่ละวันที่สุกรกินไม่หมด

ตารางที่ 2. อาหารที่ใช้ทดลองในการย่อยได้

สารอาหาร	สูตรกากปาล์ม	สูตรแป้งข้าวโพด	สูตรรำละเอียด
กากปาล์ม	96.2	-	-
รำละเอียด	-	-	96.2
แป้งข้าวโพด	-	96.2	-
ไคแคลเซียมฟอสเฟต	3.0	3.0	3.0
เกลือ	0.3	0.3	0.3
วิตามินและแร่ธาตุ	0.5	0.5	0.5
รวม	100	100	100

2.3 ผสม chromic oxide 0.2 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักอาหารลงในอาหารมื้อแรกและมื้อสุดท้ายของการเก็บมูล เพื่อใช้ chromic oxide เป็น marker ในการที่จะเริ่มเก็บมูลและหยุดเก็บมูลเมื่อใด

2.4 ทำการเก็บมูลหลังจากพบว่ามูลสุกรมียีสสีขาวแล้ว ทำการเก็บมูลและปัสสาวะติดต่อกัน 3 วัน โดยแบ่งเก็บ เช้า 7.00 นาฬิกาและบ่าย 14.00 นาฬิกาก่อนการให้อาหาร ทำการหยุดเก็บเมื่อพบว่ามูลมีสีขาวเช่นกัน ในถังพลาสติกที่เก็บปัสสาวะใส่ 25 เปอร์เซ็นต์  $H_2SO_4$  จำนวน 25 มิลลิลิตร ทุกครั้งหลังทำความสะอาดกรงทดลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 2.5 ข้อมูลที่ต้องบันทึก

ปริมาณการกินอาหารของสุกรในแต่ละวัน (ซึ่งน้ำหนักอาหารที่ให้และน้ำหนักอาหารที่เหลือทุกวัน)

ปริมาณมูลสุกรที่ถ่ายออกมาทุกวัน (ทำการเก็บมูลและชั่งน้ำหนักมูลวันละ 2 ครั้งก่อนให้อาหาร)

ปริมาตรปัสสาวะที่สุกรขับถ่ายออกมาทุกวัน ทำการเก็บวันละ 2 ครั้งเช่นเดียวกับการเก็บมูล

## 2.6 สิ่งจำเป็นที่จะต้องทำการเก็บตัวอย่างระหว่างการทดลอง

อาหารทดลอง สุ่มเก็บอาหารทดลองที่ให้สุกรกินทุกมื้อ

ตัวอย่างมูล สุ่มเก็บตัวอย่างมูลสุกร 10 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักมูลใส่ถุงพลาสติก 2 ชั้นที่มีฟอร์มลิน 10 มิลลิลิตรอยู่ด้วย รัศปากถุงให้แน่น แฉในตู้แช่แข็ง (เก็บตัวอย่างมูลสีเขียวทั้งช่วงเริ่มและหลังเก็บด้วย)

ตัวอย่างปัสสาวะ สุ่มเก็บตัวอย่างปัสสาวะ 10 เปอร์เซ็นต์ของปริมาตรทั้งหมดใส่ถุงพลาสติก 2 ชั้น รัศปากถุงให้แน่นเก็บในตู้เย็นธรรมดา

2.7 หลังจากทำการเก็บตัวอย่างมูลและปัสสาวะติดต่อกัน 3 วันแล้ว เอามูลสุกรในแต่ละตัวที่ได้ โดยแยกเอาของตัวเดียวกันมาผสมรวมกัน แล้วทำการสุ่มเก็บตัวอย่างมูลประมาณ 100-150 กรัม ใส่ถุงพลาสติก 2 ชั้น รัศปากถุงให้แน่นเก็บในตู้แช่แข็งเพื่อใช้เป็นตัวอย่างวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ

2.8 ตัวอย่างปัสสาวะทำเช่นเดียวกับตัวอย่างมูลในข้อ 2.7 เก็บใส่ขวดพลาสติกประมาณ 60-100 มิลลิลิตร ปิดฝาให้แน่นเก็บในตู้เย็น เพื่อใช้วิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ

## 3. การบันทึกข้อมูล

1. บันทึกปริมาณอาหารที่ให้กินทุกมื้อ
2. บันทึกปริมาณอาหารที่เหลือในแต่ละวัน
3. บันทึกปริมาณอาหารที่กินได้ในแต่ละวัน
4. บันทึกปริมาณมูลและปัสสาวะทุกครั้งที่เก็บ

## 4. การวิเคราะห์ทางเคมี

ทำการวิเคราะห์หาคุณค่าทางโภชนาของอาหารสัตว์ ได้แก่ แป้งข้าวโพด กากปาล์มและรำละเอียด โดยวิธี Proximate analysis แสดงไว้ในตารางผลการทดลองและภาคผนวก

1. นำตัวอย่างอาหารสัตว์ไปวิเคราะห์คุณค่าทางอาหารโดยใช้วิธี การวิเคราะห์ทางเคมีโดยประมาณ ( Proximate Analysis ) และนำมูลสุกรและปัสสาวะจะทำการวิเคราะห์หาความชื้นและโปรตีน

2 การวิเคราะห์หาพลังงาน(Gross energy) ของอาหาร มูลสุกรและปัสสาวะสุกรที่เก็บได้โดยใช้Ballistic Bomb Calorimeter

## 5. การวิเคราะห์ข้อมูล

นำผลการวิเคราะห์ที่ได้จากการหาพลังงานทั้งในอาหาร ในมูลและในปัสสาวะมาทำการหาพลังงานการย่อยได้โดยใช้สูตร

$$\text{พลังงานที่ย่อยได้} = \frac{\text{พลังงานในอาหารที่กิน}-\text{พลังงานในมูล}}{\text{จำนวนอาหารที่กิน}}$$

$$\text{พลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้} = \frac{\text{พลังงานในอาหารที่กิน}-\text{พลังงานในมูล}-\text{พลังงานในปัสสาวะ}}{\text{จำนวนอาหารที่กิน}}$$

$$\text{สัมประสิทธิ์การย่อยได้ของอาหาร(ร้อยละ)} = \frac{\text{น้ำหนักอาหารที่กิน}-\text{น้ำหนักมูลที่ถ่ายออกมา}}{\text{น้ำหนักโภชนะอาหารที่กิน}} * 100$$

$$\begin{aligned} \text{สัมประสิทธิ์การย่อยได้ของโภชนะ(ร้อยละ)} \\ = \frac{(\text{น้ำหนักอาหาร} * \% \text{โภชนะในอาหาร}) - (\text{น้ำหนักมูล} * \% \text{โภชนะในมูล})}{\text{น้ำหนักอาหาร} * \% \text{โภชนะอาหาร}} * 100 \end{aligned}$$

$$\text{การย่อยได้ของโปรตีน} = \frac{\% \text{สปส.การย่อยได้ของโปรตีน} * \% \text{โปรตีนในวัตถุดิบ}}$$

BV=ค่าบ่งว่าไนโตรเจนที่ถูกดูดซึมเข้าไปเก็บไว้ในร่างกายที่เปอร์เซ็นต์(ร้อยละ)

$$\frac{=N\text{ที่กิน}-(N\text{ในอุจจาระ}+N\text{ในปัสสาวะ})}{N\text{ที่กิน}-N\text{ในอุจจาระ}} *100$$

NPU=ค่าที่บ่งบอกว่าโปรตีนที่สัตว์กินเข้าไปสามารถถูกเก็บไว้ในร่างกายได้กี่เปอร์เซ็นต์(ร้อยละ)

NPU=BV\* True digestibility of protein

$$\frac{=N\text{ที่กิน}-(N\text{ในอุจจาระ}-MFN)-(N\text{ในปัสสาวะ}-EUN)}{N\text{ที่กิน}} *100$$

Nที่กิน

ในการนำข้อมูลมาวิเคราะห์ ต้องทำให้ทั้งอาหาร มูลและปัสสาวะที่ใช้ในการคำนวณอยู่ในรูปเดียวกัน นั่นก็คือทั้งหมดอยู่ในรูป dry matter

## 6. สถานที่ทำการทดลอง

1. โรงเรือนใช้เลี้ยงสุกรของ ภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตสัตว์ คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กรุงเทพฯ
2. การวิเคราะห์ทางเคมี ใช้ห้องปฏิบัติการวิเคราะห์อาหารสัตว์ ภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตสัตว์ คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กรุงเทพฯ
3. ห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์ คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กรุงเทพฯ

## 7. ระยะเวลาทำการทดลอง

การทดลองเริ่มวันที่ 3 สิงหาคม พ.ศ.2541 สิ้นสุดการทดลองวันที่ 23 กุมภาพันธ์ พ.ศ.2542

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### ผลการทดลอง

จากการเลี้ยงสุกรเพศผู้น้ำหนักประมาณ 30 กิโลกรัม โดยให้สุกรได้รับ กากปาล์ม และรำละเอียด สามารถวิเคราะห์หาส่วนประกอบทางเคมีของโภชนะต่างๆดังตารางที่ 5

ตารางที่ 3. แสดงส่วนประกอบทางเคมีของกากปาล์ม และรำละเอียด

วัตถุดิบอาหาร	องค์ประกอบทางเคมี						
	ความชื้น	โปรตีน	ไขมัน	เยื่อใย	เถ้า	แคลเซียม	ฟอสฟอรัส
กากปาล์ม	6.88	8.01	13.56	20.29	4.85	0.315	0.1095
รำละเอียด	10.14	11.46	11.31	5.01	7.63	0.17	0.9936

วัตถุดิบอาหารที่เลี้ยงสุกรในการทดลอง วิเคราะห์โภชนะทางเคมีได้ดังนี้  
 กากปาล์มมีเปอร์เซ็นต์ความชื้น โปรตีน ไขมัน เยื่อใย เถ้า แคลเซียม ฟอสฟอรัส เท่ากับ 6.88, 8.01, 13.56, 20.29, 4.85, 0.315, และ 0.1095 ตามลำดับ  
 รำละเอียดมีเปอร์เซ็นต์ความชื้น โปรตีน ไขมัน เยื่อใย เถ้า แคลเซียม ฟอสฟอรัส เท่ากับ 10.14, 11.46, 11.31, 5.01, 7.63, 0.17 และ 0.9936 ตามลำดับ

ตารางที่ 4. แสดงค่าพลังงานที่ย่อยได้และพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้ในอาหารที่ใช้เลี้ยงสุกร

วัตถุดิบอาหาร	พลังงานที่ย่อยได้	พลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้
	(Kcal/kg)	(Kcal/kg)
กากปาล์ม	3918.99	3857.93
รำละเอียด	3855.83	3834.18

จากตาราง การหาค่าพลังงานที่ย่อยได้และพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้ในสุกรรุ่นเพศผู้ น้ำหนักประมาณ 30 กิโลกรัม ปรากฏว่าพลังงานที่ย่อยได้ในกากปาล์ม และรำละเอียดมีค่าเท่ากับ



15992

ตารางที่ 5. แสดงค่าสัมประสิทธิ์การย่อยได้ของวัตถุดิบ ค่าสัมประสิทธิ์การย่อยได้ของโปรตีน และค่าการย่อยได้ของโปรตีนในอาหารทดลองที่ใช้เลี้ยงสุกร

วัตถุดิบอาหาร	D cof DM (%)	D cof CP (%)	D of CP (%)
กากปาล์ม	69.75	57.90	8.91
รำละเอียด	81.26	81.71	9.36

D cof DM ค่าสัมประสิทธิ์การย่อยได้ของวัตถุดิบ

D cof CP ค่าสัมประสิทธิ์การย่อยได้ของโปรตีน

D of CP การย่อยได้ของโปรตีน

จากตาราง ค่าสัมประสิทธิ์การย่อยได้ของวัตถุดิบในกากปาล์ม และรำละเอียด มีค่าเท่ากับ 69.75 และ 81.26 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ ส่วนค่าสัมประสิทธิ์การย่อยได้ของโปรตีนของกากปาล์ม และรำละเอียด มีค่าเท่ากับ 57.90 และ 81.71 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ และค่าการย่อยได้ของโปรตีนในอาหารที่เลี้ยงสุกรจากกากปาล์ม และรำละเอียดมีค่าเท่ากับ 8.91 และ 9.36 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ

ตารางที่ 6. แสดงค่าชีวภาพของโปรตีน และค่าโปรตีนที่ใช้ประโยชน์ได้สุทธิ

วัตถุดิบอาหาร	BV (%)	NPU (%)
กากปาล์ม	92.59	50.41
รำละเอียด	98.16	74.49

กากปาล์มมีค่าชีวภาพของโปรตีนและค่าโปรตีนที่ใช้ประโยชน์ได้เท่ากับ 92.59 และ 50.41 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนรำละเอียดพบว่ามีค่าชีวภาพของโปรตีนและค่าโปรตีนที่ใช้ประโยชน์ได้เท่ากับ 98.16 และ 74.49 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ห้องสมุดคณะเทคโนโลยีการเกษตร

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าฯ สาคกระบุง

## วิจารณ์

เสาวนิตและคณะ (2530) รายงานโภชนะทางเคมีของกากปาล์มว่ามีเปอร์เซ็นต์ ความชื้น โปรตีน ไขมัน เยื่อใย เถ้า แคลเซียม และฟอสฟอรัส เท่ากับ 14.54, 6.69, 8.60, 38.00, 4.61, 0.25 และ 0.26 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับส่วนจากการทดลอง กากปาล์มมีความชื้น โปรตีน ไขมัน เยื่อใย เถ้า แคลเซียมและฟอสฟอรัส เท่ากับ 6.88, 8.01, 13.56, 20.29, 4.85, 0.315 และ 0.1095 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ และพลังงานการย่อยได้เท่ากับ 3918.99 kcal/kg พลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้ 3857.93 kcal/kg

จากการวิเคราะห์ทางเคมีของกากปาล์มที่ใช้ทดลองมีระดับโปรตีนและไขมัน (8.01 เปอร์เซ็นต์ และ 13.56 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ) สูงกว่าที่เสาวนิตและคณะ (2530) รายงานซึ่งมีระดับโปรตีนและไขมัน (6.69 เปอร์เซ็นต์ และ 8.60 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ) แต่ระดับเยื่อใยที่เสาวนิตและคณะ (2530) รายงานมีค่าสูงกว่า (38.00 เปอร์เซ็นต์) ระดับเยื่อใยของกากปาล์มที่ใช้ทดลอง (20.29 เปอร์เซ็นต์) อาจเนื่องจากกากปาล์มที่ได้จากการหีบน้ำมันจะมีระดับไขมันสูง โปรตีนต่ำ และ เยื่อใยสูง และ กากปาล์มที่ได้จากการทดลองอาจมีส่วนของเนื้อในปาล์มผสมอยู่มากกว่าของเสาวนิตและคณะ (2530)

ค่าทางชีวภาพของโปรตีนและเปอร์เซ็นต์การย่อยได้ของโปรตีนในกากปาล์มเท่ากับ 92.59 และ 8.91 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ค่าโปรตีนที่ใช้ประโยชน์ได้สุทธิเท่ากับ 50.41 แสดงว่าสุกรสามารถซึมปริมาณโปรตีนในกากปาล์มได้ค่อนข้างสูงแต่สุกรนำโปรตีนไปใช้ประโยชน์ได้น้อย โดยโปรตีนที่ไม่ได้ใช้ประโยชน์จะถูกขับถ่ายออกมาทางปัสสาวะ ส่วนค่าสัมประสิทธิ์การย่อยได้ของวัตถุดิบ และค่าสัมประสิทธิ์การย่อยได้ของโปรตีนมีค่าน้อยคือ 69.75 เปอร์เซ็นต์และ 57.90 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ ทำให้การย่อยได้ของโปรตีนน้อยลง

อุทัย (2529) รายงานโภชนะของรำละเอียดมีความชื้น โปรตีน ไขมัน เยื่อใย เถ้า แคลเซียม ฟอสฟอรัส และพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้คือ 12, 12, 12, 11, 10.90, 0.06, เปอร์เซ็นต์และ 3120 kcal/kg ส่วน Feed Stuffs (1995) รายงานว่ามีความชื้น โปรตีน ไขมัน เยื่อใย เถ้า แคลเซียม ฟอสฟอรัส และพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้คือ 9, 13.5, 5.9, 13.0, 11.0, 0.1, 1.7, เปอร์เซ็นต์ และ 2200 kcal/kg ตามลำดับ และจากการทดลองพบว่า มีความชื้น โปรตีน ไขมัน เยื่อใย เถ้า แคลเซียม ฟอสฟอรัส และพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้คือ 10.14, 11.46, 11.31, 5.01, 7.63, 0.17, 0.9936, เปอร์เซ็นต์ และ 3834.18 kcal/kg

รำละเอียดจากการทดลองมีเชื้อยีสต์คือ 5.01 อุทัย (2529) และ Feed Stuffs (1995) รายงานคือ 11.00 เปอร์เซ็นต์และ 13.00 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ รำละเอียดที่มีระดับเชื้อยีสต์อาจเป็นเพราะมีแกลบปนอยู่น้อย ส่วนระดับโปรตีนมีค่าใกล้เคียงกัน คือจากการทดลอง 11.46 เปอร์เซ็นต์ อุทัย 12 เปอร์เซ็นต์ และ Feed Stuffs 13.5 เปอร์เซ็นต์

ค่าพลังงานที่ข้อย่อยได้จากการทดลองมีค่า 3834.18 kcal/kg ซึ่งมากกว่ารายงานของอุทัย (2529) และ Feed stuffs (1995) อาจเป็นเพราะโปรตีนสูง ไนมันสูง และเชื้อยีสต์ของรำละเอียดที่ใช้ทดลอง และจากการทดลองรำละเอียดมีค่าสัมประสิทธิ์การย่อยได้ของวัตถุดิบและค่าสัมประสิทธิ์การย่อยได้ของโปรตีนเท่ากับ 81.26 เปอร์เซ็นต์และ 81.71 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ซึ่งมีค่าสูงกว่ากากปาล์มที่ทำกรทดลอง แต่การย่อยได้ของโปรตีนต่ำ ส่วนค่าชีวภาพของโปรตีนและค่าโปรตีนที่ใช้ประโยชน์ได้สุทธิของรำละเอียดเท่ากับ 98.16 เปอร์เซ็นต์ และ 74.49 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ แสดงว่ารำละเอียดดูดซึมได้มากกว่ากากปาล์ม และโปรตีนที่ใช้ประโยชน์ได้สุทธิตั้งสูงกว่ากากปาล์มเช่นเดียวกัน



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### สรุปผลการทดลอง

จากการศึกษาการย่อยได้ของสุกร เมื่อใช้กากปาล์มน้ำมัน และรำละเอียด เลี้ยงสุกรน้ำหนักประมาณ 30 กิโลกรัม สรุปผลดังนี้

1. การใช้กากปาล์มในการเลี้ยงสุกร พบว่าพลังงานที่ย่อยได้และพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้มีค่าเท่ากับ 3918.99 และ 3857.93 kcal/kg ตามลำดับ ส่วนค่าสัมประสิทธิ์การย่อยได้ ค่าสัมประสิทธิ์การย่อยได้ของโปรตีน และค่าการย่อยได้ของโปรตีน มีค่า 69.75, 57.90 และ 8.91 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ ค่าชีวภาพของโปรตีนและค่าโปรตีนที่ใช้ประโยชน์เท่ากับ 92.59 และ 50.41 เปอร์เซ็นต์
2. รำละเอียดมีค่าพลังงานที่ย่อยได้และพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้เท่ากับ 3855.83 และ 3834.18 ค่าสัมประสิทธิ์การย่อยได้ ค่าสัมประสิทธิ์การย่อยได้ของโปรตีนมีค่า 81.26, 81.71 และ 9.36 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และค่าชีวภาพของโปรตีน และค่าโปรตีนที่ใช้ประโยชน์คือ 98.16 และ 74.49 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### เอกสารอ้างอิง

- จุฑารัตน์ จันทบูรณ์. 2539. การประเมินค่าพลังงานใช้ประโยชน์ได้ของกากปาล์มน้ำมันในสัตว์ปีก. ภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตสัตว์ คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, กรุงเทพมหานคร. 39น.
- จารุรัตน์ เศรษฐภักดี. 2528. อาหารสัตว์เบื้องต้น. ภาควิชาสัตวศาสตร์ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่, สงขลา. 265น.
- ทวีศักดิ์ นิยมบัณฑิต. 2529. ผลการใช้กากปาล์มน้ำมันชนิดกระเทาะเปลือกในอาหารสุกรรุ่น-ขุน. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพมหานคร. 103น.
- นิรนาม. 2539. ธัญชาติและผลิตภัณฑ์. ภาควิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะอุตสาหกรรมและการเกษตร, กรุงเทพมหานคร. 357น.
- ประธาน เสนีวงศ์ ณ อยุธยา. 2530. กากเมล็ดปาล์ม การประสบความสำเร็จในการใช้กากเมล็ดปาล์มเป็นอาหารชั้นสำหรับโค. วารสารธุรกิจอาหารสัตว์. 4(10) : 79-84.
- วินัย ประถมไพกาญจน์, เสาวนิต คูประเสริฐ, สุรพล ชลดำรงกุล และสมเกียรติ ทองรักษ. 2528. ผลของการใช้กากเนื้อในปาล์มน้ำมันระดับต่างๆในสูตรอาหารสุกรขุน. วารสารสงขลานครินทร์. 7(2) : 137-144
- ศรีสกุล วรจันทร์. 2537. โภชนศาสตร์สัตว์. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. 141น.
- สุกัญญา จัดตุพรพงษ์. 2530. การใช้และการตรวจสอบคุณภาพ. วารสารวัตถุดิบอาหารสัตว์
- สุจิตร์ ชลดำรงกุล. 2530. ผลของระยะเวลาในการเก็บรักษาที่มีต่อคุณภาพของกากปาล์มน้ำมัน. วารสารสงขลานครินทร์. 9(2) : 163-167
- สุวรรณ กิจภากรณ์. 2530. อาหารสัตว์ขั้นพื้นฐาน. ภาควิชาสัตวบาล คณะแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพมหานคร. 11น.
- เสาวนิต คูประเสริฐ. 2527. อาหารสัตว์เบื้องต้น. ภาควิชาสัตวศาสตร์ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่, สงขลา. 106น.
- สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2527. สถิติการเกษตรประเทศไทยมีการเพาะปลูก 2525/2526. ศูนย์สถิติการเกษตร, กรุงเทพมหานคร. 24น.
- อุทัย คันโธ. 2529. อาหารและการผลิตอาหารเลี้ยงสุกรและสัตว์ปีก. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน, นครปฐม. 297น.

Feed Stuff.1995. Reference issue. July19, volume67, Number30.

Fetuga, B.L., GM. Babatunde and VA. Oyenuga. 1977.The value of palm kernelmeal in finishing diets for pigs, The effect of addition of cane mollasse on the utilization of high level palm kernel meal diets. J. Agri. Sci. Camb. 88(3) : 663-669.



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้