

บทที่ 3

วิธีการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ใช้สุกรลูกผสม 3 สายพันธุ์ (ครอกxลาร์จไวท์ x แลนด์เรซ) จำนวน 36 ตัว แยกเป็นเพศผู้ตอน 18 ตัว และ เพศเมีย 18 ตัว น้ำหนักเริ่มต้นประมาณ 30 กิโลกรัม วางแผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อกสมบูรณ์ (RCBD) โดยมีระยะเวลา สถานที่ และอุปกรณ์ในการดำเนินการวิจัยดังต่อไปนี้

ระยะเวลาที่ทำการวิจัย

เริ่มดำเนินการทดลอง	วันที่ 1 กรกฎาคม 2547
เสร็จสิ้นการทดลอง	วันที่ 15 พฤษภาคม 2547

สถานที่ทำการทดลอง

การเลี้ยงสุกรทดลอง ณ ฟาร์มสุกร สาขาสุกร และการวิเคราะห์คอเลสเทอรอล ณ ห้องปฏิบัติการ สาขาอาหารสัตว์ ภาควิชาเทคโนโลยีทางสัตว์ คณะผลิตกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้ เชียงใหม่

การวิเคราะห์ตรวจค่าความเข้มของสีเนื้อสันนอกของสุกร ณ ห้องปฏิบัติการของ ภาควิชาเทคโนโลยีทางอาหาร คณะวิศวกรรมและอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้ เชียงใหม่

อุปกรณ์และวิธีการวิจัย

อุปกรณ์การทดลอง

1. ใช้สุกรลูกผสม 3 สายพันธุ์ (ครอกxลาร์จไวท์xแลนด์เรซ) ในการทดลองจำนวน 36 ตัว แยกเป็นเพศผู้ตอนจำนวน 18 ตัว และเพศเมียจำนวน 18 ตัว น้ำหนักเริ่มต้นประมาณ 30 กิโลกรัม
2. อาหารสำหรับสุกรรุ่นทดลองน้ำหนัก 30-60 กิโลกรัม มีโปรตีนรวม 16 เปอร์เซ็นต์ มีพลังงาน 3,150 ME Kcal/kg. และสุกรขุนทดลองน้ำหนัก 60-90 กิโลกรัม มีโปรตีนรวม 14

เปอร์เซ็นต์ มีพลังงานรวม 3,100 ME Kcal/kg. มีกรดอะมิโนที่จำเป็น แร่ธาตุ และวิตามิน ไม่ต่ำกว่าตามคำแนะนำของ NRC (1998) รวมอาหารสุกรจำนวนประมาณ 9,300 กิโลกรัม

3. เปลือกกุ้งบดละเอียด จำนวน 390 กิโลกรัม
4. เครื่องชั่งน้ำหนักสุกร และอาหาร ขนาด 500 กิโลกรัม (ละเอียด 100 กรัม) จำนวน 1 เครื่อง, เครื่องชั่งน้ำหนักขนาดเล็ก 50 กรัม (ละเอียด 0.01 กรัม) จำนวน 1 เครื่อง
5. ถอดทดลองขนาด 1.5 x 2.0 ตารางเมตร พร้อมอุปกรณ์ให้น้ำแบบอัตโนมัติ และอุปกรณ์ในการเลี้ยง เช่น ที่ดักอาหาร อุปกรณ์ทำความสะอาดและอื่น ๆ จำนวน 18 ชุด
6. อุปกรณ์การจดบันทึก เช่น กระดาษ ดินสอ ปากกา สมุด ไม้บรรทัด เป็นต้น
7. เครื่องมือในการเก็บตัวอย่างเนื้อสุกร เช่น ถุงพลาสติกสำหรับแช่เนื้อ
8. อุปกรณ์วัดความหนาของไขมันสันหลัง (backfat probe) และความยาวซาก (สายวัด)
9. กระดาษไขเขียนแบบเพื่อใช้ในการลอกลายพื้นที่หน้าตัดเนื้อสันนอกโดยใช้เครื่องวัดพื้นที่หน้าตัดเนื้อสัน (Planimeter)
10. เครื่องวัดความเข้มของสี (Tri-stimulus, colorimeter model JC 801)
11. อุปกรณ์วัดระดับ pH (กระดาษลิตมัส Spezialindikator pH MERCK)
12. เครื่องมือพร้อมสารเคมีในการวิเคราะห์หาปริมาณคอเลสเตอรอลในเนื้อสันนอก
13. ตู้ควบคุมอุณหภูมิ -20 องศาเซลเซียส
14. กล้องถ่ายรูป จำนวน 1 ชุด
15. ถุงมือแพทย์และมิด

การทดลองที่ 1 ศึกษาคุณภาพซากของสุกรขุนที่ได้รับอาหารเสริมด้วยเปลือกกุ้ง

ในการทดลองครั้งนี้ได้ใช้สุกรลูกผสม 3 สายพันธุ์ (ดуроค x ลาร์จไวท์ x แลนด์เรซ) ขนาดน้ำหนักตัวประมาณ 30 กิโลกรัม แบ่งเป็นเพศผู้ตอนจำนวน 18 ตัว และเพศเมียจำนวน 18 ตัว ทำการวางแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Blocks Design (RCBD) ประกอบด้วย 6 Treatment และมี 3 Blocks ทำการสุ่มสุกรทดลองเข้าเลี้ยงในคอกทดลองโดยการเข้าขังคู่ และสุ่มอาหารทดลองให้สุกรทดลองในแต่ละกลุ่ม โดยใช้สูตรอาหารทดลองดังนี้

สูตรอาหารสุกรขุนขนาดน้ำหนักตัวประมาณ 30 กิโลกรัม อาหารโปรตีนรวม 16 เปอร์เซ็นต์ พลังงานรวม 3,150 ME Kcal/kg. จำนวน 6 สูตรคือ

- สูตรที่ 1 อาหารไม่ผสมเปลือกกุ้ง (Control)
- สูตรที่ 2 อาหารผสมเปลือกกุ้ง 3.00 เปอร์เซ็นต์
- สูตรที่ 3 อาหารผสมเปลือกกุ้ง 4.00 เปอร์เซ็นต์
- สูตรที่ 4 อาหารผสมเปลือกกุ้ง 5.00 เปอร์เซ็นต์
- สูตรที่ 5 อาหารผสมเปลือกกุ้ง 6.00 เปอร์เซ็นต์
- สูตรที่ 6 อาหารผสมเปลือกกุ้ง 7.00 เปอร์เซ็นต์

สูตรอาหารสุกรขุนขนาดน้ำหนักตัวประมาณ 60 กิโลกรัม อาหารโปรตีนรวม 14 เปอร์เซ็นต์ พลังงาน 3,100 ME Kcal/kg. จำนวน 6 สูตรคือ

- สูตรที่ 1 อาหารไม่ผสมเปลือกกุ้ง (Control)
- สูตรที่ 2 อาหารผสมเปลือกกุ้ง 3.00 เปอร์เซ็นต์
- สูตรที่ 3 อาหารผสมเปลือกกุ้ง 4.00 เปอร์เซ็นต์
- สูตรที่ 4 อาหารผสมเปลือกกุ้ง 5.00 เปอร์เซ็นต์
- สูตรที่ 5 อาหารผสมเปลือกกุ้ง 6.00 เปอร์เซ็นต์
- สูตรที่ 6 อาหารผสมเปลือกกุ้ง 7.00 เปอร์เซ็นต์

สุ่มสูตรอาหารให้กับสุกรทดลองในกลุ่ม โดยแบ่งได้ 3 กลุ่ม (Block) ซึ่งแต่ละกลุ่มจะใช้ระยะเวลาในการทดลอง 4 เดือน สุกรจะได้รับอาหารวันละ 2 เวลา (07.00 น. และ 16.30 น.) ระหว่างการเลี้ยงมีอาหาร และน้ำให้สุกรกินอย่างพอเพียงตลอดเวลา เลี้ยงจนสุกรมีน้ำหนักตัวประมาณ 60 กิโลกรัม จึงเปลี่ยนเป็นสูตรอาหารระยะที่ 2 เลี้ยงจนสุกรมีน้ำหนักตัวประมาณ 90 กิโลกรัม จึงทำการสุ่มหรือเก็บข้อมูลสุกรทั้งหมดเพื่อนำมาชำแหละและศึกษาคุณภาพซากต่อไป

เมื่อสุกรน้ำหนักตัวประมาณ 60 กิโลกรัม ทำการวัดความหนาของไขมันสันหลัง 3 จุดเพื่อนำไปหาปริมาณของไขมันสันหลังและเมื่อสุกรน้ำหนักประมาณ 90 กิโลกรัม ทำการฆ่าชำแหละศึกษาคุณภาพซาก โดยทำการชั่งน้ำหนักก่อนฆ่า น้ำหนักซาก วัดความยาวซาก โดยใช้ซากสุกรซีกซ้ายเพื่อวัดความยาวซาก ความหนาไขมันสันหลัง โดยใช้ backfat probe คำนวณค่าเฉลี่ย 3 จุดที่ได้ (สัญญา, 2534) วัดพื้นที่หน้าตัดเนื้อสันนอกระหว่างซี่โครงที่ 10 – 11 โดยใช้เครื่อง Planimeter การวัดความเข้มของสีเนื้อสันนอกใช้ระบบสีของฮันเตอร์ (Hunter color system) โดยใช้เครื่อง Tri-stimulus, colorimeter model JC 801 ซึ่งวัดสีของเนื้อสุกรซึ่งออกมาเป็นค่า (L) แสดงถึงสี lightness ค่า (a) แสดงถึงสีแดง และ (b) แสดงถึงสี yellowness และวัดค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ของเนื้อสันนอกของสุกร หลังจากนั้นทำการรวบรวมข้อมูลการทดลอง วิเคราะห์หาความแตกต่างด้วยการวิเคราะห์ความแปรปรวน เมื่อพบความแตกต่างก็ทำการเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของทรีตเมนต์ด้วยวิธีการ Duncan's New Multiple Range Test

การทดลองที่ 2 ศึกษาปริมาณคอเลสเตอรอลในเนื้อสันนอกของสุกรขุนที่ได้รับอาหารเสริมด้วยเปลือกกุ้ง

ในการทดลองครั้งนี้ได้ใช้สุกรลูกผสม 3 สายพันธุ์ (ดуроค x ตาร์จไวท์ x แตนด์เรช) ขนาดน้ำหนักตัวประมาณ 30 กิโลกรัม แบ่งเป็นเพศผู้ตอนจำนวน 18 ตัว และเพศเมียจำนวน 18 ตัว (ชุดเดียวกับการทดลองที่ 1) ทำการวางแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Blocks Design (RCBD) ประกอบด้วย 6 Treatment และมี 3 Blocks ทำการสุ่มสุกรทดลองเข้าเลี้ยงในคอกทดลองโดยการเข้าขังคู่ และสุ่มอาหารทดลองให้สุกรทดลองในแต่ละกลุ่ม โดยใช้สูตรอาหารทดลองเช่นเดียวกับการทดลองที่ 1

เมื่อสุกรน้ำหนักประมาณ 90 กิโลกรัม ทำการชำแหละและเก็บชิ้นเนื้อ โดยเก็บตรงบริเวณกล้ามเนื้อสันนอก แล้วนำเข้าเก็บในตู้แช่ควบคุมอุณหภูมิ -20 องศาเซลเซียส เพื่อนำไปวิเคราะห์หาปริมาณคอเลสเตอรอลในเนื้อสันนอกของสุกรขุนที่ทดลอง ทำโดยใช้วิธีของ Jung et al. (1975) ค่าที่ได้จะเป็นค่าคอเลสเตอรอลรวม หลังจากนั้นทำการรวบรวมข้อมูลการทดลองนำมาหาค่าความแตกต่างตามวิธี Analysis of Variance เมื่อพบความแตกต่างทางสถิติทำการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของแต่ละทรีตเมนต์ โดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT)

การวิเคราะห์ปริมาณคอเลสเตอรอลและไตรกลีเซอไรด์ในเนื้อ

การวิเคราะห์ปริมาณคอเลสเตอรอลในเนื้อ โดยใช้เครื่อง spectrophotometer ตามวิธีของ Jung et al. (1975)

ขั้นตอนที่ 1 saponification

วิธีการ saponification

หลักการ การต้มตัวอย่างไขมันที่สกัดได้กับด่าง (saponification) จะทำให้คอเลสเตอรอลเอสเทอร์เปลี่ยนเป็นรูปอิสระ จากนั้นใช้ปิโตรเลียมอีเทอร์สกัดเอาคอเลสเตอรอลออกจากสารตัวอย่าง หลังจากทำให้แห้งแล้ว นำไปทำให้เกิดสีตามวิธีการของ Jung et al. (1975)

น้ำยาที่ใช้

1. โพแทสเซียมไฮดรอกไซด์เข้มข้น 33 เปอร์เซ็นต์ เตรียมจาก โพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ 20 กรัม ในน้ำ 40 มล.
2. โพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ใช้งานเตรียมแล้วใช้ทันที โดยผสมน้ำยาโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์เข้มข้น 6 มล. กับเอทิลแอลกอฮอล์ 94 มล.

วิธีการทำ

1. ควบน้ำยาโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ใช้งาน 5 มล. ใส่ลงในหลอดทุกหลอด
2. ใส่ไขมันตัวอย่างที่สกัดได้และคอเลสเตอรอลมาตรฐานในหลอดทดลองที่เตรียมไว้
3. ปิดจุกเขย่าให้เข้ากัน นำไปอุ่นใน water bath อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส นาน 1 ชั่วโมง โดยทำการเขย่าบ่อย ๆ เมื่อครบเวลาปล่อยทิ้งไว้ให้เย็น
4. ควบปิโตรเลียมอีเทอร์ 5 มล. และน้ำกลั่น 2.5 มล. ใส่ลงในหลอด
5. เขย่าอย่างแรง ๆ อย่างน้อย 1 นาที ตั้งทิ้งไว้จนแยกชั้น
6. ควบส่วนที่เป็นน้ำชั้นล่างทิ้งไปให้ได้มากที่สุดเก็บส่วนชั้นบนที่เป็นปิโตรเลียมอีเทอร์ไว้
7. นำไปประเหยให้แห้งสนิทในน้ำอุ่นประมาณ 50-60 องศาเซลเซียส
8. เมื่อปิโตรเลียมอีเทอร์ระเหยจนหมดแล้วจะได้ส่วนที่จะนำไปวิเคราะห์คอเลสเตอรอลต่อไป

ขั้นตอนที่ 2 วิเคราะห์ปริมาณคอเลสเตอรอล

หลักการ นำตัวอย่างที่ saponification แล้วทำปฏิกิริยากับน้ำยาที่ประกอบด้วยกรดอะซิติก-เข้มข้นที่มี ferric acetate และ uranyl acetate อยู่จำนวนเล็กน้อย กรดอะซิติกจะทำให้โปรตีนตกตะกอน โดย uranyl acetate จะช่วยให้การตกตะกอนสมบูรณ์ขึ้นรวมทั้งบิลิรูบิน เหลือแต่

คอเลสเตอรอลละลายอยู่ นำส่วนใสนี้ไปเติมกรดกำมะถันเข้มข้นที่มีเฟอร์ริคอะซิเตตอยู่ด้วยจะให้สีม่วงแดง วัดการดูดกลืนแสงที่ 560 นาโนเมตร วิธีนี้ไม่มีการรบกวนจากบิลิรูบิน และสีที่ได้เกิดจากปฏิกิริยาของคอเลสเตอรอลอิสระและเอสเทอร์เท่า ๆ กัน

วิธีการวิเคราะห์คอเลสเตอรอล

1. นำตัวอย่างไขมันที่สกัดได้ 50 ไมโครลิตรใส่ในหลอดทดลองขนาด 13 x 100 มล.
2. เติม ferric acetate/uranyl acetate 5.0 มล.
3. กลับหลอดไปมา เพื่อให้สารละลายผสมกัน 2 – 3 ครั้ง แล้วเขย่าอย่างแรงให้เข้ากัน ด้วย Vortex mixer นาน 5 นาที
4. แล้วนำไปปั่นด้วยความเร็ว 2,500 รอบต่อนาที นาน 5 นาที
5. เตรียมหลอดอ่านขนาด 13 x 100 มล. อีกชุดหนึ่งแล้วเติม sulfuric acid reagent 2 มล.
6. ดูดส่วนใส (supernatant) จากหลอดเดิม 3 มล. มาใส่ในหลอดอ่านที่เติม sulfuric acid reagent
7. ผสมให้เข้ากันทันทีด้วย Vortex mixer อย่างน้อย 20 วินาทีแล้วตั้งไว้ที่อุณหภูมิห้อง 15 นาที
8. นำไปวัดค่าดูดกลืนแสงที่ 560 นาโนเมตร (BECKMAN DU 750 spectrophotometer) โดยใช้หลอด blank อ่านค่าเป็นศูนย์

หมายเหตุ : หลอด blank จะเติมเฉพาะ ferric acetate/uranyl acetate 2.0 มล. และ sulfuric acid reagent 2 มล.

การคำนวณ

$$\text{คอเลสเตอรอลรวมเป็น มก./คต.} = \frac{A_u}{A_s} \times 250$$

เมื่อ A_u เป็นค่าการดูดกลืนแสงที่อ่านได้ของหลอด “Unknown”
 A_s เป็นค่าการดูดกลืนแสงที่อ่านได้ของหลอด “Standard”
 ค่าปกติ 40-145 มก./คต.

วิเคราะห์ปริมาณไตรกลีเซอไรด์ในเนื้อ โดยใช้เครื่อง spectrophotometer โดยวิธีการ Biggs et al.(1975)

หลักการ : ไตรกลีเซอไรด์ถูกสกัดด้วยสารละลายผสมของ isopropanol กับ N-heptane โดยมีกรดกำมะถันอยู่ด้วย ไตรกลีเซอไรด์จะออกมาอยู่ในชั้นของ N-heptane เมื่อนำมา saponify ให้เป็นกลีเซอรอลแล้วออกซิไดซ์ต่อให้เป็นฟอร์มาลดีไฮด์

วิธีการวิเคราะห์ไตรกลีเซอไรด์

1. คัดไขมันที่สกัดได้ 500 ไมโครลิตร ใส่ในหลอดทดลอง
2. เติมน-heptane 2.0 มล.
3. เติมน isopropanol 3.5 มล.
4. เติมสารละลายกรดกำมะถัน 40 m mol / l 1.0 มล.
5. ผสมแต่ละหลอดให้เข้ากัน โดยใช้ Vortex mixer นาน 20 วินาที แล้วตั้งทิ้งไว้ 5 นาทีจนน้ำยาแยกชั้น
6. เตรียมหลอดชุดใหม่ และเติมน sodium alkoxide 2.0 มล.
7. คัดสารละลายในชั้นบนของชุดแรก 0.2 มล. ลงในหลอดที่เตรียมไว้
8. เขย่าให้เข้ากันดี แล้วใส่ตู้ร้อน 60 องศาเซลเซียส นาน 5 นาที
9. เติมน sodium periodate 1.0 มล. แล้วผสมให้เข้ากัน
10. เติมน acetylacetone 1.0 มล. ผสมให้เข้ากันแล้วใส่ในตู้ร้อน 60 องศาเซลเซียส นาน 20 นาที
11. ทิ้งให้เย็นที่อุณหภูมิห้อง แล้ววัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 410-420 นาโนเมตรโดยอ่าน blank เป็นศูนย์

หมายเหตุ : หลอด blank จะเติมนสารละลายทุกอย่าง แต่ไม่ใส่ตัวอย่างลงไป

การคำนวณ

ไตรกลีเซอไรด์รวมเป็น มก./ดล. = $\frac{Au}{As} \times 100$

As

เมื่อ Au เป็นค่าการดูดกลืนแสงที่อ่านได้ของหลอด "Unknown"

As เป็นค่าการดูดกลืนแสงที่อ่านได้ของหลอด "Standard"

ค่าปกติ 40-145 มก./ดล.

ตาราง 1 ส่วนประกอบในสูตรอาหารสุกรทดลอง สุกรขุนระยะ 30 – 60 กิโลกรัม

วัตถุดิบ	ปริมาณวัตถุดิบ (กิโลกรัม)					
	สูตร 1	สูตร 2	สูตร 3	สูตร 4	สูตร 5	สูตร 6
ข้าวโพด	37.45	37.30	37.04	37.09	36.51	36.24
ปลายข้าว	35.00	35.00	35.00	35.00	35.00	35.00
รำละเอียด	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00
เปลือกกุ้งบดละเอียด	0.00	3.00	4.00	5.00	6.00	7.00
กากถั่วเหลือง 44%	15.05	12.70	11.96	11.16	10.49	9.76
ปลาป่น 60%	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00
ไขมันสัตว์	2.00	2.00	2.00	2.00	2.25	2.25
ไคเคลเซียม	1.50	1.00	1.00	0.75	0.75	0.75
แอล - ไลซีน	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30
ดีแอล - เมทไธโอนีน	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20
เกลือ	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25
พรีมิกซ์	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25
รวม	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
ส่วนประกอบทางเคมีโดยการคำนวณ, %						
โปรตีนรวม	16.00	16.00	16.00	16.00	16.00	16.00
แคลเซียม	0.66	0.63	1.03	1.09	1.21	1.33
ฟอสฟอรัส	0.69	0.63	0.64	0.60	0.61	0.62
ไลซีน	1.00	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99
เมทไธโอนีน + ซีสทีน	0.73	0.74	0.74	0.74	0.74	0.74
ทริปโตเฟน	0.18	0.18	0.18	0.18	0.18	0.17
ทรีโอนีน	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60
พลังงานใช้ประโยชน์ได้ (ME Kcal/kg)	3149	3143	3137	3137	3145	3138

ตาราง 2 ส่วนประกอบในสูตรอาหารสุกรทดลอง สุกรขุนระยะ 60 – 90 กิโลกรัม

วัตถุดิบ	ปริมาณวัตถุดิบ (กิโลกรัม)					
	สูตร 1	สูตร 2	สูตร 3	สูตร 4	สูตร 5	สูตร 6
ข้าวโพด	44.56	44.09	43.83	43.89	43.30	43.36
ปลายข้าว	30.00	30.00	30.00	30.00	30.00	30.00
รำละเอียด	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00
เปลือกกุ้งบดละเอียด	0.00	3.00	4.00	5.00	6.00	7.00
กากถั่วเหลือง 44%	8.44	6.16	5.42	4.61	3.95	3.14
ปลาป่น 60%	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00
ไขมันสัตว์	1.75	1.75	1.75	1.75	2.00	2.00
ไคแอลเซียม	1.25	1.00	1.00	0.75	0.75	0.50
แอล - ไลซีน	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30
ดีแอล - เมทไธโอนีน	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20
เกลือ	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25
พรีมิกซ์	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25
รวม	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
ส่วนประกอบทางเคมีโดยการคำนวณ, %						
โปรตีนรวม	14.00	14.00	14.00	14.00	14.00	14.00
แคลเซียม	0.58	0.89	1.01	1.07	1.20	1.26
ฟอสฟอรัส	0.69	0.67	0.68	0.65	0.66	0.62
ไลซีน	0.85	0.85	0.85	0.84	0.84	0.84
เมทไธโอนีน + ซีสทีน	0.69	0.69	0.69	0.69	0.69	0.69
ทรีปโตเฟน	0.15	0.15	0.14	0.14	0.14	0.14
ทรีโอนีน	0.51	0.51	0.51	0.51	0.51	0.51
พลังงานใช้ประโยชน์ได้						
(ME Kcal/kg)	3100	3088	3082	3082	3089	3090