2018

ใบรับรองปัญหาพิเศษปริญญาตรี
ภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตสัตว์

เรื่อง

การศึกษาการย่อยได้ของปลายข้าวและกากถั่วเหลืองในสุกรรุ่น
Digestibility Trial of Broken Rice and
Soybean Meal in Growing Pig.

โดย

นางสาว เกสกมล เชียงคำ

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

15999
14 ม.ค. 2542
ฝพ.
ก82ก
2541

ภาควิชารับรองแล้ว
.....
(ผศ. ดร. รณชัย สิทธิไกรพงษ์)
หัวหน้าภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตสัตว์
วันที่ 30 พฤษภาคม 2542

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

15999

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าลาดกระบัง

ปัญหาพิเศษ

T100633

เรื่อง

การศึกษาการย่อยได้ของปลายข้าวและกากถั่วเหลืองในสุกรรุ่น

Digestibility Trial of Broken Rice and Soybean Meal in Growing Pig.

โดย

นางสาว เกสกมล เชียงคำ

ปพ.
กช21ก
2542

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน.....100633
วัน,เดือน,ปี.....
19 JUN2009

เสนอ

ภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตสัตว์
คณะเทคโนโลยีการเกษตร
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า
เจ้าคุณทหารลาดกระบัง กรุงเทพ ฯ

พ.ศ. 2542

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทคัดย่อปัญหาพิเศษ

เรื่อง

การศึกษาการย่อยได้ของปลายข้าวและกากถั่วเหลืองในสุกรรุ่น

Digestibility Trial of Broken Rice and Soybean Meal in Growing Pig.

การศึกษาการย่อยได้ของปลายข้าวและกากถั่วเหลืองในสุกรรุ่น ใช้สุกรเพศผู้ตอนพันธุ์ลาร์จไวท์ น้ำหนักประมาณ 30 กิโลกรัม จำนวน 9 ตัว แบ่งเป็น 3 กลุ่มกลุ่มละ 3 ซ้ำซ้ำละ 1 ตัว โดยกลุ่มที่ 1 ได้รับอาหารแป้งข้าวโพด กลุ่มที่ 2 ได้รับอาหารปลายข้าว และกลุ่มที่ 3 ได้รับอาหารกากถั่วเหลือง

ผลของการศึกษาการย่อยได้ของปลายข้าวและกากถั่วเหลืองในสุกรรุ่นปรากฏว่า ปลายข้าวมีค่าสัมประสิทธิ์การย่อยได้ของโปรตีน ค่าการย่อยได้ของโปรตีน ค่าชีวภาพของโปรตีน ค่าโปรตีนใช้ประโยชน์ได้สุทธิ ค่าสัมประสิทธิ์การย่อยได้ของวัตถุแห้ง มีค่าเท่ากับ 4.18, 59.64, 94.55, 70.95, และ 58.77 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ค่าพลังงานย่อยได้ และค่าพลังงานใช้ประโยชน์ได้ มีค่าเท่ากับ 3404.58 และ 3388.17 กิโลแคลอรี่/กิโลกรัม ตามลำดับ

กากถั่วเหลืองการศึกษาการย่อยได้ของปลายข้าวในสุกรรุ่น ค่าสัมประสิทธิ์การย่อยได้ของโปรตีน ค่าการย่อยได้ของโปรตีน ค่าชีวภาพของโปรตีน ค่าโปรตีนใช้ประโยชน์ได้สุทธิ และค่าสัมประสิทธิ์การย่อยได้ของวัตถุแห้ง มีค่าเท่ากับ 37.78, 86.92, 96.20, 76.64 และ 78.77 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ค่าพลังงานย่อยได้ และค่าพลังงานใช้ประโยชน์ได้ มีค่าเท่ากับ 3190.99 และ 3128.06 กิโลแคลอรี่/กิโลกรัม ตามลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำนิยม

การทำปัญหาพิเศษจนประสบผลสำเร็จเป็นอย่างดีในครั้งนี้ ข้าพเจ้าขอขอบคุณ อาจารย์ที่ปรึกษาปัญหาพิเศษที่ให้ความสนับสนุนและคอยดูแลให้คำปรึกษากับปัญหาต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นในระหว่างการเก็บข้อมูลการทดลองจนกระทั่งสรุปและวิจารณ์ผลการทดลอง ทำให้ปัญหาต่าง ๆ คลี่คลายไปในทางที่ดี ขอบคุณเพื่อน ๆ ทุกคนในกลุ่มที่ช่วยกันทำการทดลองอย่างขยันขันแข็งและอดทนจนสามารถฝ่าฟันอุปสรรคต่าง ๆ ให้ผ่านพ้นไปได้ด้วยดี ขอบคุณเพื่อนๆ และน้อง ๆ ในภาควิชาที่มาช่วยดูแลสุกรทดลองในช่วงของการเก็บรวบรวมข้อมูล อาจารย์เจ้าหน้าที่ประจำห้องปฏิบัติการวิเคราะห์อาหารที่เอื้อเฟื้อสถานที่ อุปกรณ์และอำนวยความสะดวกในการทดลอง ขอขอบคุณห้องสมุดมหาวิทยาลัยและห้องสมุดคณะที่เอื้อเฟื้อข้อมูลในการเขียนปัญหาพิเศษ

นางสาว เกสกมล เชียงคำ

วันที่ 13 พฤษภาคม 2542

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (1)

	หน้า
สารบัญ	(1)
สารบัญตาราง	(2)
คำนำ	1
การตรวจเอกสาร	2
อุปกรณ์และวิธีการ	13
ผลการทดลอง	18
วิจารณ์	21
สรุป	24
ข้อเสนอแนะ	25
เอกสารอ้างอิง	26
ภาคผนวก	27

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ หน้า

1 แสดงคุณค่าทางอาหารของปลายข้าว 3

2 แสดงความสมดุลย์ของกรดอะมิโนในกากถั่วเหลือง 7

3 อาหารที่ใช้ทดลองหาค่าการย่อยได้ 13

4 แสดงผลการวิเคราะห์โภชนะต่างๆ ทางเคมีของปลายข้าว กากถั่วเหลือง และแป้งข้าวโพด 17

5 แสดงผลการวิเคราะห์การย่อยได้ของปลายข้าว และกากถั่วเหลือง 18

ตารางผนวกที่

1 แสดงส่วนประกอบทางเคมีของปลายข้าว 29

2 แสดงผลการวิเคราะห์โภชนะต่างๆ ในกากถั่วเหลือง 29

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การศึกษาการย่อยได้ของปลายข้าวและกากถั่วเหลืองในสุกรรุ่น

Digestibility Trial of Broken Rice and Soybean Meal in Growing Pig

คำนำ

ในยุคที่เศรษฐกิจของประเทศกำลังตกอยู่ในภาวะวิกฤต ประชาชนต้องประสบปัญหาค่าเงินบาทลอยตัว รายได้ไม่เพียงพอกับรายจ่ายที่ต้องสูญเสียไปในแต่ละวัน และยิ่งในแวดวงของปศุสัตว์ไทยด้วยแล้ว ถึงแม้ว่าประเทศจะยังไม่ได้เข้าสู่ช่วงวิกฤตนี้ก็ตามที แต่ปัญหาทางเศรษฐกิจก็ยังคงเป็นปัญหาหลักที่สำคัญของเกษตรกร ยังต้องประสบกับปัญหาทางเศรษฐกิจอยู่ดี เช่น ปัญหาราคาผลผลิตตกต่ำ ปัญหาต้นทุนการผลิตที่สูง โดยเฉพาะอย่างยิ่งการทำฟาร์มสุกร ฟาร์มสุกรหลายๆ ฟาร์มกำลังประสบกับปัญหาการขาดทุนอันเนื่องมาจาก ต้นทุนการผลิตสูง แต่ราคาผลผลิตกลับตกต่ำ ทำให้เกษตรกรหลายรายต้องยกเลิกกิจการไป การศึกษาการย่อยได้ในสุกรครั้งนี้ เพื่อที่จะทำให้ทราบว่า วัตถุดิบอาหารสัตว์แต่ละตัวที่นำมาใช้ในการเลี้ยงสุกรนั้น เมื่อสุกรกินแล้วสามารถย่อยและนำมาใช้ประโยชน์จริงได้เท่าไร เหมาะสมกับราคาของวัตถุดิบชนิดนั้นๆ หรือไม่ และถ้าไม่วัตถุดิบอาหารสัตว์ชนิดใดที่สามารถนำมาใช้ทดแทนกันได้โดยที่สุกรสามารถย่อยและนำมาใช้ประโยชน์ได้ใกล้เคียงกันแต่มีราคาถูกกว่า ซึ่งจะสามารถช่วยให้เกษตรกรประหยัดต้นทุนการผลิตสุกร และได้ผลตอบแทนที่สูงขึ้น สามารถดำเนินธุรกิจนี้ต่อไปได้

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาคุณค่าทางโภชนาการและองค์ประกอบทางเคมีของปลายข้าวซึ่งเป็นแหล่งคาร์โบไฮเดรต และกากถั่วเหลืองซึ่งเป็นแหล่งโปรตีน
2. เพื่อศึกษาการย่อยได้ และการนำไปใช้ประโยชน์ของปลายข้าวและกากถั่วเหลือง ในสุกรรุ่น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การตรวจเอกสาร

ลักษณะทั่วไปของปลายข้าว (Broken rice)

ข้าวมีชื่อทางวิทยาศาสตร์ว่า *Oryza sativa* ซึ่งแบ่งออกเป็นข้าวเจ้าและข้าวเหนียว ใช้บริโภคเป็นอาหารหลัก ปลายข้าวเป็นผลิตผลพลอยได้จากการสีข้าว ในระหว่างการขัดเมล็ดข้าวนั้น จะมีส่วนที่หักออกมาหรือหลุดออกมา ซึ่งอาจเป็นจมูกข้าว (germ) และบางส่วนของเมล็ดข้าวที่เป็นแป้งที่แตกออกมาเป็นชิ้นเล็กๆ ถ้าเป็นปลายข้าวขนาดเล็ก มักมีส่วนของจมูกข้าวมาก ปลายข้าวขนาดใหญ่มักมีราคาค่อนข้างแพง บางครั้งใช้ทำข้าวต้ม ก๋วยเตี๋ยว ถ้าเป็นปลายข้าวเล็กที่เรียกปลายหยิม ราคาถูกมักใช้เป็นอาหารสัตว์ (ศรี สกุล และ รณชัย, 2539)

ปลายข้าว แบ่งออกเป็น 2 ชนิด คือ

1. ปลายข้าว เอ วัน (A_1 Broken Rice) เป็นพวกเมล็ดข้าวที่แตกหักออกเป็นเศษเล็กๆที่เกิดเนื่องจากการสีข้าว มักนิยมนำไปหมักทำเบียร์จึงเรียกได้อีกชื่อในภาษาอังกฤษว่า บรูเวอร์สไรซ์ (Brewers' Rice) ใช้ทำอาหารคนได้ เช่นนำไปทำเส้นหมี่ และใช้เป็นอาหารสัตว์ได้เช่นกัน

2. ปลายข้าว ซี สาม (C_3 Rice Milling) เป็นพวกจมูกข้าวหรือคัพภะ (ที่หลุดออกมาจากเมล็ดเนื่องจากการสีข้าว) เป็นส่วนใหญ่ จึงมักมีโปรตีนสูงกว่า เอ วัน คือ ประมาณ 9 เปอร์เซ็นต์ และมีรำข้าวหักปนมาด้วย

อุทัย (2529) กล่าวว่า ปลายข้าวเป็นวัตถุดิบอาหารที่เหมาะแก่การเลี้ยงสัตว์ เพราะปลายข้าวประกอบไปด้วยแป้งที่ย่อยง่ายเป็นส่วนใหญ่มีไขมันและเยื่อใยในระดับต่ำ (ประมาณ 0.9 และ 1 ตามลำดับ) ปลายข้าวจึงเก็บไว้ได้นานโดยไม่เหม็นหืน ปลายข้าวมีสีขาวสามารถตรวจสอบการปนปลอมได้ง่าย

ปลายข้าวเป็นอาหารที่มีค่าปริมาณโภชนะที่ย่อยได้ทั้งหมดสูงเท่าๆ กับเมล็ดธัญพืชอื่นๆ ใช้ทดแทนกันได้โดยใช้เป็นอาหารหลักได้ไม่จำกัด ปลายข้าวให้พลังงานมากกว่าข้าวโพดประมาณ 6 เปอร์เซ็นต์ เมื่อใช้ขุนสุกร และสุกรที่ได้จะมีมันแข็ง ไขมันมีสีขาว มีกรดอะมิโนไลซีน (Lysine) สูงกว่าข้าวโพดเล็กน้อย เมื่อใช้ที่ระดับ 20 เปอร์เซ็นต์ ในสุกรรุ่น-ขุน จะโตเร็วกว่าใช้ข้าวโพด 20 เปอร์เซ็นต์ และประหยัดอาหารไปอีก 58 กิโลกัม แต่มีความน่ากินต่ำกว่าเมล็ดธัญพืชอื่นๆ ปลายข้าวดิบจะแข็ง ถ้าใช้ผสมอาหารวัวหรือสุกรเล็กในปริมาณมาก มักย่อยไม่หมด จะถ่ายออกมาเป็นเม็ดๆ จึงไม่ควรใช้ปลายข้าวดิบผสมอาหารสุกรเล็กเกิน 30 เปอร์เซ็นต์ของสูตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อาหาร ส่วนปลายข้าวนึ่งไม่มีผู้นิยมใช้เพราะมักมีกลิ่นเหม็นเปรี้ยว การใช้ปลายข้าวเหนียวกับปลายข้าวข้าวโดยทั่วไปให้ผลไม่แตกต่างกันในแง่การนำไปใช้ แต่ปลายข้าวเหนียวจะให้พลังงานสูงกว่าปลายข้าวข้าวเล็กน้อย (พันทิพา, 2531) และไม่ควรซื้อปลายข้าวเม็ดใหญ่เพราะราคาแพง และยังต้องนำมาบดอีกครั้ง ก่อนนำไปใช้เลี้ยงสัตว์ (ศรีสกุล และ รณชัย, 2539)

คุณค่าทางโภชนะของปลายข้าว

1. ปลายข้าวเป็นแหล่งพลังงานที่ดีอย่างหนึ่ง ให้พลังงานพอๆ กับข้าวโพด คือ 3,400 แคลอรี่ต่อกิโลกรัมในสัตว์ปีก
2. ปลายข้าวมีโปรตีนใกล้เคียงกับข้าวโพด (8.5 เปอร์เซ็นต์) แต่มีกรดอะมิโนค่อนข้างสมดุลย์กว่าข้าวโพด และมีไลซีนสูงกว่าเล็กน้อย
3. ปลายข้าวมีไวตามิน โคลีน (choline) สูงกว่าข้าวโพด
4. ปลายข้าวมีเยื่อใยค่อนข้างต่ำ คือ 2 เปอร์เซ็นต์ และมีไขมัน 1.2 เปอร์เซ็นต์

ตารางที่ 1 แสดงคุณค่าทางอาหารของปลายข้าว

ส่วนประกอบ	ความชื้น	โปรตีน	ไขมัน	เยื่อใย	เถ้า	แคลเซี่ยม	ฟอสฟอรัส	โปรตีนย่อยได้	TDN
	12.00	8.00	0.90	1.00	0.70	0.03	0.04	6.20	78.00

ที่มา : อุทัย (2529)

ข้อควรระวังในการใช้ปลายข้าว

ปลายข้าวที่จะใช้หรือเก็บไว้ต้องแห้งพอ เพราะอาจเกิดการขึ้นราได้ มีหลายท่านสังเกตพบว่าการใช้ปลายข้าวเหนียวล้วนๆ มักทำให้สุกรท้องผูก ซึ่งเข้าใจว่าอาจเป็นเพราะใช้ในปริมาณที่สูงมาก แต่โดยปกติแล้วปลายข้างเหนียวกับปลายข้าวข้าวให้ผลไม่แตกต่างกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลักษณะทั่วไปของกากถั่วเหลือง

ถั่วเหลืองมีถิ่นกำเนิดในทวีปเอเชียตะวันออก สามารถขึ้นได้ดีทั้งในเขตที่มีอากาศร้อนถึงเขตภูมิอากาศอบอุ่น ประเทศที่ปลูกมากที่สุดในโลก คือ อเมริกา จีน และรัสเซีย ส่วนประเทศไทยก็มีการปลูกไม่ค่อยมากเท่าใด และเมล็ดนำมาสกัดเป็นน้ำมันพืช เต้าหู้ เต้าเจี้ยว ถั่วงอก และกากถั่วเหลืองนำมาเป็นอาหารสัตว์ ถั่วเหลืองมีชื่อวิทยาศาสตร์หลายชื่อด้วยกัน คือ *Glycine hispida (maxin) soja max phascolus max* และ *Glycine max (L)* ชื่อสามัญ คือ Soya bean Saja bean chinese bean Soybean และ Mancharian bean (อำนวย , 2525)

กากถั่วเหลืองเป็นผลพลอยได้จากการสกัดน้ำมันจากถั่วเหลือง ซึ่งโรงงานอาหารสัตว์นำมาใช้เป็นแหล่งวัตถุดิบโปรตีนที่ได้จากพืช ซึ่งมี 2 ชนิดด้วยกันคือ

แบบสกัดน้ำมัน

1. กากถั่วเหลืองอัดน้ำมันโดยใช้เครื่องแบบสว่าน (Screw press) เป็นการใช้แรงอัด จะได้กากออกมาเป็นแผ่นเรียก Expeller soybean meal

2. กากถั่วเหลืองอัดน้ำมันโดยเครื่อง Hydraulic press เป็นการใช้แรงอัดเช่นเดียวกัน

แบบอัดน้ำมัน

1. กากถั่วเหลืองสกัดน้ำมันโดยใช้สารละลาย (solvent extract)

2. กากถั่วเหลืองที่กระเทาะเปลือกก่อนสกัดน้ำมันโดยสารละลาย เรียกว่า Dehulled solvent extracted soybean meal

กากถั่วเหลือชนิดสกัดน้ำมันจะมีโปรตีนสูงกว่าแบบอัดน้ำมัน กากถั่วเหลืองทั่วไปมีสีน้ำตาลอ่อน จนถึงสีน้ำตาลแก่ มีกลิ่นเหมือนถั่วคั่ว เนื่องจากขบวนการสกัดน้ำมัน มักจะต้องใช้ความร้อนช่วยด้วย กากถั่วเหลืองที่ดีต้องไม่ขึ้นหรือมีเชื้อราและสิ่งปลอมปนสูง กากถั่วเหลืองที่มีน้ำมันเหลืออยู่ในอัตราสูงเนื่องจากสกัดน้ำมันออกไม่หมด จะทำให้เหม็นหืน เก็บไม่ได้นาน และมีเปอร์เซ็นต์โปรตีนต่ำ (อำนวย, 2525) กากถั่วเหลืองเป็นอาหารโปรตีนที่ดี เนื่องจากมีกรดอะมิโนที่จำเป็นเพียงพอกับความต้องการของร่างกาย ยกเว้น Methionine นอกจากนั้นยังเป็นแหล่งโปรตีนที่มีวิตามินบี 12 และบีรวมเล็กน้อย แต่มีแร่ธาตุต่ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กรรมวิธีในการผลิตกากถั่วเหลือง

กากถั่วเหลืองเป็นผลพลอยได้จากการสกัดน้ำมันจากถั่วเหลือง ซึ่งโรงงานอาหารสัตว์นำมาเป็นวัตถุดิบในการผสมอาหารสัตว์ กรรมวิธีในการผลิตกากถั่วเหลืองแบ่งออกได้เป็น 2 วิธี ดังนี้

1. Simple Expeller เป็นการสกัดน้ำมันโดยใช้แรงดันเอาน้ำมันออกแบบธรรมดา โดยนำถั่วทั้งเมล็ดไปคั่วแล้วเข้าเครื่องตีเอาเปลือกออก นำเข้าเครื่องอัดน้ำมัน มีลักษณะเป็นแผ่น วิธีการอัดมี 3 แบบ คือ การอัดแบบท่อนซุง (roller) การอัดแบบเกลียว (screw) และการอัดแบบไฮโดรลิค (hydrolic) การอัดแบบเกลียวเอาน้ำมันออก 2 - 3 ครั้ง กากถั่งเหลืองจะเป็นแผ่นเล็กๆ บางโรงงานมีเครื่องช่วย โดยก่อนเอาถั่วอัดน้ำมันจะผ่านการอบ (steamer) หรือนึ่งก่อน ได้น้ำมันจากถั่วทั้งหมดในอัตราส่วนประมาณ 10-15เปอร์เซ็นต์ ซึ่งจะมีโปรตีน38 – 48เปอร์เซ็นต์ แล้วแต่ขนาดและคุณภาพของถั่วเหลือง

2. Solvent Extract เป็นการสกัดโดยใช้สารเคมี คือ hexane โดยก่อนสกัดต้องกระเทาะเอาเปลือกถั่วออกทำความสะอาด แล้วนำเข้าเครื่องบดเป็นผงละเอียด นำไปนึ่งให้สุก นำเข้าเครื่องสกัดน้ำมันออก โดยใช้ hexane จะได้น้ำมันรวมกับ hexane หลังจากนั้นแยกน้ำมันออกจาก hexane ส่วยกากที่เหลือนำไปอบให้แห้ง จะได้กากถั่วเหลืองที่มีลักษณะเป็นเกล็ด การสกัดโดยวิธีนี้ น้ำมันจะออกมามากกว่าแบบธรรมดา คือ ได้น้ำมันประมาณ 15 – 17 เปอร์เซ็นต์ และกากถั่วเหลืองที่ได้มีโปรตีนสูงประมาณ 44 – 48 เปอร์เซ็นต์ (อำนวย, 2525)

ลักษณะต่างๆ ของถั่วเหลืองบริสุทธิ์

ลักษณะต่างๆ ของกากถั่วเหลืองสกัดน้ำมัน (Solvent Extract) และกากถั่วเหลืองอัดน้ำมัน (Simple Extract) มีดังนี้

1. กากถั่วเหลืองชนิดสกัดน้ำมัน มีตั้งแต่สีเหลือง จนถึงสีน้ำตาลเข้ม มีส่วนประกอบหลายส่วน คือ

Hull คือ ส่วนของเปลือกหุ้มเมล็ด มีลักษณะเป็นแผ่นหนาประมาณ 1 มิลลิเมตร มีสีเหลือง ผิวด้านนอกคล้านผิวส้มเป็นมันค่อนข้างโปร่งใสหรือไม่ก็มีสีครีมถึงทอง ฟื้นผิวด้านในมีสีขาวลักษณะเป็นเยื่อบางๆ เป็นแผ่นสีใสโปร่งแสง แผ่นเปลือกนี้ส่วนมากจะงอหรือม้วนตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Hilum จะมีลักษณะเป็นแผ่นนูนรูปวงรี เห็นได้ชัดเจน จะมีสีน้ำตาลปนเหลือง และมีสีน้ำตาลออกสีดำ มีรอยแยกตามยาวอยู่ตรงกลางของ Hilum และด้านขอบจะมีลักษณะไม่ค่อยนูนและสูงขึ้นไปจะมีลักษณะนูน

Cotyledon ขนาดอนุภาคของมันนั้นไม่เท่ากัน จะมีทั้งชิ้นเล็กและชิ้นใหญ่ปนอยู่ด้วยกัน ขึ้นอยู่กับขบวนการผลิตของบริษัท มีตั้งแต่สีเหลืองไปจนถึงสีน้ำตาล ไม่ค่อยสะท้อนแสง

Plumule มีสีเหลืองและเป็นรูปคล้ายกับกระสวย อีกด้านหนึ่งจะมี primary root ติดอยู่หรือในบางกรณีที่หักออกไปจะเห็นรอย primary root ที่หลุดออกไป ซึ่งสังเกตเห็นได้ชัดเจนในกากถั่วเหลืองแบบสกัดน้ำมัน

2. กากถั่วเหลืองชนิดอัดน้ำมัน เนื่องจากกากถั่วเหลืองชนิดนี้ผ่านการอัดน้ำมันออกไป โดยใช้แรงดันจึงได้ออกมาเป็นแผ่น มีผลทำให้สังเกตลักษณะต่างๆ กระทำได้ยากกว่ากากถั่วเหลืองสกัดน้ำมัน ลักษณะโดยทั่วไปมีสีเหลืองทอง

Hull ส่วนของ Hull มีลักษณะของการอัดแน่นและอาจแตกเป็นส่วนๆ ไม่สมบูรณ์ มีสีน้ำตาลอ่อนจนถึงสีน้ำตาลเข้ม รูปร่างเหมือน Hilum ของกากถั่วเหลืองชนิดสกัดน้ำมัน โดยอาจมีส่วนของ Cotylodon เกาะติดกันอยู่

Hull ส่วนใหญ่ของ Hull นั้นติดอยู่กับ Cotylodon โดยเกาะติดกันอยู่หนาแน่น หรือเป็นเนื้อเดียวกัน โดยส่วนของ Hilum นั้นจะเป็นจุดสีน้ำตาลไหม้อยู่บนเนื้อของกากถั่วเหลือง Hull บางส่วนมีการแตกหักออกเป็นส่วนเล็กๆ และม้วนตัวเป็นม้วนขนาดเล็ก เป็นแผ่น ผิวด้านนอกนั้นจะมีลักษณะเป็นสีเหลืองทองและสีเหลืองอ่อน ไม่สะท้อนแสงเรียบเหมือนกับผิวส้ม ส่วนผิวด้านในนั้นมีลักษณะเป็นเยื่อบางๆ สีเหลืองอ่อนไม่เรียบและเยื่อบางๆ นั้นจะสามารถงอกออกได้เหมือนกับฟองน้ำ

Cotyledon มีขนาดอนุภาคไม่สม่ำเสมอ จะมีสีเหลืองทอง และมีสีเหลืองอ่อนปะปนกันอยู่ มีทั้งขนาดเล็กและขนาดใหญ่ ชิ้นใหญ่จะมีการอัดเป็นแผ่นก้อน โดยจะรวมกันและอัดกันแน่นเหมือนกับมีน้ำมันเหลืออยู่ ค่อนข้างโปร่งแสง และมีชิ้นส่วนสีน้ำตาลเป็นจุดเล็กๆ ซึ่งเกิดจาก Hilum ที่ถูกบดแตกเกาะติดอยู่

คุณค่าทางโภชนาการของกากถั่วเหลือง

กากถั่วเหลืองที่ผลิตโดยใช้แรงอัดทั้ง 2 ชนิด มีคุณค่าทางอาหารใกล้เคียงกัน คือ มีโปรตีนประมาณ 42-44 เปอร์เซ็นต์ มีไขมันเหลืออยู่ประมาณ 4-5 เปอร์เซ็นต์ และพลังงานใช้ประโยชน์ได้ใน 2825 กิโลแคลอรี่ต่อกิโลกรัม (อุทัย, 2529) กากถั่วเหลืองสกัดน้ำมันมีโปรตีน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สูงกว่า 2 ชนิดแรกประมาณ 2-3 เปอร์เซ็นต์ แต่มีไขมันเหลืออยู่น้อยไม่เกิน 1 เปอร์เซ็นต์ และถ้าก่อนสกัดน้ำมันมีการกระเทาะเปลือกออกจะมีผลให้โปรตีนเพิ่มสูงขึ้นอีกประมาณ 3-5 เปอร์เซ็นต์ ไขมันของกากถั่วเหลืองมีกรดไขมันที่จำเป็นอยู่เป็นปริมาณสูงโดยเฉพาะ linoleic acid แคลเซี่ยม และฟอสฟอรัสของกากถั่วเหลือง โดยทั่วไปมีอยู่น้อย คือ 0.2 และ 0.6 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ไวตามิน กากถั่วเหลืองแทบไม่มีไวตามิน D และ A อยู่เลย แต่มี riboflavin และ niacin อยู่ในระดับสูงเมื่อเปรียบเทียบกับกากเมล็ดพืชด้วยกัน แต่ถ้าเปรียบเทียบกับวัตถุดิบที่ได้จากสัตว์แล้วยังมีปริมาณต่ำกว่า

การใช้กากถั่วเหลืองเป็นอาหารสัตว์

ถ้าผ่านขบวนการผลิตที่ดี กากถั่วเหลืองถือว่าเป็นอาหารเสริมโปรตีนจากพืชที่ดีโดยเฉพาะในการใช้เลี้ยงสัตว์กระเพาะเดี่ยว เพราะสามารถใช้ร่วมกับธัญญพืชโดยทั่วไปได้และมีกรดอะมิโนในสภาพสมดุลย์เพียงพอสำหรับสัตว์ทุกชนิด ยกเว้น methionine แต่ก็ไม่ถือว่าเป็นข้อบกพร่องที่รุนแรงสามารถแก้ไขได้โดยการเสริม methionine สังเคราะห์ ซึ่งมีราคาค่อนข้างถูก นอกจากนี้กากถั่วเหลืองยังมีข้อดี คือ มีทั้งโปรตีน และพลังงานสูง ช่วยให้สามารถใช้วัตถุดิบหลักในสูตรอาหารได้มากขึ้น ทำให้สูตรอาหารมีราคาถูกลงและไม่จำเป็นต้องเสริมไขมันและ lysine

จากตารางที่ 2 แสดงให้เห็นว่า กากถั่วเหลืองมีกรดอะมิโนในปริมาณใกล้เคียงกับความต้องการของสุกร ดังนั้นถ้าใช้กากถั่วเหลืองร่วมกับข้าวโพดโดยไม่เสริมโปรตีนจากสัตว์ ก็ยังให้กรดอะมิโนทุกตัวเพียงพอแก่ความต้องการของสัตว์ ยกเว้น methionine และ cysine แต่สามารถแก้ไขได้โดยการเสริม methionine สังเคราะห์ทดแทน กรดอะมิโนทั้ง 2 ชนิด ที่ขาดนี้ได้เพราะ methionine สามารถเปลี่ยนไปเป็น cystine

ตารางที่ 2 แสดงความสมดุลย์ของกรดอะมิโนในกากถั่วเหลือง

	Argunine	Lysine	Methionine	Cysine	Threonine	Tryptopham
ความต้องการของสุกร	6.1	4.4	2	1.74	2.8	0.8
กากถั่วเหลือง	7.5	6.5	1.5	1.6	4.0	1.3
กากถั่วเหลือง-ข้าวโพด	7.2	5.6	1.6	1.5	4.2	1.25

ที่มา : ศรีสกุล (2537)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การใช้กากถั่วเหลืองเลี้ยงสุกร

ในปัจจุบันยังไม่มีกากเมล็ดพืชชนิดใด ดีเท่ากับกากถั่วเหลือง นิยมใช้เลี้ยงสุกรกันมาก ลูกสุกรเล็กไม่สามารถใช้ประโยชน์จากโปรตีนถั่วเหลือง ได้อย่างมีประสิทธิภาพเท่ากับโปรตีนในนม เนื่องมาจากการทำงานของน้ำย่อยในระบบย่อยอาหารของลูกสุกรยังไม่เพียงพอ Allen and Sidney (1978) กล่าวว่า ลูกสุกรอายุ 4 สัปดาห์พวกที่ได้รับอาหารโปรตีนถั่วเหลืองมีอัตราการเคลื่อนของอาหารผ่านระบบย่อยอาหารเร็วกว่าพวกที่ได้รับอาหารโปรตีนจากนม โดยใช้เวลานานเท่ากับ 12 และ 24 ชั่วโมง ตามลำดับ แต่ความแตกต่างนี้จะหมดไป เมื่อลูกสุกรมีอายุเพิ่มขึ้นถึง 10 สัปดาห์ โดยจะใช้เวลานานขึ้นถึง 35 ชั่วโมง เท่ากันทั้ง 2 พวก ลูกสุกรมีการย่อยได้ของโปรตีนกากถั่วเหลือง 91.9 เปอร์เซ็นต์ ค่าพลังงานย่อยได้ 3402 กิโลแคลอรี่ต่อกิโลกรัม (นพวรรณ, 2530)

กษิดิศ (2518) กล่าวว่า จากการวิเคราะห์คุณค่าทางอาหารของกากถั่วเหลือง ที่ใช้เป็นอาหารสุกรรุ่น ปรากฏว่าพลังงานย่อยได้ของกากถั่วเหลืองมีค่า 4.00 กิโลแคลอรี่ต่อกรัม นงเยาว์ (2527) กล่าวว่า กากถั่วเหลืองอัดน้ำมันมีสารยับยั้ง ทริปซินอยู่สูง ซึ่งเมื่อนำกากถั่วเหลืองอัดน้ำมันไปอบร้อน ก็พบว่า สารยับยั้ง ทริปซินลดลง และเป็นผลให้ ลูกสุกรที่ได้รับกากถั่วเหลืองอบมีอัตราการเจริญเติบโตสูงขึ้นได้

ข้อควรปฏิบัติในการใช้กากถั่วเหลือง

ศรีสกุล (2537) รายงานถึงข้อปฏิบัติในการใช้กากถั่วเหลือง ดังนี้

1. ถ้าใช้ในสูตรอาหารระดับสูงควรเสริม methionone Ca , P, riboflavin หรือ B-complex ให้เพียงพอ เพราะในกากถั่วเหลืองมีโภชนะดังกล่าวค่อนข้างต่ำ
2. ในการคำนวณสูตรอาหาร ควรให้มีโปรตีนจากถั่วเหลืองประมาณ 50 เปอร์เซ็นต์ของจำนวนโปรตีนจากอาหารอื่นๆ ทั้งหมด
3. ในอาหารลูกสุกร ไม่ควรใช้กากถั่วเหลืองมากเกินไป เพราะมีผลให้อุจจาระเหนียวติดก้น

การนำเอาถั่วเหลืองมาใช้เป็นอาหารสัตว์มีข้อจำกัด คือ ในเมล็ดถั่วเหลืองดิบมีสารยับยั้งการเจริญเติบโตหลายชนิด ได้แก่ สารยับยั้งทริปซิน (trypsin inhibitor) ฮีมแอกกลูตินิน (hemagglutinins) ซาโปนิน (saponins) ไอโซฟลาวอน (isoflavones) และสารกระตุ้นทำให้เกิดคอหอยพอก (goitrogens) แต่ตัวที่มีความสำคัญ และมีรายงานยืนยันว่ามีผลทำให้อัตรา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การเจริญเติบโตของสัตว์ลดลง คือ สารยับยั้งทริปซิน ซึ่งมีอยู่อย่างน้อย 5 ชนิด โดยมีผลไปขัดขวางการทำงานของเอนไซม์ย่อยโปรตีนในระบบย่อยอาหารทำให้การใช้ประโยชน์ได้ของโปรตีนลดลง และจะมีผลอย่างมากในตับอ่อนลูกสัตว์อายุน้อย แต่จะไม่มีผลในตับอ่อนของสุกรใหญ่ (กษิดิศ, 2518)

การย่อยอาหารของสุกร (Digestion of Pigs)

ศรีสกุล และ รณชัย (2539) รายงานว่าการย่อยอาหาร (Digestion) หมายถึง กระบวนการที่อาหารถูกเปลี่ยนแปลงในระบบทางเดินอาหารของสัตว์ จากขนาดอณูใหญ่ให้มีขนาดเล็กลง เพื่อให้เหมาะสมกับการดูดซึม หลังจากนั้น ร่างกายจึงจะนำเอาอาหารไปใช้ประโยชน์ในกระบวนการต่างๆ ของร่างกายได้ ซึ่งมีหลายวิธี ได้แก่

1. กลวิธี (mechanical digestion) คือ การบดอาหารให้แตกเป็นชิ้นเล็กลง เพื่อให้น้ำย่อยแทรกซึมได้ทั่วถึง ได้แก่ การเคี้ยวอาหาร (chewing or mastication) การขยอกอาหาร (regurgitation) การเคลื่อนไหวของทางเดินอาหาร หรือ การหด การบีบตัวของกล้ามเนื้อทางเดินอาหาร (muscular contractions)

2. วิธีทางเคมี (chemical digestion) เป็นการย่อยที่ต้องอาศัย

2.1 เอนไซม์ (enzyme) อาหารส่วนใหญ่ในทางเดินอาหารของสัตว์ มักจะถูกย่อยด้วยวิธีทางเคมี โดยอาศัยเอนไซม์จากต่อมต่างๆ ที่อยู่ในทางเดินอาหาร และที่ส่งมาจากแหล่งอื่นๆ เช่น ตับอ่อน

2.2 สารอื่นๆ ที่ไม่ใช่เอนไซม์ (nonenzymic substsnce) เช่น กรดเกลือ (HCI) ซึ่งช่วยละลายแร่ธาตุและช่วยย่อยอาหารโปรตีน หรือพวกน้ำดี (bile) ซึ่งช่วยในการย่อยอาหารไขมัน เป็นต้น

วิธีการทดสอบการย่อยได้ (The determination of Digestibility)

พันทิพา (2531) กล่าวว่าการทดสอบการย่อยได้ต้องมีข้อมูลเกี่ยวกับปริมาณโภชนะที่กิน ซึ่งหาได้จากปริมาณอาหารที่กินคูณด้วยเปอร์เซ็นต์โภชนะที่หาด้วยวิธีทางเคมี และต้องทราบปริมาณโภชนะที่ถ่ายออกมาทางมูล ซึ่งหาได้ในทำนองเดียวกัน ค่าการย่อยได้จะทราบได้โดยการนำปริมาณโภชนะที่ถ่ายออกมาทางมูลไปลบออกจากปริมาณโภชนะที่กินเข้าไป ตัวเลขครั้งสุดท้ายแสดงเป็นเปอร์เซ็นต์ เรียกว่า สัมประสิทธิ์การย่อยได้ (digestion coeffcients)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในการทดสอบการย่อยได้ ควรใช้สัตว์ทดลองจำนวนหลายๆ ตัวแล้วเฉลี่ยค่าที่ได้ เพื่อลดความผันแปรอันเนื่องมาจากสัตว์ ขั้นตอนการทดสอบมีดังต่อไปนี้

1. วิเคราห์หาส่วนประกอบทางเคมีของอาหารสัตว์ที่ต้องการทดสอบ โดยใช้วิธีวิเคราห์โดยประมาณ

2. นำอาหารที่ต้องการทดสอบไปเลี้ยงสัตว์ทดลอง โดยให้ในปริมาณที่คงที่และรู้จำนวนที่แน่นอน ดังนั้นจึงต้องมีการบันทึกปริมาณอาหารที่ให้ และปริมาณอาหารที่เหลือเพื่อหาปริมาณอาหารที่กิน

3.เก็บมูลสัตว์ในระยะเวลาที่ให้กินอาหารปริมาณคงที่

4. วิเคราห์หาส่วนประกอบทางเคมีของมูลสัตว์ที่เก็บได้ โดยใช้วิธีวิเคราะห์โดยประมาณเช่นเดียวกัน

5. ผลต่างระหว่างโภชนะในอาหารที่กินและที่ถ่ายออกในมูล คือ โภชนะที่ย่อยได้

วิธีหาการย่อยได้

พันทิพา (2531) รายงานถึงวิธีการหาการย่อยได้ในสัตว์ แบ่งออกเป็น

1. การใช้ Marker เพื่อการเก็บมูล ในการเก็บมูลที่ถ่ายออกมาเนื่องจากกินอาหารที่ต้องการทดสอบในปริมาณคงที่นั้น วิธีการที่ช่วยให้การเก็บมูลง่ายและสะดวกขึ้น ได้แก่การเติม Marker ลงในอาหารเมื่อเริ่มต้นและเมื่อสิ้นสุดระยะการเก็บข้อมูลเพื่อให้แน่ใจว่ามูลที่ถ่ายออกมาได้จากอาหารที่ ต้องการทดสอบจริงๆ การเก็บมูลจะเริ่มต้นเมื่อเห็น Marker ครั้งแรก และสิ้นสุดการเก็บมูลเมื่อเห็น Marker ครั้งสุดท้าย

คุณสมบัติ Marker ที่ดีมีดังนี้ คือ

1. ไม่เข้าไปเกี่ยวข้องกับปฏิกิริยาต่างๆ ของร่างกาย (inert physiologically)

2. ไม่มีส่วนของโภชนะของอาหารที่ต้องการทดสอบเป็นองค์ประกอบ

3. ไม่ควรกระจายในระบบร่างกายของสัตว์มาก

Marker ที่นิยมใช้ได้แก่ Carmine, ferric oxide, chromic oxide, dysprosium, radio cerium และ barium sulfate วิธีการเลี้ยงสัตว์ด้วยอาหารผสม Marker นี้จะต้องอาศัยการวัดปริมาณของอาหารที่กินและมูลที่ถ่ายออกมาอย่างถูกต้อง

2. การใช้ Indicator ในการเก็บข้อมูล เนื่องจากสัตว์เคี้ยวเอื้องซึ่งมีระบบทางเดินอาหารใหญ่และซับซ้อนกว่าไม่ควรใช้ Marker เพราะการวัดปริมาณมูลที่ถ่ายออกมาให้ถูกต้องแน่นอนกระทำได้ยาก ควรใช้ Indicator แทนซึ่งต้องมีคุณสมบัติดังนี้ คือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. เป็นสารที่สัตว์ย่อยและดูดซึมไม่ได้
2. ไม่มีฤทธิ์หรือผลทำให้ระบบทางเดินอาหารเปลี่ยนแปลงไป
3. เป็นสารที่เคลื่อนตัวผ่านทางเดินอาหาร โดยอัตราเร็วสม่ำเสมอ
4. ถ้าเป็นไปได้ ควรเป็นสารที่เป็นองค์ประกอบตามธรรมชาติของอาหารสัตว์ที่ต้องการทดสอบ
5. สามารถวิเคราะห์หาได้โดยวิธีการทางเคมี

Indicator ที่นิยมใช้ได้แก่ chromic oxide, lignin, silica, chromagen (รงควัตถุที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติ) acid insuluble ash และ magnesium ferrite

การหาการย่อยได้ของอาหารโดยใช้วิธี indicator ไม่จำเป็นต้องวัดปริมาณที่แน่นอนของอาหารที่กินและมูลที่ถ่ายออกมา แต่อาศัยการหาสัดส่วนความเข้มข้นของสาร indicator ที่มีอยู่ในอาหารที่สัตว์กินกับที่มีอยู่ในมูลที่สัตว์ขับถ่ายออกมา สามารถคำนวณหาค่าการย่อยได้ดังสูตรต่อไปนี้

$$\% \text{ การย่อยได้ของวัตถุแห้ง} = 100 - 100 \left[\frac{\% \text{ indicator ในวัตถุแห้งของอาหาร}}{\% \text{ indicator ในวัตถุแห้งของมูล}} \right]$$

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

การคำนวณค่าสัมประสิทธิ์การย่อยได้ (Digestion coefficient)

สัมประสิทธิ์การย่อยได้ หมายถึง สัดส่วนของโภชนะที่สัตว์สามารถย่อยได้เมื่อเทียบเป็นเปอร์เซ็นต์ของโภชนะที่สัตว์กิน หาได้จากสูตร

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การใช้สูตรดังกล่าวต้องใช้กับวิธีที่วัดปริมาณที่แน่นอนของอาหารที่สัตว์กิน และมูลที่ถ่ายออกมา การหาค่าการย่อยได้นี้สามารถกระทำได้ในวัตถุดิบกับอาหารสัตว์ชนิดใดชนิดหนึ่ง ซึ่งมีคุณค่าทางโภชนาการที่ดีพอสำหรับการทดลองระยะสั้นๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อุปกรณ์และวิธีการ

1. อุปกรณ์

1. สัตว์ทดลอง ใช้สุกรรุ่น น้ำหนัก 30 กิโลกรัม เพศผู้ตอน จำนวน 9 ตัว

2. อุปกรณ์ที่ใช้ในการเลี้ยงสุกร

2.1 ชุดกรงเมตาบอลิก (Metabolic cage) มีที่ให้อาหารติดอยู่หน้ากรง มีถาดรองรับมูลอยู่ด้านล่าง และมีผ้าขาวบางขึงอยู่เหนือถาด รวมปัสสาวะให้ไหลลงรูซึ่งจะมีถังพลาสติกรองรับปัสสาวะอยู่ด้านล่าง

2.2 เครื่องชั่งน้ำหนักอาหารทดลอง เครื่องชั่งน้ำหนักสุกรแบบจาน และเครื่องชั่งดิจิตอลเพื่อชั่งน้ำหนักโครมิกออกไซด์ (chromic oxide) เครื่องชั่งขนาด 3 kg

3. อุปกรณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ส่วนประกอบทางเคมี

3.1 โครมิกซ์ออกไซด์ (chromic oxide)

3.2 กรดกำมะถัน (H_2SO_4) ความเข้มข้น 25 เปอร์เซ็นต์

3.3 Aluminium foil

3.4 ฟอร์มาลีน

3.5 ถุงพลาสติกขนาด 6x8 นิ้ว

3.6 ตู้เย็น

3.7 ขวดพลาสติกพร้อมฝาปิดขนาด 100 มล.

3.8 ถ้วยตวงปริมาตร 1 ลิตร

3.9 ตู้อบมูลสัตว์

3.10 เครื่องบดอาหารสัตว์

3.11 โหลดูดความชื้น

3.12 อุปกรณ์และเครื่องมือสำหรับวิเคราะห์แคลเซียม, ฟอสฟอรัส

3.13 สารเคมีและอุปกรณ์ต่างๆที่ใช้ในการวิเคราะห์ทางเคมี

4. อาหารทดลอง แสดงในตารางที่ 3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. วิธีเก็บตัวอย่าง

ใช้สุกรรุ่นพันธุ์ลาร์จไวท์ เพศผู้ตอน จำนวน 9 ตัว น้ำหนัก 30 กิโลกรัม จัดเข้าทดลองในกรงเมตาบอลิก แบ่งออกเป็น 3 ซ้ำ ซ้ำละ 1 ตัว โดยให้ได้รับอาหารทดลองกึ่งบริสุทธิ์ (semi – purified diet) ซึ่งประกอบด้วยอาหารทดลองในสูตรอาหารที่แตกต่างกัน 3 สูตร ดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 อาหารที่ใช้ทดลองหาการย่อยได้

วัตถุดิบ	สูตร 1	สูตร 2	สูตร 3
แป้งข้าวโพด	96.20	0.00	0.00
ปลายข้าว	0.00	96.20	0.00
กากถั่วเหลือง	0.00	0.00	96.20
ไดแคลเซี่ยม – ฟอสเฟต	3.00	3.00	3.00
เกลือ	0.3	0.3	0.3
ไวตามิน – แร่ธาตุ	0.5	0.5	0.5
รวม	100.00	100.00	100.00

2.1 หลังจากนำสุกรขึ้นกรงเมตาบอลิก ชั่งอาหารให้กินปกติ (80 เปอร์เซ็นต์ ของอาหารที่กินเต็มที่) โดยให้อาหารเช้า (8.00 น.) บ่าย (15.00 น.) เลี้ยง 2 วัน เพื่อให้สุกรปรับตัวเข้ากับกรง

2.2 เปลี่ยนอาหารเป็นวัตถุดิบอาหาร ที่ต้องการทราบการย่อยได้ (สูตรเตรียมวัตถุดิบอาหารแสดงในตารางที่ 3) โดยค่อยๆ เปลี่ยนอาหารภายใน 2 วัน เลี้ยงด้วยวัตถุดิบอาหารติดต่อกัน 2 วัน (ซึ่งวัตถุดิบอาหารให้กิน 80 เปอร์เซ็นต์ ของอาหารที่กินเต็มที่แบ่งเป็นเช้าและบ่าย) ทำการชั่งน้ำหนักอาหารเหลือในแต่ละวันที่สุกรกินไม่หมด

2.3 ผสม chromic oxide 0.2 เปอร์เซ็นต์ ของน้ำหนักอาหารลงในอาหารมื้อแรก และอาหารมื้อสุดท้ายของการเก็บข้อมูล เพื่อใช้ chromic oxide เป็น marker ในการเริ่มเก็บมูลและหยุดเก็บมูลเมื่อใด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. การบันทึกข้อมูล

1. บันทึกปริมาณอาหารที่ลูกสุกรกินตลอดการทดลอง เป็นเวลานาน 3 วัน

2. บันทึกปริมาณมูลและปัสสาวะที่ลูกสุกรขับถ่ายออกมาในแต่ละวัน

การเก็บมูลสุกร ใช้โครมิกออกไซด์ (chromic oxide) ประมาณ 0.2 เปอร์เซ็นต์ ผสมในอาหารทดลองมื้อแรก และมื้อสุดท้าย ของการทดลองเพื่อเป็นเครื่องหมาย บอกให้เริ่มต้นเก็บมูลสุกรในวันแรก เมื่อมูลสุกรมีโครมิกออกไซด์ปนออกมา (สังเกตได้จากมูลสุกรจะมีสีเขียว) และหยุดเก็บมูลสุกรเมื่อมีโครมิกออกไซด์ปนออกมาเช่นกัน โดยทำการเก็บวันละ 2 ครั้ง เช้าเวลา 7.00 น. บ่ายเวลา 14.00 น. ก่อนการให้อาหาร ชั่งน้ำหนักมูลสดที่เก็บได้ในแต่ละวัน สุ่มเก็บตัวอย่างมูล 10 %ของน้ำหนักมูลในถุงพลาสติก 2 ชั้น เติมฟอร์มาลีนลงไป 10 มิลลิลิตร ปิดปากถุงให้แน่นไม่ให้อากาศเข้าออกได้ นำไปเก็บไว้ในตู้เย็นที่อุณหภูมิ 0° C หลังจากเก็บมูลสุกรครบ 3 วันแล้ว นำเอามูลสุกรทั้งหมดของแต่ละตัวที่เก็บไว้มาผสมให้เข้ากันจนทั่ว แล้วทำการ สุ่มเก็บตัวอย่างมูลประมาณ 100-150 กรัม นำไปอบที่อุณหภูมิ 60-70 °C เป็นเวลานาน 2-3 วัน ปล่อยทิ้งไว้ให้เย็นนำไปบดให้ละเอียดบรรจุใส่ขวดแก้วปิดฝาให้แน่น เพื่อรอการวิเคราะห์หาปริมาณไนโตรเจน และพลังงานต่อไป

การเก็บปัสสาวะสุกร ทำการเก็บปัสสาวะสุกรแต่ละวันพร้อมกับการเก็บมูล โดยรองเก็บในถังพลาสติก ซึ่งใส่สารละลายกรดกำมะถัน (H_2SO_4) ความเข้มข้น 25 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณ 25 มิลลิลิตร ชั่งน้ำหนักปัสสาวะที่เก็บได้ในแต่ละวัน แล้วสุ่มมาประมาณ 10 เปอร์เซ็นต์ บรรจุไว้ในถุงพลาสติก 2 ชั้น ผูกปากถุงให้แน่น เก็บไว้ในตู้เย็น อุณหภูมิ 0° C หลังจากเก็บปัสสาวะได้ครบ 3 วันแล้ว นำเอาปัสสาวะทั้งหมดของแต่ละตัวที่สุ่มเก็บไว้มาผสมให้เข้ากันจนทั่ว แล้วสุ่มมาประมาณ 60-100 มิลลิลิตร บรรจุลงในขวดพลาสติก ปิดฝาให้แน่น เก็บไว้ในตู้เย็นที่อุณหภูมิ 0° C เพื่อรอการวิเคราะห์หาปริมาณไนโตรเจน และพลังงานต่อไป

สุ่มตัวอย่างกากถั่วเหลือง, แป้งข้าวโพด, ปลายข้าว และอาหารทดลองทุกสูตรที่ให้สุกรกินทุกมื้อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. การวิเคราะห์

4.1 การวิเคราะห์ข้อมูล

1. วิเคราะห์หาปริมาณ (proximate analysis) โภชนะต่างๆ ในตัวอย่างกากถั่วเหลือง ปลายข้าว และแป้งข้าวโพด (ศรี สกุล, 2537)

2. วิเคราะห์หาปริมาณไนโตรเจนในมูล และปัสสาวะโดยใช้ Kjeldahl method ตามที่บ่งไว้โดย ศรี สกุล (2537)

3. วิเคราะห์หาปริมาณพลังงานรวม (gross energy) ในตัวอย่างอาหารทดลองและมูล โดย Ballistic bomb calorimeter ตามที่บ่งไว้ โดย ศรี สกุล (2537)

4. วิเคราะห์หาปริมาณพลังงานรวมในตัวอย่างปัสสาวะ โดยวิธี chromic acid oxidation ตามที่บ่งไว้โดย ศรี สกุล (2537)

5. นำผลการวิเคราะห์หาพลังงานและไนโตรเจนในอาหาร มูล และปัสสาวะ มาคำนวณการใช้ประโยชน์ได้ของกากถั่วเหลือง ปลายข้าว แป้งข้าวโพด ดังนี้ (นพวรรณ, 2530)

6. การย่อยได้ของโปรตีน (protein digestibility , D) คำนวณโดยใช้สูตร

$$\% \text{ digestibility} = \frac{\% \text{ สปส.การย่อยได้ของโปรตีน X โปรตีนในวัตถุดิบ}}{100}$$

7. ค่าชีวภาพของโปรตีน (Biological Value, BV) การคำนวณใช้สูตร

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

8. ค่าโปรตีนใช้ประโยชน์ได้สุทธิ (Net Protein Utilization, NPU) คำนวณโดยใช้สูตร

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

9. พลังงานย่อยได้ (Digestible energy, DE) การคำนวณใช้สูตร

$$\text{พลังงานย่อยได้ของอาหาร} = \frac{\text{พลังงานในอาหารที่กิน} - \text{พลังงานในมูล}}{\text{จำนวนอาหารที่กินทั้งหมด}}$$

พลังงานย่อยได้ของตัวอย่างอาหารสัตว์

= พลังงานย่อยได้ของตัวอย่างอาหารสัตว์ -พลังงานย่อยได้ของแป้งข้าวโพด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

10. พลังงานใช้ประโยชน์ได้ (Metabolizable energy, ME) การคำนวณใช้สูตร

พลังงานใช้ประโยชน์ได้ของอาหาร

= พลังงานในอาหารที่กิน – พลังงานในมูล - พลังงานในปัสสาวะ

จำนวนอาหารที่กินทั้งหมด

พลังงานใช้ประโยชน์ได้ของตัวอย่างอาหารสัตว์

= พลังงานใช้ประโยชน์ได้ของตัวอย่างอาหารสัตว์ - พลังงานใช้ประโยชน์ได้ของแป้งข้าวโพด

5. สถานที่ทำการทดลอง

1. สถานที่เตรียมอาหารทดลอง โรงผสมอาหารของภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตสัตว์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กทม.

2. คอกทดลอง ใช้โรงเรือนสุกรทดลองสำหรับศึกษาการย่อยได้ของภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตสัตว์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กทม.

3. สถานที่วิเคราะห์ทางเคมี กระทำที่ห้องปฏิบัติการวิเคราะห์อาหารสัตว์ ของภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตสัตว์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กทม.

6. ระยะเวลาในการทดลอง

การทดลองเริ่มต้นตั้งแต่เดือน กรกฎาคม 2541 และสิ้นสุดการทดลอง กุมภาพันธ์ 2542

100633

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการทดลอง

ผลการวิเคราะห์โภชนะต่างๆ ทางเคมีในปลายข้าว กากถั่วเหลือง และแป้งข้าวโพด แสดงในตารางที่ 4

ตารางที่ 4 แสดงผลการวิเคราะห์โภชนะต่างๆ ของปลายข้าว, กากถั่วเหลือง และแป้งข้าวโพดที่ใช้ในการทดลอง

ตัวอย่างอาหาร	ไขมัน [%]	ความชื้น [%]	โปรตีน [%]	เยื่อใย [%]	เถ้า [%]	แคลเซียม [%]	ฟอสฟอรัส [%]
ปลายข้าวสระบุรี	1.47	10.21	7.29	0.08	1.08	0.34	0.33
ปลายข้าวลำพูน	0.94	12.47	6.32	0.09	0.65	0.11	0.21
ปลายข้าวราชบุรี	1.33	12.72	6.58	0.28	1.56	0.09	0.19
ปลายข้าวชุมพร	1.32	13.73	7.00	0.02	2.04	0.19	0.17
กากถั่วเหลือง	2.16	11.05	43.47	3.50	6.67	0.33	0.49
แป้งข้าวโพด	1.29	12.41	0.23	0.00	0.29	0.41	0.06

จากตารางที่ 4 แสดงว่า

ปลายข้าว

ไขมัน ปลายข้าวที่มีเปอร์เซ็นต์ไขมันมากที่สุด ได้แก่ ปลายข้าวสระบุรี 1.4 เปอร์เซ็นต์, ปลายข้าวราชบุรี 1.33 เปอร์เซ็นต์, ปลายข้าวชุมพร 1.32 เปอร์เซ็นต์ และปลายข้าวลำพูน 0.94 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

ความชื้น ปลายข้าวที่มีเปอร์เซ็นต์ความชื้นน้อยที่สุด ได้แก่ ปลายข้าวสระบุรี 10.21 เปอร์เซ็นต์, ปลายข้าวลำพูน 12.47 เปอร์เซ็นต์, ปลายข้าวราชบุรี 12.72 เปอร์เซ็นต์ และปลายข้าวชุมพร 13.73 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

โปรตีน ปลายข้าวที่มีเปอร์เซ็นต์โปรตีนมากที่สุด ได้แก่ ปลายข้าวสระบุรี 7.29 เปอร์เซ็นต์, ปลายข้าวชุมพร 7.00 เปอร์เซ็นต์, ปลายข้าวราชบุรี 6.58 เปอร์เซ็นต์ และปลายข้าวลำพูน 6.32 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

เยื่อใย ปลายปลายข้าวที่มีเปอร์เซ็นต์เยื่อใยมากที่สุด ได้แก่ ปลายข้าวราชบุรี 0.28 เปอร์เซ็นต์, ปลายข้าวลำพูน 0.09 เปอร์เซ็นต์, ปลายข้าวสระบุรี 0.03 เปอร์เซ็นต์ และปลายข้าวชุมพร 0.02 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เถ้า ปลายปลายข้าวที่มีเปอร์เซ็นต์เถ้ามากที่สุด ได้แก่ ปลายข้าวชุมพร 2.04 เปอร์เซ็นต์, ปลายข้าวราชบุรี 1.56 เปอร์เซ็นต์, ปลายข้าวสระบุรี 1.08 เปอร์เซ็นต์ และปลายข้าวลำพูน 0.65 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

แคลเซียม ปลายปลายข้าวที่มีเปอร์เซ็นต์แคลเซียมมากที่สุด ได้แก่ ปลายข้าวสระบุรี 0.34 เปอร์เซ็นต์, ปลายข้าวชุมพร 0.19 เปอร์เซ็นต์, ปลายข้าวลำพูน 0.11 เปอร์เซ็นต์ และปลายข้าวราชบุรี 0.09 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

ฟอสฟอรัส ปลายปลายข้าวที่มีเปอร์เซ็นต์ฟอสฟอรัสมากที่สุด ได้แก่ ปลายข้าวสระบุรี 0.33 เปอร์เซ็นต์, ปลายข้าวราชลำพูน 0.21 เปอร์เซ็นต์, ปลายข้าวราชบุรี 0.19 เปอร์เซ็นต์ และปลายข้าวชุมพร 0.17 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

กากถั่วเหลือง

ไขมัน กากถั่วเหลืองมีไขมัน 2.16 เปอร์เซ็นต์

ความชื้น กากถั่วเหลืองมีความชื้น 11.05 เปอร์เซ็นต์

โปรตีน กากถั่วเหลืองมีโปรตีน 43.47 เปอร์เซ็นต์

เยื่อใย กากถั่วเหลืองมีเยื่อใย 3.50 เปอร์เซ็นต์

เถ้า กากถั่วเหลืองมีเถ้า 6.67 เปอร์เซ็นต์

แคลเซี่ยม กากถั่วเหลืองมีแคลเซี่ยม 0.33 เปอร์เซ็นต์

ฟอสฟอรัส กากถั่วเหลืองมีฟอสฟอรัส 0.49 เปอร์เซ็นต์

แป้งข้าวโพด

ไขมัน แป้งข้าวโพดมีไขมัน 1.29 เปอร์เซ็นต์

ความชื้น แป้งข้าวโพดมีความชื้น 12.4 เปอร์เซ็นต์

โปรตีน แป้งข้าวโพดมีโปรตีน 0.23 เปอร์เซ็นต์

เยื่อใย แป้งข้าวโพดมีเยื่อใย 0 เปอร์เซ็นต์

เถ้า แป้งข้าวโพดมีเถ้า 0.29 เปอร์เซ็นต์

แคลเซี่ยม แป้งข้าวโพดมีแคลเซี่ยม 0.41 เปอร์เซ็นต์

ฟอสฟอรัส แป้งข้าวโพดมีฟอสฟอรัส 0.06 เปอร์เซ็นต์

การหาการย่อยได้

จากการทดลองหาการย่อยได้ของปลายข้าวและกากถั่วเหลืองในสุกรรุ่น ได้ผลดังแสดงไว้ในตารางที่ 5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 5 แสดงผลการวิเคราะห์การย่อยได้ของปลายข้าว, กากถั่วเหลือง และแป้งข้าวโพดที่ใช้ในการทดลอง

	ปลายข้าว	กากถั่วเหลือง
ค่าสัมประสิทธิ์การย่อยได้ของโปรตีน	4.18	37.78
ค่าการย่อยได้ของโปรตีน	59.64	86.92
ค่าชีวภาพของโปรตีน	94.55	96.29
ค่าโปรตีนใช้ประโยชน์ได้สุทธิ	70.95	76.64
ค่าสัมประสิทธิ์การย่อยได้ของวัตถุแห้ง	87.68	78.77
ค่าพลังงานย่อยได้ (Kcal./kg.)	3404.58	3190.99
ค่าพลังงานใช้ประโยชน์ได้ (Kcal./kg.)	3388.17	3128.06

จากตารางที่ 5 แสดงว่า

ปลายข้าว

ค่าสัมประสิทธิ์การย่อยได้ของโปรตีนของปลายข้าว 4.18 เปอร์เซ็นต์

ค่าการย่อยได้ของโปรตีนของปลายข้าว 59.64 เปอร์เซ็นต์

ค่าชีวภาพของโปรตีนของปลายข้าว 94.55 เปอร์เซ็นต์

ค่าโปรตีนใช้ประโยชน์ได้สุทธิของปลายข้าว 70.95 เปอร์เซ็นต์

ค่าสัมประสิทธิ์การย่อยได้ของวัตถุแห้งของปลายข้าว 87.68เปอร์เซ็นต์

ค่าพลังงานย่อยได้ของปลายข้าว 3404.58 กิโลแคลอรี่/กิโลกรัม

ค่าพลังงานใช้ประโยชน์ได้ของปลายข้าว 3388.17 กิโลแคลอรี่/กิโลกรัม

กากถั่วเหลือง

ค่าสัมประสิทธิ์การย่อยได้ของโปรตีนของกากถั่วเหลือง 37.78 เปอร์เซ็นต์

ค่าการย่อยได้ของโปรตีนของกากถั่วเหลือง 86.92 เปอร์เซ็นต์

ค่าชีวภาพของโปรตีนกากถั่วเหลือง 96.2เปอร์เซ็นต์9

ค่าโปรตีนใช้ประโยชน์ได้สุทธิของกากถั่วเหลือง 76.64 เปอร์เซ็นต์

ค่าสัมประสิทธิ์การย่อยได้ของวัตถุแห้งของกากถั่วเหลือง 78.77 เปอร์เซ็นต์

ค่าพลังงานย่อยได้ของกากถั่วเหลือง 3190.99 กิโลแคลอรี่/กิโลกรัมโพด 3176.16

ค่าพลังงานใช้ประโยชน์ได้ของกากถั่วเหลือง 3128.06 กิโลแคลอรี่/กิโลกรัม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

15999

วิจารณ์

ปลายข้าว

จากผลการวิเคราะห์ปลายข้าวโดยการวิเคราะห์ทางเคมี ปรากฏว่า

ไขมัน ตัวอย่างปลายข้าวที่นำมาวิเคราะห์ทุกตัวอย่างมีเปอร์เซ็นต์ไขมันสูงกว่าที่อุทัย (2529) เคยรายงานไว้ (0.90 เปอร์เซ็นต์) แต่ปลายข้าวลำพูนเท่านั้นที่มีเปอร์เซ็นต์ไขมัน 0.96 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งต่ำกว่าค่าที่ศรีสกุล และรณชัย (2539) เคยรายงานไว้ (1.20 เปอร์เซ็นต์) ปลายข้าวสระบุรี, ปลายข้าวราชบุรี, และปลายข้าวชุมพร อาจเป็นปลายข้าว ซี สาม ซึ่งมีส่วนของตัภพะและปลายข้าวปนอยู่จึงทำให้มีเปอร์เซ็นต์ไขมันสูง ปลายข้าวที่ดีควรมีเปอร์เซ็นต์ไขมันต่ำ (0.9 – 1.00 เปอร์เซ็นต์) เนื่องจากเก็บรักษาได้นานและไม่เหม็นหืนเร็ว (อุทัย, 2529)

ความชื้น ปลายข้าวสระบุรีเท่านั้นที่เปอร์เซ็นต์ความชื้นมีค่าต่ำ 10.21เปอร์เซ็นต์ ซึ่งต่ำกว่าอุทัย (2529) เคยรายงานไว้ (12.00เปอร์เซ็นต์) ส่วนปลายข้าวชารบุรี, ปลายข้าวลำพูน และปลายข้าวชุมพรมีเปอร์เซ็นต์ความชื้นสูงกว่าเล็กน้อย อาจเป็นเพราะขั้นตอนการผลิตและการเก็บรักษาจึงทำให้ปลายข้าวที่มาจากแหล่งต่างๆ มีเปอร์เซ็นต์ความชื้นแตกต่างกัน นพวรรณ (2530) กล่าวว่า ปลายข้าวที่ดีควรมีเปอร์เซ็นต์ความชื้นต่ำ เนื่องจากถ้าเปอร์เซ็นต์ความชื้นสูงจะทำให้ปลายข้าวขึ้นราได้ง่าย ไม่สามารถเก็บรักษาไว้ได้นาน และทำให้คุณค่าทางโภชนาการของปลายข้าวต่ำ

โปรตีน ตัวอย่างปลายข้าวที่นำมาวิเคราะห์ทุกตัวอย่างมีเปอร์เซ็นต์โปรตีนต่ำกว่าที่อุทัย (2529) เคยรายงานไว้ (8.00 เปอร์เซ็นต์) ซึ่งอาจเป็นเพราะปลายข้าวที่ใช้ในการทดลองเป็นปลายข้าวคุณภาพต่ำ หรือมีการปลอมปน จึงทำให้เปอร์เซ็นต์โปรตีนที่ได้ต่ำ

เยื่อใย ตัวอย่างปลายข้าวที่นำมาวิเคราะห์ทุกตัวอย่างมีเปอร์เซ็นต์เยื่อใยต่ำกว่าที่อุทัย (2529) เคยรายงานไว้ (1.00เปอร์เซ็นต์) และต่ำกว่าค่าที่ศรีสกุล และรณชัย (2539)รายงานไว้ (2.00)เปอร์เซ็นต์

เถ้า ปลายข้าวลำพูนเท่านั้นที่มีเปอร์เซ็นต์เถ้าต่ำ 0.65 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งต่ำกว่าค่าที่อุทัย (2529) เคยรายงานไว้ (0.70) เปอร์เซ็นต์ ส่วนปลายข้าวสระบุรี, ปลายข้าวราชบุรี และปลายข้าวชุมพรมีเปอร์เซ็นต์เถ้าสูงกว่า ซึ่งอาจเกิดจากมีการปลอมปนของสารอนินทรีย์ เช่น หินปูน หรือเปลือกหอยป่นในปลายข้าวที่ใช้ในการทดลอง

แคลเซียม, ฟอสฟอรัส ตัวอย่างปลายข้าวที่นำมาวิเคราะห์ทุกตัวอย่างมีเปอร์เซ็นต์แคลเซียม, ฟอสฟอรัสสูงกว่าค่าที่ อุทัย (2529) เคยรายงานไว้ (0.03 และ 0.04 เปอร์เซ็นต์ ตาม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ห้องสมุดคณะเทคโนโลยีการเกษตร
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าฯ ลาดกระบัง

ลำดับ) ซึ่งแสดงให้ว่ามีการปลอมปนอนินทรีย์สารในปลายข้าวที่นำมาทดลอง สารที่ใช้ปลอมปนอาจเป็นหินปูน จึงทำให้ผลการทดลองที่ได้มีเปอร์เซ็นต์แคลเซียม, ฟอสฟอรัสสูง

จากการศึกษาการย่อยได้

การศึกษาการย่อยได้ของปลายข้าวในสุกรรุ่นนั้น ในประเทศไทยยังไม่พบว่ามีผู้ใดเคยรายงานมาก่อน แต่จากการทดลองค่าสัมประสิทธิ์การย่อยได้ของโปรตีน, ค่าการย่อยได้ของโปรตีน,ค่าชีวภาพของโปรตีน, ค่าโปรตีนใช้ประโยชน์ได้สุทธิ, ค่าสัมประสิทธิ์การย่อยได้ของวัตถุแห้ง,ค่าพลังงานย่อยได้ และค่าพลังงานใช้ประโยชน์ได้ น่าจะมีค่าต่ำกว่าที่ควรจะเป็น เนื่องมาจากสุกรรุ่นที่ใช้ในการทดลองเจ็บป่วย สุขภาพไม่สมบูรณ์เต็มที่ ซึ่งส่งผลต่อการย่อยได้และการใช้ประโยชน์ได้ของอาหาร

กากถั่วเหลือง

จากผลการวิเคราะห์กากถั่วเหลืองโดยการวิเคราะห์ทางเคมี ปรากฏว่า

ไขมัน ตัวอย่างกากถั่วเหลืองที่นำมาวิเคราะห์มีเปอร์เซ็นต์ไขมัน 2.16 เปอร์เซ็นต์ซึ่งต่ำกว่านค่าที่พวรรณ (2530) เคยรายงานไว้ (3.23 เปอร์เซ็นต์) แต่สูงกว่ากากถั่วเหลืองสกัดน้ำมันซึ่งจะมีไขมันไม่เกิน 1.00 เปอร์เซ็นต์ (ศรี สกุล, 2537) แสดงว่ากากถั่วเหลืองที่ใช้ในการทดลองนี้อาจเป็นกากถั่วเหลืองชนิดอัดน้ำมัน กากถั่วเหลืองที่ดีไม่ควรมีเปอร์เซ็นต์ไขมันสูงเนื่องจากจะทำให้เหม็นหืนได้ง่าย

ความชื้น ตัวอย่างกากถั่วเหลืองที่นำมาวิเคราะห์มีเปอร์เซ็นต์ความชื้น 11.05 เปอร์เซ็นต์ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ที่สูง กากถั่วเหลืองที่ดีควรมีเปอร์เซ็นต์ความชื้นต่ำ เพื่อยืดอายุการเก็บรักษา เนื่องจากกากถั่วเหลือที่มีเปอร์เซ็นต์ความชื้นสูงจะทำให้เกิดเชื้อราได้ง่าย ส่งผลต่อคุณค่าทางโภชนาการของกากถั่วเหลือง

โปรตีน ตัวอย่างกากถั่วเหลืองที่นำมาวิเคราะห์มีเปอร์เซ็นต์โปรตีน 43.47 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ 42 – 44 เปอร์เซ็นต์ ตามที่อุทัย (2529) รายงาน และต่ำกว่าเปอร์เซ็นต์โปรตีนในกากถั่วเหลืองสกัดน้ำมัน แสดงว่าตัวอย่างกากถั่วเหลืองที่ใช้ในการทดลองนี้น่าจะเป็นกากถั่วเหลืองชนิดอัดน้ำมัน

เยื่อใย ตัวอย่างกากถั่วเหลืองที่นำมาวิเคราะห์มีเปอร์เซ็นต์เยื่อใย 3.50 เปอร์เซ็นต์ซึ่งต่ำกว่าค่าที่นพวรรณ (2530) เคยรายงานไว้ (6.40 เปอร์เซ็นต์) ซึ่งอาจเนื่องมาจากแหล่งที่มาแตกต่างกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เถ้า ตัวอย่างกากถั่วเหลืองที่นำมาวิเคราะห์มีเปอร์เซ็นต์เถ้า 6.67 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ต่ำ ซึ่งอาจเนื่องมาจากแหล่งที่มาแตกต่างกัน

แคลเซียม, ฟอสฟอรัส ตัวอย่างกากถั่วเหลืองที่นำมาวิเคราะห์มีเปอร์เซ็นต์แคลเซียมและ ฟอสฟอรัส 0.33 และ 0.49 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ซึ่งน้อยกว่าค่าที่นพวรรณ (2529) รายงานไว้ (0.41 และ 0.61 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ) แต่แคลเซียมมากกว่า และฟอสฟอรัสน้อยกว่าค่าที่ศรีสกุล (2537) รายงานไว้ (0.2 และ 0.6 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ) ซึ่งอาจเนื่องมาจากแหล่งที่มาแตกต่างกัน

จากการศึกษาการย่อยได้

ค่าสัมประสิทธิ์การย่อยได้ของโปรตีนของกากถั่วเหลือง 37.78 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งต่ำกว่าที่ควรจะเป็น อาจเนื่องมาจากสุกรรุ่นที่ใช้ในการทดลองเจ็บป่วย สุขภาพไม่สมบูรณ์เต็มที่ ซึ่งส่งผลต่อการย่อยได้ของอาหาร

ค่าการย่อยได้ของโปรตีน 86.92 เปอร์เซ็นต์ น้อยกว่าค่าที่นพวรรณ (2529)รายงานไว้ (91.9 เปอร์เซ็นต์) ค่าชีวภาพของโปรตีน 96.29 มากกว่าค่าที่นพวรรณ (2529) รายงานไว้ (68.02 เปอร์เซ็นต์)

ค่าโปรตีนใช้ประโยชน์ได้สุทธิ 76.64 เปอร์เซ็นต์ น้อยกว่าค่าที่นพวรรณ (2529)รายงานไว้ (83.12 เปอร์เซ็นต์)

ค่าสัมประสิทธิ์การย่อยได้ของวัตถุแห้ง 78.77เปอร์เซ็นต์ ค่าพลังงานย่อยได้ 3190.99 กิโลแคลอรี่/กิโลกรัม น้อยกว่าค่าที่กษิดิศ (2518) รายงานไว้ (4010 กิโลแคลอรี่/กิโลกรัม)

ค่าพลังงานใช้ประโยชน์ได้ 3128.06 กิโลแคลอรี่/กิโลกรัม มากกว่าที่อุทัย (2529) รายงานไว้ (2825 กิโลแคลอรี่/กิโลกรัม)

ทั้งนี้ค่าที่ได้จากการศึกษาจากการย่อยได้ทั้งหมดน่าจะมีค่าต่ำกว่าที่ควรจะเป็น เนื่องมาจากสุกรรุ่นที่ใช้ในการทดลองเจ็บป่วย สุขภาพไม่สมบูรณ์เต็มที่ ซึ่งส่งผลต่อการย่อยได้และการใช้ประโยชน์ได้ของอาหาร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สรุปผลการทดลอง

ปลายข้าว

การศึกษาการย่อยได้ของปลายข้าวในสุกรรุ่น สรุปได้ดังนี้ ค่าสัมประสิทธิ์การย่อยได้ของโปรตีน 59.64 เปอร์เซ็นต์ ค่าการย่อยได้ของโปรตีน 4.18 เปอร์เซ็นต์ ค่าชีวภาพของโปรตีน 94.55 เปอร์เซ็นต์ ค่าโปรตีนใช้ประโยชน์ได้สุทธิ70.95 เปอร์เซ็นต์ ค่าสัมประสิทธิ์การย่อยได้ของวัตถุแห้ง 58.77 เปอร์เซ็นต์ ค่าพลังงานย่อยได้ 3404.58 กิโลแคลอรี่/กิโลกรัม และค่าพลังงานใช้ประโยชน์ได้ 3388.17 กิโลแคลอรี่/กิโลกรัม

กากถั่วเหลือง

การศึกษาการย่อยได้ของปลายข้าวในสุกรรุ่น สรุปได้ดังนี้ ค่าสัมประสิทธิ์การย่อยได้ของโปรตีน 86.92 เปอร์เซ็นต์ ค่าการย่อยได้ของโปรตีน 37.78 เปอร์เซ็นต์ ค่าชีวภาพของโปรตีน 96.20 เปอร์เซ็นต์ ค่าโปรตีนใช้ประโยชน์ได้สุทธิ 76.64 เปอร์เซ็นต์ ค่าสัมประสิทธิ์การย่อยได้ของวัตถุแห้ง 78.77 เปอร์เซ็นต์ ค่าพลังงานย่อยได้ 3190.99 กิโลแคลอรี่/กิโลกรัม และค่าพลังงานใช้ประโยชน์ได้ 3128.06 กิโลแคลอรี่/กิโลกรัม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อเสนอแนะ

1. ในการศึกษาการย่อยได้ ควรเลือกใช้ตัวอย่างอาหารที่มีคุณภาพดี ไม่มีสิ่งปลอมปนเพื่อให้ผลการทดลองที่ได้มีความถูกต้องสูงสุด

2. ตัวอย่างอาหารที่ใช้ในการทดลองควรมาจากหลายๆ แหล่ง เพื่อเป็นตัวแทนที่ดีในการสุ่มเพื่อทำการทดลองแล้วหาค่าเฉลี่ย ซึ่งค่าที่ได้ จะมีความถูกต้องมากขึ้น

3. ควรมีอุปกรณ์และสารเคมีที่มีคุณภาพและเพียงพอในการทดลองวิเคราะห์ทางเคมี

4. ควรใช้สัตว์ทดลองที่มีสุขภาพดีในปริมาณมากเกินพอ สำหรับทดแทนในกรณีที่มีสัตว์เจ็บป่วยหรือตาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

กษิดิศ อื้อเชี่ยวชาญกิจ. 2518. ผลของการแช่ถั่วเหลืองนึ่งและกากถั่วเหลืองลงในสารละลายกรดหรือด่างเพื่อเป็นอาหารเลี้ยงลูกสุกรหย่านมก่อนกำหนด. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท.มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพมหานคร.

ธีรยุทธ เวชรัชต์พิมล. 2526. ข้าวและผลพลอยได้จากข้าว. เพื่อนไก่ 33(376) : 41 – 46

นงเยาว์ จันทรา. 2527. ผลของการใช้อาหารเสริมโปรตีนจากถั่วเหลืองต่างกรรมวิธีต่อประสิทธิภาพและการเจริญเติบโตของลูกสุกรหย่านมก่อนกำหนด. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพมหานคร.

นพวรรณ ไชยานุกูลกิตติ. 2530. การใช้ถั่วเหลืองผ่านกรรมวิธีต่างๆ เป็นอาหารเสริมโปรตีนเลี้ยงลูกสุกรหย่านมก่อนกำหนด. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพมหานคร.

พันทิพา พงษ์เพียจันทร์. 2531. โภชนศาสตร์สัตว์. พิมพ์ครั้งที่ 1, โอ.เอส.พริ้นติ้งเฮ้าส์, บางกอกน้อย กรุงเทพมหานคร. 158 น.

ศิริลักษณ์ ภูวดลไพโรจน์. 2525. กรรมวิธีที่เหมาะสมในการปรับปรุงคุณค่าทางโภชนาการของถั่วเหลืองเพื่อใช้เป็นอาหารเลี้ยงลูกสุกรหย่านมก่อนกำหนด. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพมหานคร.

ศรีสกุล วรจันทรา. 2537. เทคโนโลยีอาหารสัตว์. พิมพ์ครั้งที่ 1. ภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตสัตว์ คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กรุงเทพมหานคร. 214 น.

ศรีสกุล วรจันทรา และ รณชัย สิทธิไกรพงษ์. โภชนศาสตร์สัตว์. 2539. พิมพ์ครั้งที่ 1. โอ.เอส.พริ้นติ้งเฮ้าส์, บางกอกน้อย กรุงเทพมหานคร.

อุทัย คันโธ. 2529. อาหารและการผลิตอาหารเลี้ยงสุกรและสัตว์ปีก. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กำแพงแสน. นครปฐม. 187 น.

อำนวย อินทนนท์. 2525 *การวิเคราะห์คุณภาพและสิ่งปลอมปนของกากถั่วเหลืองด้วยกล้องจุลทรรศน์*. ปัญหาพิเศษปริญญาตรี. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. กรุงเทพมหานคร.

Allen, K. Smith and Sidney, J. Circle. 1978. Soybean chemistry and technology. Volume proteins Reivsed. The aviqulishing company inc. The united states of American. 61-63 p.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ 1. แสดงส่วนประกอบทางเคมีของปลายข้าว

วัตถุดิบ	ME	โปรตีน (%)	ไขมัน (%)	เยื่อใย (%)	แคลเซี่ยม (%)	ฟอสฟอรัส (%)	ความชื้น (%)	เถ้า (%)
ปลายข้าว	3450	8.5	1.2	2.0	0.04	0.16	11.0	-

ที่มา : ศรีสกุล (2537)

ตารางผนวกที่ 2. แสดงผลวิเคราะห์ปริมาณโภชนะต่างๆ ในกากถั่วเหลือง

	วัตถุแห้ง (%)	โปรตีน (%)	ไขมัน (%)	เยื่อใย (%)	แคลเซี่ยม (%)	ฟอสฟอรัส (%)	GE [1]
กากถั่วเหลือง	88.00	43.45	3.23	6.40	0.41	0.61	4993.8

[1] GE หมายถึงพลังงานรวม (Gross energy) มีหน่วยเป็นกิโลแคลอรี่ / กิโลกรัม

ที่มา : นพวรรณ (2530)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้