

บทที่ 3

อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

ส่วนห้องปฏิบัติการ ประกอบด้วย

1. เข็มเบอร์ 22 และไซริงค์ (syringe) ขนาด 5 มล. สำหรับเก็บตัวอย่างเลือดไก่
2. หลอดทดลองมีฝาปิด (screw capped tube) ขนาด 16x100 มม.
3. ตู้อบไฟฟ้า (hot air oven)
4. โถดูดความชื้น (desiccator) ที่บรรจุซิลิกาเจล (silica gel)
5. เครื่องชั่งน้ำหนักแบบละเอียด (analytical balance) ทศนิยม 4 ตำแหน่ง
6. เครื่อง Vortex mixer
7. เครื่องปั่นเหวี่ยงแยกตะกอน (centrifuge)
8. Water bath
9. ตู้แช่แข็ง อุณหภูมิ -20°C สำหรับเก็บตัวอย่างไข่ เนื้อไก่ อาหาร และมูล
10. เครื่องวิเคราะห์สารเคมีในเลือดอัตโนมัติ (automated chemistry analyzer) ยี่ห้อ Merk รุ่น Mega สำหรับวิเคราะห์คอเลสเตอรอลในเลือดของไก่เนื้อ (Fig. 12)
11. เครื่อง Gas chromatography ยี่ห้อ Shimadzu รุ่น GC-14B สำหรับวิเคราะห์กรดไขมันและคอเลสเตอรอล (Fig. 13)
12. เครื่อง Atomic absorption spectrophotometer ยี่ห้อ Perkin Elmer รุ่น 3100 สำหรับหาปริมาณทองแดง (Fig. 14)
13. Column XTI [®]-5 capillary column/Integra Guard, ID = 0.32 mm, length 30 m, film thickness 0.50 μm สำหรับวิเคราะห์คอเลสเตอรอล
14. Column FAME-wax [™] capillary column, ID = 0.25 mm, length 30 m, film thickness 0.25 μm สำหรับวิเคราะห์กรดไขมัน



Fig. 12 : Automated chemistry analyzer (MERCK; Mega)



Fig. 13 : Atomic absorption spectrophotometer (Perkin Elmer; 3100)

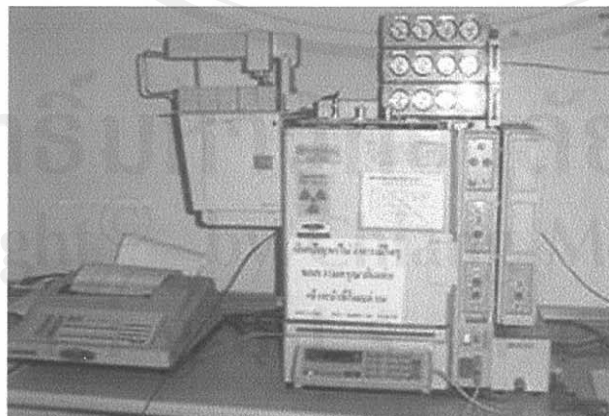


Fig. 14 : Gas chromatography (Shimadzu; GC-14 B)

ส่วนฟาร์มทดลอง ประกอบด้วย

ไก่เนื้อ (ทดลองที่มหาวิทยาลัยเชียงใหม่)

1. ไก่เนื้อโคลงเพศ อายุ 1 วัน สายพันธุ์อาร์เบอร์เอเคอร์ 707 (Arbre Acre 707) จำนวน 1,200 ตัว
2. กรงทดลองแบบปล่อยพื้น ขนาดคอกกละ 1.3×2.0 ตร.ม. จุไก่เนื้อคอกละ 50 ตัว มีจำนวน 24 คอก อยู่ในโรงเรือนเดียวกัน
3. เครื่องชั่ง มี 3 ชนิดดังนี้
 - 3.1 แบบไฮดรอลิก ขนาดชั่งได้สูงสุด 150 กก. ความละเอียดอ่านได้ 50 ก. สำหรับชั่งน้ำหนักอาหาร
 - 3.2 แบบสปริง ใช้ชั่งไก่ โดยตัดแปลงตรงจากรองให้เป็นรูปกรวยสำหรับใส่ไก่แต่ละตัว ขนาดชั่งได้สูงสุด 3 กก. ความละเอียดอ่านได้ 10 ก.
 - 3.3 แบบไฟฟ้า ขนาดชั่งได้สูงสุด 3,110 ก. ความละเอียดที่อ่านได้ 0.01 ก. สำหรับชั่งสารผสมล่วงหน้า ซึ่งได้แก่ วิตามิน แร่ธาตุ เกลือ dicalcium phosphate กรดอะมิโนดีแอล-เมทไธโอนีน และแอล-ไลซีน
4. เครื่องผสมอาหารสัตว์ แบบเกลียววนอน ขนาดผสมได้สูงสุดครั้งละ 60 กก.
5. ถังใส่อาหารพร้อมฝาปิด ขนาดบรรจุอาหารได้ถึงละ 10 กก.

ไก่ไข่และนกกกระทาไข่ (ทดลองที่ฟาร์มเอกชน)

ไก่ไข่

1. ไก่ไข่สายพันธุ์ทางการค้า (Bovans goldenline) จำนวน 2 ชุด ชุดแรกเป็นไก่สาวอายุ 25 สัปดาห์ ส่วนอีกชุดอายุ 72 สัปดาห์
2. กรงตับ (battery cages) สำหรับใส่ไก่ มี 2 ชนิด คือ
 - 2.1 แบบชั้นเดียว ใช้ทดลองกับไก่ไข่ก่อนปลดระวาง (อายุ 72 สัปดาห์) มีขนาดช่องละ 28 × 40 × 37 ตร.ซม. จุไก่ช่องละ 3 ตัว
 - 2.2 กรงตับแบบ 2 ชั้น ใช้ทดลองกับไก่ไข่สาว (อายุ 25 สัปดาห์) มีขนาดช่องละ 28 × 40 × 37 ตร.ซม. จุไก่ช่องละ 3 ตัว (ส่วนที่ทดลองใช้เฉพาะชั้นบน)
3. อุปกรณ์สำหรับการเลี้ยงดู เครื่องชั่งขนาด 200 กก. และเครื่องผสมอาหารเป็นแบบแนวตั้งขนาดผสมได้สูงสุด 1,000 กก. ใช้ของฟาร์มซึ่งปกติใช้เป็นประจำ
4. เครื่องชั่ง สำหรับบันทึกน้ำหนักคุณภาพไข่ ประกอบด้วย

- 4.1 แบบไฟฟ้า เป็นชนิดเดียวกับที่ทดลองในไก่เนื้อ ใช้ชั่งน้ำหนักไข่ไก่
- 4.2 แบบคานแขวน โดยแขนของคานส่วนที่มีถาดสำหรับวางไข่เพื่อชั่งน้ำหนัก ได้ตัดแปลงให้ไข่จมอยู่ในน้ำมีดทั้งฟอง เพื่อหาความถ่วงจำเพาะ (ถ.พ.) ของไข่ไก่แต่ละฟอง โดยใช้สูตร

$$\text{ถ.พ.} = \frac{\text{น้ำหนักไข่ในอากาศ}}{\text{น้ำหนักไข่ในอากาศ} - \text{น้ำหนักไข่ในน้ำ}}$$

5. เครื่องวัดความหนาเปลือกไข่ แบบ TelCock มีความละเอียดอ่านได้ 0.001 มม. วัดความหนาเปลือกไข่ตรงกึ่งกลางฟองจำนวน 2 ตำแหน่ง โดยลอกเยื่อหุ้มเปลือกไข่ออกก่อนวัด แล้วจึงหาค่าเฉลี่ยความหนาของเปลือกไข่
6. เครื่องวัดความสูงไข่ขาว ยี่ห้อ TTS โดยวัดความสูงไข่ขาวบริเวณกึ่งกลางระหว่างไข่ทั้งสองและให้ห่างจากไข่แดงประมาณ 1 ซม. เพื่อนำค่าที่ได้มาคำนวณ Haugh Unit
7. พัดเทียบสีไข่ไก่ ไข่ของบริษัทโรช (Roche yolk color fan) มีค่าความเข้มของสีตั้งแต่เบอร์ 1 ถึง 15 ตามความเข้มของสีไข่แดงที่เพิ่มขึ้น

นกกระทาไข่

1. นกกระทาไข่พันธุ์ญี่ปุ่น (*Cortunix cortunix japonica*) อายุ 150 วัน จำนวน 900 ตัว
2. กรงทดลองของนกกระทาซึ่งเป็นแบบขังรวม ขนาดกรงละ 40×50×20 ซม. มีจำนวน 6 กรง แต่ละกรงมี 5 ชั้น จุนก 30 ตัว/ชั้น (150 ตัว/กรง)
3. อุปกรณ์สำหรับการเลี้ยงดู และเครื่องชั่งขนาด 30 กก. ไข่ของฟาร์มซึ่งปกติใช้งานเป็นประจำ
4. เครื่องวัดความหนาเปลือกไข่ และพัดเทียบสีไข่ เป็นชนิดเดียวกับที่ใช้ในไก่ไข่

วิธีการทดลอง

แบ่งการวิจัยออกเป็น 2 ส่วน ดังนี้

ส่วนห้องปฏิบัติการ ประกอบด้วย

1. วิเคราะห์หาปริมาณคอเลสเตอรอลในเลือดของไก่เนื้อ ใช้วิธี enzyme โดยใช้เครื่อง Automated chemistry analyzer (MERCK; Mega) ส่วนในเลือดของไก่ไข่ ไข่ไก่

- และใช้เทคนิคการวิเคราะห์ ใช้เครื่อง Gas chromatography (Shimadzu; GC-14 B) คอลเลสเตอรอลในเนื้อไก่ ใช้วิธี colorimetric โดยใช้เครื่อง Spectrophotometer
2. วิเคราะห์หาองค์ประกอบของกรดไขมันในอาหารทดลอง ในเนื้อไก่และตับของไก่เนื้อ ใช้เครื่อง Gas chromatography (Shimadzu; GC-14 B)
 3. วิเคราะห์หาปริมาณทองแดงในอวัยวะภายในและมูลของไก่ รวมทั้งในมูลของนกกระทา โดยใช้เครื่อง Atomic absorption spectrophotometer (Perkin Elmer; 3100) รายละเอียดของวิธีการวิเคราะห์ทั้ง 3 รายการข้างต้น แสดงไว้ใน appendix A.

ส่วนฟาร์มทดลอง แบ่งออกเป็น 4 การทดลอง ดังนี้

การทดลองที่ 1 : ไก่เนื้อ (ทดลองที่มหาวิทยาลัยเชียงใหม่)

ใช้ไก่เนื้อสายพันธุ์อาร์เบอร์เอเคอร์ อายุ 1 วันแบบคละเพศ จำนวน 1,200 ตัว ในช่วงอายุ 7 วันแรกเลี้ยงรวมกัน ให้อาหารสำเร็จรูปชนิดเม็ดที่มีโปรตีนไม่น้อยกว่า 21% ผลิตจากบริษัททางการค้า หลังจากนั้นชั่งน้ำหนักไก่แบบรวมเป็นกลุ่มจำนวน 50 ตัวต่อครั้ง โดยสุ่มไก่ให้มีน้ำหนักใกล้เคียงกันเพื่อกระจายไปยังกลุ่มต่างๆ จำนวนทั้งหมด 24 กลุ่ม ซึ่งจะจัดแบ่งออกเป็น 8 กลุ่มทดลอง กลุ่มละ 3 ซ้ำ (มีไก่ 50 ตัว/ซ้ำ) แต่ละซ้ำเลี้ยงในคอกแบบปล่อยพื้นขนาด 1.3×2.0 ตร.ม. มีน้ำและอาหารให้กินอย่างเต็มที่ตลอดเวลา รวมทั้งแสงสว่างจะจัดให้ตลอด 24 ชั่วโมง อาหารทดลองทั้ง 8 กลุ่มประกอบด้วย

กลุ่มที่ 1 อาหารควบคุม (ใช้น้ำมันปาล์มในสูตรอาหารระดับ 3%)

กลุ่มที่ 2 และ 3 ใช้อาหารสูตรที่ 1 เสริมด้วยทองแดง (Copper, Cu) ในรูป Bioplex-Copper® ระดับ 125 และ 250 มก. Cu /กก. อาหาร ตามลำดับ

กลุ่มที่ 4 และ 5 ใช้อาหารสูตรที่ 1 เสริมด้วยโครเมียม (Chromium, Cr) ในรูป Bio-Chrom® ระดับ 200 และ 400 มก. Cr /ตันอาหาร ตามลำดับ

กลุ่มที่ 6 ใช้อาหารสูตรที่ 1 เสริมด้วยไคโตซาน (Fermkito®) ระดับ 0.6%

กลุ่มที่ 7 และ 8 ใช้อาหารสูตรที่ 1 แต่เปลี่ยนจากการใช้น้ำมันปาล์มไปเป็นน้ำมันถั่วเหลือง (soybean oil) และน้ำมันลินซีด (linseed oil) ในระดับเดียวกัน ตามลำดับ

Bioplex Copper® และ Bio Chrom® เป็นผลิตภัณฑ์ของบริษัท Alltech Biotechnology Co., Ltd. ซึ่งเป็นทองแดงที่อยู่ในรูป proteinate มีความเข้มข้นเท่ากับ 10% ส่วนโครเมียมจะเป็น trivalent chromium ที่แยกมาจากยีสต์ (yeast) มีความเข้มข้นเท่ากับ 5,000 มก./กก. (Fig. 15) สำหรับไคโตซานที่ใช้เป็นแบบที่ผลิตเป็นการค้า (โดยกระบวนการหมักด้วยจุลินทรีย์) ซึ่งมี chitin-chitosan 4.3% และ chitosan oligosaccharide 4.1% ส่วนองค์ประกอบทางเคมีอื่นแสดงไว้

ใน Table 5 ส่วนน้ำมันพืชจากปาล์มและถั่วเหลืองซึ่งจากท้องตลาดทั่วไป ซึ่งเป็นน้ำมันที่ผ่านการกรองให้บริสุทธิ์แล้ว ในขณะที่น้ำมันลินซีด ได้จากการนำเมล็ดลินซีดจากมูลนิธิโครงการหลวง เชียงใหม่ ไปสกัดน้ำมันออกแบบใช้แรงอัด (screw press) ยังไม่ผ่านการกรองให้บริสุทธิ์ น้ำมันจากพืชทั้ง 3 ชนิด แสดงไว้ใน Fig. 16

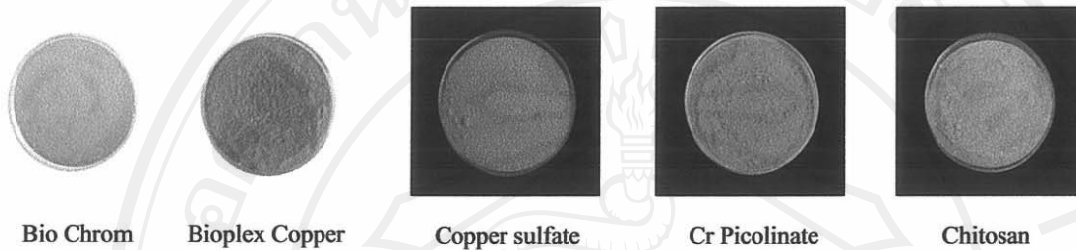


Fig. 15 : The forms of chromium and copper used in the experiment

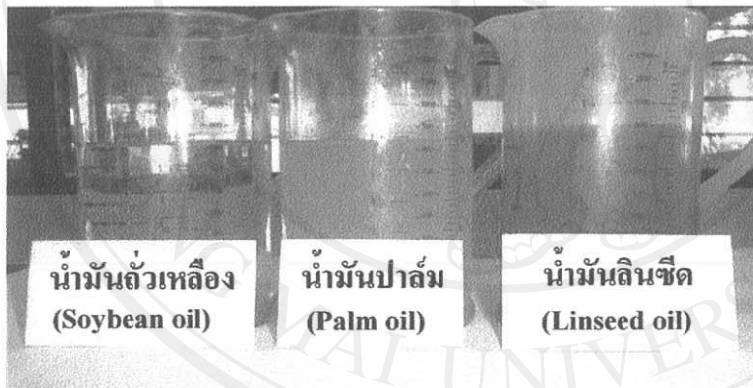


Fig. 16 : Oils from soybean, palm and linseed

Table 5. Chemical composition of chitosan ^{1/} (% air dry basis)

Moisture	Crude protein	Crude fat	Crude fiber	Crude ash	Chitin-chitosan	Chitosan oligosaccharide	Carotenoids (ppm)
8.5	22.4	10.4	8.1	23.5	4.3	4.1	57.6

^{1/} Fermkito[®]; Paiboonwatana Co., Ltd., Bangkok, Thailand.

ให้ไก่ทุกกลุ่มได้รับอาหารแบบผสมเอง ซึ่งมีโปรตีนระดับ 21, 19 และ 17% ในช่วงอายุ 2-3, 4-6 และ 7 สัปดาห์ ตามลำดับ ส่วน ME กำหนดให้เท่ากับ 3.15 kcal/g. เท่ากันทุกระยะ (Table 6) บันทึกน้ำหนักตัวเพิ่มแบบชั่งแยกเพศและอาหารที่กินทุกครั้งเมื่อมีการเปลี่ยนสูตรอาหาร (อายุไก่ 3 และ 6 สัปดาห์) และสิ้นสุดการทดลอง (อายุ 7 สัปดาห์) บันทึกไก่ตายทุกครั้งที่พบเห็นและผ่าซากเพื่อตรวจหาสาเหตุ ในวันสุดท้ายของการทดลองสุ่มไก่มาฆ่าด้วยการตัดเส้นเลือดดำที่คอ เพศละ 2 ตัว/ซ้ำ (12 ตัว/กลุ่ม) เพื่อศึกษาผลด้านคุณภาพซาก รวมทั้งวิเคราะห์หาปริมาณคอเลสเตอรอลในเนื้อหน้าอกและน่อง ตามวิธีการของ Jung *et al.* (1975) ด้วยเครื่อง Spectrophotometer ส่วนปริมาณกรดไขมันในเนื้อไก่และตับ ทำการแยกไขมันออกตามวิธีที่อ้างอิงไว้โดย Folch *et al.* (1957) แล้วนำไขมันมาวิเคราะห์ตามวิธีการของ Morrison and Smith (1964) ด้วยเครื่อง Gas chromatography (Shimadzu GC-14 B) สำหรับการหาปริมาณคอเลสเตอรอลในซีรัม ใช้การเจาะเลือดดำที่ปีกเมื่ออายุ 4 และ 7 สัปดาห์ แล้วนำไปเหวี่ยงด้วยเครื่องปั่นเหวี่ยงแยกตะกอนที่ความเร็ว 2,500 รอบต่อนาที เป็นเวลา 10 นาที ซีรัมจะแยกออกจากเม็ดเลือดแดง นำไปวิเคราะห์ด้วยวิธี Enzyme โดยใช้เครื่องวิเคราะห์อัตโนมัติ (Automated chemistry analyzer)

หลังจากสิ้นสุดการทดลองแล้ว (อายุไก่ 49 วัน) ได้สุ่มไก่จากกลุ่มควบคุม ซึ่งได้รับอาหารปกติที่ใช้น้ำมันปาล์มเป็นพลังงานเสริม มาจำนวนเพศละ 6 ตัว รวมทั้งหมด 12 ตัว แบ่งออกเป็น 3 กลุ่ม (เพศละ 2 ตัว/กลุ่ม) นำไปเลี้ยงบนกรงเมแทบอลิซึม (metabolic cage) แบบขังเดี่ยว มีน้ำและอาหารให้กินอย่างเต็มที่เฉพาะของแต่ละตัว (กรง) โดยอาหารที่ให้แต่ละกลุ่มประกอบด้วยสูตรควบคุม สูตรที่ใช้น้ำมันถั่วเหลืองและน้ำมันลินซีด (สูตรที่ 1, 7 และ 8 ของการทดลองในช่วงไก่อายุ 2-7 สัปดาห์ ตามลำดับ) เป็นเวลา 7 วัน จากนั้นเจาะเลือดดำที่ปีกเพื่อวิเคราะห์หาปริมาณคอเลสเตอรอลในซีรัม และทำการฆ่าไก่ทุกตัวด้วยวิธีการเดียวกับที่กล่าวมาข้างต้น แยกส่วนเนื้อหน้าอกและน่อง ไปวิเคราะห์หาปริมาณคอเลสเตอรอลและกรดไขมันตามวิธีที่ได้บ่งไว้ก่อนหน้านี้ ทั้งนี้การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อทดสอบว่าการให้อาหารที่มีแหล่งไขมันไม่อิ่มตัวเชิงซ้อน ในช่วงท้ายของการเจริญเติบโต จะมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบของกรดไขมันหรือปริมาณคอเลสเตอรอลในเนื้อหรือไม่

สำหรับการหาปริมาณการขับออกของธาตุทองแดง ได้กระทำโดยนำไก่อายุ 7 สัปดาห์ จาก 3 กลุ่มทดลองเดิม คือ กลุ่มควบคุม กลุ่มที่เสริมทองแดงระดับ 125 และ 250 มก./กก. มากลุ่มละ 4 ตัว (เพศละ 2 ตัว/กลุ่ม) เลี้ยงบน metabolic cage แบบขังเดี่ยว มีอาหารและน้ำให้กินเฉพาะตัวอย่างเต็มที่ โดยอาหารที่ให้ยังเป็นอาหารตามกลุ่มเดิมที่ไก่เคยได้รับมาก่อน ให้กินติดต่อกันเป็นเวลา 3 วัน ในช่วงนี้บันทึกปริมาณอาหารที่กิน และมูลไก่ที่ขับออกมาทุกวัน เพื่อนำไปวิเคราะห์หาปริมาณทองแดงในมูล จากนั้นให้ไก่กลุ่มที่ได้รับอาหารเสริมทองแดงทั้งสองระดับ

เปลี่ยนไปกินอาหารสูตรควบคุมเหมือนกันทั้งหมด ทดลองต่อไปอีกเป็นเวลา 10 วัน บันทึกปริมาณอาหารที่กินทุกวัน เพื่อเฉลี่ยเป็นอาหารที่กินต่อวัน ส่วนปริมาณมูลบันทึกเฉพาะวันที่ 3, 5, 7 และ 10 นับจากวันที่เริ่มให้อาหารกลุ่มควบคุม เพื่อวิเคราะห์ปริมาณทองแดงในมูลตามวิธีที่อ้างอิงโดย A.O.A.C (1990) ด้วยเครื่อง Atomic absorption spectrophotometer

คำนวณค่าของทองแดงสะสมในร่างกาย (Cu retention) และคิดเป็นร้อยละของที่กินเข้าไป (% of intake) โดยใช้สูตร

$$\text{Cu retention (mg/d)} = (\% \text{Cu in feed} \times \text{g. feed intake}) - (\% \text{Cu in excreta} \times \text{g. excreta})$$

$$\text{Cu retention (\% of intake)} = \frac{\text{Cu retention (mg/d)} \times 100}{\text{Cu intake (mg/d)}}$$

ข้อมูลที่ได้จากการศึกษาด้านสมรรถภาพการผลิต และปริมาณกรดไขมันในอาหารนำไปวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of variance) ด้วยแผนการทดลองแบบ Completely randomized design ส่วนด้านคุณภาพซาก ปริมาณคอเลสเทอรอลในซีรัมและเนื้อไก่ ปริมาณกรดไขมันในเนื้อและตับไก่ ปริมาณทองแดงในมูลและอวัยวะภายใน วิเคราะห์ด้วยแผน Randomized complete block design โดยใช้เพศเป็น block และหาลำดับความแตกต่างระหว่างกลุ่มโดยวิธี Duncan 's new multiple range test (มนต์ชัย, 2544)

Table 6. Feed formulation and chemical composition of experimental broiler diets during 2-3, 4-6 and 7 weeks of age. (Exp. 1)

Age of birds (week)	2-3		4-6		7	
Group	Control	Chitosan	Control	Chitosan	Control	Chitosan
Diet No.	1	6	1	6	1	6
Ingredients						
Corn	51.74	51.31	52.22	51.56	53.74	52.87
SBM (44% CP)	27.59	27.41	22.35	22.21	17.25	17.15
Deoiled rice bran	6.00	6.00	12.00	12.00	16.90	16.90
Palm oil ^{1/}	6.00	6.00	6.00	6.29	6.00	6.35
Fish meal (57% CP)	6.00	6.00	5.00	5.00	4.00	4.00
DL-methionine	0.16	0.16	0.07	0.07	0.04	0.05
L-lysine	0.15	0.16	0.09	0.09	0.07	0.08
DCP (18% P)	0.73	0.73	0.57	0.53	0.34	0.34
Oyster shell	1.13	1.13	1.20	1.15	1.16	1.16
Chitosan	-	0.60	-	0.60	-	0.60
Salt	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25
Premix ^{2/}	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25
Total	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
Calculated chemical composition (air dry basis)						
CP	21.00	21.00	19.00	19.00	17.00	17.00
ME (kcal/g)	3.15	3.15	3.15	3.15	3.15	3.15
CF	4.91	4.95	5.28	5.30	5.54	5.56
EE	8.57	8.66	8.52	8.87	8.50	8.91
Ca	1.00	1.00	0.80	0.90	0.80	0.80
P, available	0.45	0.45	0.40	0.40	0.35	0.35
Lys	1.20	1.20	1.00	1.00	0.85	0.85
Met	0.50	0.50	0.38	0.38	0.32	0.32
Cu (mg/kg)	8.75	9.05	8.25	8.17	8.75	8.92

SBM = Soybean meal DCP = Dicalcium phosphate.

^{1/} Substituted by soybean oil and linseed oil for diet No. 7 and 8, respectively

^{2/} g/kg diet (except as note): Vitamins; A 1.2 MIU, D₃ 0.2 MIU, E 1.2, K₃ 0.15, B₁ 0.15, B₂ 0.4, B₆ 0.2, B₁₂ 0.0015, Biotin 0.003, Pantothenic 1.0, Folic acid 0.05, Niacin 6.0, Choline 15.0 : Minerals; Fe 3.0, Cu 0.6, Mn 6.0, Zn 6.0, I 0.04, Se 0.085 : Preservative 0.625 and feed supplement 2.5.

การทดลองที่ 2 : ไก่ไข่สาว (ทดลองในฟาร์มของเอกชน)

การศึกษานี้ได้ทำที่ฟาร์มของคุณจิระศักดิ์ เดชวงศ์ญา บ้านป่าสักหลวง อ. คอยสะแก็ด จ. เชียงใหม่ โดยใช้ไก่ไข่สายพันธุ์ Bovans goldenline อายุ 25 สัปดาห์ จำนวน 1,560 ตัว แบ่งออกเป็น 3 กลุ่มๆ ละ 2 ซ้ำ ให้แต่ละกลุ่มได้รับอาหารควบคุม (กลุ่มที่ 1) ซึ่งเป็นสูตรอาหารที่ฟาร์มผสมใช้เอง (รายละเอียดของส่วนผสมและคุณค่าทางโภชนาการ แสดงไว้ใน Table 7) ส่วนกลุ่มที่ 2 และ 3 ใช้อาหารกลุ่มที่ 1 เสริมด้วยทองแดง 250 มก./กก. อาหาร และโครเมียม 200 มก./ตันอาหาร ตามลำดับ ทั้งนี้ทองแดงที่ให้อยู่ในรูปของซุльфิ (copper sulfate, $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$) ส่วนโครเมียมอยู่ในรูปของโครเมียมพิโคลิเนต (CrPic) ไก่ทดลองทุกตัวเลี้ยงในโรงเรือนเปิด ในกรงตับแบบ 2 ชั้น (ชั้นบนสำหรับทดลอง) จุช่องละ 3 ตัว มีทั้งหมด 6 แถว แต่ละแถว คือ 1 ซ้ำ น้ำและอาหารจัดให้กินอย่างเต็มที่

การบันทึกข้อมูลประกอบด้วย ผลผลิตไข่บันทึกทุกวัน ส่วนปริมาณอาหารที่กินบันทึกเมื่อสิ้นสุดแต่ละช่วงของการทดลอง (28 วัน) สำหรับอัตราการตายบันทึกทุกครั้งที่มีการตายหรือคัดทิ้ง คุณภาพไข่ด้านน้ำหนักไข่ บันทึกจากไข่ทุกฟองใน 3 วันสุดท้ายของแต่ละช่วง ส่วนค่าฮอญนิต (Haugh unit) ความหนาเปลือกไข่ และสีไข่แดง บันทึกโดยสุ่มจากไข่จำนวน 15 ฟอง / ซ้ำ ใน 3 วันสุดท้ายของแต่ละช่วง สำหรับปริมาณคอเลสเตอรอลในซีรัมตรวจวัดจากเลือดที่เจาะจากเส้นเลือดดำใต้ปีกของไก่ โดยตรวจวัดก่อนการทดลอง และวันสุดท้ายของการทดลอง (วันที่ 84) ส่วนปริมาณคอเลสเตอรอลในไข่แดง บันทึกโดยสุ่มไข่ 5 ฟอง/ซ้ำ ในวันสุดท้ายของทุกๆ ช่วงไปวิเคราะห์ โดยสกัดไขมันตามวิธีของ Folch *et al.* (1957) แล้วนำไขมันมาวิเคราะห์ปริมาณคอเลสเตอรอลโดยตัดแปลงจากวิธีการของ Morrison and Smith (1964) ด้วยเครื่อง Gas chromatography (Shimadzu; GC-14 B) รวมทั้งเก็บมูลไก่ในวันสุดท้ายของแต่ละช่วงไปวิเคราะห์ปริมาณทองแดง โดยมีวิธีการและใช้เครื่องมือสำหรับวิเคราะห์เช่นเดียวกับการทดลองที่ 1

การทดลองที่ 3 : ไก่ไข่ก่อนปลดระวาง (ทดลองในฟาร์มของเอกชน)

ใช้ไก่ไข่ที่ให้ไข่มาแล้วเกือบครบปี ซึ่งเป็นไก่สายพันธุ์ Bovans goldenline อายุ 72 สัปดาห์ จำนวน 1,440 ตัว ทำการศึกษาที่ฟาร์มของคุณจิระศักดิ์ เดชวงศ์ญา อ. คอยสะแก็ด จ. เชียงใหม่ เช่นเดียวกับการทดลองที่ 2 แบ่งไก่ทดลองออกเป็น 3 กลุ่มๆ ละ 2 ซ้ำ อาหารทดลองและการจัดการเลี้ยงดู รวมทั้งการบันทึกข้อมูลและวิเคราะห์ผลกระทำเช่นเดียวกับการทดลองที่ 2 ยกเว้นลักษณะกรงตับ จะเป็นแบบชั้นเดียว จุไก่ช่องละ 3 ตัว มีทั้งหมด 6 แถว แต่ละแถวคือ 1 ซ้ำ ทดลองเป็นเวลา 8 สัปดาห์ ส่วนผสมและองค์ประกอบทางโภชนาการของอาหารทดลอง แสดงไว้ใน Table 7

Table 7. Feed formulation and chemical composition of both experimental laying hen diets
(Exp. 2 and 3).

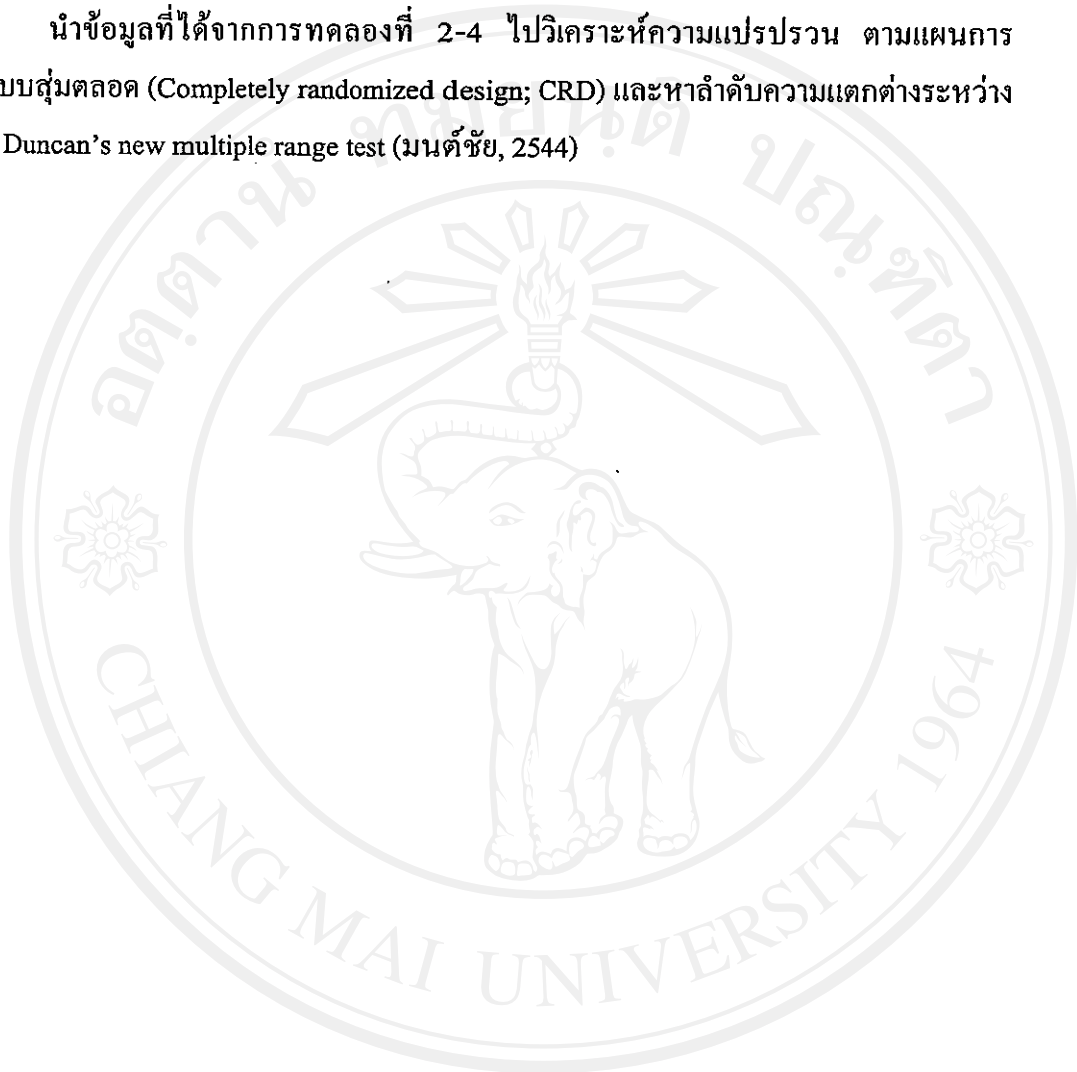
Experiment	2	3
Age of birds (week)	25-37 week	72-80
Ingredients		
Corn	48.00	50.70
Rice bran	6.12	4.77
Soybean meal (44% CP)	28.20	20.00
Sunflower meal (37% CP)	-	6.00
Fish meal (57% CP)	1.85	2.00
Bone meal (13% CP)	4.20	4.20
Limestone	7.40	7.70
Zeolite	3.00	3.00
Rice bran oil	0.70	1.00
DL-methionine	-	0.12
Salt	0.25	0.25
Premix	0.26	0.26
Total	100.00	100.00
Calculated chemical composition (% air dry basis)		
CP	21.90	18.60
ME (kcal/g)	2.59	2.61
EE	3.02	2.89
CF	3.85	3.19
Ca	2.80	2.89
P, available	3.90	4.03
Met	0.61	0.58
Lys	0.85	0.82
Cu (mg/kg)	6.76	6.64

การทดลองที่ 4 : นกกระทาไข่ (ทดลองในฟาร์มของเอกชน)

ใช้นกกระทาไข่ญี่ปุ่น อายุ 150 วัน จำนวน 900 ตัว ทำการศึกษาที่ฟาร์มของคุณเกรือวัลย์ เขมา อ. สารภี จ. เชียงใหม่ แบ่งนกทดลองออกเป็น 3 กลุ่มๆ ละ 2 ซ้ำ (ซ้ำละ 150 ตัว) แต่ละซ้ำเลี้ยงในกรงแบบขังรวม มีทั้งหมด 5 ชั้น ซึ่งจุนกได้ชั้นละ 30 ตัว นกแต่ละกลุ่มได้รับอาหารทดลองเช่นเดียวกับการศึกษาในไก่ไข่ (การทดลองที่ 2 และ 3) แต่จะเป็นอาหารสำเร็จรูปชนิดเม็ดสำหรับนกกระทาไข่ที่ผลิตในเชิงการค้า ซึ่งมีคุณค่าทางโภชนาการตามที่ระบุไว้บนฉลากข้างถุง ดังนี้ โปรตีนและไขมันไม่น้อยกว่า 23 และ 5.8% เยื่อใยไม่มากกว่า 3% โดยมีค่า ME ประมาณ 2.8

kcal/g (จากการสอบถามผู้ผลิต) ส่วนการจัดการเลี้ยงดู รวมทั้งการบันทึกข้อมูลและวิเคราะห์ผลกระทำเช่นเดียวกับการทดลองที่ 2 และ 3 ทดลองเป็นเวลา 12 สัปดาห์

นำข้อมูลที่ได้จากการทดลองที่ 2-4 ไปวิเคราะห์ความแปรปรวน ตามแผนการทดลองแบบสุ่มตลอด (Completely randomized design; CRD) และหาลำดับความแตกต่างระหว่างกลุ่มด้วย Duncan's new multiple range test (มนต์ชัย, 2544)



ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved