

๑. วิทยาลัยเกษตรกำแพง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ปัญหาพิเศษ

เรื่อง

การศึกษาการย่อยได้ของข้าวฟ่างและกากเมล็ดทานตะวันในสุกรรุ่น
Digestibility Trial of Sorghum and Sunflower Seed Meal in Growing Pig



T100712

โดย

นางสาวสุรารักษ์ ภาษิต

เสนอ

ภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตสัตว์

คณะเทคโนโลยีการเกษตร

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า

เจ้าคุณทหารลาดกระบัง กรุงเทพฯ

พ.ศ. 2542

ปพ.
๗๕๕๘ก

เลขหมู่..... 254 ๒

ลงทะเบียน..... 100712

เดือนปี..... ๒๒ JUN 200๐

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ใบรับรองปัญหาพิเศษปริญญาตรี
ภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตสัตว์

เรื่อง

การศึกษาค่าการย่อยได้ของข้าวฟ่างและกากเมล็ดทานตะวันในสุกรรุ่น
Digestibility Trial of Sorghum and Sunflower Seed Meal in Growing Pig

โดย

นางสาวสุรารักษ์ ภาษิต

ได้พิจารณาเห็นชอบโดย
อาจารย์ที่ปรึกษา

(ผศ. ดร. รณชัย สิทธิไกรพงษ์)

ภาควิชารับรองแล้ว

(ผศ. ดร. รณชัย สิทธิไกรพงษ์)

หัวหน้าภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตสัตว์

วันที่ 30 เดือน พ.ค. ปี 42.

15998

14 ก.ค. 2542

ร.พ.
๒๕๕๗
2541

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทคัดย่อปัญหาพิเศษ

เรื่อง

การศึกษาการย่อยได้ของข้าวฟ่างและกากเมล็ดทานตะวันในสุกรรุ่น Digestibility Trial of Sorghum and Sunflower Seed Meal in Growing Pig

การศึกษาการย่อยได้ของข้าวฟ่างและกากเมล็ดทานตะวันในสุกรน้ำหนักประมาณ 30 กิโลกรัม โดยใช้สุกรเพศผู้ตอนพันธุ์ลาร์จไวท์ ผลปรากฏว่า เปอร์เซ็นต์การย่อยได้ของโปรตีน ค่าชีวภาพของโปรตีน ค่าโปรตีนใช้ประโยชน์ได้สุทธิ ค่าพลังงานการย่อยได้และพลังงานใช้ประโยชน์ได้ของกากเมล็ดทานตะวันมีค่าเท่ากับ 26.63 , 98.84 , 79.58 เปอร์เซ็นต์และ 3165.78 , 3160.84 กิโลแคลอรีต่อกิโลกรัมตามลำดับ

ส่วนข้าวฟ่างมีเปอร์เซ็นต์การย่อยได้ของโปรตีน ค่าชีวภาพของโปรตีน ค่าโปรตีนใช้ประโยชน์ได้สุทธิ ค่าพลังงานการย่อยได้และพลังงานใช้ประโยชน์ได้ของข้าวฟ่างมีค่าเท่ากับ 7.72 , 95.18 , 77.69 เปอร์เซ็นต์และ 3309.03, 3294.76 กิโลแคลอรีต่อกิโลกรัมตามลำดับ

คำนิยม

ในการทำปัญหาพิเศษเรื่องการศึกษาการย่อยได้ของข้าวฟ่างและกากเมล็ดทานตะวัน ในสุกรรุ่นได้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี ข้าพเจ้าขอขอบพระคุณ ผศ.ดร. รณชัย สิทธิไกรพงษ์ ซึ่งเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาปัญหาพิเศษที่ได้ให้คำแนะนำช่วยเหลือแก้ไขตรวจสอบสิ่งบกพร่องเพิ่มเติม ข้อมูลต่างๆ จนปัญหาพิเศษเล่มนี้สำเร็จลงด้วยดี ขอขอบคุณอาจารย์ณัทชัย วิจิตรโรทัยและ อาจารย์จรรยา คงฤทธิ ที่ให้ความช่วยเหลือในเรื่องการทดลองเกี่ยวกับการวิเคราะห์โภชนะต่างๆ ในห้องปฏิบัติการ ขอขอบคุณพี่ๆ เพื่อนๆ และน้องๆ ที่ได้ให้กำลังใจจนปัญหาพิเศษเล่มนี้สำเร็จลงด้วยดี

สุดท้ายนี้ขอกราบขอบพระคุณคุณพ่อคุณแม่ที่ช่วยเป็นกำลังใจคอยช่วยเหลือให้กำลังใจสนับสนุนการศึกษาของข้าพเจ้าตลอดมา

สุรารักษ์ ภาษิต

25 พฤษภาคม 2542

สารบัญ

	หน้า
สารบัญตาราง	(1)
คำนำ	1
การตรวจเอกสาร	2
อุปกรณ์และวิธีการ	13
ผลการทดลอง	18
วิจารณ์	23
สรุปผลการทดลอง	25
ข้อเสนอแนะ	26
เอกสารอ้างอิง	27



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่ 1. แสดงอาหารที่ใช้ในการทดลองการย่อยได้	15
ตารางที่ 2. แสดงผลการวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาของวัตถุดิบอาหารสัตว์	18
ตารางที่ 3. แสดงผลการวิเคราะห์การใช้ประโยชน์ได้ของวัตถุดิบอาหารสัตว์	21



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้!

การศึกษาการย่อยได้ของข้าวฟ่างและกากเมล็ดทานตะวัน ในสุกรรุ่น
(Digestibility Trial of Sorghum and Sunflower Seed Meal in Growing Pig)

คำนำ

ในภาวะเศรษฐกิจปัจจุบันผู้เลี้ยงสุกรต้องประสบภาวะปัญหาในการเลี้ยงสุกรต้นทุนการผลิตสูง โดยเฉพาะในเรื่องค่าอาหารซึ่งคิดเป็นร้อยละ 75 ของต้นทุนการผลิตทั้งหมด ฉะนั้นผู้เลี้ยงสุกรควรให้ความสำคัญในจุดนี้หากมีการลดต้นทุนในด้านค่าอาหารลงได้ก็จะเพิ่มกำไรมากขึ้น แต่การลดต้นทุนค่าอาหารลงนั้นต้องไม่ส่งผลกระทบต่อสมรรถภาพการผลิตของสุกรให้เลวลง มีการนำเอาวิทยาการใหม่ๆ มาใช้ เช่น การเพิ่มเอนไซม์ลงในอาหารที่ใช้เลี้ยงเพื่อเพิ่มการย่อยได้ การศึกษาเกี่ยวกับการย่อยได้ของวัตถุดิบอาหารแต่ละตัวที่เหมาะสมในแต่ละท้องถื่นรวมถึงการศึกษาการย่อยได้ของวัตถุดิบอาหารสัตว์ว่าวัตถุดิบชนิดใดมีค่าการย่อยได้มากที่สุด ดีที่สุด เพื่อจะสามารถเลือกใช้ให้เหมาะสม เพราะในปัจจุบันวัตถุดิบอาหารสัตว์นั้นวันจะมีราคาแพงมากขึ้น หากเราสามารถเลือกหาวิธีที่จะทำให้สุกรใช้ประโยชน์จากอาหารที่กินได้มากขึ้นและดูดซึมอาหารไปใช้ประโยชน์ได้มากขึ้นก็จะส่งผลดีต่อเกษตรกรผู้เลี้ยงสุกรได้เป็นอย่างดี

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาการย่อยได้และการนำไปใช้ประโยชน์ของข้าวฟ่างและกากเมล็ดทานตะวันในสุกรรุ่น

ตรวจเอกสาร

การย่อยได้ (Digestibility) คือ ความสามารถในการย่อยได้ของอาหาร เป็นความสามารถในการย่อยได้ของอาหารและ โภชนะแต่ละชนิดในสัตว์

ในอาหารจะมีโภชนะมากน้อยเพียงใด สามารถวัดได้โดยการวิเคราะห์ทางเคมีแต่ส่วนของอาหารที่สัตว์จะได้รับจริงจะทราบได้ก็เมื่อรู้ปริมาณที่สูญเสียไปในระหว่างการย่อย การดูดซึมและเมตาโบลิซึมในร่างกาย เมื่อเรานำ โภชนะในมูลมาหักออกจากโภชนะในอาหารก็จะทราบปริมาณโภชนะที่ย่อยได้ (Digestible nutrient) สัดส่วนของโภชนะที่ย่อยได้จะบ่งบอกเป็นเปอร์เซ็นต์ของวัตถุแห้ง(% Dry matter basis) เรียกว่าสัมประสิทธิ์การย่อยได้ (Digestibility Coefficient) ในส่วนของโภชนะที่ไม่ถูกขับออกทางมูลซึ่งถือว่าเท่ากับส่วนที่ถูกดูดซึมได้นั้นถือว่าไม่ถูกต้องเพราะสิ่งที่ขับออกมาในมูลไม่ได้มาจากอาหารทั้งหมด (Food origin) แต่มาจากส่วนของร่างกายด้วย (Metabolic origin) ซึ่งได้แก่น้ำย่อย หรือเซลล์ที่หลุดจากทางเดินอาหาร ส่วนดังกล่าวเรียก Metabolic faecal substance หรือ Endogenous faecal substance ที่ถูกต้องจะต้องนำส่วนนี้มาหักจากมูลจึงจะได้ส่วนที่ถูกดูดซึมเข้าไปจริง สัมประสิทธิ์การย่อยได้ในกรณีนี้เรียกว่า True Digestibility Coefficient ส่วนสัมประสิทธิ์การย่อยได้ส่วนแรกเรียกว่า Apparent digestibility coefficient โดยสามารถหาค่าเหล่านี้ได้จากสูตร

$$\text{Apparent digestibility coefficient} = \frac{I-F}{I} \times 100$$

$$\text{True Digestibility Coefficient} = \frac{I-(F-E)}{I} \times 100$$

- เมื่อ
- I เป็นปริมาณ โภชนะในอาหารที่กิน (Intake)
 - F เป็นปริมาณ โภชนะในมูลที่ถ่ายออก (Faeces)
 - E เป็นปริมาณ โภชนะ ใน Endogenous faecal substance

แต่เนื่องจากการหาสัมประสิทธิ์การย่อยได้จริง(Coefficient of true digestibility)เป็นเรื่องยุ่งยาก เพราะในการจำแนกว่าโภชนะนั้นมาจากอาหารหรือตัวสัตว์ทำได้ลำบากฉะนั้นค่า Apparent digestibility coefficient จึงเป็นที่ยอมรับกันทั่วไป (บุญล้อม, 2527)

การหาค่าการย่อยได้

1. การหาค่าการย่อยได้โดยอาศัย Indicator (Indicator method)

ในสภาพที่ขาดเครื่องมือที่เหมาะสมในสภาพการทดลองบางชนิดที่ไม่สามารถวัดปริมาณอาหารที่กินหรือมูลที่ขับออกมาได้เช่น กรณีที่เลี้ยงสัตว์เป็นฝูง เราสามารถหาค่าการย่อยได้โดยอาศัย Indicator

Indicator อาจเป็นสิ่งมีอยู่ในอาหารนั้นตามธรรมชาติ (Natural indicator หรือ internal indicator) เช่น ลิกนิน หรืออาจเป็นสารที่เติมลงไปก็ได้ (External indicator) ซึ่งตัวที่นิยมได้แก่ Chromic Oxide (Cr_2O_3) Ferric Oxide (FeO_2)

สารที่ใช้เป็น Indicator ควรจะต้องมีคุณสมบัติดังนี้

- ไม่ถูกย่อย ไม่ถูกดูดซึม (Fully recoverable)
- ผ่านทางเดินอาหารสม่ำเสมอ
- ไม่มีฤทธิ์เป็นยา
- วิเคราะห์ทางเคมีได้ง่าย

มีหลักการคือ ทำการคัดเลือกสัตว์ทดลองที่มีอายุขนาดและน้ำหนักใกล้เคียงกัน ต้องเป็นสัตว์ที่มีสุขภาพดี ไม่ตื่นตกใจง่าย ปกตินิยมใช้สัตว์ตัวผู้เพื่อสะดวกในการเก็บมูลและแยกปัสสาวะไม่ให้ปะปนกับมูลได้ง่าย จำนวนสัตว์ที่ใช้ในการทดลองควรมากกว่า 1 ตัว เพราะแม้จะอยู่ใน Species อายุและเพศเดียวกันก็มีความสามารถในการย่อยได้ต่างกัน การมีจำนวนซ้ำมากจะทำให้ค่าที่ได้มีความแม่นยำยิ่งขึ้น อาหารที่ให้ควรทำการผสมให้ทั่วและเตรียมไว้ให้เพียงพอก่อนเริ่มการทดลองเพื่อว่าองค์ประกอบจะได้สม่ำเสมอ การให้อาหารควรให้เวลาเดียวกันทุกวันและปริมาณที่ให้กินในแต่ละวันควรจะเท่ากันเพราะถ้าไม่เท่ากัน เช่น มีอสุคท้ายให้มากกว่าปกติมูลที่ขับออกมาอาจยืดเวลาออกไปจนถึงระยะเล็กเก็บมูลได้ ทำให้มีอุจจาระที่น้อยกว่าความเป็นจริง เป็นเหตุให้การย่อยได้สูงเกินไป

การใช้ Indicator ไม่จำเป็นต้องทราบน้ำหนักของอาหารที่กินและมูลที่ขับออกก็ได้ เพราะถ้าเราสามารถทราบความเข้มข้นของ Indicator ในอาหารและในตัวอย่างมูลของสัตว์แต่ละตัว สัดส่วนของความเข้มข้นจะบ่งบอกถึงการย่อยได้

Schiavon *et al.* (1996) กล่าวว่ามีการเปรียบเทียบถึงการย่อยได้แบบเก็บหมด

(Total collection method) โดยใช้ Chromic Oxide เป็น Indicator โดยเปรียบเทียบ 2 ช่วงคือ ช่วง Adaptation และช่วง Collection periods พบว่าการเก็บหมดในช่วง Adaptation periods สามารถทำให้การย่อยได้เพิ่มขึ้น

2. การย่อยได้โดยวิธีทางอ้อม (Indirect digestibility)

ในการหาการย่อยได้ของอาหารกับสัตว์เคี้ยวเอื้องในบางครั้งเราไม่สามารถให้อาหารอย่างเดียวแก่สัตว์ได้ ตัวอย่างเช่น ในการทดลองหาการย่อยได้ของเมล็ดฝ้ายในวัว สัตว์อาจล้มป่วยลงได้เนื่องจากการทำงานของระบบย่อยผิดปกติหรือถ้าหากสัตว์ไม่ป่วยค่าที่ได้ อาจไม่ใช่ค่าการย่อยได้ของเมล็ดฝ้ายที่แท้จริง ฉะนั้นในการทดลองหาการย่อยได้ของอาหารชั้นกับสัตว์เคี้ยวเอื้องจำเป็นต้องให้อาหารหยาบมาก่อน ผลแตกต่างของการย่อยได้ของอาหารชั้น ซึ่งการย่อยได้ของอาหารวิธีนี้เรียกว่า Indirect method (ภาสกร, 2529)

บุญล้อม (2527) กล่าวว่า สามารถหาการย่อยได้โดยกระทำการวัด โดยทดลองกับตัวสัตว์ อาจใช้วิธีในห้องปฏิบัติการ คือ Conventional ซึ่งหลักการก็คล้ายกับ Indirect method การทดลองนี้จะต้องทราบปริมาณที่แน่นอนของอาหารที่กินและมูลที่ขับออกซึ่งในระหว่างการทดลองนั้นจะต้องทำการบันทึกอาหารที่กินและมูลที่ขับออกทุกวัน

Cherian *et al.* (1988) กล่าวว่า การหาการย่อยได้โดยวิธี Conventional เป็นวิธีการหาการย่อยได้ที่เสียค่าใช้จ่ายสูง เสียเวลา สิ้นเปลืองอาหารผลที่ได้ก็ไม่แน่นอนไม่เหมาะจะนำมาใช้อูทัย (2527) กล่าวว่า Indirect digestibility คือ การหาการย่อยได้ของอาหารชั้นในสัตว์เคี้ยวเอื้อง เป็นวิธีทางอ้อม โดยครั้งแรกต้องหาการย่อยได้ของอาหารหยาบอย่างเดียวก่อนแล้วจึงหาการย่อยได้ของอาหารหยาบปนอาหารชั้นหลังจากนั้นหาผลต่างของการย่อยได้ทั้งสองครั้งเพื่อนำมาคำนวณหาสัมประสิทธิ์การย่อยได้ของอาหารชั้น

นอกจากนี้ยังสามารถหาการย่อยได้โดยระบบ *In vitro* หลักการสำคัญในการวิเคราะห์โดยระบบ *In vitro* คือการลอกเลียนแบบสภาวะภายในทั้งหมดให้เหมือนกับในระบบการย่อยได้ของสัตว์จริงๆ การวิเคราะห์แบบ *In vitro* สามารถจัดแบ่งเป็น 2 กลุ่มดังนี้

1. การทดลองเพื่อวัด End-Product หรือ Metabolites ซึ่งจำเป็นต้องอาศัยเครื่องมือที่สลับซับซ้อน
2. การวิเคราะห์การย่อยได้ของตัวอย่างพืชอาหารสัตว์ซึ่งส่วนนี้จะไม่ยุ่งยากสลับซับซ้อนมากนัก

การวิเคราะห์การย่อยได้ในระบบ *In vitro* นี้จะอำนวยความสะดวกให้กับผู้วิเคราะห์ไม่ว่าจะเป็นในด้านเวลา การลงทุนและความสะดวกรวดเร็วเมื่อเปรียบเทียบกับวิเคราะห์โดยระบบ *In vivo* ซึ่งเป็นการทดลองกับสัตว์โดยตรงและการทดลองแบบ *In vivo* จะมีค่าความคลาดเคลื่อนมากกว่าเนื่องจากความยุ่งยากหลายอย่างในการทดลองซึ่งจะได้ค่าใกล้เคียงความจริงน้อยกว่าวิธี *In vitro* (ดวงสิรินทร์, 2541)

In vitro ในสัตว์กระเพาะเดี่ยวจะหาการย่อยได้ได้แต่เฉพาะส่วนของโปรตีน ซึ่งอาจทำได้โดยใช้เอนไซม์เปปซินและกรดเกลือมาย่อยผลที่ได้ อาจแตกต่างจากการย่อยได้ในสัตว์จริงบ้าง เพราะการย่อยได้ในสัตว์เกิดจากปฏิกิริยาของเอนไซม์ Protease หลายชนิดร่วมกัน (บุญล้อม, 2527) รายงานว่า การใช้เอนไซม์ที่มีขายกันเป็นการค้าคือ Porcine pancreatic, Trypsin ; bovine pancreatic chymotrypsin ; porcine intestinal peptidase ; protease from *Streptomyces griseus* ย่อยอาหารจะทำให้ได้ค่าใกล้เคียงกับค่าที่ย่อยได้จริงในตัวสัตว์โดยมี ค่า $r_{\text{correlation}} = 0.9$ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในกรณีของ โปรตีนจากพืชและอาหาร โปรตีนจากพืชกับสัตว์ร่วมกัน

ปัจจัยที่มีผลต่อความสามารถในการย่อยได้ของอาหาร

1. อุณหภูมิของสิ่งแวดล้อม อุณหภูมิจะเกี่ยวข้องกับความสามารถในการกินของสัตว์ เช่น เมื่ออากาศร้อนสัตว์จะกินอาหารได้น้อย อาหารที่กินได้จำนวนน้อยนั้นจะต้องอยู่ในระบบทางเดินอาหารนานขึ้นทำให้สัตว์สามารถย่อยได้มากขึ้น อุณหภูมิของสิ่งแวดล้อมจึงมีอิทธิพลต่อการย่อยได้โดยทางอ้อม (ทวี, 2527)
2. องค์ประกอบทางเคมีของอาหารนั้น (Food composition) อาหารจะถูกย่อยมากน้อยแค่ไหนขึ้นอยู่กับองค์ประกอบทางเคมี อาหารบางอย่าง เช่น ข้าวบาร์เลย์มีองค์ประกอบค่อนข้างคงที่มากที่สุดจะมีการย่อยได้ค่อนข้างคงที่ อาหารจำพวกพืชสดและพืชหมักซึ่งมีองค์ประกอบแปรปรวนก็จะมีค่าการย่อยได้ต่างกันมาก ปริมาณเยื่อใยในอาหารก็มีอิทธิพลต่อการย่อยได้มาก
3. องค์ประกอบของสูตรอาหาร (Ration composition) การย่อยได้ของอาหารไม่ได้ถูกกระทบกระเทือนเนื่องจากองค์ประกอบของมันเองเท่านั้นแต่ยังถูกกระทบกระเทือนจากองค์ประกอบของอาหารที่ให้ร่วมกันด้วยคือ อาหารชนิดหนึ่งอาจมีผลกระทบต่อการย่อยได้ของอาหารอีกชนิดหนึ่ง (Associative effect) ในสัตว์กระเพาะเดี่ยวการย่อยส่วนใหญ่เกิดจาก

เอนไซม์ของตัวเอง จุลินทรีย์มีส่วนเกี่ยวข้องน้อย ส่วนประกอบอาหาร (ยกเว้นเยื่อใย) ไม่มีผลต่อการย่อยได้ของโภชนะอื่น

4. การเตรียมอาหาร (Preparation of food) การให้อาหารเป็นเม็ดค็พซ เช่น ข้าวโพดแก้วควรรทำให้แตกเป็นเสี่ยงๆ และในสุกรควรบดให้ละเอียดกว่านั้นจึงจะย่อยได้ดี มิฉะนั้นอาจจะผ่านทางเดินอาหารโดยไม่ถูกย่อยได้ การผ่านความร้อน เช่น ต้ม นึ่ง มีผลทำให้การย่อยได้ดีขึ้นเล็กน้อยยกเว้น โปรตีนจากพืชบางอย่างจำเป็นต้องผ่านความร้อนจึงจะให้การย่อยย่อยได้ดีขึ้น เช่น ถั่วเหลือง อุทัย (2527) กล่าวว่า ถั่วเหลืองเม็ดเมื่อจะใช้ควรมานำมาบดให้ละเอียดแล้วผสมอาหารหรือนำไปคั่วหรือต้มจะทำให้ระดับพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้ก่อนข้างสูง ความร้อนจะไปทำลายตัวยับยั้งการย่อยได้ (เช่น Trypsin inhibitor) ที่มีอยู่ในอาหารนั้น
5. ชนิดของสัตว์ (Animal factors) โดยปกติการย่อยได้มักจะขึ้นอยู่กับคุณสมบัติของสารนั้นมากกว่าตัวผู้บริโภค แต่เราไม่สามารถกล่าวได้ว่าอาหารชนิดเดียวกันเมื่อให้สัตว์แต่ละตัวกินจะย่อยได้เท่ากัน ปัจจัยจากสัตว์ที่สำคัญที่สุดคือ Species อาหารที่มีเยื่อใยต่ำจะถูกย่อยได้ดีทั้งในสัตว์กระเพาะเดี่ยวและสัตว์เคี้ยวเอื้อง แต่พวกที่มีเยื่อใยสูงสัตว์เคี้ยวเอื้องจะย่อยได้ดีกว่า
6. ระดับอาหาร (Level of feeding) การที่สัตว์กินอาหารเพิ่มขึ้นจะทำให้อัตราการผ่านไปทางเดินอาหารเร็วขึ้น อาหารจะมีโอกาสสัมผัสกับน้ำย่อยเป็นเวลาดสั้นลงทำให้มันถูกย่อยได้น้อยลง การดูดซึมลดลงส่งผลให้การย่อยได้ของอาหารลดลง (อุทัย, 2527)

การประเมินคุณค่าทางอาหารโดยการวัดค่าพลังงานในอาหารสัตว์

พลังงานที่มีอยู่ในอาหารเป็นสิ่งที่จะนำมาใช้ประเมินคุณภาพของอาหารสัตว์เนื่องจากอาหารทุกชนิดจะให้พลังงานซึ่งเป็น โภชนะพื้นฐานแก่สัตว์และสัตว์จะนำพลังงานมาใช้ในกระบวนการต่างๆของร่างกาย ได้แก่ การดำรงชีพ การสร้างเนื้อเยื่อ ตลอดจนให้ผลผลิตต่างๆ การประเมินคุณค่าของอาหารสัตว์โดยวัดค่าพลังงานสามารถทำได้หลายวิธีคือ

1. การวัดค่าโภชนะที่ย่อยได้ทั้งหมด (Total digestible nutrient, TDN) เป็นการวัดพลังงานโดยประมาณในอาหารสัตว์ โดยวัดจากผลรวมของโภชนะที่เป็นอินทรีย์สารที่สัตว์ย่อยได้ทั้งหมดซึ่งถือว่าเป็นตัวให้พลังงานแก่สัตว์ ดังนั้นในการหาค่าโภชนะที่ย่อยได้ทั้งหมดจะต้องทราบ โภชนะต่างๆ ที่เป็นอินทรีย์สารที่มีอยู่ในอาหารและสัมประสิทธิ์การย่อยได้ทั้งหมด โดยใช้สูตรดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$\text{TDN} (\%) = \% \text{ โปรตีนที่ย่อยได้ (Digestible crude protein) } + \% \text{ เยื่อใยที่ย่อยได้ (Digestible crude fiber) } + \% \text{ ไนโตรเจนฟรีเอ็กซ์แทรกที่ย่อยได้ (Digestible NFE) } + \% \text{ ไขมันที่ย่อยได้ (Digestible ether extract) } \times 2.25$$

โดยค่าโภชนะที่ย่อยได้ (digestible nutrient) เป็นร้อยละหาได้จากสูตร

$$\% \text{ โภชนะที่ย่อยได้} = \% \text{ โภชนะในอาหาร} \times \text{สัมประสิทธิ์การย่อยได้ของโภชนะ} \text{ นั้น} / 100$$

การวัดค่าพลังงานของอาหารสัตว์นั้นในรูปโภชนะที่ย่อยได้ทั้งหมดไม่ได้เป็นค่าที่สมบูรณ์เนื่องจากไม่ได้รวมพลังงานที่สูญเสียไปในรูปของปัสสาวะ ก๊าซที่ระบายออกทางลมหายใจและการเรอและพลังงานที่สูญเสียไปในรูปของความร้อนที่ระบายออกจากร่างกาย

2. การวัดพลังงานตามขั้นตอนการใช้ประโยชน์ เป็นการวัดพลังงานในอาหารสัตว์ตามขั้นตอนที่สัตว์นำไปใช้ในร่างกายหลังจากที่กินอาหารนั้นเข้าไปโดยวัดออกมาในรูปของพลังงานทั้งหมดที่มีอยู่ในอาหาร พลังงานที่ย่อยได้ พลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้และพลังงานสุทธิ

2.1 พลังงานทั้งหมด (Gross energy, GE) เป็นพลังงานทั้งหมดที่มีอยู่ในอาหาร ได้จากการสันดาปอย่างสมบูรณ์ของอาหารพวกคาร์โบไฮเดรต ไขมันและโปรตีน หาได้โดยการนำอาหารมาเผาให้เกิดการสันดาปอย่างสมบูรณ์ในเครื่องมือที่เรียกว่า Bomb calorimeter อย่างไรก็ตามเมื่อสัตว์กินอาหารเข้าไปแล้วสัตว์ไม่สามารถใช้ประโยชน์จากพลังงานที่มีอยู่ในอาหารทั้งหมดจะต้องมีการสูญเสียในกระบวนการต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับการใช้อาหารของร่างกาย

2.2 พลังงานที่ย่อยได้ (Digestible energy, DE) เป็นพลังงานที่สัตว์สามารถย่อยและดูดซึมไปใช้ประโยชน์ได้ ได้จากการหักพลังงานที่สูญเสียไปในมูล (Fecal energy, FE) ออกจากพลังงานทั้งหมดที่มีอยู่ในอาหารที่สัตว์กิน ดังสมการ

$$\text{DE} = \text{GE} - \text{FE}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3 พลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้ (Metabolizable energy, ME) เป็นพลังงานที่สัตว์สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้หลังจากที่อาหารนั้นถูกคูดซิมเข้าสู่กระแสเลือดและน้ำเหลืองแล้ว ได้จากการหักพลังงานที่สูญเสียไปในปัสสาวะ (Urinary energy, UE) และพลังงานที่สูญเสียไปในก๊าซที่เกิดจากการย่อยอาหาร (Gaseous products of digestion, GPD) ออกจากพลังงานที่ย่อยได้

$$ME = DE - UE - GPD$$

พลังงานที่สูญเสียไปกับก๊าซไม่ค่อยมีความสำคัญมากนักในการหาพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้ของอาหารในสุกรและไก่เพราะก๊าซเหล่านี้เกิดขึ้นน้อยมากจึงไม่จำเป็นต้องนำมาคำนวณ

2.4 พลังงานสุทธิ (Net energy, NE) เป็นพลังงานขั้นสุดท้ายที่สัตว์นำไปใช้ประโยชน์ได้จริงๆ เพื่อการดำรงชีวิต (Net energy for maintenance, NEm) หรือให้ผลผลิตต่างๆ (Net energy for production , NEp) เช่น การทำงาน การเจริญเติบโต การเจริญของลูกในท้อง ค่าพลังงานสุทธิหาได้จากการหักค่าความร้อนที่เกิดขึ้นในตัวสัตว์ (Heat increment, HI) ออกจากค่าพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้

$$NE = ME - HI$$

ความร้อนที่เกิดขึ้นในตัวสัตว์เป็นความร้อนที่เกิดจากการหมักบูดของอาหารในทางเดินอาหารและความร้อนที่เกิดจากเมตาโบลิซึมของโภชนาต่างๆ ในร่างกาย ความร้อนส่วนนี้จะถูกร่างกายระบายออกไปเป็นความร้อนที่สูญเสียไปแต่ในกรณีที่สัตว์อยู่ในสภาพแวดล้อมที่มีอุณหภูมิต่ำกว่าอุณหภูมิวิกฤตความร้อนนี้จะช่วยรักษาร่างกายให้อบอุ่นและถือว่าเป็นพลังงานที่ใช้ในการดำรงชีพ (จารุรัตน์, 2528)

การประเมินคุณค่าทางอาหารโดยใช้โปรตีนเป็นหลัก

การประเมินคุณภาพโปรตีนสำหรับสัตว์กระเพาะเดี่ยว

เนื่องจากค่าการย่อยได้ของโปรตีนยังไม่สามารถบ่งถึงการใช้ประโยชน์ของโปรตีนได้ดีนักเพราะโปรตีนที่ถูกดูดซึมเข้าไปจะถูกใช้ได้อย่างมีประสิทธิภาพต่างกัน ดังนั้นจึงมีวิธีการหาวิธีประเมินคุณค่าโปรตีนแบบต่างๆ ซึ่งอาจทำได้โดยทดลองกับตัวสัตว์เองหรือโดยการวิเคราะห์ทางเคมี

ในการทดลองกับตัวสัตว์เองอาจทำได้โดย

1. อาศัยอัตราการเจริญเติบโตเป็นหลัก เช่น Protein efficiency ratio (PER) , Net protein retention (NPR) และ Gross protein value (GPV)
2. อาศัยสมดุลย์ไนโตรเจนเป็นหลัก เช่น Protein replacement value (PRV), Bioplogical value (BV) , Net protien utilization (NPU) , Productive protien value (PPV)

- Biological value (BV) เป็นค่าที่ไนโตรเจนที่ถูกดูดซึมเข้าไปจะถูกกักเก็บไว้ในร่างกายกี่เปอร์เซ็นต์

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

แต่เนื่องจากส่วนหนึ่งของไนโตรเจนในมูลไม่ได้มาจากอาหารแต่เป็น metabolic fecal nitrogen (MFN) คือ ส่วนที่เป็นส่วนของเซลล์และเอนไซม์ที่ขับออกมาในทางเดินอาหาร และส่วนหนึ่งของปัสสาวะก็เป็น endogenous urinary nitrogen (EUN) คือไนโตรเจนที่ถูกขับออกเนื่องจากขบวนการ metabolism และการสร้างโปรตีนใหม่ ในเนื้อเยื่อ ซึ่งปริมาณไนโตรเจนเหล่านี้จะถูกขับออก แม้ว่าสัตว์จะได้รับอาหารที่ไม่มีไนโตรเจนเนื่องจากไนโตรเจนดังกล่าวเป็นส่วนที่ถูกใช้ไปแล้วการนำมาหักออกจากปริมาณไนโตรเจนในมูลและในปัสสาวะทำให้ค่า BV ถูกต้องยิ่งขึ้นดังนั้น

$$BV = \frac{N \text{ intake} - (\text{fecal N} - \text{MFN}) - (\text{urinary N} - \text{EUN})}{N \text{ intake} - (\text{fecal N} - \text{MFN})} \times 100$$

$$N \text{ intake} - (\text{fecal N} - \text{MFN})$$

- Net protein utilization (NPU) เป็นค่าที่บ่งบอกว่า โปรตีนที่สัตว์กินเข้าไปสามารถถูกกักเก็บไว้ในร่างกายได้กี่เปอร์เซ็นต์

$$NPU = \frac{N \text{ intake} - (\text{fecal N} - \text{MFN}) - (\text{urinary N} - \text{EUN})}{N \text{ intake}} \times 100$$

N intake

ทวี (2527) กล่าวว่า การวัดคุณค่าทางอาหารด้าน โปรตีนของอาหารสัตว์หรือวัตถุดิบจะวัดได้ 2 แบบคือ

1. วัดปริมาณความเข้มข้นของโปรตีนในอาหารนั้นๆ ซึ่งก็สามารถหาได้โดยนำปริมาณไนโตรเจนในอาหารคูณด้วย 6.25
2. วัดจากชนิดและจำนวนของกรดอะมิโนที่เป็นส่วนประกอบของอาหารสัตว์ในการใช้อาหารสัตว์ ถึงแม้ว่าอาหารนั้นจะมีความเข้มข้นของโปรตีนซึ่งหากมีกรดอะมิโนไม่สมดุลแล้วก็จะเกิดปัญหาการขาดโปรตีนได้

การใช้ข้าวฟ่างเป็นอาหารสัตว์

ข้าวฟ่าง (Sorghum) ที่ปลูกกันมีอยู่ 4 ชนิดแบ่งตามการใช้ประโยชน์คือ ข้าวฟ่างที่ปลูกเอาเมล็ด (Grain sorghum) มาเป็นอาหารสัตว์ ข้าวฟ่างหวาน (Sweet sorghum) ปลูกเพื่อเอาต้นมาบีบเป็นน้ำตาลหรือใช้เลี้ยงสัตว์ ข้าวฟ่างที่ปลูกเป็นหญ้าอาหารสัตว์ (Grass sorghum) เช่น หญ้าจอร์จสัน หญ้าชูดาน และข้าวฟ่างที่ปลูกเพื่อเอาดอกมาทำไม้กวาด (Brom corn) ข้าวฟ่างที่ปลูกเอาเมล็ดมาทำเป็นอาหารสัตว์มีความทนทานต่อความแห้งแล้ง โรค แมลง และสภาพแวดล้อมที่ไม่เหมาะสม ได้ดีกว่าข้าวโพด แต่ให้ผลผลิตต่ำกว่าข้าวโพดมาก

เมล็ดข้าวฟ่างมีเปลือกแข็งมาก ก่อนนำไปใช้เลี้ยงสัตว์จำเป็นต้องบดเสียก่อนเพื่อให้ย่อยและใช้ประโยชน์ได้มากขึ้นคุณค่าทางอาหารต่ำกว่าข้าวโพดเล็กน้อยแม้ว่าจะมีโปรตีนสูงกว่า โปรตีนในข้าวฟ่างย่อยยากกว่าในข้าวโพด นอกจากนี้ข้าวฟ่างยังจัดว่าเป็นอาหารพลังงานที่ดีพอสมควรสำหรับสัตว์เลี้ยง ได้มีการศึกษาการนำข้าวฟ่างมาใช้เป็นอาหารสัตว์มากมาย รังสรรค์ (Serra *et al.* 1982 อ้างโดย รังสรรค์, 2535) ว่าได้ศึกษาผลของการใช้ข้าวฟ่างทดแทนข้าวโพด 2 ระดับคือ 200 และ 400 กรัมต่อกิโลกรัมอาหาร โดยส่วนประกอบของอาหารควบคุมและอาหารทดลองเหมือนกัน พบว่าสุกรที่ได้รับข้าวฟ่างในระดับสูงมีประสิทธิภาพการย่อยได้ของวัตถุดิบ เยื่อใย ไนโตรเจนและพลังงานรวม (Gross energy) ต่ำลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) แต่ประสิทธิภาพการใช้อาหาร อัตราการเจริญเติบโตต่อวันและคุณภาพซากแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติแสดงว่าสุกรสามารถใช้ข้าวฟ่างทดแทนข้าวโพดได้ถึง 400 กรัมต่อกิโลกรัมอาหาร นอกจากนี้ Douglass *et al.* (1988) รายงานว่าค่าเฉลี่ยของ ME ใน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้างฟางแทนนินต่ำและข้าวฟางแทนนินสูงมีค่าเท่ากับ 3200 และ 2838 Kcal/Kg ตามลำดับ และการเสริมด้วยไขมันจากสัตว์สามารถทำให้ค่า ME ในข้าวฟางแทนนินสูงเพิ่มขึ้น

Harris *et al.* (1970) ได้ทำการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างแทนนินกับการย่อยได้ของวัตถุดิบแบบ *In vitro* พบว่าแทนนินจะมีค่าสัมประสิทธิ์ทางลบกับเปอร์เซ็นต์การย่อยได้ของวัตถุดิบ ซึ่งก็คือข้าวฟางที่มีระดับแทนนินสูงจะลดประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์ได้ของอาหารลง

เสาวนิต (2527) กล่าวว่า ข้าวฟางที่ใช้เลี้ยงสัตว์จำเป็นต้องบดก่อนและสามารถผสมในอาหารสัตว์แทนข้าวโพดบดได้ถึง 50 เปอร์เซ็นต์ โดยไม่เป็นอันตรายต่อสัตว์แต่เมล็ดข้าวฟางมีสารแทนนินสูงจึงทำให้มีรสขมสัตว์ไม่ชอบกิน

การใช้กากเมล็ดทานตะวันเป็นอาหารสัตว์

Morrison *et al.* (1953) อ้างโดย ธวัช (2531) รายงานว่าอิทธิพลของอุณหภูมิในกระบวนการสกัดน้ำมันที่มีผลต่อคุณค่าทางอาหารของกากเมล็ดทานตะวันในอาหารไก่กระทง พบว่าการใช้อุณหภูมิ 200 องศาฟาเรนไฮด์นาน 30 นาที ในกระบวนการสกัดน้ำมันทำให้กากเมล็ดทานตะวันมีคุณค่าทางโภชนาการที่สูงกว่าการใช้อุณหภูมิ 240 องศาฟาเรนไฮด์นาน 30 นาที โดยสามารถใช้ทดแทนปลาป่นและเนื้อป่นได้ในอัตรา 2 ใน 3 ส่วน หรือใช้ทดแทนเนื้อป่นได้ทั้งหมด และยังสามารถใช้ทดแทนกากถั่วเหลืองได้ 2 ใน 3 ส่วนในสูตรอาหารไก่รุ่นได้ และนอกจากนี้ ธวัช (2531) ยังได้รายงานการทดลองกากเมล็ดทานตะวันในอาหารสุกรด้วยว่าเปอร์เซ็นต์การย่อยได้ของที่มีค่าลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < .05$) เมื่อใช้กากเมล็ดทานตะวันระดับสูงในสุกรระยะน้ำหนัก 30 กิโลกรัมแต่สำหรับสุกรระยะน้ำหนัก 65 กิโลกรัมค่าการย่อยได้ของการทดลองแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ การที่อาหารทดลองมีการย่อยได้ลดลง อาจเป็นเพราะปริมาณเยื่อใยที่มีสูงอยู่ในกากเมล็ดทานตะวัน จากการวิเคราะห์หาปริมาณเยื่อใยของกากเมล็ดทานตะวันที่ใช้ในการทดลองมีค่าสูงถึง 19.47 เปอร์เซ็นต์ เมื่อสุกรได้รับสูตรอาหารที่มีกากเมล็ดทานตะวันสูงขึ้นจึงทำให้ได้รับปริมาณเยื่อใยเพิ่มสูงขึ้น โดยเฉพาะพวกที่ได้รับสูตรอาหารที่มีกากเมล็ดทานตะวันในระดับ 35 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก จึงทำให้ค่าการย่อยได้ของอาหารต่ำลงโดยมีค่าเท่ากับ 83.15 เปอร์เซ็นต์และแตกต่างอาหารจากสูตรเปรียบเทียบกับที่ไม่มีกากเมล็ดทานตะวันซึ่งมีค่าการย่อยได้ของอาหารเท่ากับ 97.64 เปอร์เซ็นต์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) สำหรับสุกรระยะน้ำหนัก 65 กิโลกรัม ค่าการ

ย่อยได้ของอาหารทดลองมีค่าสูงขึ้นเนื่องจากสุกर्मิอายุและน้ำหนักเพิ่มขึ้นมีการพัฒนาของระบบย่อยอาหารดีขึ้น ค่าเปอร์เซ็นต์การย่อยได้ของอาหารทดลองจึงมีค่าสูงขึ้น



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อุปกรณ์และวิธีการ

1. อุปกรณ์

1. สุกรน้ำหนักประมาณ 30 กิโลกรัมจำนวน 9 ตัว
2. ชุดกรงเมตาบอลิก (Metabolic crate)
3. โครมิกออกไซด์ (Chromic oxide)
4. ฝูงพลาสติกขนาด 6x8 นิ้ว
5. ขวดพลาสติกพร้อมฝาปิดขนาด 100 มล.
6. ตู้เย็น
7. ตู้อบมูลสัตว์
8. ตาชั่งขนาด 3 กก.
9. ถ้วยตวงปริมาตรขนาด 1 ลิตร
10. Aluminium foil
11. ฟอรัมาลิน
12. เครื่องบดอาหารสัตว์
13. โทลคูดความชื้น
14. เครื่องชั่ง Digital
15. อุปกรณ์และเครื่องมือสำหรับหาแคลเซียมและฟอสฟอรัส
16. สารเคมีและอุปกรณ์ต่างๆ ที่ใช้ในการวิเคราะห์หาองค์ประกอบทางเคมีโดยประมาณ

2. วิธีการเก็บตัวอย่าง

1. นำสุกรน้ำหนักประมาณ 30 กก. ขึ้นกรงเมตาบอลิกซึ่งอาหารให้กินปกติ (80% ของที่กินเต็มที่) โดยให้อาหารเช้า (8.00 น) บ่าย (15.00 น) เลี้ยง 2 วัน เพื่อให้สัตว์ปรับตัวเข้ากับกรง
2. เปลี่ยนอาหารเป็นวัตถุดิบอาหารที่ต้องการทราบการย่อยได้ (สูตรเตรียมวัตถุดิบอาหารแสดงในตารางที่ 1) โดยค่อยๆ เปลี่ยนอาหารภายใน 2 วัน เลี้ยงด้วยวัตถุดิบอาหารติดต่อกัน 2 วัน (ซึ่งวัตถุดิบอาหารให้กิน 80 เปอร์เซ็นต์ ของอาหารกินเต็มที่ แบ่งเป็นเช้าและบ่าย) ทำการชั่งน้ำหนักอาหารเหลือในแต่ละวันที่สุกรกินไม่หมด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. ผสมโครมิกออกไซด์ 0.2 เปอร์เซ็นต์ ของน้ำหนักอาหารลงในอาหารมื้อแรกและมื้อสุดท้ายของการเก็บมูล เพื่อใช้โครมิกออกไซด์เป็น Marker ในการที่จะเริ่มเก็บมูลและหยุดเก็บมูลเมื่อใด
4. ทำการเก็บมูลหลังจากพบว่ามูลสุกรมีสีเขียวแล้ว ทำการเก็บมูลและปัสสาวะติดต่อกัน 3 วัน โดยแบ่งเก็บเช้า (7:00 น) บ่าย (14:00น) ก่อนการให้อาหาร ทำการหยุดเก็บเมื่อพบว่ามูลมีสีเขียวเช่นกัน ในถังพลาสติกที่เก็บปัสสาวะใส่ 25% H_2SO_4 จำนวน 25 มิลลิลิตร ทุกครั้งหลังทำความสะอาดทรงทดลอง
5. ข้อมูลที่ต้องบันทึก
 - 5.1 ปริมาณการกินอาหารของสุกรในแต่ละวัน(ชั่งน้ำหนักอาหารที่ให้และน้ำหนักที่เหลือทุกวัน)
 - 5.2 ปริมาณมูลสุกรที่ถ่ายออกมาทุกวัน (ทำการเก็บมูลและชั่งน้ำหนักมูลวันละ 2 ครั้งก่อนให้อาหารคือ เช้า (7:00 น) บ่าย (14 : 00 น)
 - 5.3 ปริมาณปัสสาวะที่สุกรขับถ่ายออกมาทุกวัน ทำการเก็บวันละ 2 ครั้งเช่นเดียวกับการเก็บมูล
6. สิ่งที่ต้องทำการเก็บตัวอย่างระหว่างการทดลอง
 - 6.1 อาหารทดลองสุ่มเก็บอาหารทดลองที่ให้สุกรกิน
 - 6.2 ตัวอย่างมูล สุ่มเก็บตัวอย่างมูล 10 เปอร์เซ็นต์ ของน้ำหนักมูลที่สุกรขับถ่ายใส่ถุงพลาสติก 2 ชั้นที่มีฟอร์มาลิน 10 มิลลิลิตรอยู่ด้วยรัดปากถุงให้แน่น แช่ในตู้แช่แข็ง (เก็บตัวอย่างมูลสีเขียวทั้งช่วงเริ่มและหลังเก็บด้วย)
 - 6.3 ตัวอย่างปัสสาวะ สุ่มเก็บตัวอย่างปัสสาวะ 10 เปอร์เซ็นต์ ของปริมาณทั้งหมดที่สุกรขับถ่ายใส่ถุงพลาสติก 2 ชั้น รัดปากถุงให้แน่นเก็บในตู้เย็นธรรมดา
7. หลังจากทำการเก็บตัวอย่างมูลและปัสสาวะติดต่อกัน 3 วันแล้วเอามูลสุกรในแต่ละตัวที่ได้ (แยกเป็นรายตัว) มาผสมรวมกันแล้วทำการสุ่มเก็บตัวอย่างมูลประมาณ 100-150 กรัมใส่ถุงพลาสติก 2 ชั้น รัดปากถุงให้แน่น แช่ในตู้แช่แข็ง เพื่อใช้เป็นตัวอย่างวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ
8. ตัวอย่างปัสสาวะทำเช่นเดียวกันกับตัวอย่างมูลในข้อ 7 เก็บใส่ขวดพลาสติกประมาณ 60-100 มิลลิลิตร ปิดฝาให้แน่นเก็บแช่ในตู้เย็นเพื่อใช้เป็นตัวอย่างวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ

ตารางที่ 1 แสดงอาหารที่ใช้ทดลองการย่อยได้

วัตถุดิบ	สูตร 1	สูตร 2	สูตร 3
แป้งข้าวโพด	96.2	0.00	0.00
ข้าวฟ่าง	0.00	96.2	0.00
กากเมล็ดทานตะวัน	0.00	0.00	96.2
ไคแคลเซียม-ฟอสเฟต	3.00	3.00	3.00
เกลือ	0.3	0.3	0.3
วิตามิน-แร่ธาตุ	0.5	0.5	0.5
รวม	100	100	100

3. การคำนวณหาการใช้ประโยชน์จากสูตรอาหารต่างๆ

3.1 การย่อยได้ของอาหาร

$$\text{การย่อยได้ของอาหาร (\%)} = \frac{\text{จำนวน โดยใช่} \times \text{น้ำหนักอาหารแห้งทั้งหมดที่กิน} - \text{น้ำหนักมูลแห้งทั้งหมด}}{\text{น้ำหนักอาหารแห้งที่กิน}} \times 100$$

3.2 ค่าการย่อยได้ของโปรตีน (Digestible Crude Protein, DCP)

$$\text{DCP (\%)} = \frac{\text{จำนวน โดยใช่สูตร} \times \text{ค่าสัมประสิทธิ์การย่อยได้ของโปรตีน} \times \text{เปอร์เซ็นต์โปรตีนในอาหารที่กิน}}{100}$$

3.3 ค่าชีวภาพของโปรตีน (Bioplogical value, BV)

$$\text{BV (\%)} = \frac{\text{จำนวน โดยใช่สูตร} \times (\text{ไนโตรเจนที่กิน} - \text{ไนโตรเจนในมูล} - \text{ไนโตรเจนในปัสสาวะ})}{\text{ไนโตรเจนที่กิน} - \text{ไนโตรเจนในมูล}} \times 100$$

3.4 ค่าโปรตีนใช้ประโยชน์ได้สุทธิ (Net Protien Utilization, NPU)

$$\text{NPU (\%)} = \frac{\text{จำนวน โดยใช่สูตร} \times (\text{ไนโตรเจนที่กิน} - \text{ไนโตรเจนในมูล} - \text{ไนโตรเจนในปัสสาวะ})}{\text{ไนโตรเจนที่กิน}} \times 100$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.5 พลังงานที่ย่อยได้ (Digestible energy , DE)

คำนวณ โดยใช้สูตร

$$\text{พลังงานที่ย่อยได้ของอาหาร} = \frac{\text{พลังงานทั้งหมดในอาหารที่กิน} - \text{พลังงานทั้งหมดในมูล}}{\text{ปริมาณอาหารที่กินทั้งหมด}}$$

3.6 พลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้ (Metabolizable energy ,ME)

คำนวณ โดยใช้สูตร

$$\text{พลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้ของอาหาร} = \frac{\text{พลังงานการย่อยได้} - \text{พลังงานในปัสสาวะ}}{\text{ปริมาณอาหารที่กินทั้งหมด}}$$

3.7 ค่าสัมประสิทธิ์การย่อยได้ของวัตถุดิบแห้ง (Digestible coefficient of Dry matter, D cof Dm)

คำนวณ โดยใช้สูตร

$$D \text{ cof Dm} = \frac{\text{วัตถุดิบแห้งของอาหารที่กินทั้งหมด} - \text{วัตถุดิบแห้งของมูลที่ถ่ายทั้งหมด}}{\text{วัตถุดิบแห้งของอาหารที่กินทั้งหมด}} \times 100$$

3.8 ค่าสัมประสิทธิ์การย่อยได้ของ โปรตีน (Digestible coefficient of Crude Protein, D cof CP)

คำนวณ โดยใช้สูตร

$$D \text{ cof CP} = \frac{(\text{โปรตีนในอาหารที่กิน} \times \text{วัตถุดิบแห้งของอาหารที่กินทั้งหมด}) - (\text{วัตถุดิบแห้งของมูลที่ถ่ายทั้งหมด} \times \text{โปรตีนในมูล})}{(\text{โปรตีนในอาหารที่กิน} \times \text{วัตถุดิบแห้งของอาหารที่กินทั้งหมด})} \times 100$$

4. การวิเคราะห์ทางเคมี

4.1 การวิเคราะห์หาปริมาณ โภชนะต่างๆ ในวัตถุดิบอาหารสัตว์และอาหารสูตรต่างๆ

4.2 วิเคราะห์หาปริมาณ ไนโตรเจนในมูล อาหาร และปัสสาวะ โดยใช้ Kjeldha method

4.3 การวิเคราะห์หาพลังงานรวม (Gross energy) ในตัวอย่างอาหาร ปัสสาวะ และมูล โดยใช้ Bomb Calorimeter

5. สถานที่ทดลอง

สถานที่เลี้ยงสุกรคือ ฟาร์มเลี้ยงสัตว์ ภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตสัตว์ คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

สถานที่วิเคราะห์ทางเคมีคือ ห้องปฏิบัติการโภชนศาสตร์สัตว์ คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

6. ระยะเวลาทำการทดลอง

ระยะเวลานาน 6 เดือน คือ เดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2541 และสิ้นสุดการทดลองเดือน
กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2542



100712

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการทดลอง

การศึกษาองค์ประกอบทางเคมีของวัตถุดิบอาหารสัตว์และค่าการย่อยได้ของโภชนะในสุกร รุนให้ผลคังแสดงในตารางที่ 2 และ 3 ตามลำดับ

ตารางที่ 2 แสดงผลการวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนะของวัตถุดิบอาหารสัตว์

วัตถุดิบอาหารสัตว์	ความชื้น (%)	โปรตีน (%)	เยื่อใย (%)	เถ้า (%)	ไขมัน (%)	แคลเซียม (%)	ฟอสฟอรัส (%)
ข้าวฟ่างศรีราชา	11.19	9.28	1.23	1.5	2.29	0.19	0.24
ข้าวฟ่างเพชรบุรี	11.41	8.15	0.94	1.8	2.67	0.25	0.34
ข้าวฟ่างชุมพร	13.42	9.98	1.99	2.39	2.11	0.18	0.15
ข้าวฟ่างราชบุรี	12.21	8.25	1.49	1.82	3.68	0.08	0.15
กากเมล็ดทานตะวันสุราษฎร์ธานี	7.10	18.73	19.2	3.41	6.3	0.45	0.21
กากเมล็ดทานตะวันสระบุรี	9.86	30.19	17.76	4.17	3.26	0.15	0.44
กากเมล็ดทานตะวันลาดกระบัง	9.78	33.01	16.47	7.67	1.32	0.66	0.44
แป้งข้าวโพด	12.41	0.23	0	0.29	1.29	0.41	0.06

ข้าวฟ่าง

1. เถ้า

ข้าวฟ่างศรีราชามีค่าเปอร์เซ็นต์เถ้าเท่ากับ 1.54 % ข้าวฟ่างเพชรบุรี 1.88 % ข้าวฟ่างชุมพร 2.39 % ข้าวฟ่างราชบุรี 1.82 %

2. ความชื้น

ข้าวฟ่างศรีราชามีค่าเปอร์เซ็นต์ความชื้นเท่ากับ 11.19% ข้าวฟ่างเพชรบุรี 11.44% ข้าวฟ่างชุมพร 13.42 % ข้าวฟ่างราชบุรี 12.21 %

3. โปรตีน

ข้าวฟ่างศรีราชามีค่าเปอร์เซ็นต์โปรตีนเท่ากับ 9.82 % ข้าวฟ่างเพชรบุรี 8.15 % ข้าวฟ่างชุมพร 9.98 % ข้าวฟ่างราชบุรี 8.25 %

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. เยื่อใย

ข้าวฟ่างศรีราชามีค่าเปอร์เซ็นต์เยื่อใยเท่ากับ 1.23 % ข้าวฟ่างเพชรบุรี 0.49 % ข้าวฟ่างชุมพร 1.99 % ข้าวฟ่างราชบุรี 1.49%

5. ไขมัน

ข้าวฟ่างศรีราชามีค่าเปอร์เซ็นต์ไขมันเท่ากับ 2.29 % ข้าวฟ่างเพชรบุรี 2.67 % ข้าวฟ่างชุมพร 2.11 % ข้าวฟ่างราชบุรี 3.68%

6. แคลเซียม

ข้าวฟ่างศรีราชามีค่าเปอร์เซ็นต์แคลเซียมเท่ากับ 0.19 % ข้าวฟ่างเพชรบุรี 0.25 % ข้าวฟ่างชุมพร 0.18 % ข้าวฟ่างราชบุรี 0.08%

7. ฟอสฟอรัส

ข้าวฟ่างศรีราชามีค่าเปอร์เซ็นต์ฟอสฟอรัสเท่ากับ 0.24% ข้าวฟ่างเพชรบุรี 0.34% ข้าวฟ่างชุมพร 0.15 % ข้าวฟ่างราชบุรี 0.2%

กากเมล็ดทานตะวัน

1. เถ้า

กากเมล็ดทานตะวันสระบุรีมีค่าเปอร์เซ็นต์เถ้า 4.17 % กากเมล็ดทานตะวันลาดกระบัง 7.67 % กากเมล็ดทานตะวันสุราษฎร์ธานี 7.67 % แปะงข้าวโพด 1.82 %

2. ความชื้น

กากเมล็ดทานตะวันสระบุรีมีค่าเปอร์เซ็นต์ความชื้นเท่ากับ 9.86% กากเมล็ดทานตะวันลาดกระบัง 9.78 % กากเมล็ดทานตะวันสุราษฎร์ธานี 7.10 % แปะงข้าวโพด 12.41 %

3. โปรตีน

กากเมล็ดทานตะวันสระบุรีมีค่าเปอร์เซ็นต์โปรตีนเท่ากับ 30.19% กากเมล็ดทานตะวันลาดกระบัง 33.01 % กากเมล็ดทานตะวันสุราษฎร์ธานี 18.73 % แปะงข้าวโพด 0.23 %

4. เยื่อใย

กากเมล็ดทานตะวันสระบุรีมีค่าเปอร์เซ็นต์เยื่อใยเท่ากับ 17.76 % กากเมล็ดทานตะวันลาดกระบัง 16.47 % กากเมล็ดทานตะวันสุราษฎร์ธานี 19.29 % แปะงข้าวโพด 0 %

5. ไขมัน

กากเมล็ดทานตะวันสระบุรีมีค่าเปอร์เซ็นต์ไขมันเท่ากับ 3.26 % กากเมล็ดทานตะวันลาดกระบัง 1.32 % กากเมล็ดทานตะวันสุราษฎร์ธานี 6.3 % แปะงข้าวโพด 1.29 %

6. แคลเซียม

กากเมล็ดทานตะวันสระบุรีมีค่าเปอร์เซ็นต์แคลเซียมเท่ากับ 0.15 % กากเมล็ด
ทานตะวันลาดกระบัง 0.66 % กากเมล็ดทานตะวันสุราษฎร์ธานี 0.45 % แป้งข้าวโพด 0.41 %

7. ฟอสฟอรัส

กากเมล็ดทานตะวันสระบุรีมีค่าเปอร์เซ็นต์ฟอสฟอรัสเท่ากับ 0.44 % กากเมล็ด
ทานตะวันลาดกระบัง 0.44 % กากเมล็ดทานตะวันสุราษฎร์ธานี 0.21 % แป้งข้าวโพด 0.06 %



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ตารางที่ 3 แสดงผลการวิเคราะห์การใช้ประโยชน์ได้ของวัตถุดิบอาหารสัตว์

วัตถุดิบอาหารสัตว์	D cof DM (%)	D cof CP (%)	D of CP (%)	DE (Kcal/kg)	ME (Kcal/kg)	BV (%)	NPU (%)
กากเมล็ดทานตะวัน	64	80.67	26.63	3165.78	3160.84	98.84	79.58
ข้าวฟ่าง	89.03	77.37	7.72	3309.03	3294.76	95.18	77.69

- ค่าสัมประสิทธิ์การย่อยได้ของวัตถุดิบ (D of Dm)
กากเมล็ดทานตะวันมีค่าสัมประสิทธิ์การย่อยได้ของวัตถุดิบเท่ากับ 64 % และข้าวฟ่างเท่ากับ 89.03 %
- ค่าสัมประสิทธิ์การย่อยได้ของ โปรตีน (D cof CP)
กากเมล็ดทานตะวันมีค่าสัมประสิทธิ์การย่อยได้ของ โปรตีนเท่ากับ 80.67 % และข้าวฟ่างเท่ากับ 77.37 %
- ค่าการย่อยได้ของโปรตีน (D of CP)
กากเมล็ดทานตะวันมีการย่อยได้ของโปรตีนเท่ากับ 26.63 % และ ข้าวฟ่างเท่ากับ 7.72 %
- พลังงานที่ย่อยได้ (DE)
กากเมล็ดทานตะวันมีค่าพลังงานที่ย่อยได้เท่ากับ 3165.78 กิโลแคลอรีต่อกิโลกรัมและข้าวฟ่างเท่ากับ 3309 .03 กิโลแคลอรีต่อกิโลกรัม
- พลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้ (ME)
กากเมล็ดทานตะวันมีค่าพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้เท่ากับ 3160.84 กิโลแคลอรีต่อกิโลกรัมและ ข้าวฟ่างเท่ากับ 3294.76 กิโลแคลอรีต่อกิโลกรัม
- ค่าชีวภาพของโปรตีน (BV)
กากเมล็ดทานตะวันมีค่าชีวภาพของโปรตีนเท่ากับ 98.84 % และข้าวฟ่างเท่ากับ 95.18 %
- ค่าโปรตีนใช้ประโยชน์ได้สุทธิ (NPU)
กากเมล็ดทานตะวันมีค่าโปรตีนใช้ประโยชน์ได้สุทธิเท่ากับ 79.58 % ข้าวฟ่าง 77.69 %

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. ค่าสัมประสิทธิ์การย่อยได้ของวัตถุแห้ง (D of Dm)
กากเมล็ดทานตะวันมีค่าสัมประสิทธิ์การย่อยได้ของวัตถุแห้งเท่ากับ 64 % และข้าวฟ่างเท่ากับ 89.03 %
2. ค่าสัมประสิทธิ์การย่อยได้ของโปรตีน (D cof CP)
กากเมล็ดทานตะวันมีค่าสัมประสิทธิ์การย่อยได้ของโปรตีนเท่ากับ 80.67 % และข้าวฟ่างเท่ากับ 77.37 %
3. ค่าการย่อยได้ของโปรตีน (D of CP)
กากเมล็ดทานตะวันมีการย่อยได้ของโปรตีนเท่ากับ 26.63 % และ ข้าวฟ่างเท่ากับ 7.72 %
4. พลังงานที่ย่อยได้ (DE)
กากเมล็ดทานตะวันมีค่าพลังงานที่ย่อยได้เท่ากับ 3165.78 กิโลแคลอรีต่อกิโลกรัมและข้าวฟ่างเท่ากับ 3309 .03 กิโลแคลอรีต่อกิโลกรัม
5. พลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้ (ME)
กากเมล็ดทานตะวันมีค่าพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้เท่ากับ 3160.84 กิโลแคลอรีต่อกิโลกรัมและ ข้าวฟ่างเท่ากับ 3294.76 กิโลแคลอรีต่อกิโลกรัม
6. ค่าชีวภาพของโปรตีน (BV)
กากเมล็ดทานตะวันมีค่าชีวภาพของโปรตีนเท่ากับ 98.84 % และข้าวฟ่างเท่ากับ 95.18 %
7. ค่าโปรตีนใช้ประโยชน์ได้สุทธิ (NPU)
กากเมล็ดทานตะวันมีค่าโปรตีนใช้ประโยชน์ได้สุทธิเท่ากับ 79.58 % ข้าวฟ่าง 77.69 %

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิจารณ์

จากผลการศึกษาพบว่า
กากเมล็ดทานตะวัน

กากเมล็ดทานตะวันมีเปอร์เซ็นต์การย่อยได้ของวัตถุแห้ง 64 % ซึ่งมีค่าน้อยมากกว่าค่าที่รัช (2531) รายงานไว้ (83.15 %) การที่อาหารมีค่าการย่อยได้ลดลงอาจเป็นเพราะปริมาณของเยื่อใยสูง (16.47 %) Washlstrom *et al.* (1985) รายงานว่ากากเมล็ดทานตะวันมีปริมาณเยื่อใย 13.1 % นอกจากนี้ อุทัย (2529) ได้กล่าวว่าสัตว์ไม่สามารถย่อยเยื่อใยในอาหารได้เมื่อได้รับเยื่อใยในปริมาณที่สูง

เมื่อพิจารณาจากตารางที่ 2 พบว่าปริมาณโปรตีนในกากเมล็ดทานตะวันสุราษฎร์ธานีมีค่าเท่ากับ 18.73 % ซึ่งมีค่าน้อยกว่าเปอร์เซ็นต์โปรตีนในกากเมล็ดทานตะวันสระบุรีและกากเมล็ดทานตะวันลาดกระบัง (30.19 และ 33.01 % ตามลำดับ) อาจเนื่องจากการที่มีปริมาณเยื่อใยและปริมาณเปอร์เซ็นต์ไขมันสูงโดยสาเหตุที่ไขมันสูงอาจเกิดจากกรรมวิธีในการสกัดน้ำมันที่ไม่ดีพอ

ค่าพลังงานการย่อยได้ (DE) และค่าพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้ (ME) ของกากเมล็ดทานตะวันมีค่าใกล้เคียงกับที่รัช (2531) รายงาน (3258.66, 3096.66 กิโลแคลอรีต่อกิโลกรัม ตามลำดับ) อาจเนื่องจากปริมาณอาหารที่กินในการทดลองใกล้เคียงกัน ระยะเวลาการเก็บมูลสม่ำเสมอ

ค่าชีวภาพของโปรตีน (BV) และค่าโปรตีนใช้ประโยชน์ได้สุทธิ (NPU) ของกากเมล็ดทานตะวันมีความแตกต่างจากของรัช (2531) รายงาน (66.68 และ 56.26 % ตามลำดับ) โดยมีค่าเท่ากับ 98.84 และ 79.58 % ตามลำดับซึ่งอาจเนื่องมาจากกากเมล็ดทานตะวันที่ใช้มาจากต่างแหล่งกันส่งผลให้ระดับโภชนาการที่มีในวัตถุดิบแตกต่างกัน

ข้าวฟ่าง

ค่าการย่อยได้ของวัตถุแห้งในข้าวฟ่างมีค่า 89.03 % มากกว่าที่รังสรรค์ 2535 รายงานไว้ (86.39 %) ซึ่งอาจมาจากปริมาณเยื่อใยที่สูงแตกต่างกันในวัตถุดิบอาหารสัตว์จากต่างแหล่งกัน วัตถุดิบอาหารสัตว์ที่มีเยื่อใยสูงจะส่งผลให้ค่าการย่อยได้ต่ำลง อาหารที่มีระดับเยื่อใยสูงจะมีการดูดน้ำระหว่างที่อยู่ในระบบทางเดินอาหารมากทำให้อาหารเคลื่อนที่เร็วการย่อยได้ก็จะมีการลดลง

เมื่อพิจารณาจากตารางที่ 3 หากเปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์โปรตีน 4 แหล่งของข้าวฟ่างคือ ข้าวฟ่างศรีราชา ข้าวฟ่างเพชรบุรี ข้าวฟ่างชุมพรและข้าวฟ่างราชบุรีพบว่าข้าวฟ่างราชบุรีมีเปอร์เซ็นต์โปรตีนต่ำอาจเนื่องจากการที่มี Glume มากทำให้มีปริมาณเยื่อใยสูงส่งผลให้มีเปอร์เซ็นต์โปรตีนต่ำ

ข้าวฟ่างค่าพลังงานการย่อยได้ (DE) และค่าพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้ (ME) มีค่าน้อยกว่าที่รังสรรค์ (2535) ทรายงานไว้ (4030.68, 3782.53 กิโลแคลอรีต่อกิโลกรัม ตามลำดับ) ซึ่งเป็นผลมาจากการที่สัตว์กินอาหารน้อย นอกจากนี้เคซา (2537) กล่าวว่าค่าพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้ (ME) อาจเพิ่มขึ้นเมื่อได้รับอาหารเพิ่มขึ้นและสูงสุดเมื่อกินอาหารเต็มที่และปัจจัยอื่นๆ เช่น ระยะเวลาในการเก็บมูล อายุของสัตว์ วิธีการเก็บมูล เป็นต้น

ข้าวฟ่างมีค่าชีวภาพของโปรตีน (BV) และค่าโปรตีนใช้ประโยชน์ได้สุทธิ (NPU) ที่คำนวณได้จากการทดลองอยู่ที่ 98.18 และ 77.69 % ตามลำดับ โดยมีค่าแตกต่างจากที่รังสรรค์ (2535) ทรายงาน (69.66 และ 55.05 % ตามลำดับ) อาจเกิดจากการทดลองเราใช้ข้าวฟ่างที่ไม่ได้มาจากแหล่งเดียวกันทำให้ระดับโภชนะที่มีในวัตถุดิบแตกต่างกันส่งผลให้ค่าที่ออกมามีความแตกต่างกัน

สรุปผลการทดลอง

จากการทดลองหาการย่อยได้ของข้าวฟ่างและกากเมล็ดทานตะวันในสุกรรุ่นสามารถสรุปได้ดังนี้

1. เปอร์เซ็นต์การย่อยได้ของโปรตีน ค่าชีวภาพของโปรตีน ค่าโปรตีนใช้ประโยชน์ได้สุทธิ ค่าพลังงานการย่อยได้และค่าพลังงานการใช้ประโยชน์ได้ของกากเมล็ดทานตะวันมีค่าเท่ากับ 26.63 เปอร์เซ็นต์ 98.84 เปอร์เซ็นต์ 79.58 เปอร์เซ็นต์และ 3165.78 กิโลแคลลอรี่/กิโลกรัม 3160.84 กิโลแคลลอรี่/กิโลกรัม
2. เปอร์เซ็นต์การย่อยได้ของโปรตีน ค่าชีวภาพของโปรตีน ค่าโปรตีนใช้ประโยชน์ได้สุทธิ ค่าพลังงานการย่อยได้และค่าพลังงานการใช้ประโยชน์ได้ของข้าวฟ่างมีค่าเท่ากับ 7.72 เปอร์เซ็นต์ 95.18 เปอร์เซ็นต์ 77.69 เปอร์เซ็นต์และ 3309.03 กิโลแคลลอรี่/กิโลกรัม 3294.76 กิโลแคลลอรี่/กิโลกรัม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อเสนอแนะ

ในการศึกษาการย่อยได้ของข้าวฟ่างและกากเมล็ดทานตะวันเป็นอาหารสุกรรุ่นนั้นควรมีการศึกษาถึงวิธีการ ขั้นตอนในการเก็บมูล ปัสสาวะ ให้ดีเพื่อความถูกต้องของการทดลองซึ่งจะส่งผลให้ค่าการย่อยได้ถูกต้องและการเลือกข้าวฟ่างมาใช้ทดลองควรพยายามเอา Glume กรวด ฟูน หิน ทรายออก เพราะหากเลือกข้าวฟ่างที่มี Glume ติดมากจะทำให้การย่อยได้ของโภชนะลดลงเนื่องจากมีเยื่อใยสูงพร้อมกันนี้กากเมล็ดทานตะวันที่จะนำมาใช้ผสมอาหารสัตว์ ควรจะบดให้ละเอียดลงเล็กน้อยจะได้มีลักษณะ ไม่ฟ้ามมากนักทำให้ไม่มีผลต่อปริมาณการกินได้ของสุกร



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

- จารุรัตน์ เศรษฐภักดี. 2528. อาหารสัตว์เศรษฐกิจ. ภาควิชาสัตวศาสตร์ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่. สงขลา. 264 น.
- ดวงสิรินทร์ รักษาราษฎร์. 2541. การย่อยได้ของอาหารที่เอ็มอาร์ที่มีฟางข้าวและกระถินเทพา เป็นแหล่งอาหารหยาบในโคนม. ปัญหาพิเศษปริญญาตรี. ภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตสัตว์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กรุงเทพฯ.
- เดชา สายชู. 2537. การศึกษาค่าพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้อย่างแท้จริงของวัตถุดิบอาหารสัตว์ และอาหารสำเร็จรูปในไก่เนื้อลูกผสม. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ.
- ทวี แก้วคง. 2527. โภชนศาสตร์สัตว์เบื้องต้นและการให้อาหาร. พิมพ์ครั้งที่2. โรงพิมพ์กรุงสยามการพิมพ์, กรุงเทพฯ.
- ธวัช จินราศรี. 2531. ผลของการใช้กากเมล็ดทานตะวันทดแทนกากถั่วเหลืองในอาหารสุกรรุ่น-ขุน (20-90 กิโลกรัม). วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. ภาควิชาสัตวบาล มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- บุญล้อม ชีวะอิระกุล. 2527. โภชนศาสตร์สัตว์. ภาควิชาสัตวบาล มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่. 258 น.
- ภาสกร คณานุรักษ์. 2529. อาหารสัตว์เบื้องต้นเล่ม 1. ภาควิชาสัตวบาล มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- รังสรรค์ วินิชจีพันธ์. 2535. ผลการใช้อาหารที่มีแทนนินจากข้าวฟ่างในระดับต่างๆ กันต่อสมรรถภาพการผลิตของสุกรรุ่น-ขุน. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. ภาควิชาสัตวบาล มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- เสวนิต อุประเสริฐ. 2527. อาหารสัตว์เบื้องต้น. พิมพ์ครั้งที่1. ภาควิชาสัตวศาสตร์ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่. สงขลา. 106 น.
- อุทัย คันโร. 2527. อาหารและการผลิตอาหารเลี้ยงสุกรและสัตว์ปีก. พิมพ์ครั้งที่ 1. ภาควิชาสัตวบาล มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน นครปฐม. 187 น.
- Alexander, J.C. and D.C. Hill. 1952. The effect of heat in the lysine and methionine in sunflower seed oil meal. J. Nutr. 48:149.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- Cherian, G., W.C. , Sauer and P.A. Thacker.1988. Effect of predigestion factors on the apparent digestibility of protien for swine determined by the mobile nylon bag technique. *Journal of Animal Science*. 6 : 1963-1968.
- Douglas, J.H., T.W. Sullivan, P.L. Blond and J.A. Rydell.1988. Use of animal fat to correct the lower ME and nutritional value of high tannin grain Sorghum. Cited by M.Crualtieri and S. Rapaccini Sorghum grain in poultry feeding *World's Poult. Sci. J.* 46 : 1963-1968.
- .Harris, H. B. D.G. Gummins and R.R. Burn. 1970. Tannin content and digestibility of Sorghum grain influenced by bagging. *Agran. J.* 62 : 633-635.
- Morrison, A.B. , D.B. Clandimin and A.R. Robblee. 1953. The effect of processing variable on the nutritive value of sunflower seed oil meal . อ้างโดย ชววิช ชินราศรี. 2531. ผลของการใช้กากเมล็ดทานตะวันทดแทนกากถั่วเหลืองในอาหารสุกรรุ่น-ขุน (20-90 กิโลกรัม).วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. ภาควิชาสัตวบาล มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- Schiavon, S. M.Ramanzin, G. Bittante, L. Bailoni and L. Gallo.1996. Comparison between total collection and chromic oxide techniques for the evaluation of pig apparent digestibility with different diets and different adaptation and collection periods.*Zootecnica-e-Nutrizione-Animale*. 22 : 23-32.
- Serra, P.M.A.A. , O.E.R. Oliveira and T.H. Fernandes. 1982. Anote on the use of Sorghum as a substitute for maize in a diet for growing pigs. อ้างโดย รังสรรค์ วินิชชีวพันธ์. 2535. ผลการใช้อาหารที่มีแทนนินจากข้าวฟ่างในระดับต่างๆ กันต่อสมรรถภาพการผลิตของสุกรรุ่น- ขุน. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. ภาควิชาสัตวบาล มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- Washltrom, R.C. 1985. Sunflower in pig nutrition. *Pig News and Information*. 7:493.



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้