

รายงานการวิจัย

เรื่อง

พลังงานใช้ประโยชน์ของกากปาล์มน้ำมันในสัตว์ปีก
Apparent Metabolizable Energy of Oil Palm Meal for Poultry

โดย

รศ.ดร.สุชีพ สุขสุแพทย์
นายเทพกร ช่วยสงคราม

ภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตสัตว์ คณะเทคโนโลยีการเกษตร
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ. 2546

RCH

SF

494

เลขหมู่..... 87632

เลขทะเบียน 54601

วัน,เดือน,ปี 21 ส.ค. 2548

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์การใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น ยกเว้นที่พิมพ์เผยแพร่เนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

b. ๒๓๒๖๖๔๖
i.....

บทคัดย่อ

พลังงานใช้ประโยชน์ของกากปาล์มน้ำมันในสัตว์ปีก

การศึกษาพลังงานใช้ประโยชน์ของกากปาล์มในสัตว์ปีก ในการทดลองที่ 1 ศึกษาองค์ประกอบทางเคมีของกากปาล์มประเภทกากเนื้อในเมล็ดปาล์ม (Palm kernel meal) ซึ่งได้รวบรวมจากโรงงานอุตสาหกรรมผลิตน้ำมันปาล์มจังหวัดชุมพร จำนวน 6 ตัวอย่าง วิเคราะห์หาปริมาณโปรตีน ไขมัน เถ้า เยื่อใย และแป้ง พบว่ามี โปรตีน 11.22 - 16.87 % ไขมัน 0.45 - 12.01 % เถ้า 3.20 - 6.44 % แป้ง 59.31 - 72.87 % และเยื่อใย 3.32 - 16.93 % ในการทดลองที่ 2 ศึกษาค่าพลังงานใช้ประโยชน์ของกากปาล์มใช้วิธีประเมินค่าพลังงานใช้ประโยชน์โดยใช้ไก่เนื้ออายุ 4 - 6 สัปดาห์ เป็นสัตว์ทดสอบ 10 ตัวต่อชนิดอาหาร เลือกรับอาหารทดสอบแบบกึ่งบริสุทธิ์ (semi-purified diet) ซึ่งมีแป้งข้าวโพดและเคซีนเป็นวัตถุดิบปรับโภชนะในอาหารทดสอบให้มีโปรตีนไม่น้อยกว่า 16 % จากการศึกษาพบว่า ค่าพลังงานใช้ประโยชน์ของกากเนื้อในเมล็ดปาล์มคำนวณในรูปแบบน้ำหนักแห้ง (dry matter basis) มีค่าอยู่ระหว่าง 2,009 - 2,517 กิโลแคลอรี/กิโลกรัมอาหาร

Abstract

Apparent Metabolizable Energy of Oil Palm Meal for Poultry

This experiment was conducted to evaluate the apparent metabolizable energy (AME) of oil palm meal for poultry. The first trial was conducted to analyze proximate chemical composition in six samples of oil palm meal (palm kernel meal) collected from various factories in Chumporn province. Results showed their chemical composition were 11.22 - 16.87 % protein, 0.45 - 12.01 % fat, 3.20 - 6.44 % ash, 59.31 - 72.87 % NFE and 3.32 - 16.93 % fiber. The second trial was conducted to determine the AME of palm kernel meal for poultry by using 4 - 6 weeks old of broiler chicken and using ten birds for each sample. Semi-purified diets were prepared by mixing oil palm meal and balance protein to 16 % with maize and casein. Results showed the AME of palm kernel meal were 2,009 - 2,517 Kcal/kg as dry matter basis.

คำนิยม

ในการทำงานวิจัยครั้งนี้ได้รับงบประมาณสนับสนุนจากคณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ในงบประมาณรายได้เพื่อการสนับสนุน การทำวิจัย ประจำปีงบประมาณ 2545 และได้รับความอนุเคราะห์จากอาจารย์เทียมภพ ก้านเหลือง ผู้ช่วยอธิการบดีฝ่ายวิชาการประจำวิทยาเขตชุมพร ในการหาแหล่งผลิตกากปาล์มใน เขตจังหวัดชุมพร และจัดส่งให้ถึงสถาบันฯ ผู้วิจัยขอขอบคุณเป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

รศ.ดร.สุชีพ สุขสุแพทย์



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
สารบัญ	(1)
สารบัญตาราง	(2)
สารบัญภาคผนวก	(2)
คำนำ	1
วัตถุประสงค์	1
การตรวจเอกสาร	2
อุปกรณ์และวิธีการ	5
ผลการทดลอง	9
วิจารณ์	11
สรุป	12
เอกสารอ้างอิง	13
ภาคผนวก	15



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1.	แสดงส่วนประกอบทางเคมี(%)ของกากเนื้อในเมล็ดปาล์ม (น้ำหนักแห้ง)	9
2.	แสดงค่าพลังงานใช้ประโยชน์ของกากเนื้อในเมล็ดปาล์ม	10
3.	แสดงค่าพลังงานใช้ประโยชน์ของกากเนื้อในเมล็ดปาล์ม (น้ำหนักแห้ง)	10

สารบัญตารางผนวก

ตารางผนวกที่		หน้า
1.	แสดงข้อมูลการบันทึกผลการทดสอบกากปาล์มที่ให้ไก่ทดสอบกิน กากปาล์มล้วนๆ	16
2.	แสดงข้อมูลการบันทึกผลการทดสอบกากปาล์มที่ให้ไก่ทดสอบกิน กากปาล์มผสม แป้งข้าวโพด	17
3.	แสดงข้อมูลการบันทึกผลการทดสอบกากปาล์มที่ให้ไก่ทดสอบกิน กากปาล์มผสม แป้งข้าวโพดและเคซีน	18

พลังงานใช้ประโยชน์ของกากปาล์มน้ำมันในสัตว์ปีก

Apparent Metabolizable Energy of Oil Palm Meal for Poultry

คำนำ

การใช้กากปาล์มในอาหารสัตว์ปีกมีรายงานไม่มากนักแต่จะมีการใช้แพร่หลายในสัตว์เคี้ยวเอื้องซึ่งทั้งนี้อาจเป็นเพราะระดับเยื่อใยและไขมันที่เป็นองค์ประกอบในวัตถุดิบที่ผลิตได้จากโรงงานมีความแปรผันมาก ทำให้ผลการรายงานคุณค่าทางโภชนาการไม่แน่นอนและไม่สามารถอ้างอิงได้ ดังนั้นถ้ามีการแบ่งคุณภาพให้ชัดเจนและจัดกลุ่มกากปาล์มที่จะใช้ประโยชน์ได้ดีในสัตว์ปีก และมีตัวบอกรูปร่างภาพไว้จะทำให้การประกอบสูตรอาหารเกิดผลใกล้เคียงกับการคำนวณและให้ผลตอบสนองที่คุ้มค่าและถึงแม้จะได้มีการศึกษาเทคนิคการประเมินค่าพลังงานใช้ประโยชน์ของกากปาล์มในสัตว์ปีกบ้างแล้วแต่ปริมาณตัวอย่างมีปริมาณน้อยและหลากหลายคุณภาพจึงทำให้ผลที่ได้จากการรายงานไม่เป็นค่าอ้างอิงได้ดี จึงควรเน้นเฉพาะประเภทกากปาล์มที่น่าจะเหมาะสมแล้วศึกษาโภชนาการให้ถูกต้องอีกจะเหมาะสมกว่า

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาองค์ประกอบทางเคมี (proximate chemical composition) ของกากปาล์มประเภทกากเนื้อในเมล็ดปาล์มเพื่อศึกษาความหลากหลายของคุณภาพ
2. เพื่อศึกษาค่าพลังงานใช้ประโยชน์ของกากปาล์มน้ำมันประเภทกากเนื้อในเมล็ดปาล์มสำหรับสัตว์ปีกที่มีคุณภาพต่างๆกัน

การตรวจเอกสาร

ประเภทและการใช้ประโยชน์ของกากปาล์ม

ผลผลิตโดยตรงของปาล์มน้ำมัน คือ น้ำมันปาล์ม ซึ่งมีอยู่ 2 ชนิด เรียกว่า น้ำมันปาล์มดิบ (crude oil) ที่ได้จากเปลือกปาล์มและน้ำมันเนื้อปาล์ม (palm kernel oil) ที่ได้จากเนื้อปาล์ม สิ่งที่เหลือจากปาล์มน้ำมัน ได้แก่ เศษทะลายปาล์ม ซึ่งใช้เป็นเชื้อเพลิงและปุ๋ย นอกนั้นเป็นพวกกากปาล์ม ซึ่งสามารถใช้เป็นวัตถุดิบอาหารสัตว์ (ฐานันต์, 2530) ได้แก่

1 กากเปลือกปาล์ม (palm press fibre ; PPF) ที่ได้หลังจากการหีบเปลือกปาล์ม มีปริมาณ 7.05 % ของทะลายปาล์มสด (นิรนาม, 2526) ใช้เป็นเชื้อเพลิง หรือใช้เลี้ยงสัตว์เคี้ยวเอื้องได้ในระดับ 35 % (Dallzell, 1977) มีปริมาณโปรตีน 9.3 % และไขมัน 14.7% (Aznam, 1982)

2 กากเนื้อในเมล็ดปาล์ม (palm kernel meal ; PKM) ได้จากการสกัดน้ำมันเนื้อปาล์ม มีปริมาณ 2.95 % ของทะลายปาล์มสด (นิรนาม, 2526) ใช้เลี้ยงสัตว์เคี้ยวเอื้องและสัตว์กระเพาะเดียว (Yeong, 1982 ; Yosoffbin, 1982) มีปริมาณโปรตีน 18.5 % ไขมัน 1.5 % และเยื่อใย 14.3 % (อุทัย, 2526)

3 กากปาล์มน้ำมันที่ได้จากการเก็บผลปาล์มทั้งหมด (palm oil meal ; POM) มีมากในประเทศไทย ใช้เลี้ยงสัตว์เคี้ยวเอื้อง (สมพงษ์, 2526) และไก่เนื้อ (วินัยและคณะ, 2527) มีปริมาณโปรตีน 7.08 % ไขมัน 6.91% และเยื่อใย 30.51% (สมพงษ์, 2526)

4 ของเหลือที่เป็นของเหลวจากโรงงานปาล์มน้ำมัน (oil palm sludge; OPS) ถ้าหากลดความชื้นให้ต่ำลงก็สามารถนำไปใช้เป็นอาหารสัตว์ได้เช่นกัน (Yeong, 1982)

McDonal et al (1982) แนะนำการให้ใช้กากเนื้อปาล์ม (PKM) ในระดับ 20% ของอาหารสัตว์กระเพาะเดียว ส่วน Davies (1982) แนะนำให้ใช้ในระดับ 5 % และ 8 % ของอาหารไก่เนื้อและไก่ไข่ ตามลำดับ Yosoffbin (1982) ทดลองใช้กากเนื้อปาล์ม (PKM) ในระดับ 0, 10, 20 และ 30 % ของอาหารไก่เนื้อ พบว่า ไก่เนื้อที่มีอัตราการเจริญเติบโตลดลงและมีต้นทุนค่าอาหารสูงขึ้นตามระดับของกากเนื้อปาล์มที่ใช้ในสูตรอาหาร ในขณะที่ Yeong (1982) รายงานว่าสามารถใช้ในสูตรอาหารไก่ได้ 20-40 % ซึ่งสุราและคณะ (2534) แนะนำให้ใช้ในระดับ 30 % และ 40% สำหรับไก่อายุ 0-4 และ 4-6 สัปดาห์ตามลำดับ โดยเสริมไขมันให้มีพลังงานใช้ประโยชน์ 3200 กิโลแคลอรี/กิโลกรัม จะมีอัตราการแลกเนื้อดีกว่าที่ระดับพลังงาน 2800 กิโลแคลอรี/กิโลกรัม ส่วน Azmas and Chicco (1977) อ้าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยทวิศักดิ์ (2592) ทดลองใช้ในระดับ 15, 30 และ 45 % พบว่าการใช้ในระดับ 45 % มีผลทำให้ไก่เนื้อ มีการเจริญเติบโตต่ำ เสาวนิตและคณะ (2530) ทดลองระยะเวลาในการเก็บรักษาซากเนื้อปาล์มเป็น เวลา 20, 40, 60, 80 และ 100 วัน พบว่าค่าความชื้นมีแนวโน้มสูงขึ้นและค่าไขมันมีแนวโน้มลดลงตาม ระยะเวลาที่ใช้เก็บรักษา

วิธีการหาค่าพลังงานใช้ประโยชน์

การหาค่าพลังงานใช้ประโยชน์ปรากฏ (apparent metabolizable energy, AME) สำหรับ สัตว์ปีกนิยมใช้ไก่เนื้อเป็นตัวแทนของสัตว์ปีกทั่วไป โดยจากรายงานของ Mollah และคณะ (1983) ซึ่ง ได้ใช้เป็นวิธีการมาตรฐาน ของภาควิชาสัตวบาล มหาวิทยาลัยซิดนีย์ ประเทศออสเตรเลีย จะใช้ไก่เนื้อ อายุตั้งแต่ 3 สัปดาห์ ขึ้นไป ในขณะที่ Farrell (1978, 1980) ได้ใช้ไก่ตัวผู้พันธุ์ไฮที่โตเต็มวัย น้ำหนัก ระหว่าง 2-2.5 กิโลกรัม เป็นสัตว์ตัวแทน โดยมีจุดประสงค์จะลดค่าใช้จ่ายในการเลี้ยงไก่ทดแทน เพราะไก่ตัวผู้พันธุ์ไฮที่โตเต็มวัยแล้ว จะมีการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักตัวได้ช้า จึงสามารถใช้ในการศึกษา ได้หลายครั้ง โดยที่จำนวนไก่ที่จะใช้จะจัดไว้ 6-10 ตัวต่อซ้ำ และจะมีการจัดไก่เป็น 4 ซ้ำ ในแต่ละวัตถุ ดิบที่จะศึกษา

อาหารที่จะใช้ในการทดลองโดยทั่วไปจะต้องใช้วัตถุดิบที่บริสุทธิ์และรู้ค่าโภชนาโดยเฉพาะ โปรตีนและพลังงานที่แน่นอน เมื่อประกอบเป็นสูตรอาหารแล้วจะต้องมีโภชนาเพียงพอแก่ความ ต้องการของสัตว์ในระยะนั้นๆ ด้วย ดังตัวอย่างของสูตรอาหารที่ใช้ในงานของภาควิชาสัตวบาล มหาวิทยาลัยซิดนีย์ ซึ่งได้เสนอโดย A.P.I.A. (1985) ดังต่อไปนี้

	กรัม/กิโลกรัม
แป้งข้าวโพด (Ground maize)	800
เคซีน (Casein, HCl-treated globular)	133
โดแคลเซียมฟอสเฟต	26
แคลเซียมคาร์บอเนต	11
ซีไลต์ (Celite)	20
วิตามิน/แร่ธาตุ	10
รวม	1,000 กรัม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จะเห็นได้ว่าแบ่งข้าวโพด จะใช้เป็นแหล่งให้พลังงาน และเคซีนเป็นแหล่งให้โปรตีนถ้าต้องการที่จะศึกษาค่าพลังงานใช้ประโยชน์ของวัตถุดิบใดๆ ก็ตามให้แทนที่ในส่วนของข้าวโพด ดังเช่นตัวอย่างการแทนที่ของวัตถุดิบที่มีโปรตีนปริมาณต่างๆ กัน

1. วัตถุดิบที่มีโปรตีนต่ำ (มีโปรตีนระหว่าง 30-55%)

ใช้วัตถุดิบ 400 กรัม/กิโลกรัม

ใช้แบ่งข้าวโพด 533 กรัม/กิโลกรัม

2. วัตถุดิบที่มีโปรตีนปานกลาง (มีโปรตีน 55-70%)

ใช้วัตถุดิบ 300 กรัม/กิโลกรัม

ใช้แบ่งข้าวโพด 633 กรัม/กิโลกรัม

3. วัตถุดิบที่มีโปรตีนสูง (มีโปรตีนมากกว่า 70%)

ใช้วัตถุดิบ 250 กรัม/กิโลกรัม

ใช้แบ่งข้าวโพด 683 กรัม/กิโลกรัม

โดยที่เคซีนจะไม่มี การเปลี่ยนแปลง แต่มีการสัดส่วนของแคลเซียมและฟอสฟอรัสให้เท่ากับ

1.67 อาหารผสมควรจะต้องผ่านการอัดเม็ด เพื่อให้การใช้ประโยชน์ของอาหารดีขึ้น

ในการเก็บข้อมูลหลังจากเลี้ยงไก่ด้วยอาหารที่จะทดสอบอย่างน้อย 4 วัน ก่อนที่จะทำการเก็บข้อมูล โดยการเก็บทั้งหมด (total collection) เป็นเวลา 3 วัน โดยจะเก็บมูลทุกวัน และอบ 24 ชั่วโมง ในตู้อบอุณหภูมิ 80 °C นำมูลที่แห้งไปผึ่งอากาศอย่างน้อย 24 ชั่วโมง เพื่อปรับความชื้น แล้วนำไปบดในตะแกรงขนาด 1 มิลลิเมตร ทำนองเดียวกันกับอาหาร จากนั้นจึงทำการหาพลังงานดิบ (gross energy, GE) ในอาหารและมูลด้วย bomb calorimeter มีถาดเบนโซอิก เป็นตัวเทียบมาตรฐานค่าพลังงานดิบที่วัดได้ และปริมาณน้ำหนักรวม และอาหารที่เก็บได้จะนำไปแทนค่าในสูตรต่อไป

สุชีพ (2540) รายงานผลการศึกษากการประเมินค่าพลังงานใช้ประโยชน์ของกากปาล์มซึ่งไม่ได้แยกประเภทของกากซึ่งพบว่าวิธีการประเมินค่าพลังงานด้วยการให้อาหารไก่ทดสอบเพศผู้เต็มวัย 42 ชั่วโมง และการให้กินอาหาร 1 ชั่วโมง ได้ค่าพลังงานใช้ประโยชน์ได้ของกากปาล์มน้ำมันในสัตว์ปีกมีค่าพลังงานใช้ประโยชน์ได้ของกากปาล์มจากการประเมินด้วย 2 วิธีดังกล่าวมีค่าที่ใกล้เคียงกัน คือมีค่าอยู่ระหว่าง 1,588 ถึง 2,517 กิโลแคลอรี/กิโลกรัม

อุปกรณ์และวิธีการ

อุปกรณ์

1. กรงและอุปกรณ์ทดลองประเภท metabolic cages
2. ตู้อบอาหารผสมและมูลสัตว์
3. เครื่องอัดเม็ดอาหารแบบเครื่องบดเนื้อ
4. เครื่องมือวัดค่าพลังงานชนิด ballistic bomb calorimeter
5. เครื่องมือวิเคราะห์ห้องค์ประกอบทางเคมี ประกอบด้วย โปรตีน ไขมัน เยื่อใย แป้ง

วิธีการ

1. ขั้นตอนการทดลอง

- 1.1 ทำการวิเคราะห์โปรตีน ไขมัน เถ้า และเยื่อใย ของกากปาล์มน้ำมันประเภทกากเนื้อในเมล็ดปาล์ม จากแหล่งผลิตต่างๆ และจัดแบ่งกลุ่มตามองค์ประกอบทางเคมีที่วิเคราะห์ได้
- 1.2 ประเมินค่าพลังงานใช้ประโยชน์โดยการใส่ไก่เนื้ออายุ 4-6 สัปดาห์เป็นสัตว์ทดสอบของกากปาล์มแต่ละคุณภาพ

2. วิธีการทดลอง

2.1 การจัดแบ่งการทดลอง

2.1.1 การทดลองที่ 1 ศึกษาองค์ประกอบทางเคมีที่สำคัญของกากปาล์มประเภทกากเนื้อในเมล็ดปาล์ม (palm kernel meal, PKM) ซึ่งได้รวบรวมจากแหล่งผลิต เพื่อทำการวิเคราะห์โปรตีน ไขมัน เถ้า และเยื่อใย จัดแบ่งกลุ่มตามองค์ประกอบทางเคมีที่วิเคราะห์ได้

นำตัวอย่างวัตถุดิบมาบดด้วยเครื่องบดอาหารอย่างละเอียด ใช้ตะแกรงขนาด 20 เมช วิเคราะห์หาโปรตีน ไขมัน เยื่อใย ตามวิธีของ AOAC (1995) และวิเคราะห์ค่าพลังงานทั้งหมดโดยใช้ Bomb calorimeter

2.1.2 การทดลองที่ 2 ศึกษาค่าพลังงานใช้ประโยชน์ของกากปาล์มที่แบ่งกลุ่มไว้ใน การทดลองที่ 1 ใช้วิธีประเมินค่าพลังงานใช้ประโยชน์โดยการใส่ไก่เนื้ออายุ 4-6 สัปดาห์เป็นสัตว์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทดสอบของกากปาล์มแต่ละคุณภาพ ใช้อาหารทดสอบแบบกึ่งบริสุทธิ์ (semi-purified diet) และเก็บ
มูลทดสอบแบบทั้งหมด (total collection)

ใช้ไก่เนื้ออายุ 4-6 สัปดาห์เป็นสัตว์ทดสอบของกากปาล์มแต่ละคุณภาพ เลี้ยงไก่ในกรงเดี่ยว มี
ที่ให้อาหารและน้ำเฉพาะตัว และมีถาดรองรับมูลเฉพาะตัวป้องกันการปะปนกับตัวอื่นๆ ใช้อาหาร
ทดสอบแบบกึ่งบริสุทธิ์ (semi-purified diet) ซึ่งมีแป้งข้าวโพดและเคซีนเป็นวัตถุดิบปรับโภชนะใน
อาหารทดสอบให้มีโปรตีนไม่น้อยกว่า 16 % เลี้ยงไก่ด้วยอาหารที่จะทดสอบอย่างน้อย 4 วัน ก่อนที่จะ
ทำการเก็บข้อมูล โดยการเก็บทั้งหมด (total collection) เป็นเวลา 3 วัน โดยจะเก็บมูลทุกวัน และอบ
24 ชั่วโมง ในตู้อบอุณหภูมิ 65 °ซ นำมูลที่แห้งไปผึ่งอากาศอย่างน้อย 24 ชั่วโมง เพื่อปรับความชื้น
แล้วนำไปบดในตะแกรงขนาด 20 เมช ทำนองเดียวกันกับอาหาร จากนั้นจึงทำการหาพลังงานดิบ
(GE) ในอาหารและมูลด้วย ballistic bomb calorimeter มีกรดเบนโซอิก (benzoic acid) เป็นตัว
เทียบมาตรฐานค่าพลังงานดิบที่วัดได้ และปริมาณน้ำหนักรวม และอาหารที่เก็บได้จะนำไปแทนค่าใน
สูตรต่อไป

2.2 การประเมินค่าพลังงานของกากปาล์ม

ในการศึกษาค่าพลังงานของกากปาล์มได้ศึกษาเพื่อเปรียบเทียบ 3 วิธีการ ดังนี้

2.2.1. อาหารทดสอบเฉพาะกากปาล์ม

ใช้ไก่เนื้ออายุประมาณ 4-6 สัปดาห์ซึ่งได้ฝึกให้กินอาหารปกติได้ไม่ต่ำกว่า
100 กรัม ในเวลา 1 ชั่วโมง มาทดสอบกากปาล์ม และเก็บข้อมูล 3 วัน

2.2.2. อาหารทดสอบมีกากปาล์มผสมแป้งข้าวโพด

ก. เตรียมอาหารทดสอบโดยนำกากปาล์มปริมาณ 50 % ผสมกับแป้งข้าว
โพด (corn flour) ปริมาณ 49.5 % และวิตามิน-แร่ธาตุ 0.5 % ผสมน้ำหมาดๆทำการอัดเม็ด นำเข้าตู้
อบที่อุณหภูมิ 60 - 70 °ซ นานประมาณ 24 ชั่วโมง ปล่อยให้เย็นในสภาพอุณหภูมิห้องนาน 24 ชั่วโมง

ข. การคำนวณค่าพลังงานของกากปาล์ม นำค่าพลังงานใช้ประโยชน์ของ
อาหารผสมกากปาล์มและแป้งข้าวโพดมาคำนวณเพื่อลบค่าพลังงานของแป้งข้าวโพดโดยที่แป้งข้าว
โพดมีพลังงาน 3,560 กิโลแคลอรี/กิโลกรัม

$$X = \{Y*100-(3,560*49.5)\} * 50$$

X = ค่าพลังงานใช้ประโยชน์ของกากปาล์ม

Y = ค่าพลังงานใช้ประโยชน์ของอาหารผสมกากปาล์มและแป้งข้าวโพด

2.2.3. อาหารทดสอบมีกากปาล์มผสมแป้งข้าวโพดและเคซีน

ก. เตรียมอาหารทดสอบโดยนำกากปาล์มปริมาณ 40 % ผสมกับแป้งข้าวโพด (maize, corn flour) ปริมาณ 45 % เคซีน 11 % ไคแคลเซียมฟอสเฟต 3.5 % และวิตามิน-แร่ธาตุ 0.5 % ผสมน้ำหมาดๆทำการอัดเม็ด นำเข้าตู้อบที่อุณหภูมิ 60 - 70 °ซ นานประมาณ 24 ชั่วโมง ปล่อยให้เย็นในสภาพอุณหภูมิห้องนาน 24 ชั่วโมง

ข. การคำนวณค่าพลังงานของกากปาล์ม นำค่าพลังงานใช้ประโยชน์ของอาหารผสมกากปาล์มและแป้งข้าวโพดมาคำนวณเพื่อหาค่าพลังงานของแป้งข้าวโพดโดยที่แป้งข้าวโพดมีพลังงาน 3,560 กิโลแคลอรี/กิโลกรัม และเคซีนมีพลังงาน 4,051 กิโลแคลอรี/กิโลกรัม

$$X = \{Y*100 - (3,560*45) - (4,051*11)\} * 40$$

X = ค่าพลังงานใช้ประโยชน์ของกากปาล์ม

Y = ค่าพลังงานใช้ประโยชน์ของอาหารผสมกากปาล์ม แป้งข้าวโพด และเคซีน

3. การบันทึกข้อมูลและวิเคราะห์ผลทางสถิติ

3.1 หาค่าเฉลี่ยของผลการวิเคราะห์ทางเคมีและแสดงเป็นค่าสูงสุด-ต่ำสุด

3.2 นำผลการวิเคราะห์หาค่าพลังงานในอาหารทดลองและมุลมาคำนวณค่าพลังงานใช้ประโยชน์ จากสูตร

$$\text{พลังงานใช้ประโยชน์ได้ของอาหาร} = \frac{\text{พลังงานของอาหารที่กิน} - \text{พลังงานในมูลที่ขับออก}}{\text{ปริมาณอาหารที่กิน}}$$

นำค่าพลังงานใช้ประโยชน์ได้ของอาหารผสมกากปาล์ม และแป้งข้าวโพด และ/หรือเคซีน มาคำนวณเพื่อหากลบส่วนที่ไม่ใช่กากปาล์มออก

3.3 นำค่าพลังงานมาหาค่าเฉลี่ยเปรียบเทียบระหว่างกลุ่ม และแสดงผลเป็นค่าเฉลี่ยและค่าสูงสุด-ต่ำสุด

4. ระยะเวลาที่ทำการวิจัย

4.1 ระยะเวลาที่ทำการวิจัย

ประมาณ 8 เดือน (มกราคม – สิงหาคม 2545)

4.2 สถานที่ทำการทดลอง

ฟาร์มเลี้ยงสัตว์ทดลองและห้องปฏิบัติการโภชนศาสตร์สัตว์ภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตสัตว์ คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการทดลอง

ผลการทดลองที่ 1

สำหรับค่าองค์ประกอบทางเคมีหรือโภชนะต่างๆในกากปาล์มชนิดกากเนื้อในเมล็ดปาล์มซึ่งเก็บตัวอย่างจากโรงงานผลิตน้ำมันปาล์มนั้นมีค่าเฉลี่ยของโปรตีน ไขมัน เยื่อใย เถ้า และ แป้ง แตกต่างกันตามแหล่งผลิตและขบวนการผลิต โดยรายละเอียดค่าองค์ประกอบทางเคมีของกากปาล์ม ได้แสดงไว้ในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 แสดงส่วนประกอบทางเคมี(%)ของกากเนื้อในเมล็ดปาล์ม (น้ำหนักแห้ง)

ตัวอย่าง	โปรตีน	ไขมัน	เยื่อใย	เถ้า	แป้ง (NFE)
1	11.22	9.36	3.36	3.20	72.87
2	13.62	12.01	3.33	4.58	66.46
3	13.80	10.99	3.32	5.07	66.82
4	14.11	11.13	3.34	4.58	66.84
5	14.18	8.89	3.32	4.89	68.71
6	16.87	0.45	16.93	6.44	59.31

ผลการทดลองที่ 2

จากการศึกษาเพื่อเปรียบเทียบค่าพลังงานที่ประเมินได้จากใช้ส่วนผสมในอาหารทดสอบ 3 วิธี คือ กากปาล์มล้วนๆในไก่ที่ฝึกให้กินอาหารวันละ 1 ชั่วโมง กากปาล์มผสมกับแป้งข้าวโพด ในสัดส่วน 50 : 49.5 และกากปาล์มผสมแป้งข้าวโพดและเคซีน สัดส่วน 40 : 45 : 11 ในไก่ที่กินอาหารปกติเต็มที่จากการศึกษาพบว่าได้ค่าพลังงานใช้ประโยชน์ที่ใกล้เคียงกันจากการใช้อาหารผสมทั้ง 2 วิธี แต่การให้กากปาล์มเพียงอย่างเดียวได้ค่าพลังงานที่ต่ำ ดังแสดงผลในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 แสดงค่าพลังงานใช้ประโยชน์ของกากเนื้อในเมล็ดปาล์ม

วิธีการ	พลังงานใช้ประโยชน์ (Kcal/kg)	
	(air dry basis)	(dry matter basis)
กากปาล์ม	1,184.7	1,316.6
กากปาล์ม+แป้งข้าวโพด	2,127.5	2,363.9
กากปาล์ม+แป้งข้าวโพด+เคซีน	2,134.6	2,371.8

จากการศึกษาค่าพลังงานใช้ประโยชน์ของกากปาล์มที่เก็บมาได้ทั้งหมดจำนวน 6 กลุ่มตัวอย่าง ไม่จัดกลุ่มตามที่ได้วางแผนไว้แต่ได้ทดสอบทุกตัว โดยใช้อาหารทดสอบมีกากปาล์มผสมแป้งข้าวโพดและเคซีน พบว่าค่าพลังงานใช้ประโยชน์ที่ประเมินได้แตกต่างกันตามองค์ประกอบทางเคมีของกากปาล์มแต่ละชนิด ซึ่งมีค่าอยู่ระหว่าง 2,009 - 2,517 กิโลแคลอรี/กิโลกรัม และได้แสดงผลการศึกษาในตารางที่ 3

ตารางที่ 3 แสดงค่าพลังงานใช้ประโยชน์ของกากเนื้อในเมล็ดปาล์ม (น้ำหนักแห้ง)

ตัวอย่าง	พลังงานใช้ประโยชน์ (Kcal/kg)
1	2,506
2	2,517
3	2,424
4	2,009
5	2,328
6	2,372
เฉลี่ย	2,359.3

วิจารณ์

จากการศึกษาเพื่อประเมินค่าพลังงานใช้ประโยชน์ของกากปาล์มโดยได้ศึกษาเฉพาะกากเนื้อในเมล็ดปาล์มเท่านั้นเนื่องจากมีรายงานของการใช้ประโยชน์ในสัตว์ปีกทั้งในไก่เนื้อและไก่ไข่ในระดับที่ให้ผลที่ดีและให้ผลตอบแทนในผลผลิตและกำไรในระดับที่แนะนำให้เกษตรกรใช้เลี้ยงสัตว์ได้ แต่เนื่องจากขบวนการผลิตของโรงงานแต่ละแห่งให้ผลพลอยได้จากการผลิตน้ำมันปาล์ม คือ กากปาล์มประเภทต่างๆในคุณภาพที่แตกต่างกันซึ่งประเมินจากองค์ประกอบทางเคมีดังที่ได้ศึกษาในครั้งนี้นอกจากนั้นกากปาล์มที่ผลิตได้อาจจะไม่ใช่วัตถุประสงค์หลักของการผลิตจึงทำให้การควบคุมคุณภาพในมุมมองของการนำไปใช้เลี้ยงสัตว์ไม่ได้รับการให้ความสำคัญ ดังนั้นผู้ที่จะนำผลพลอยได้จากโรงงานไปใช้จึงต้องพิจารณาคุณภาพจำแนกตามประเภทของโรงงานและความสม่ำเสมอของคุณภาพที่ได้นำมาตรวจสอบ

จากผลการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของกากเนื้อในเมล็ดปาล์มที่รวบรวมมาได้พบว่ามีหลากหลายขององค์ประกอบโดยเฉพาะโปรตีนและไขมันซึ่งจะมีผลต่อพลังงานใช้ประโยชน์ที่ประเมินได้ และพบว่ามีผลผลิตจากโรงงานหนึ่งซึ่งมีปริมาณโปรตีนสูงแต่มีไขมันที่ต่ำมากซึ่งทำให้สัดส่วนของเยื่อใยสูงถึง 16.9 % และพบว่าจากขบวนการสกัดน้ำมันได้ใช้สารละลาย (solvent extract) จึงได้กากที่มีไขมันต่ำมาก

จากการศึกษาวิธีการประเมินค่าพลังงานใช้ประโยชน์โดยการเปรียบเทียบ 3 วิธีว่าวิธีใดจะเหมาะแก่การประเมินกากปาล์ม พบว่าการใช้กากปาล์มผสมกับอาหารกึ่งบริสุทธ์เช่นแป้งข้าวโพดและ/หรือเคซีนซึ่งทราบค่าพลังงานและโปรตีนและมีการใช้เป็นมาตรฐานทั่วไป เป็นวิธีที่เหมาะสมแต่อาจจะมีค่าใช้จ่ายที่สูงขึ้นแต่ผลการศึกษาจะให้ความเที่ยงตรงของค่าที่ได้จากสัตว์ทดสอบแต่ละตัวที่ดีที่สุด จึงได้เลือกใช้วิธีนี้ประเมินค่าพลังงานใช้ประโยชน์ของกากปาล์มในครั้งนี้

การประเมินค่าพลังงานใช้ประโยชน์ได้นำเสนอทั้งในรูปของน้ำหนักขึ้น (air dry basis) และน้ำหนักแห้ง (dry matter basis) พบว่ามีบางตัวอย่างที่ค่าพลังงานแตกต่างจากตัวอย่างอื่นมากถึงแม้จะมีองค์ประกอบทางเคมีที่ใกล้เคียงกันโดยอาจเป็นคุณสมบัติเฉพาะที่พบในตัวอย่างนั้นๆ อย่างไรก็ตามถ้าดูจากค่าพลังงานของตัวอย่างที่เหลืออีก 5 ตัวอย่างจะมีค่าพลังงานอยู่ในกลุ่มค่าเฉลี่ย ระหว่าง 2,372 ถึง 2,517 กิโลแคลอรี/กิโลกรัมอาหาร หรือเฉลี่ย เท่ากับ 2,429.4 กิโลแคลอรี/กิโลกรัมอาหาร ซึ่งสามารถจะให้ข้อมูลอ้างอิงได้ในการนำไปคำนวณสูตรอาหารสัตว์

สรุป

จากการศึกษาพบว่า ค่าพลังงานใช้ประโยชน์ของกากเนื้อในเมล็ดปาล์มคำนวณในรูปน้ำหนักแห้ง (dry matter basis) มีค่าอยู่ระหว่าง 2,009 - 2,517 กิโลแคลอรี/กิโลกรัมอาหาร และมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2,359.3 กิโลแคลอรี/กิโลกรัมอาหาร



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา 12 ต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

- ฐานันต์ ศรีวิสุทธิ,2530, ผลการใช้กากปาล์มน้ำมันในอาหารแม่สุกรอุมท้องและเลี้ยงลูก
วิทยานิพนธ์ปริญญาโท,มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์,กรุงเทพมหานคร
- ทวีศักดิ์ นิยมบัณฑิต. 2539. ผลการใช้กากปาล์มน้ำมันกะเทาะเปลือกในอาหารสุกรรุ่น-ขุน.
วิทยานิพนธ์ปริญญาโท มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพมหานคร
- นิรนาม,2526,ความรู้เรื่องปาล์มน้ำมัน,บริษัทอุตสาหกรรมน้ำมันปาล์มและสวนปาล์ม
จำกัด กรุงเทพมหานคร.
- วินัย ประถมภ์กาญจน์ วรวิทย์ วณิชชาติ อุตสาหกรรม จันทร์อำไพ และ บุญธรรม พุกษาวาณิช
2527. การศึกษาระดับที่เหมาะสมของกากปาล์มน้ำมันในอาหารไก่กระທ. ว.สงขลานครินทร์5(4) :331-336.
- สุธา วัฒนสิทธิ์ วินัย ประถมภ์กาญจน์ และศยาม ชุนชำนาญ 2534. อิทธิพลของไขมันในสูตร
อาหารที่มีส่วนประกอบของกากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันสูงต่อการผลิตไก่กระທ. ว.
สงขลานครินทร์ 13(3-4) : 195-201.
- สุชีพ สุขสุแพทย์ 2540. การประเมินค่าพลังงานใช้ประโยชน์ในอาหารสัตว์ปีก. รายงานวิจัย
ฉบับสมบูรณ์เสนอสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย
- สมพงษ์ เทตประสิทธิ์.2526.การใช้กากปาล์มน้ำมันในอาหารโครุ่น. ว.สงขลานครินทร์5
(3):227-229.
- เสาวนิต คูประเสริฐ วินัย ประถมภ์กาญจน์ สุรพล ชลดำรงศกุล และสุจิตร์ ชลดำรงศกุล
2530 ผลของระยะเวลาที่มีต่อคุณภาพกากปาล์มน้ำมัน ว.สงขลานครินทร์ 9(2): 163-
167.
- อุทัย คันธ.2526.อาหารและการคำนวณสูตรอาหาร.ศูนยวิจัยและฝึกอบรมการเลี้ยงสุกร
แห่งชาติ,นครปฐม.110น.
- Armas, A.E. and C.F. Chicco. 1977. Palm kernel meal in rations for growing
chickens. อ้างโดย ทวีศักดิ์ นิยมบัณฑิต. 2539. ผลการใช้กากปาล์มน้ำมันกะเทาะ
เปลือกในอาหารสุกรรุ่น-ขุน. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
กรุงเทพมหานคร

- A.P.I.A. 1985. Procedure for ME determination. Australian Poultry Industries Association, Circular Letter, August. 1985.
- Azman,Z,1982,Nutritive value and utilization palm press fiber in rations for ruminants,paper presented at the Australian-Asia Fibrous Agricultural Residued Research Network Second general meeting and seminar,Dept of Anim,Sci,University of Pertanian,MALAYSIA,24 p.
- Dalzell,R.1977.The ease study on the utilization of effluent and by-products of oil palm By cattle and buffaloes and oil palm estate. *Feedingstuffs for Livestock in South East Asia*4(1):123-141
- Davies, H.L. 1982. A Course Manual in Nutrition and Growth. The Australian Universities International Development Program, Melborne, Australia. 240p.
- Farrell, DJ. 1978. Rapid determination of metabolizable energy of foods using cockerels. *Br.Poult.Sci.*, 19 :303-308.
- Farrell, D.J. 1980. The rapid method of measuring the metabolizable energy of feedstuffs, *Feedstuffs* 52(45) : 24,26.
- McDonal, P.,R.A. Edwards and J.F.D. Greenalgh. 1982. *Animal Nutrition*, Longman, London, UK. 260p.
- Mollah Y., W.L. Bryden, I.R. Wallis, D. Balnave and E.F. Annison. 1983. Studies on low metabolizable energy wheats for poultry using conventional and rapid assay procedures and the effects of processing. *Br.Poult.Sci.*, 24:81-89.
- Yeong,S.W.1982 The nutritive value of palm oil by-product for poultry. *Animal Production and Health in the Tropics* 1:217222.
- Yusoffbin,A.M.1982.The feeding value of palm kernel cake for broilers. MARDI Res.Bull.100(1):120-126



ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา ๕๑๕ ต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ 1 แสดงข้อมูลการบันทึกผลการทดสอบกากปาล์มที่ให้ไก่ทดสอบกินกากปาล์มล้วนๆ

ตัวที่	กินอาหาร (กรัม/ตัว)	มูลแห้ง (กรัม/ตัว)	GE มูล (Kcal/kg)	AME air dry (Kcal/kg)	AME dry matter (Kcal/kg)
1	17.0	10.9	3,632.1	1,393.4	1,548.2
2	15.0	12.1	3,610.6	851.2	945.8
3	12.8	8.6	3,622.0	1,298.3	1,442.6
4	10.3	7.9	3,723.7	913.1	1,014.6
5	9.3	5.7	3,430.0	1,585.5	1,761.7
6	17.0	13.0	3,637.5	977.0	1,085.6
7	22.3	13.0	3,650.2	1,571.1	1,745.7
8	14.8	11.8	3,574.3	899.5	999.5
9	12.0	8.6	3,534.9	1,216.6	1,351.8
10	13.5	9.9	3,536.4	1,141.4	1,268.2
เฉลี่ย				1,184.7	1,316.4

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ตารางผนวกที่ 2 แสดงข้อมูลการบันทึกผลการทดสอบกากปาล์มที่ให้ทดสอบกินกากปาล์มผสม
แป้งข้าวโพด

ตัวที่	กินอาหาร (กรัม/ตัว)	มูลแห้ง (กรัม/ตัว)	GE มูล (Kcal/kg)	AME air dry (Kcal/kg)	AME dry matter (Kcal/kg)
1	111.4	23.0	3,782.6	2,304.4	2,560.5
2	117.8	29.9	3,749.0	1,998.1	2,220.2
3	118.3	28.7	3,662.0	2,111.0	2,345.5
4	98.1	25.4	3,773.6	1,952.4	2,169.3
5	115.9	23.6	3,899.8	2,281.5	2,535.0
6	115.6	26.3	3,684.0	2,203.2	2,448.0
7	119.2	26.9	3,763.7	2,181.7	2,424.1
8	118.9	28.9	3,744.4	2,070.6	2,300.7
9	119.4	27.3	3,684.2	2,192.6	2,436.2
10	118.8	29.5	3,868.6	1,979.6	2,199.6
เฉลี่ย				2,127.5	2,363.9

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา 177 ต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ 3 แสดงข้อมูลการบันทึกผลการทดสอบกากปาล์มที่ให้ไก่ทดสอบกินกากปาล์มผสม
แป้งข้าวโพดและเคซีน

ตัวที่	กินอาหาร (กรัม/ตัว)	มูลแห้ง (กรัม/ตัว)	GE มูล (Kcal/kg)	AME air dry (Kcal/kg)	AME dry matter (Kcal/kg)
1	387.0	98.3	2,950.8	2,275.5	2,528.4
2	394.0	97.1	3,138.2	2,221.8	2,468.6
3	390.0	100.3	2,931.1	2,265.9	2,517.6
4	378.0	94.7	3,081.1	2,225.1	2,472.4
5	389.0	84.8	2,938.0	2,520.9	2,801.0
6	398.0	98.2	3,533.8	2,000.1	2,222.4
7	399.0	106.6	3,501.1	1,857.3	2,063.7
8	399.0	92.1	3,581.8	2,101.7	2,335.2
9	399.0	105.1	3,499.4	1,888.0	2,097.8
10	396.0	89.2	3,440.3	2,218.4	2,464.8
11	398.0	103.3	3,483.5	1,927.6	2,141.8
12	398.0	96.3	3,396.2	2,113.0	2,347.8
เฉลี่ย				2,134.6	2,371.8