15993

หอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ปัญหาพิเศษ

เรื่อง

การศึกษาการย่อยได้ของรำข้าวสาลีและขนไก่ป่น ในสุกรรุ่น

Digestibility Trial of Wheat Bran and Hydrolyze Feather Meal in Growing Pig

T100717

โดย

นางสาวรัชดา ศรีสุวรรณ

เสนอ

ปพ.
ศ331ก
2542
เลขหมู่.....
เลขทะเบียน.....100717
วัน,เดือน,ปี.....22 JUN 2009

ภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตสัตว์
คณะเทคโนโลยีการเกษตร
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า
เจ้าคุณทหารลาดกระบัง กรุงเทพ ฯ

พ.ศ. 2542

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2014

ใบรับรองปัญหาพิเศษปริญญาตรี
ภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตสัตว์

เรื่อง

การศึกษาการย่อยได้ของ รำข้าวสาลีและขนไก่ป่นในสุกรรุ่น

Digestibility Trial of Wheat Bran and Hydrolyze Feather Meal in Growing Pig

โดย

นางสาวรัชดา ศรีสุวรรณ

ได้พิจารณาเห็นชอบโดย
อาจารย์ที่ปรึกษา.....
(ผศ.ดร.รณชัย สิทธิไกรพงษ์)

ภาควิชารับรองแล้ว
.....
(ผศ.ดร.รณชัย สิทธิไกรพงษ์)
หัวหน้าภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตสัตว์
วันที่ 30 เดือน พ.ค. พ.ศ. 42

15993
14 ก.ค. 2542
ฝพ.
ร 33177
2541

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทคัดย่อปัญหาพิเศษ

เรื่อง

การศึกษาการย่อยได้ของรำข้าวสาลีและขนไก่ป่นในสุกรรุ่น

Digestibility Trial of Wheat Bran and Hydrolyze Feather Meal in Growing Pig

จากการศึกษาหาค่าพลังงานการย่อยได้ และพลังงานการใช้ประโยชน์ได้ของขนไก่ป่นและรำข้าวสาลีในสุกรรุ่น โดยใช้ Chromic Oxide เป็น Marker โดยแบ่งสุกรเป็น 3 กลุ่มการทดลอง กลุ่มละ 3 ตัว เลี้ยงด้วยอาหารปกติ 2 วัน และเริ่มเปลี่ยนอาหารเป็นวัตถุดิบที่ต้องการทราบการย่อยได้เลี้ยงด้วยวัตถุดิบติดต่อกัน 2 วัน เก็บวัตถุดิบ มูลและปัสสาวะมาทำการทดลองหาค่าพลังงาน โดยวิธี Ballistic Bomb Calorimiter หาโภชนะที่เป็นส่วนประกอบของขนไก่ป่นและรำข้าวสาลีโดยวิธี Proximate Analysis นำค่าโภชนะที่ได้ไปใช้คำนวณหา ค่าสัมประสิทธิ์การย่อยได้ของวัตถุแห้ง สัมประสิทธิ์การย่อยได้ของโปรตีน ค่าการย่อยได้ของโปรตีน ค่าชีวภาพ และโปรตีนที่ใช้ประโยชน์ได้สุทธิ ค่าที่ได้ของขนไก่ป่นเป็น 75.41 88.43 74.81 95.71 และ 81.37 ตามลำดับ ค่าที่ได้ของรำข้าวสาลี 76.07 78.97 11.51 98.53 และ 73.81 ตามลำดับ ค่าพลังงานการใช้ประโยชน์ได้ของขนไก่ป่นและรำข้าวสาลีพบว่าค่าพลังงานการย่อยได้และค่าพลังงานการใช้ประโยชน์ได้ของขนไก่ป่นมีค่าเท่ากับ 3430.26 3426.77 Kcal/Kg ตามลำดับ ค่าพลังงานการย่อยได้และค่าพลังงานการใช้ประโยชน์ได้ของข้าวสาลีเท่ากับ 3843.13 3756.60 Kcal/Kg ตามลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำนิยม

ในการทำปัญหาพิเศษฉบับนี้ เสร็จสิ้นสมบูรณ์ได้ด้วยความช่วยเหลือของ ผศ.ดร. รณชัย สิทธิไกรพงษ์ ภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตสัตว์ ซึ่งเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาปัญหาพิเศษ โดยที่ท่านให้คำแนะนำด้านวิชาการ และตรวจทานแก้ไขปัญหาพิเศษฉบับนี้จนเสร็จสมบูรณ์ อีกทั้งอาจารย์จรรยา คงฤทธิ์ และอาจารย์ณหทัย วิจิตโรทัย ให้คำแนะนำและช่วยเหลือในห้องปฏิบัติการ

สุดท้ายขอขอบคุณเพื่อน ๆ และพี่นักศึกษาปริญญาโททุกท่านที่ให้ความช่วยเหลือเป็นอย่างสูง

รัชดา ศรีสุวรรณ

27 พฤษภาคม 2542

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบาญ

	หน้า
สารบาญ	(1)
สารบาญตาราง	(2)
คำนำ	1
วัตถุประสงค์	1
การตรวจเอกสาร	2
อุปกรณและวิธีการ	14
ผลการทดลอง	17
วิจารณ์	19
สรุป	21
เอกสารอ้างอิง	22
ภาคผนวก	24

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบาญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	ปริมาณเยื่อใยในดอกหญ้าที่มีอิทธิพลต่อการย่อยได้	8
2	เปอร์เซ็นต์เยื่อใยที่มีอิทธิพลต่อสัมประสิทธิ์การย่อยได้ในสัตว์ต่างชนิดกัน	9
3	องค์ประกอบทางโภชนะของขนไก่ป่น	11
4	แสดงโภชนะต่างๆของรำข้าวสาลี	13
5	แสดงโภชนะที่เป็นส่วนประกอบของรำข้าวสาลี	17
6	แสดงโภชนะที่เป็นส่วนประกอบของผลผลิตเหลือใช้จากสัตว์ปีกและรำข้าวสาลี	17
7	แสดงสัมประสิทธิ์การย่อยได้ของวัตถุแห้ง สัมประสิทธิ์การย่อยได้ของโปรตีน ค่ากรย่อยได้ของโปรตีน ค่าทางชีวภาพ และคุณค่าทางคุณภาพของโปรตีนของขนไก่ป่นและรำข้าวสาลี	18

ตารางผนวกที่

1	ดงโภชนะที่เป็นส่วนประกอบของรำข้าวสาลี	25
2	แสดงโภชนะที่เป็นส่วนประกอบของขนไก่ป่น	25
3	แสดงเปอร์เซ็นต์การย่อยได้ของวัตถุแห้ง เปอร์เซ็นต์การย่อยได้ของโปรตีน ค่าการย่อยได้ของโปรตีน ค่าทางชีวภาพของขนไก่ป่น	26

ภาพที่

1	การวัดค่าพลังงานในอาหาร	6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การศึกษาการย่อยได้ของรำข้าวสาลี และขนไก่ป่น ในสุกรรุ่น

Digestibility Trial of Wheat Bran and Hydrolyze Feather Meal in Growing Pig

คำนำ

ปัจจุบันธุรกิจด้านปศุสัตว์เป็นธุรกิจที่น่าสนใจ และมีผู้ทำการประกอบอาชีพด้านนี้มากขึ้น สุกรเป็นสัตว์เศรษฐกิจที่มีผู้สนใจทำธุรกิจมากธุรกิจหนึ่ง ปัจจัยหนึ่งที่มีอิทธิพลต่อกิจการด้านนี้คือ เรื่องของอาหารสัตว์ จึงได้มีการคิดค้นหาวิธีการในการทำอาหารรูปแบบต่างๆเพื่อที่จะให้สัตว์ได้รับโภชนะตามที่ต้องการ การศึกษาการย่อยได้เป็นวิธีหนึ่งที่จะเป็นการทดสอบว่าสุกรสามารถใช้ประโยชน์จากโภชนะต่างๆที่เป็นองค์ประกอบของวัตถุดิบได้มากน้อยเพียงใด เพื่อที่จะหาวัตถุดิบที่สามารถใช้แทนกันได้แต่มีต้นทุนต่ำกว่ามาแทนในสูตรอาหารเพื่อช่วยลดต้นทุนค่าอาหารในการผลิตสุกรให้ต่ำลง

ในการศึกษาครั้งนี้ทำให้ทราบถึงโภชนะต่างๆที่เป็นองค์ประกอบของขนไก่ป่น รำข้าวสาลี และพร้อมทั้งทราบถึงค่าการย่อยได้ของวัตถุดิบดังกล่าว ว่าสุกรรุ่นสามารถนำ รำข้าวสาลี และขนไก่ป่นไปใช้ประโยชน์ได้มากน้อยเพียงใด

วัตถุประสงค์

1.เพื่อศึกษาประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์ของโภชนะที่เป็นองค์ประกอบใน ขนไก่ป่น รำข้าวสาลี ในรูปของค่าการย่อยได้ของโภชนะต่างๆ (Digestibility)

2.เพื่อศึกษาถึงโภชนะต่างๆที่เป็นองค์ประกอบใน ขนไก่ป่น และรำข้าวสาลี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตรวจเอกสาร

การย่อยได้ (Digestibility)

การย่อยได้ (Digestibility) ของอาหาร เป็นการประเมินคุณภาพอาหารวิธีหนึ่ง ซึ่งหมายความว่า เมื่อสัตว์กินอาหารชนิดใดชนิดหนึ่งเข้าไป จะสามารถย่อยโภชนะต่างๆในอาหารชนิดนั้นได้เท่าใด วิธีนี้ต้องทดลองกับสัตว์ทดลองนอกจากนั้นต้องอาศัยความรู้ทางการวิเคราะห์อาหารโดยวิธีประมาณควบคู่ไปด้วย เพื่อวิเคราะห์ส่วนประกอบทางเคมีของอาหารสัตว์เนื่องจากอาหารหรือโภชนะแต่ละชนิดจะมีการย่อยได้ที่แตกต่างกันจึงทำให้มีคุณภาพต่างกันด้วย

โดยทั่วไปข้อมูลการย่อยได้ของอาหารนั้นเป็นข้อมูลการย่อยได้ที่ไม่แท้จริง(Apparent Digestibility) เนื่องจากโภชนะต่างๆที่เหลืออยู่ในอุจจาระไม่ใช่โภชนะที่มาจากอาหารเพียงอย่างเดียว แต่จะเป็นส่วนของเนื้อเยื่อบุผิวของลำไส้ Bacteria ในลำไส้และเอนไซม์จากร่างกายรวมอยู่ด้วย สิ่งเหล่านี้จะเป็นโปรตีนที่มาจากร่างกายที่มีผลทำให้ค่าการย่อยได้ของอาหารผิดไปจากความเป็นจริง ส่วนการย่อยได้ที่แท้จริง (True Digestibility) จะต่างจากการย่อยได้ที่ไม่แท้จริง คือ ค่าของโภชนะที่คำนวณได้นั้นจะเป็นโภชนะที่มาจากอาหารเพียงแหล่งเดียว ไม่รวมสิ่งที่ขับออกมาจากร่างกาย (เสาวนิต,2527)

สัตว์ที่นำมาทดลองแบ่งเป็น 2 พวกใหญ่ๆ คือ

1. สัตว์กระเพาะรวม ได้แก่ แกะ แพะ โค สัตว์พวกนี้สามารถสวมถุงเก็บมูลได้ และใช้กรงทดลองการย่อยได้อย่างง่ายๆ โดยด้านล่างของกรงไม่จำเป็นต้องมีภาชนะสำหรับรองมูลแต่อาจมีภาชนะสำหรับลองปัสสาวะ หากจะนำปัสสาวะไปวิเคราห์ด้วย
2. สัตว์กระเพาะเดี่ยว ได้แก่ สุกร จะใช้กรงสำหรับทดลองการย่อยได้ ซึ่ง ด้านล่างของกรงจะมีภาชนะสำหรับแยกมูล และปัสสาวะออกจากกัน เนื่องจากสัตว์เหล่านี้มีสรีระที่ไม่เหมาะสมสำหรับสวมถุงเก็บมูล ส่วนสัตว์ปีกจำพวกเป็ด ไก่ มีท่อนำมูลและปัสสาวะเป็นท่อเดียวกันจึงทดลองหาการย่อยได้ยากมาก อาจทำได้โดยการผ่าตัดแยกท่อมูลและท่อปัสสาวะออกจากกัน (เสาวนิต,2527)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิธีทดลองหาการย่อยได้

การประเมินคุณภาพอาหารสัตว์ มีหลายวิธี วิธีหนึ่งที่นิยมก็คือการหาค่าการย่อยได้ (Digestibility)ของอาหาร หมายความว่า เมื่อสัตว์กินอาหารชนิดใดชนิดหนึ่งเข้าไปจะสามารถย่อยโภชนะในอาหารนั้นได้เท่าใด (เสาวนิต,2527) สัดส่วนโภชนะที่ย่อยได้นี้ปกติจะบ่งในรูปเปอร์เซ็นต์ของวัตถุแห้ง เรียกว่า สัมประสิทธิ์การย่อยได้(Digestibility Coefficient)

True Digestibility Coefficient =[I-(F-E)×100]/I

สัมประสิทธิ์การย่อยได้ของโภชนะที่คำนวณได้โดยวิธีนี้ ถือว่าเป็นสัดส่วนของโภชนะที่ไม่ได้ถูกขับออกมาทางมูล เท่ากับส่วนที่ถูกดูดซึมได้นั้นนับว่ายังไม่ถูกต้องเพราะสิ่งที่ขับออกมาในมูลไม่ได้มาจากอาหารทั้งหมด (Food Origin) แต่มาจากส่วนของร่างกายสัตว์ด้วย (Metabolic Origin)(บุญล้อม,2527) แต่โดยทั่วไปการย่อยได้ของอาหารนั้นเป็นข้อมูลการย่อยได้ที่ไม่แท้จริง (Apparent Digestibility) เนื่องจากการหาค่าการย่อยได้ที่ไม่แท้จริงของสัตว์แต่ละชนิดมีความแตกต่างกันซึ่งขึ้นอยู่กับระบบทางเดินอาหาร และวิธีการให้อาหารที่แตกต่างกัน ดังนั้นจึงต้องมีวิธีการทดลองหาการย่อยได้ที่ไม่แท้จริงของอาหารที่ต่างกันไปด้วยซึ่งมีวิธีดังนี้

<u>โดยวิธีตรง</u>

เป็นการให้อาหารทดลองเพียงอย่างเดียว ได้แก่พืชอาหารสัตว์ เช่น พืชสด พืชแห้ง เป็นต้น ชนิดใดชนิดหนึ่งเพียงชนิดเดียว และการทดลองโดยวิธีนี้สามารถทราบน้ำหนักที่แน่นอนของอาหารที่ทดลองให้กิน อาหารเหลือกิน และจำนวนมูลที่ถ่ายออกมาในแต่ละวัน วิธีนี้ใช้ได้ดีกับสัตว์ทดลองจำพวก แกะ แพะ โค และสัตว์เหล่านี้ต้องมีระบบทางเดินอาหารที่ทำงานได้สมบูรณ์แล้ว

<u>โดยวิธีใช้อินดิเคเตอร์</u> (Indicator Method)

เป็นการทดลองที่ไม่สามารถวัดจำนวน อาหารขั้นที่ให้กิน และไม่สามารถวัดจำนวนมูลที่ถ่ายออกมาในแต่ละวันได้จึงต้องใช้สารบางอย่างที่ร่างกายไม่สามารถย่อยและดูดซึมได้ผสมในอาหารทดลอง สารนี้มีคุณสมบัติคือ ร่างกายไม่สามารถดูดซึมได้ เมื่อให้สัตว์กินเข้าไปจำนวนเท่าใดจะถ่ายออกมาในมูลจำนวนเท่าเดิมนอกจากนี้แล้ว สารนี้ยังมีคุณสมบัติผ่านทางเดินอาหารช้า ไม่เป็นพิษต่อสัตว์ และผสมกับอาหารได้ง่าย สารพวกนี้ได้แก่ เฟอร์ริกออกไซด์ (Ferric Oxide) โครมิกออกไซด์ (Chromic Oxide) ลิกนิน เป็นต้น วิธีนี้ใช้ได้ดีกับสัตว์กระเพาะเดี่ยวได้แก่ สุกร (เสาวนิต,2527) การใช้ Indicator นี้ เราไม่จำเป็น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลิกนิน เป็นต้น วิธีนี้ใช้ได้ดีกับสัตว์กระเพาะเดี่ยวได้แก่ สุกร (เสาวนิต,2527) การใช้ Indicator นี้ เราไม่จำเป็นต้องทราบน้ำหนักของอาหารที่กิน และมูลที่ขับออกมาได้ เพราะถ้าเราทราบความเข้มข้นของ Indicator ในอาหารและในตัวอย่างมูลของสัตว์แต่ละตัวสัดส่วนของความเข้มข้นนี่จะบ่งถึงการย่อยได้ เช่น ถ้าความเข้มข้นของ Indicator ในอาหารเท่ากับ 1 เปอร์เซ็นต์ และในมูลเท่ากับ 2 เปอร์เซ็นต์ อาหารนั้นก็จะถูกย่อยได้ 50 เปอร์เซ็นต์ ดังสมการ

$$\% \text{ Digestibility of Dry Matter} = \left[\frac{\% \text{ Indicatorในมูล} - \%\text{Indicatorในอาหาร}}{\% \text{ Indicator ในมูล}} \right] \times 100$$

ในกรณีที่ต้องการคำนวณค่าการย่อยได้ของโภชนะตัวอื่นนอกเหนือจากวัตถุแห้ง บุญล้อม(2527) แนะนำให้ทำการวิเคราะห์หาปริมาณโภชนะนั้น ทั้งในอาหารและในมูล แล้วคำนวณหาค่าการย่อยได้โดยใช้สูตร

$$\text{การย่อยได้ของโภชนะ} = 100 - 100 \left[\frac{\%\text{Indicatorในอาหาร}}{\%\text{Indicator ในมูล}} \times \frac{\%\text{โภชนะในมูล}}{\%\text{โภชนะในอาหาร}} \right]$$

<u>โดยวิธีอ้อม</u>

เสาวนิต (2527) กล่าวว่า อาหารบางชนิดไม่สามารถให้สัตว์กินได้เพียงชนิดเดียว เช่น กากปาล์มน้ำมัน หรือ กากเมล็ดฝ้าย และสัตว์บางชนิด เช่น แกะ แพะ โค ไม่สามารถกินอาหารได้เพียงชนิดเดียวเพราะจะทำให้ระบบการย่อยอาหารผิดไป สัตว์อาจเจ็บป่วยได้ จึงต้องให้กินอาหารทดลองรวมกับอาหารหยาบ ดั้งนั้นจึงต้องทราบค่าการย่อยได้ที่ไม่แท้จริงของอาหารหยาบก่อน แล้วเมื่อให้อาหารทดลองรวมกับอาหารหยาบจึงจะทราบค่าของอาหารทดลอง โดยวิธีหักลบออกจากค่าการย่อยได้ของอาหารหยาบนั้น

การวัดค่าพลังงานในอาหาร (Energy Evaluation)

ค่าพลังงานในอาหารคิดกันในรูปของความร้อน (Heat) อาจมีหน่วยเป็น แคลลอรี่ (Calories,Cal) กิโลแคลลอรี่ (Kilocalories,Kcal) และ Therm

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ยอดโภชนะย่อยได้ทั้งหมด (Total Digestibility Nurtrient,TDN)

คือ จำนวนโภชนะทุกชนิดในอาหาร หาได้โดยการนำ เปอร์เซ็นต์ความสามารถในการย่อยได้ (%Digestibility)ของโภชนะแต่ละชนิดมารวมกัน ดังสมการ

%TDN = %โปรตีนที่ย่อยได้+%เยื่อใยที่ย่อยได้+%NFEที่ย่อยได้+%ไขมันที่ย่อยได้×2.25

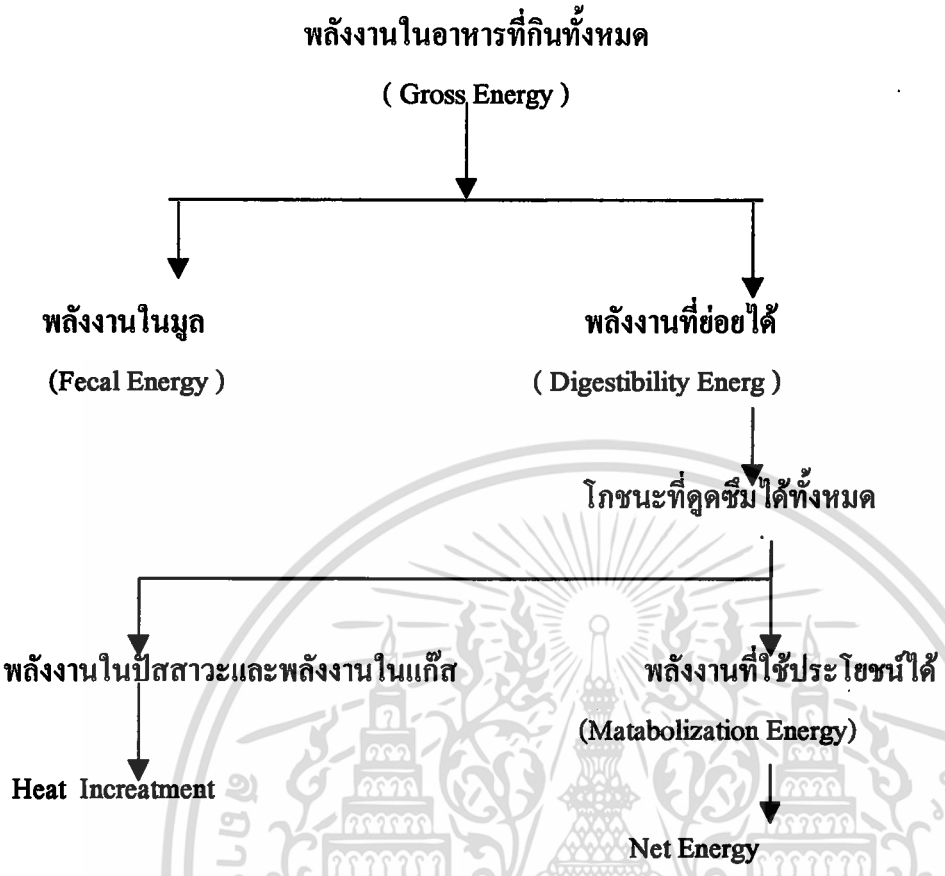
ค่าพลังงานของโปรตีนย่อยได้ เยื่อใยย่อยได้ และNFEย่อยได้มีค่าใกล้เคียงกันแต่ค่าพลังงานของไขมันย่อยได้มีมากกว่าโภชนะ 3 ชนิดนี้ถึง 2.25 เท่า ดังนั้นในสูตรการคำนวณหายอดโภชนะย่อยได้ทั้งหมดจึงต้องเอา 2.25 คูณด้วยเปอร์เซ็นต์ไขมันย่อยได้ นอกจากจะใช้ TDN ในการประเมินจำนวนพลังงานอาหารแล้ว เรายังนิยมใช้ค่าพลังงานในรูปอื่นๆด้วย ค่าที่นิยมใช้ได้แก่ Gross Energy (GE) Digestibility Energy(DE) Metamolizable Energy (ME) และ Net Energy (NE)

1. Gross Energy (GE) ค่าพลังงานทั้งหมดของอาหารที่ได้จากการนำอาหารนั้นมาทำการเผา โดยใช้ความร้อนสูงจนเผาไหม้หมดสมบูรณ์ จนกระทั่งได้ ก๊าซคาร์บอนไดอ๊อกไซด์ และน้ำ โดยใช้เครื่องมือชื่อ Bomb Calorimeter
2. Digestibility Energy (DE) คือจำนวนพลังงานย่อยได้ทั้งหมด หาได้โดยนำค่า GE มาลบด้วยพลังงานที่อยู่ในมูล ดังภาพที่1
3. Metabolizible Energy (ME) คือพลังงานความร้อนที่ได้จาก Digestibility Energy หักลบด้วยพลังงานที่สูญเสียไปในปัสสาวะ และพลังงานที่สูญเสียไปในมูล. กานวณใช้สูตร (สุวรรณา,2530)

   พลังงานใช้ประโยชน์ได้ = พลังงานในอาหาร – พลังงานในมูล – พลังงานในสสาวะ
4. Net Energy (NE) คือ พลังงานใช้ประโยชน์สุทธิ หมายถึงพลังงานความร้อนที่ได้จาก Metabolisable Energy หักลบด้วยพลังงานความร้อนที่เพิ่มขึ้นหลังจากสัตว์กินอาหาร (Heat Increment) คำนวณได้จากสูตร (สุวรรณา,2530)

   NE = ME - HI

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่1 การวัดค่าพลังงานในอาหาร (ทวี,2527)

การวัดคุณภาพของโปรตีน

การวัดคุณภาพของโปรตีนของพืชอาหารสัตว์ หรือวัตถุดิบจะวัดได้ 2 แบบ

1. วัดความเข้มข้นของปริมาณโปรตีนในอาหารนั้นๆ ซึ่งสามารถหาได้โดยนำเอาปริมาณไนโตรเจนในอาหารคูณด้วย 6.25
2. วัดจากชนิดและจำนวนของกรดอะมิโนที่เป็นส่วนประกอบของอาหารสัตว์ ในการให้อาหารสัตว์ถึงแม้ว่าอาหารนั้นจะมีความเข้มข้นของโปรตีน ซึ่งแต่หากมีกรดอะมิโนไม่สมดุลแล้วก็จะเกิดปัญหาการขาดโปรตีนได้ หน่วยที่ใช้สำหรับวัดคุณภาพโปรตีนได้แก่ Biological Value และ Protein replacement Value

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Biological Value (BV)

คือ จำนวนธาตุไนโตรเจนที่สัตว์นำไปใช้สำหรับการเมตาบอลิสซึมหาได้โดยการนำจำนวนไนโตเจนทั้งหมดที่สัตว์กิน(Nitrogen Intake,NI)มาลบด้วยไนโตรเจนทั้งหมดที่อยู่ในมูล(Facal Nitrogen,FN) และไนโตรเจนที่อยู่ในปัสสาวะ (Urinary Nitrogen,UN) ค่าที่ได้เรียกว่า Apparent Biological Value แสดงในสูตร

$$BV = \frac{NI - [FN + UN] \times 100}{NI}$$

โปรตีนชนิดที่มีค่า BV สูงก็แสดงว่ามีคุณภาพดี สามารถใช้ประโยชน์ได้มาก เพราะถือว่ามีการตกค้างลงมาในรูปมูลและปัสสาวะน้อย (ทวี,2527)

Protein replacement Value (PRV)

คือหน่วยวัดคุณค่าทางคุณภาพโปรตีนของวัตถุดิบ โดยต้องทำการวัดเปรียบเทียบกัน 2 ชนิด และให้ชนิดหนึ่งชนิดใดเป็นมาตรฐาน การหาค่าสามารถหาได้ตามสูตรดังนี้ (ทวี,2527)

$$PRV = \frac{100 - 100 [NB_1 - NB_2]}{NI}$$

NB_1 คือ จำนวนไนโตรเจนในวัตถุดิบชนิดที่1 ลบด้วยจำนวนไนโตรเจนในมูลและในปัสสาวะ

NB_2 คือ จำนวนไนโตรเจนในวัตถุดิบชนิดที่2 ลบด้วยจำนวนไนโตรเจนในมูลและในปัสสาวะ

NI คือ จำนวนไนโตรเจนที่กินในอาหารแต่ละชนิด

ปัจจัยที่มีผลต่อการย่อยได้

การย่อยได้ของโภชนะในอาหารสัตว์นั้นขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายประการดังนี้

1. **องค์ประกอบทางเคมีของอาหารสัตว์**

อาหารจะถูกย่อยได้มากน้อยเท่าใด ขึ้นอยู่กับองค์ประกอบทางเคมี อาหารบางอย่าง เช่น ข้าวบาเล่ย์ ซึ่งมีองค์ประกอบค่อนข้างคงที่ จะมีการย่อยได้ค่อนข้างคงที่ด้วย อาหารจำพวกพืชสด พืชหมัก ซึ่งมีองค์ประกอบแปรปรวนจะมีการย่อยที่แตกต่างกันมาก ปริมาณเยื่อใยในอาหารมีอิทธิพลต่อการย่อยได้มาก ดังจะเห็นได้ในกรณีของหญ้าในระยะต่างๆ กัน ดังตารางที่1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่1 ปริมาณเยื่อใยในดอกหญ้าที่มีอิทธิพลต่อการย่อยได้

	เยื่อใย (คิดเป็นเปอร์เซ็นต์วัตถุแห้ง)	สัมประสิทธิ์การย่อยได้ของอินทรีย์วัตถุ (เปอร์เซ็นต์)
ดอกตูม	22.8	75
ก่อนดอกบาน	28.4	60
ดอกบาน	32.8	64
หลังดอกบาน	36.3	60
เมล็ดสุก	36.4	61
เมล็ดร่วง	40.7	54

ที่มา : บุญล้อม(2527)

ในอาหารหยาบที่อยู่ภายในเซลล์จะถูกย่อยได้เกือบหมด แต่พนังเซลล์ส่วนใหญ่ประกอบด้วยเซลลูโลส และเฮมิเซลลูโลสจะถูกย่อยไม่ค่อยได้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งถ้ามีลิกนินสูง ถ้าพืชอายุมาก ขบวนการ Lignification จะสูงตามอายุพืช ซึ่งทำให้เอนไซม์ไม่สามารถผ่านลิกนินเข้าไปย่อยเซลลูโลสได้ ค่าการย่อยได้จึงต่ำ (ศรีสกุลและรณชัย,2537) อาหารที่มีเยื่อใยสูงมีผลทำให้ค่าการย่อยได้ลดลง เช่นในเปลือกหุ้มเมล็ด (Seed Coat) พนังเซลล์พืช (Cell Wall) เปลือกของลำต้นหรือกิ่งก้าน เป็นต้น

2. องค์ประกอบของสูตรอาหาร

การย่อยได้ของอาหารไม่ได้ถูกกระทบกระเทือนเนื่องจากองค์ประกอบของตัวมันเองเท่านั้น แต่ยังถูกกระทบกระเทือนเนื่องจากองค์ประกอบของอาหารที่ร่วมกันด้วย คือ อาหารชนิดหนึ่งอาจมีผลต่อการย่อยได้ของอาหารอีกชนิด (Associative Effect) ในสัตว์กระเพาะเดี่ยว การย่อยส่วนใหญ่เกิดจากเอนไซม์ของตัวมันเอง ส่วนประกอบของอาหาร ยกเว้นเยื่อใยไม่มีผลต่อการย่อยได้ของโภชนะอื่น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. ชนิดของสัตว์

โดยปกติการย่อยได้มักจะขึ้นอยู่กับคุณสมบัติของสารนั้นมากกว่าตัวผู้บริโภคแต่เราไม่สามารถกล่าวได้ว่า อาหารชนิดเดียวกันเมื่อให้สัตว์ต่างตัวกันกินแล้วจะย่อยได้เท่ากัน อาหารที่มีเยื่อใยต่ำจะถูกย่อยได้ทั้งในสัตว์กระเพาะเดี่ยวและสัตว์เคี้ยวเอื่อง แต่พวกที่มีเยื่อใยสูงนั้นสัตว์เคี้ยวเอื้องจะย่อยได้ดีกว่า (บุญล้อม,2527) ดังแสดงในตารางที่2

ตารางที่2 เปอร์เซ็นต์ของเยื่อใยที่มีอิทธิพลต่อสัมประสิทธิ์การย่อยได้ในสัตว์ต่างชนิดกัน

ชนิดอาหาร	%เยื่อใย	สัมประสิทธิ์การย่อยได้	
		วัว	หมู
ข้าวโพด	2.8	84.8	88.7
ข้าวโอ๊ต	11.8	73.4	67.6

ที่มา : บุญล้อม(2527)

4.ปริมาณสารพิษบางชนิด

ในวัตถุดิบบางชนิดมีสารที่สามารถไปขัดขวางเอนไซม์หรือน้ำย่อยในระบบทางเดินอาหาร เช่น ในเมล็ดถั่วเหลืองดิบ หรือในกากถั่วเหลืองที่ไม่สุกพอ จะมีสาร ตัวยับยั้งทริบซิน ในระดับค่อนข้างสูง เมื่อสัตว์กินสารเหล่านี้เข้าไป จะมีผลทำให้การย่อยได้ของโปรตีนในอาหารลดลง สารแทนนินที่พบมากในเมล็ดข้าวฟ่างแดงก็มีผลทำให้การย่อยได้ของโปรตีนและพลังงานลดลงเช่นกัน(บุญล้อม,2527)

5.ขนาดชิ้นของวัตถุดิบอาหาร

เมื่อสัตว์กินอาหารระบบทางเดินอาหารจะทำการบีบตัว แบบลูกคลื่นตลอดเวลา เพื่อผลักดันให้อาหารเดินไปข้างหน้า อาหารจะถูกย่อยเมื่อเดินผ่านกระเพาะและลำไส้เล็ก เมื่ออาหารผ่านเข้าเขตลำไส้ใหญ่จะไม่มีการย่อย ดังนั้นวัตถุดิบอาหารที่มีขนาดชิ้นใหญ่เกินไป หรือบดไม่ละเอียด เมื่อวัตถุดิบผ่านเข้าลำไส้เล็กอาจย่อยไม่หมด ทำให้เกิดการสูญเสีย จึงควรปรับขนาดชิ้นของวัตถุดิบให้มีขนาดเล็กลงเพื่อให้วัตถุดิบอาหารเมื่อเดินทางผ่านกระเพาะและลำไส้เล็กถูกย่อยหมดพอดีนั่นเอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6. ปริมาณอาหารที่กิน

การให้อาหารสัตว์กินอย่างเต็มที่ สัตว์จะได้รับปริมาณอาหารต่อวันมาก มีแนวโน้มทำให้ประสิทธิภาพในการย่อยได้ลดลง การให้อาหารสัตว์กินอย่างจำกัด สัตว์ได้รับปริมาณอาหารต่อวันน้อยกว่าปกติทำให้วัตถุดิบอาหารนั้นมีการย่อยได้ดีกว่า(บุญล้อม,2527)

7. การเตรียมอาหาร

การเตรียมวัตถุดิบมีหลายวิธี เช่น ผ่านความร้อนแห้ง หรือ ความร้อนชื้น การอัดเม็ด ฯลฯ มีผลทำให้แป้งในอาหารเปลี่ยนอยู่ในรูปเจลลาติน และทำให้การย่อยได้ดีขึ้น (อุทัย,2529)

ขนไก่ป่น (Feather Meal)

ขนไก่ป่นเป็นผลพลอยได้จากโรงงานฆ่าไก่ มีโปรตีนประมาณ 85 –90 เปอร์เซ็นต์ ดังแสดงในตารางที่ 3 แต่เป็นโปรตีนที่ประกอบด้วยการประกอบของโปรตีนชนิด Keratin ซึ่งไม่สามารถย่อยได้โดยอาศัยน้ำย่อยโปรตีนจากสัตว์โดยทั่วไป ฉะนั้นก่อนที่จะนำมาใช้ต้องทำการย่อยสลายก่อนโดย 2 วิธีการดังนี้

<u>วิธีแรก</u> คือ การต้มขนไก่ด้วยสารละลายกรดเกลือที่ pH ประมาณ 6 ใช้เวลานาน 20 ชั่วโมง แล้วทำให้แห้งจึงนำไปบดเป็นขนไก่ป่น

<u>วิธีที่สอง</u> คือ การอบขนไก่ด้วยไอน้ำร้อนภายใต้ความดันสูงๆ นาน 45 นาที แล้วทำให้แห้งหลังจากนั้นจึงบดทำขนไก่ป่น

หลังจากที่ทำการย่อยสลายแล้วจะมีการย่อยได้สูงขึ้น จากประมาณ 7 เปอร์เซ็นต์ เป็น 75 –80 เปอร์เซ็นต์ แต่สำหรับขนไก่ในประเทศไทย มิได้ทำตามขบวนการดังกล่าวจึงมีการย่อยได้ค่อนข้างต่ำ ถึงแม้ขนไก่ป่นจะถูกย่อยสลายจนมีการย่อยได้ของโปรตีนสูงขึ้นแล้วก็ตามแต่โปรตีนของขนไก่ป่นนั้นเป็นโปรตีนที่มมีคุณภาพค่อนข้างเลว (อุทัย,2529)

McCasland and Richardson (1966) ได้เปรียบเทียบขนไก่ป่นดิบ กับขนไก่ป่นที่ผ่านกระบวนการย่อยสลาย พบว่า ขนไก่ป่นที่ผ่านกระบวนการจะให้คุณค่าโภชนะสูงกว่าขนไก่ป่นดิบแสดงดังตารางที่ 3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3 องค์ประกอบทางโภชนะของขนไก่ป่น

องค์ประกอบทางโภชนะ							
ความชื้น	โปรตีน	ไขมัน	เยื่อใย	เถ้า	Ca	P	ที่มา
10.00	87.40	2.90	-	3.80	0.20	0.7	1/
8.26	82.80	3.10	2.80	3.80	0.76	0.52	2/
9.43	76.10	2.40	8.10	6.50	1.40	0.44	3/
8.73	83.79	4.29	0.51	1.89	0.20	0.18	4/

ที่มา: 1/ กองควบคุมคุณภาพสัตว์ กรมปศุสัตว์ (2536)

2/ ,3/ เยาวมาลย์ (2540)

4/ จีรพร (2539)

มาตรฐานวัตถุดิบอาหารสัตว์ของไทย

ขนไก่ป่น

โปรตีน	ไม่น้อยกว่าร้อยละ	80
ไขมัน	ไม่มากกว่าร้อยละ	4
เยื่อใย	ไม่มากกว่าร้อยละ	1.5
ความชื้น	ไม่มากกว่าร้อยละ	11
เถ้า	ไม่มากกว่าร้อยละ	4
เกลือ	ไม่มากกว่าร้อยละ	3

และค่าการย่อยได้ของโปรตีนโดยเปปซิน ไม่น้อยกว่า 70 เปอร์เซ็นต์ ของโปรตีน(ธารินี,2540)

คุณค่าทางอาหาร

พันธิพา(2529)กล่าวว่าโปรตีนจากขนไก่ป่นมีกรดอะมิโน 4ตัวนี้ในระดับต่ำเมื่อเทียบกับปลาป่นหรือกากถั่วเหลือง ได้แก่ เมไธโอนีน ไลซีน ฮิททิดีน และทริฟโตเฟน หากนำไปใช้เป็นแหล่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โปรตีนในอาหารสัตว์โดยไม่รู้จักวิธีการใช้จะทำให้สัตว์ขาดกรดอะมิโนดังกล่าว มีผลต่อการเจริญเติบโตและการให้ผลผลิตลดลง สำหรับโปรตีนที่ย่อยได้ของขนไก่ป่น พบว่าจะถูกย่อยได้ไม่น้อยกว่า 75 เปอร์เซ็นต์ ของโปรตีนรวมที่มีอยู่ ส่วนประกอบของกรดอะมิโนของขนไก่ป่นจะไม่ดีเท่าปลาป่นและกากถั่วเหลืองเพราะขาดกรดอะมิโนที่สำคัญหลายตัว แต่ถึงกระนั้นขนไก่ป่นก็ยังนับว่ามีค่าการย่อยได้ค่อนข้างสูงและยังมีกรดอะมิโนที่เป็นประโยชน์อีกหลายตัวที่มีอยู่ในระดับสูง Baber *et al.*, (1965) ได้รายงานว่า ขนไก่ป่นสามารถใช้เป็นอาหารสุกรรุ่นได้ในระดับ 5 เปอร์เซ็นต์ในสูตรอาหารถ้าเสริมด้วยไลซีน 0.8 เปอร์เซ็นต์ และเมทไธโอนีน ซีสตีน 0.6 เปอร์เซ็นต์ Hall (1957) ได้รายงานว่า ขนไก่ป่นสามารถใช้แทนกากถั่วเหลืองได้ถึงสองในสามในสูตรอาหารสุกรรุ่น – ขุน แต่ต้องเสริมด้วนเมทไธโอนีน 0.1 เปอร์เซ็นต์

รำข้าวสาลี (Wheat Bran)

ในขบวนการโม่แป้งในปัจจุบันจะมีการแยกส่วนของคัพภะ รำ และ Endosperm ออกจากกันก่อนแล้วจึงโม่หรือร่อน สำหรับแยกเมล็ดข้าวสาลีออกจากสิ่งที่ปนมาชนิดอื่นจากนั้นถูกส่งเข้าขบวนการ Conditionning คือการเอาเมล็ดข้าวสาลีแช่น้ำเพื่อแยกรำออกจากเมล็ดได้ง่าย จากนั้นเมล็ดจะถูกส่งไปยังขบวนการ Break System เป็นขบวนการใช้ลูกโม่บีบเมล็ดข้าวจนแยกได้คัพภะ รำ และ Endosperm แยกจากกัน (พัธกุล,2521 อ้างโดย จีรพร,2539) โภชนะต่างๆของรำข้าวสาลีแสดงดังตารางที่ 4

<u>ตารางที่ 4</u> แสดงโภชนะต่างๆของรำข้าวสาลี คิดเป็นเปอร์เซ็นต์

ความชื้น	โปรตีน	ไขมัน	เยื่อใย	เถ้า	Ca	P	ที่มา
11.0	15.2	3.9	10.0	6.1	0.11	1.22	1/
11.0	16.0	-	10.0	-	0.14	1.17	2/
12.0	15.5	4.0	10.0	5.5	-	-	3/

ที่มา : 1/ Perry (1982) อ้างโดย ธารินี (2540)

2/ Pond and Church (1995) อ้างโดย ธารินี (2540)

3/ Nutrition Guide (1989) อ้างโดย ธารินี (2540)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รำข้าวสาลี มีลักษณะฟ่ามมาก พลังงานต่ำ เยื่อใยสูง (8.5 – 12 %) ปริมาณโปรตีนรวมตั้งแต่ 12.5 –16% นิยมใช้กับสัตว์เคี้ยวเอื้อง ไม่นิยมใช้เลี้ยงสุกรและสัตว์ปีก หากจำเป็นต้องใช้ไม่ควรเกิน 10% หากบดละเอียดผสมน้ำอุ่นใช้เป็นยาระบายอ่อนๆ (พันธิพา,2529)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อุปกรณ์และวิธีการ

อุปกรณ์

1.สุกรน้ำหนัก 30 กก.

2.ชุดกรงเมตาบอลิก

3.Chrommie Oxide

4.25% H_2SO_4

5.ถุงพลาสติก ขนาด 6×8 นิ้ว

6.ขวดพลาสติกพร้อมฝาปิด ขนาด 100 มล.

7.ตู้เย็น

8.ตู้อบมูลสัตว์

9.Aluminum Foil

10.ตาชั่ง ขนาด 3 กก.

11.ถ้วยตวงปริมาณ ขนาด 1 ลิตร

12.ฟอร์มาลีน

วิธีการ

ขั้นตอนการทดลอง

1.นำสุกรน้ำหนัก ประมาณ 30 กก.ขึ้นกรงเมตาบอริก ชั่งอาหารให้กินปกติ(80%ของที่กินเต็มที่) โดยให้อาหารเช้า (8.00 น.) บ่าย(15.00 น.) เลี้ยง 2 วันเพื่อให้สัตว์ปรับตัวเข้ากับกรง

2.เปลี่ยนอาหารที่เป็นวัตถุดิบอาหารที่ต้องการทราบการย่อยได้ โดยค่อยๆเปลี่ยนอาหารภายใน 2 วัน เลี้ยงด้วยวัตถุดิบอาหารติดต่อกัน 2 วัน (ชั่งวัตถุดิบอาหารให้กิน 80% ของที่กินเต็มที่ แบ่งเป็น เช้า บ่าย) ทำการชั่งน้ำหนักอาหารที่เหลือในแต่ละวันที่สุกรกินไม่หมด

3.ผสม Chromix Oxid 0.2% ของน้ำหนักอาหารลงในอาหารมื้อแรกและมื้อสุดท้ายของการเก็บ มูล เพื่อใช่ Chromix Oxid เป็น Marker ในการที่จะเริ่มเก็บมูล และหยุดเก็บมูลเมื่อใด

4.ทำการเก็บมูลหลังจากพบว่ามูลสุกรมีสีเขียวแล้ว ทำการเก็บมูลและปัสสาวะติดต่อกัน 3 วัน โดยแบ่งเก็บ เช้า (7.00 น.) บ่าย (14.00 น.) ก่อนการให้อาหาร ทำการหยุดเก็บเมื่อพบว่ามูลมีสีเขียว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เช่นกัน ในถังพลาสติกที่เก็บปัสสาวะใส่ 25% H_2SO_4 จำนวน 25 มล. ทุกครั้งหลังทำความสะอาดกรงทดลอง

การบันทึกผลการทดลอง

1. ปริมาณการกินอาหารสุกรในแต่ละวัน(ชั่ง นน. อาหารที่ให้ และนน.อาหารที่เหลือทุกวัน)
2. ปริมาณมูลสุกรที่ถ่ายออกมาทุกวัน (ทำการเก็บข้อมูล และ ชั่ง นน.มูล วันละ 2 ครั้ง)
3. ปริมาณปัสสาวะที่สุกรขับถ่ายออกมาทุกวัน ทำการเก็บวันละ 2 ครั้ง เช่นเดียวกับการเก็บมูล

สิ่งที่ต้องการเก็บตัวอย่างระหว่างการทดลอง

1. อาหารทดลอง
   สุ่มเก็บอาหารทดลองที่ให้สุกรกินทุกมื้อ
2. ตัวอย่างมูล
   สุ่มเก็บตัวอย่างมูลสุกร 10% ของ นน.มูล ในถุงพลาสติก 2 ชั้น มีฟอร์มาลีน 10 มล. อยู่ด้วย รัดปากถุงให้แน่น แช่ในตู้แช่แข็ง(เก็บตัวอย่างมูลที่เขียวทั้งช่วงเริ่มและหลังเก็บด้วย)
3. ตัวอย่างปัสสาวะ
   สุ่มเก็บตัวอย่างปัสสาวะ 10% ของปริมาณทั้งหมด ในถุงพลาสติก 2 ชั้น รัดปากถุงให้แน่น เก็บในตู้เย็นธรรมดา
4. หลังจากเก็บมูลและปัสสาวะติดต่อกัน 3 วัน แล้วเอามูลสุกรแต่ละถุงที่ได้ (แยกตัวใครตัวมัน) มาผสมกัน แล้วทำการสุ่มเก็บตัวอย่างมูลประมาณ 100 – 150 กรัม ใส่ถุงพลาสติก 2 ชั้น รัดปากถุงให้แน่น เก็บในตู้แช่แข็ง เพื่อใช้เป็นตัวอย่างวิเคราห์ในห้องปฏิบัติการ
5. ตัวอย่างปัสสาวะทำเช่นเดียวกับตัวอย่างมูลในข้อ 4 เก็บใส่ขวดพลาสติกประมาณ60–100 มล.

การวิเคราะห์ตัวอย่างทางเคมี

1. วิเคราะห์หาปริมาณในอาหารทุกสูตร และในมูลด้วยวิธี Proximate Analysis
2. วิเคราะห์หาปริมาณพลังงานในตัวอย่างอาหารทุกสูตร ในมูล และในฉี่ โดยใช้วิธี Ballistic Bomb Calorimiter

สูตรการคำนวณหาค่า

$$\text{Digestibility Energy} = \frac{\text{พลังงานอาหารที่กิน} - \text{พลังงานในมูล}}{\text{ปริมาณอาหารที่ให้}}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$\text{Metabolizable Energy} = \frac{\text{พลังงานในอาหาร} - \text{พลังงานในมูล} - \text{พลังงานในปัสสาวะ}}{\text{ปริมาณอาหารที่กิน}}$$

$$\text{Digestibility of Crude Protein} = \left[\frac{\text{ค่าสัมประสิทธิของโปรตีน} \times \text{โปรตีนในอาหารที่กิน}}{100}\right]$$

$$\text{Digestion Coefficien Crude Protein} = \Big[\{(\text{โปรตีนในอาหารที่กิน} \times \text{วัตถุแห้งของอาหาร}) - (\text{วัตถุแห้งของมูลที่ถ่ายออกมา} \times \text{โปรตีนในมูล})\}/(\text{โปรตีนในอาหาร} \times \text{วัตถุแห้งในอาหาร})\Big] \times 100$$

$$\text{Digestion Coefficien Drymatter} = \left[\frac{\text{DMอาหารที่กินทั้งหมด} - \text{DMมูลที่ถ่ายออกมา}}{\text{DM ของอาหารที่กินทั้งหมด}}\right] \times 100$$

สถานที่ทำการทดลอง

1. ใช้โรงเรือนของภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตสัตว์ คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กรุงเทพฯ.
2. การวิเคราะห์ทางเคมี สถานที่ทำการวิเคราะห์คือ ห้องปฏิบัติการทางโภชนะศาสตร์สัตว์ของภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตสัตว์ คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กรุงเทพฯ.

ระยะเวลาในการทดลอง

เริ่มทดลองวันที่ 3 สิงหาคม 2541 สิ้นสุด 23 กุมภาพันธ์ 2542

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการทดลอง

การวิเคราะห์ส่วนประกอบทางเคมีโดยประมาณ (Proximate Analysis) ของขนไก่ปน และรำข้าวสาลีแสดงดังตารางที่ 5

ตารางที่ 5 แสดงองค์ประกอบทางเคมีของขนไก่ปน และรำข้าวสาลี

ส่วนประกอบทางเคมี	ชนิดของวัตถุดิบ (%)	
	ขนไก่ปน	รำขาวสาลี
โปรตีน	84.6	14.57
ความชื้น	7.47	12.00
เยื่อใย	6.84	11.02
ไขมัน	4.91	3.95
เถ้า	2.40	4.52
Ca	0.35	0.17
P	0.091	0.51

ผลการวิเคราะห์หาค่าพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้(Metabolizible Energy) และพลังงานการย่อยได้ (Digestible Energy) ของขนไก่ปนและรำข้าวสาลีแสดงผลดังตารางที่ 6

ตารางที่ 6 แสดงค่าพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้ และค่าพลังงานการย่อยได้ในขนไก่ปน และรำ ข้าวสาลี

วัตถุดิบ	พลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้ (Kcal / Kg)	พลังงานการย่อยได้ (Kcal / Kg)
ขนไก่ปน	3756.60	3843.13
รำข้าวสาลี	3426.77	3430.26

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

100717

จากการทดลองหาค่าสัมประสิทธิ์การย่อยได้ของวัตถุแห้ง ค่าสัมประสิทธิ์การย่อยได้ของโปรตีน และ ค่าการย่อยได้ของโปรตีน ของขนไก่ปั่นและรำข้าวสาลีแสดงดังตารางที่ 7

ตารางที่7 ค่าสัมประสิทธิ์การย่อยได้ของวัตถุแห้ง ค่าสัมประสิทธิ์การย่อยได้ของโปรตีน ค่าการย่อยได้ของโปรตีน ค่าทางชีวภาพ และโปรตีนใช้ประโยชน์สุทธิของขนไก่ปั่นและรำข้าวสาลี

วัตถุดิบ	D Cof DM	D Cof CP	D of CP	BV	NPU
ขนไก่ปั่น	75.41	88.43	74.81	95.71	81.37
รำข้าวสาลี	76.07	78.97	11.51	98.53	73.81

D Cof DM = ค่าสัมประสิทธิ์การย่อยได้ของวัตถุแห้ง

D Cof CP = ค่าสัมประสิทธิ์การย่อยได้ของโปรตีน

D of CP = ค่าการย่อยได้ของโปรตีน

BV = ค่าทางชีวภาพ

NPU = โปรตีนใช้ประโยชน์สุทธิ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิจารณ์

จากผลการทดลองการวิเคราะห์หาส่วนประกอบของขนไก่ป่น และรำข้าวสาลี โดยการ Proximate Analysis แสดงผลดังตารางที่ 5 โดยในขนไก่ป่นที่ทำการทดลองพบว่าเปอร์เซ็นต์เยื่อใยที่ได้เป็น 2.13 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งแตกต่างจากรายงานของ Church (1998) รายงานว่า เปอร์เซ็นต์เยื่อใยเป็น 1.2 เปอร์เซ็นต์ และ Ensminger and Olentine(1978) เปอร์เซ็นต์เยื่อใยเป็น 1.2 เปอร์เซ็นต์ ทีเป็นอย่างนี้เนื่องมาจาก วัตถุดิบมาจากหลายแหล่งทำให้มีคุณภาพแตกต่างกัน มีสิ่งปลอมปนของพวกก้อนกรวดหรือมีสิ่งปลอมปนอื่นๆ มีผลทำให้เปอร์เซ็นต์เยื่อใยในการทดลองมีปริมาณสูงกว่าที่เคยมีรายงาน หรือแม้กระทั้งประสิทธิภาพของขบวนการผลิตก็มีผลทำให้ปริมาณเยื่อใยแตกต่างกันได้เช่นกัน เมื่อเปอร์เซ็นต์เยื่อใยจากการทดลองมีปริมาณสูงมีผลทำให้เปอร์เซ็นต์โปรตีนจากการทดลองมีค่าต่ำกว่าที่เคยมีรายงานไว้ ส่วนเปอร์เซ็นต์ไขมันจากการทดลองมีค่าเป็น 4.91 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งแตกต่างจากรายงานของ Church (1998) รายงานว่าเปอร์เซ็นต์ไขมันเป็น 3.1 เปอร์เซ็นต์ และ Ensminger and Olentine (1978) เปอร์เซ็นต์เยื่อใยเป็น 3.1เปอร์เซ็นต์ ซึ่งพบว่าขนไก่ป่นที่ใช้การทดลองมีเปอร์เซ็นต์ไขมันสูงกว่า อาจเนื่องมาจากขบวนการสกัดน้ำมันของขนไก่ป่นที่นำมาทดลองมีประสิทธิภาพต่างกับขนไก่ป่นจากแหล่งอื่นจึงมีผลทำให้เปอร์เซ็นต์ไขมันจากขนไก่ป่นที่ใช้ในการทดลองมีค่าสูงกว่า ที่มีรายงานไว้

ส่วนการทดลองหาโภชนะที่เป็นส่วนประกอบของรำข้าวสาลี ด้วยวิธีProximate Analysis เปอร์เซ็นต์เยื่อใยของรำข้าวสาลี 11.02 เปอร์เซ็นต์ซึ่งมีค่าแตกต่างกับที่เคยมีรายงานไว้โดยCullison (1978) รายงานไว้ 8.6 เปอร์เซ็นต์ Pone and Church (1995) รายงานไว้ 2.6 เปอร์เซ็นต์ และ Ensminger and Olentine (1978) รายงานไว้ 10.4 เปอร์เซ็นต์ สาเหตุที่เปอร์เซ็นต์เยื่อใยต่างกันเนื่องมาจากรำข้าวสาลีมาจากคนละแหล่งกัน ซึ่งในการผลิตอาจมีการปนของเปลือกข้าวสาลี มีผลทำให้เปอร์เซ็นต์เยื่อใยสูงกว่าที่ได้มีรายงานไว้ รวมทั้งอาจเกิดจากความผิดพลาดของผู้ทดลองเองอาจทำให้มีความคลาดเคลื่อนเกิดขึ้นได้ เมื่อเปอร์เซ็นต์เยื่อใยของรำข้าวสาลีสูงมีผลทำให้เปอร์เซ็นต์โปรตีนต่ำ ซึ่งจากการทดลองมีเปอร์เซ็นต์โปรตีน 14.57 เปอร์เซ็นต์ Church (1998) รายงานไว้ 16 เปอร์เซ็นต์ Ensminger and Olentine (1978) รายงานไว้ 15.6 เปอร์เซ็นต์ ส่วนเปอร์เซ็นต์ไขมันจากการทดลอง 3.95 เปอร์เซ็นต์ มีค่าใกล้เคียงกับ Ensminger and Olentine (1978) รายงานไว้ 3.9 เปอร์เซ็นต์ และมีค่าแตกต่างกับ Pone and Church (1995) รายงานไว้ 1.6 เปอร์เซ็นต์ และ Cullison (1978) รายงานไว้ 4.4 เปอร์เซ็นต์สาเหตุที่เปอร์เซ็นต์ไขมันแตกต่างจากที่เคยมีรายงายไว้อาจเนื่องมาจากขบวนการสกัดน้ำมันออกจากรำข้าวสาลีมีประสิทธิภาพต่างกันมีผลทำให้เปอร์เซ็นต์ไขมันที่ได้ต่างกันด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การทดลองหาค่าพลังงานการย่อยได้และพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้ของขนไก่ป่นและรำข้าวสาลีพบว่า ในขนไก่ป่น ค่าพลังงานการย่อยได้จากการทดลอง 3843.13 Kcal/Kg ซึ่งแตกต่างจากที่เคยมีรายงานไว้ โดย Ensminger and Olentine (1978) รายงานไว้ 2731 Kcal/Kgและ Church (1998) รายงานไว้2731Kcal/Kgสาเหตุที่การทดลองแตกต่างจากที่มีรายงานไว้อาจเนื่องมาจากเปอร์เซ็นต์ไขมันและเปอร์เซ็นต์โปรตีนจากการทดลองมีค่าสูงกว่าจึงมีผลทำให้ค่าพลังงานการย่อยได้มีค่าสูงและพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้ของขนไก่ป่น 3426.77 Kcal/Kg สูงกว่า Ensminger and Olentine (1978) รายงานไว้ 2360 Kcal/Kg และChurch (1998) รายงานไว้ 2244 Kcal/Kg อาจเนื่องมาจากขนไก่ป่นที่ได้จากการทดลองมีเปอร์เซ็นต์ไขมันสูงและค่าทางชีวภาพของขนไก่ป่นจากการทดลองมีค่าเป็น 95.71 เปอร์เซ็นต์ ราชันทร์ (2531) รายงานไว้ 56.19 64.54 เปอร์เซ็นต์ พบว่าค่าชีวภาพของขนไก่ป่นจากการทดลองมีค่าสูงกว่าอาจเนื่องมาจากคุณภาพของขนไก่ป่นหรืออาจเนื่องมาจากสภาพร่างกายของสัตว์ทดลอง ส่วนโปรตีนใช้ประโยชน์ได้สุทธิ ค่าสัมประสิทธิ์การย่อยได้ของวัตถุแห้ง ค่าสัมประสิทธิ์การย่อยได้ของโปรตีนมีค่าเท่ากับ 81.37 75.41 88.43 ตามลำดับ

รำข้าวสาลี ค่าพลังงานการย่อยได้จากรำข้าวสาลีจากการทดลอง 3430.26 Kcal/Kg ซึ่งแตกต่างจากที่เคยมีรายงานไว้ โดย Ensminger and Olentine(1978)รายงานไว้ 2370 Kcal/KgCullison(1978) รายงงานไว้ 2511 Kcal/Kg Pone and Church (1995) รายงานไว้ 2370 Kcal/Kg Church (1998) รายงานไว้ 2512 Kcal/Kgซึ่งค่าที่ได้จากการทดลองมีค่าสูงกว่าเนื่องจากรำข้าวสาลีจากการทดลองมีเปอร์เซ็นต์เยื่อใยต่ำกว่า ส่วนพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้ของรำข้าวสาลีจากการทดลอง 3430.26 Kcal/Kg Cullison (1978) รายงานไว้ 2321 Kcal/Kg Pone and Church (1995) รายงานไว้ 3300 Kcal/Kg Ensminger and Olentine (1978) รายงานไว้ 2208 Kcal/Kg และ Church (1998) รายงานไว้ 2321 Kcal/Kg ซึ่งค่าพลังงานการใช้ประโยชน์ได้ของรำข้าวสาลีมีค่าสูงกว่าที่ได้มีรายงานไว้อาจเนื่องมาจากเปอร์เซ็นต์เยื่อใยของรำข้าวสาลีจากการทดลองมีค่าน้อยกว่า และคุณคาทางชีวภาพโปรตีนใช้ประโยชน์ได้สุทธิ สัมประสิทธิ์การย่อยได้ของวัตถุแห้ง สัมประสิทธิ์การย่อยได้ของโปรตีน และค่าการย่อยได้ของโปรตีนของรำข้าวสาลีจากการทดลองเป็น 95.71 73.81 76.07 78.97 11.51 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

15993

สรุป

จากผลการศึกษาค่าพลังงานการใช้ประโยชน์ได้ และค่าพลังงานการย่อยได้ ของขนไก่ปั่นและรำข้าวสาลี ให้ผลสรุปดังนี้คือ ในขนไก่ปั่น ค่าพลังงานการย่อยได้ ค่าพลังงานการใช้ประโยชน์ได้ ค่าสัมประสิทธิ์การย่อยได้ของวัตถุแห้ง ค่าสัมประสิทธิ์การย่อยได้ของโปรตีน ค่าการย่อยได้ของโปรตีน คุณค่าทางชีวภาพ และโปรตีนที่ใช้ประโยชน์ได้สุทธิของขนไก่ปั่น 3843.13 3756.60 75.41 88.43 74.81 95.71 และ81.37 ตามลำดับ ส่วนในรำข้าวสาลีมีค่าเท่ากับ 3430.26 3426.77 76.07 78.97 11.51 98.53 และ73.81 ตามลำดับ

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ห้องสมุดคณะเทคโนโลยีการเกษตร
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าฯ ลาดกระบัง

เอกสารอ้างอิง

กองควบคุมอาหารสัตว์ กรมปศุสัตว์. 2536. ผลการวิเคราะห์คุณภาพวัตถุดิบเรื่องกำหนดชื่อ ประเภท ชนิด หรือลักษณะวัตถุดิบอาหารสัตว์ คุณภาพหรือมาตราฐานอาหารสัตว์(ฉบับที่8), กรุงเทพฯ.เอกสารโรเนียว.

จีรพร สังขเวทัย. 2539. ปัญหาพิเศษ เรื่องการศึกษาคุณค่าโภชนะของวัตถุดิบอาหารสัตว์บางประเภท. ภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตสัตว์, สาขาสัตวศาสตร์, คณะเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, กรุงเทพฯ. 56 น.

ทวี แก้วคง. 2527. โภชนะศาสตร์สัตว์เบื้องต้นและการใช้อาหาร. วิทยาลัยเทคโนโลยีและอาชีวศึกษา, จังหวัดนครศรีธรรมราช. 218 น.

ธารินี ประเสริฐภักดี.2540.ปัญหาพิเศษเรื่อง การศึกษาองค์ประกอบทางเคมีวัตถุดิบอาหารสัตว์แหล่งโปรตีนบางชนิด. ภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตสัตว์, สาขาสัตวศาสตร์, คณะเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, กรุงเทพฯ. 47 น.

บุญล้อม ชีวะอิสระกุล. 2527. โภชนะศาสตร์สัตว์, ภาควิชาสัตวศาสตร์, คณะเกษตรศาสตร์, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, จังหวัดเชียงใหม่. 257 น.

พัธกุล จันทนมัฏ. 2521. ข้าวสาลี. อ้างโดย จิรพร สังขเวทัย. 2539. ปัญหาพิเศษ เรื่องการศึกษาคุณค่าโภชนะของวัตถุดิบอาหารสัตว์บางประเภท. ภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตสัตว์, สาขาสัตวศาสตร์, คณะเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, กรุงเทพฯ. 56 น.

พันธิพา พรเพียจันทร์.2529. หลักโภชนะศาสตร์และการประยุกต์. ภาควิชาสัตวศาสตร์, คณะเกษตรศาสตร์, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, จังหวัดเชียงใหม่. 576 น.

เยาวมาลย์ ค้าเจริญ. 2540. รายงานสรุปผลการวิจัยประจำปี 2539-2540.วารสรธุรกิจอาหรสัตว์ 14 (56):39-48.

ราชันทร์ บัวบาน.2531. วิทยานิพนธ์ เรื่อง การใช้ขนไก่ปั่นชนิดย่อยสลายเป็นแหล่งโปรตีนในสุกรระยะเจริญเติบโต-ขุน. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 100 น.

ศรีสกุล วรจันทรา และ รณชัย สิทธิไกรพงษ์.2537. โภชนะศาสตร์สัตว์. ภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตสัตว์, สาขาสัตวศาสตร์, คณะเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง,กรุงเทพฯ. 216 น.

สุวรรณา กิจภาภรณ์.2530.อาหารสัตว์ขั้นพื้นฐาน.คณะสัตวแพทย์. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.115 น.

เสาวนิต คูประเสริฐ. 2527. การวิเคราห์คุณภาพอาหารสัตว์. ภาควิชาสัตวศาสตร์,คณะทรัพยากรณ์ธรรมชาติ, มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์, จังหวัดสงขลา. 192 น.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อุทัย คันโธ.2529.อาหารและการผลิตอาหารเลี้ยงสุกรและสัตว์ปีก. ภาควิชาสัตวบาล.มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, วิทยาเขตกำแพงแสน, จังหวัดนครปฐม.297 น.

Baber,R.S.,Braude,A.G.Chamberlain,Z.D.Hosking and K.G.Mitchell.1965. The value of feather meal as a protein supplement for growing pigs.Anim.Prod.7:103-110.

Church D.C.1998. Basic Animal nutrition and feeding. A Reston Book. Newyork.472 p.

Cullison,A.E.1978.Feed and Feeding Animal Nutrition.Univercity of Geogia.Newdelhi.486p.

Ensminger M.E. and C.G.Olentine,Ir.1978. Feed and Feeding complete. Lovis.1417 p.

Hall O.G.1957. Value of Fether meal With and Whiout amino acid Supplementation for growing-finishing swine. J.Anim.Sci. 10:231-232.

McCasland W.E.and L.R. Richardson.1966.Methods of determing the nutrition value of fether meal.poult sci.45:1231-1236.

Nutrition Guide (1989) อ้างโดย ธารินี ประเสริฐภักดี.2540. ปัญหาพิเศษ เรื่องการศึกษาองค์ประกอบทางเคมีวัตถุดิบอาหารสัตว์แหล่งโปรตีนบางชนิด. ภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตสัตว์, สาขาสัตวศาสตร์, คณะเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง,กรุงเทพฯ. 47 น.

Perry,Frances.1982. Tropical and subtropical plans, Ward Lock, London. 136 p. อ้างโดย ธารินี ประเสริฐภักดี.2540. ปัญหาพิเศษ เรื่องการศึกษาองค์ประกอบทางเคมีวัตถุดิบอาหารสัตว์แหล่งโปรตีนบางชนิด. ปัญหาพิเศษ เรื่องการศึกษาองค์ประกอบทางเคมีวัตถุดิบอาหารสัตว์แหล่งโปรตีนบางชนิด. ภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตสัตว์, สาขาสัตวศาสตร์, คณะเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง,กรุงเทพฯ. 47 น.

Pond W.G. and D.C.Church .1995.Basic Animal Nutrition and Feeding.615 p. อ้างโดย ธารินี ประเสริฐภักดี.2540.. ภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตสัตว์.สาขาสัตวศาสตร์.คณะเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.กรุงเทพฯ.47 น.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 1 แสดงโภชนะ ที่เป็นส่วนประกอบของรำข้าวสาลี

วัตถุดิบ	เถ้า	CF	CP	EE	NFE	Ca	P	DM	DE	ME
1/Wheat Bran	5.9	8.6	15.7	4.4	54.0	0.14	1.16	88.7	2511	2321
2/Wheat Bran	-	2.6	12.6	1.6	-	0.04	0.37	87	2370	3300
3/Wheat Bran	6.2	10.4	15.2	3.9	53.4	0.11	1.26	89	2370	2208
4/Wheat Bran	-	10	16	-	-	0.14	1.17	89	2512	2321

ที่มา : 1/ Cullison (1978)

2/ Pone *et al.* (1995)

3/ Ensminger *et al.* (1978)

4/ Church (1998)

ตารางภาคผนวกที่ 2 แสดงโภชนะ ที่เป็นส่วนประกอบของขนไก่ป่น

วัตถุดิบ	เถ้า	CF	CP	EE	NFE	Ca	P	DM	DE	ME
*Feather HydrolyzeMeal	3.3	1.2	85.6	3.1	-	0.08	0.66	93	2731	2360
**Feather Hydrolyze Meal	3.3	1.2	85.6	3.1	-	0.28	0.66	93	2731	2244

ที่มา : * Ensminger *et al.* (1978)

** Church (1998)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 3 แสดงเปอร์เซ็นต์การย่อยได้ของวัตถุแห้ง เปอร์เซ็นต์การย่อยได้ของโปรตีน พลังงานการย่อยได้ พลังงานการใช้ประโยชน์ได้ ค่าชีวภาพของขนไก่ปั่น

วัตถุดิบ	Dof DM	Dof CP	DE	ME	BV
ขนไก่ปั่น	85.70	77.49	3669.26	3401.45	59.19
ขนไก่ปั่น	90.53	64.57	3443	3076	64.54

ที่มา: ราชันทร์ (2531)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้