ภาคผนวก

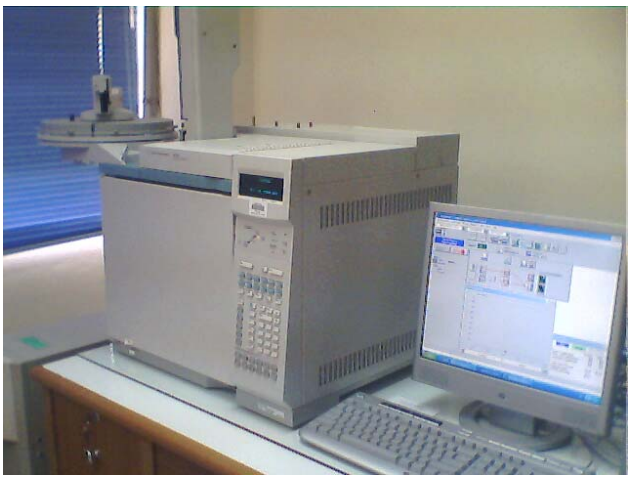
ภาคผนวก ก.
การวิเคราะห์องค์ประกอบและสมบัติทางเคมีของไขมัน

1. การวิเคราะห์หากรดไขมัน (Fatty acid)

ใช้วิธีการวิเคราะห์ที่ปรับสภาวะเครื่องแก๊สโครมาโตกราฟีโดย อ.ดร.พัชรินทร์ ภักดีฉนวน อาจารย์ภาควิชาวิทยาศาสตร์การอาหารและโภชนาการ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

สภาวะของเครื่องแก๊สโครมาโตกราฟีที่ใช้ในการวิเคราะห์

- เครื่อง GC : Agilent Technology รุ่น 6890 N
- Column : SP^{TM} – 2560 Fused silica capillary column, 100 m x 0.25 mm i.d., 0.20 μm film thickness
- Detector : Flame ionization detector (FID), Temperature 240°C
- Carrier gas : He, flow rate 400 ml/min
- Temperature program : Initial temperature 60°C, hold time 1 min.
  10 °C/min to 170 °C in 8 min., hold time 10 min.
  4 °C /min to 224 °C in 11 min., hold time 25 min
- injection volume : 1 μl
- split/splitless : 1/20



รูปภาคผนวก ก-1 เครื่องแก๊สโครมาโตกราฟี GC : Agilent Technology รุ่น 6890 N

<u>วิธีการสกัดและการทำเอสเทอร์ริฟิเคชัน</u>

1. การสกัดแบบ Solvent extraction (ดัดแปลงจาก Du *et al*., 1999)

1. ชั่งเนื้อบดประมาณ 2 กรัม ใส่ในบิกเกอร์ขนาด 100 mL เติมสารละลาย Chloroform: Methanol (2:1) Solution 19 ml โฮโมจิไนส์นาน 5 นาที

2. เติมสารละลาย BHA เข้มข้น 10 % ในสารละลาย 98 % Ethanol ปริมาณ 25 µl (ที่เตรียมมาแล้ว) แล้วทำการ Vortex

3. กรองด้วยกระดาษกรอง Whatmant No 1 ลงใน Screw cap tube เติมสารละลาย 0.88 % NaCI ปริมาตร 5 ml แล้ว Vortex จนเกิดการแยกชั้น ดูดสารละลายชั้นบนทิ้งเก็บสารละลายล่างใส่ Vial พันทับด้วยพาราฟิล์ม

2. การทำเอสเทอร์ริฟิเคชัน แบบ Acetyl chloride method ดัดแปลงจาก (Foleh *et al.*,1959) อ้างโดย lepage and Roy (1986)

1. ดูดสารตัวอย่างใน Vial 1 mL ลงใน Screw cap tube แล้วเติม Methanol: Hexane (4:1) 2 mL

2. ค่อยเติม 200 µl ของ Acetyl Cholride Solution ที่ละหยด เพื่อป้องกันการเกิดปฏิกิริยาอย่างรุ่นแรง พร้อม Vortex ตลอดเวลา หากไม่ทำการ Vortex จะไม่สามารถที่สกัดกรดไขมันได้

3. นำให้ความร้อนที่ อุณหภูมิ 100 องซาเซลเซียส ใน Heat Block นาน 1 ชั่วโมง ปิดฝาหลอดให้แน่นป้องกันการระเหยของกรดไขมันในรูป FAME

4. ทิ้งให้เย็นที่อุณหภูมิห้อง แล้วเติมสารละลาย 6% KCO_3 5 mL เขย่าให้เข้ากัน

5. เติม Hexane 1ml แล้ว เขย่าให้เข้ากัน

6. นำไปเซนติฟิวจ์ที่ 1,000 rpm นาน 15 นาที

7. ดูดสารที่ส่วนใส่ชั้นบนลงใน Vial พันทับด้วยพาราฟิน

<u>วิธีการคำนวณ</u>

1. การคำนวณหาปริมาณกรดไขมันในการวิเคราะห์ตัวอย่าง

<u>สูตรการคำนวณ</u>

$$\text{Fatty acid (mg/g of meat)} = (\text{As.x W in x RRF})/(\text{A in.x Ws x 1.014})$$

$$\text{RRF (Relative response factor)} = (\text{As.x Ws})/(\text{A in.x Ws})$$

เมื่อ As. = พื้นที่ของกรดไขมันที่สนใจ

W in = น้ำหนักของกรดไขมันมาตรฐาน (C:17) (mg)

A in. = พื้นที่ของกรดไขมันที่สนใจกรดไขมันมาตรฐาน (C:17)

Ws. = น้ำหนักตัวอย่างที่ชั่งก่อนการสกัด (g)

2. การวิเคราะห์หาค่าไอโอดีน (Iodine number) โดยวิธี Wijs method (A.O.A.C., 2000)

1. สารเคมี

1.1 Wijs solution

1.2 KI solution เข้มข้น 10%

1.3 $Na_2S_2O_3$ solution เข้มข้น 1 M

1.4 CCl_4

1.5 น้ำแป้ง

2. วิธีการ

2.1 ชั่งไขมันตัวอย่าง 5-10 หยด ใส่ flask 250 ml

2.2 เติม CCl_4 10 ml ลงในตัวอย่างไขมันและใน Blank แล้วแกว่าง flask รอบๆ

2.3 เติม Wijs solution 20 ml แล้วเขย่า flask อย่างรวดเร็ว

2.4 ปิดจุก เก็บที่มืดทันที นานประมาณ 30 นาที

2.5 เติม KI solution 15 ml. และน้ำกลั่น 100 ml

2.6 ไทเทรตด้วย $Na_2S_2O_3$

<u>วิธีการคำนวณ</u>

Iodine number = (B-S) × M × 12.69 / g sample

เมื่อ B = ml $Na_2S_2O_3$ ที่ใช้ในการไทเทรต Blank

S = ml $Na_2S_2O_3$ ที่ใช้ในการไทเทรต sample

M = Molarity ของ $Na_2S_2O_3$ solution

3. การวิเคราะห์หาค่าเปอร์ออกไซด์ (Peroxide value) โดยวิธี Titration method (A.O.A.C., 2000)

1. สารเคมี

1.1 KI

1.2 KI solution เข้มข้น 5%

1.3 $Na_2S_2O_3$ solution เข้มข้น 0.002 N

1.4 ตัวทำละลายผสม Acetic acid : Chloroform อัตราส่วน 2 : 3

1.5 น้ำแป้ง

2. วิธีการ

2.1 ชั่งไขมันตัวอย่างประมาณ 1 กรัม (ทราบน้ำหนักแน่นอน) ใส่หลอดแก้วจุ 50 ml

2.2 ใส่ KI ลงไปประมาณ 1 กรัม ในตัวอย่างไขมันและใน Blank

2.3 เติมตัวทำละลายผสม 20 ml

2.4 ต้มหลอดแก้วในน้ำเดือดจนเดือดนานประมาณ 30 วินาที

2.5 เตรียม KI solution ใส่ใน flask ขนาด 250 ml ปริมาณ 20 ml

2.6 เทตัวอย่างไขมันในหลอดแก้วลงใน flask กลั้วล้างด้วยน้ำกลั่น 2 ครั้งๆ ละ 15 และ 10 ml

2.7 ไทเทรตด้วย $Na_2S_2O_3$ solution

<u>วิธีการคำนวณ</u>

Peroxide value = $S \times M \times 1000$ / g sample

เมื่อ S = ml $Na_2S_2O_3$ (Blank corrected)

M = Molarity ของ $Na_2S_2O_3$ solution

4. การวิเคราะห์หาค่าซาปอนนิฟิเคชัน (Saponification number)

1. สารเคมี

1.1 Alcoholic potassium hydroxide solution

1.2 HCl standard solution เข้มข้น 0.5 N

1.3 Phenolphthalein

2. วิธีการ

2.1 ชั่งตัวอย่างไขมัน ประมาณ 2 กรัม ใส่ flask ขนาด 250 ml

2.2 ไปเปต Alcoholic potassium hydroxide solution 25 ml ใส่ลงใน flask ตัวอย่างไขมัน และ Blank

2.3 ปิดจุก แล้วต่อ reflux condenser ทำการ reflux ประมาณ 1 ชั่วโมง ใน boiling water bath

2.4 นำสารใน flask มาไทเทรตด้วย HCl standard solution

<u>วิธีการคำนวณ</u>

Saponification number (mg KOH required to saponify 1 g fat) = 28.05 (B-S) / g sample

เมื่อ B = ml 0.5 N HCl ที่ใช้ในการไทเทรต Blank

S = ml 0.5 N HCl ที่ใช้ในการไทเทรต Sample

ภาคผนวก ข.
ตารางข้อมูลผลการวิจัย

ตารางภาคผนวก ข-1 ส่วนประกอบของซากไก่เนื้อเพศเมียที่เลี้ยงด้วยสูตรอาหารทดแทนกากไขมันระดับต่างๆ (อายุ 42 วัน)

น้ำหนักส่วนต่างๆ ของไก่เนื้อ	ระดับไขมัน, ร้อยละ				
	0	25	50	75	100
ไก่มีชีวิต, กรัม	1825	1850	1900	1800	1825
ขนและเลือด, กรัม	178	170	180	180	210
ส่วนประกอบของซากไก่เนื้อ, ร้อยละของน้ำหนักมีชีวิต					
ซากตัดแต่ง	90.420	90.94	90.76	90.06	88.55
ซากหลังเอาเครื่องในออก	75.98	75.21	76.24	74.49	73.56
ตับ	1.92	2.08	2.58	2.20	1.95
หัวใจ	0.45	0.38	0.44	0.42	0.38
กึ๋น	2.17	2.30	2.05	2.25	8.90
ม้าม	0.13	0.12	0.11	0.098	0.076
เนื้อออกใน	4.24	3.67	3.87	4.26	4.26
เนื้อออกนอก	13.09	13.61	14.32	12.62	13.01
สะโพก	12.41	12.55	12.26	12.07	11.88
น่อง	9.43	8.66	8.76	9.03	9.21
ปีก	7.70	7.68	7.12	8.34	7.52
ขา	3.43	3.38	3.18	3.13	3.30
หัว	2.13	2.04	1.98	2.22	2.13
คอ	5.03	4.57	4.93	4.87	4.69
ซี่โครงหลัง	14.62	14.40	13.70	13.72	13.69
ไขมันช่องท้อง	1.52	1.13	1.50	1.40	1.64

ตารางภาคผนวก ข-2 ส่วนประกอบของซากไก่เนื้อเพศผู้ที่เลี้ยงด้วยสูตรอาหารทดแทนกากไขมันระดับต่างๆ (อายุ 42 วัน)

น้ำหนักส่วนต่างๆ ของไก่เนื้อ	**ระดับไขมัน, ร้อยละ**				
	0	25	50	75	100
ไก่มีชีวิต, กรัม	2075	2200	2025	2150	2000
ขนและเลือด, กรัม	255	295	218	225	230
ส่วนประกอบของซากไก่เนื้อ, ร้อยละของน้ำหนักมีชีวิต					
ซากตัดแต่ง	87.68	86.59	89.34	89.57	88.52
ซากหลังเอาเครื่องในออก	74.89	74.32	75.58	74.54	75.22
ตับ	1.76	1.96	1.82	2.38	1.86
หัวใจ	0.42	0.39	0.36	0.40	0.40
กึ๋น	1.87	2.41	2.31	2.04	2.33
ม้าม	0.13	0.14	0.075	0.078	0.086
เนื้ออกใน	3.36	3.30	3.47	3.43	3.73
เนื้ออกนอก	14.29	14.03	15.02	12.59	14.30
สะโพก	12.03	12.04	12.71	12.67	12.20
น่อง	9.48	9.20	8.90	9.77	9.64
ปีก	7.24	7.39	7.73	8.00	8.40
ขา	3.49	3.52	3.78	3.83	3.81
หัว	2.29	2.16	2.10	2.15	2.50
คอ	4.10	3.86	4.56	4.28	4.62
ซี่โครงหลัง	14.91	14.60	13.99	13.38	13.99
ไขมันช่องท้อง	1.32	1.25	0.92	1.33	1.55

ภาคผนวก ค.

รูปภาพการทดลองและแผนภูมิแสดงผลการวิจัย

รูปภาคผนวก ค-1 การชั่งน้ำหนักไก่เนื้อลูกผสมทางการค้าอาร์เบอร์ เอเคอร์ (Arbor Acres) อายุ 1 วันของแต่ละกลุ่มการทดลอง

รูปภาคผนวก ค-2 หยอดวัคซีนป้องกันโรคนิวคาสเซิล หลอดลมอักเสบ กัมโบโรและฝีดาษ

รูปภาคผนวก ค-3 กกลูกไก่เนื้อแต่ละคอกเป็นเวลา 2 สัปดาห์

รูปภาคผนวก ค-4 ไก่เนื้ออายุ 2 สัปดาห์

รูปภาคผนวก ค-5 ไก่เนื้ออายุ 4 สัปดาห์

รูปภาคผนวก ค-6 ไก่เนื้ออายุ 6 สัปดาห์

(1)

(2)

(3)

(4)

(5)

(6)

(7)

(8)

รูปภาคผนวก ค-7 ตัวอย่างซากไก่เนื้อส่วนต่างๆ อายุ 6 สัปดาห์

(1) เครื่องในไก่เนื้อ เช่น หัวใจ ตับ

(2) น่อง

(3) แข้ง

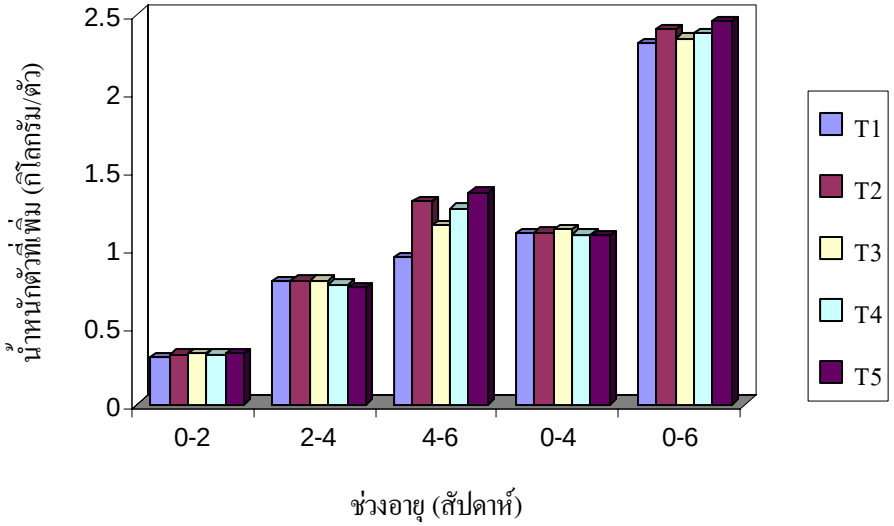
(4) ปีก

(5) ซี่โครง + หลัง

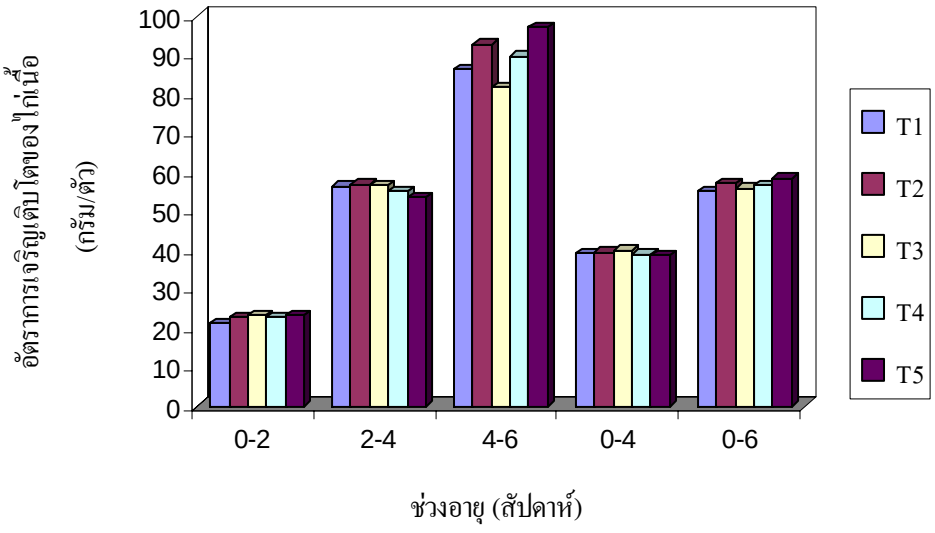
(6) เนื้ออกนอก

(7) เนื้ออกใน

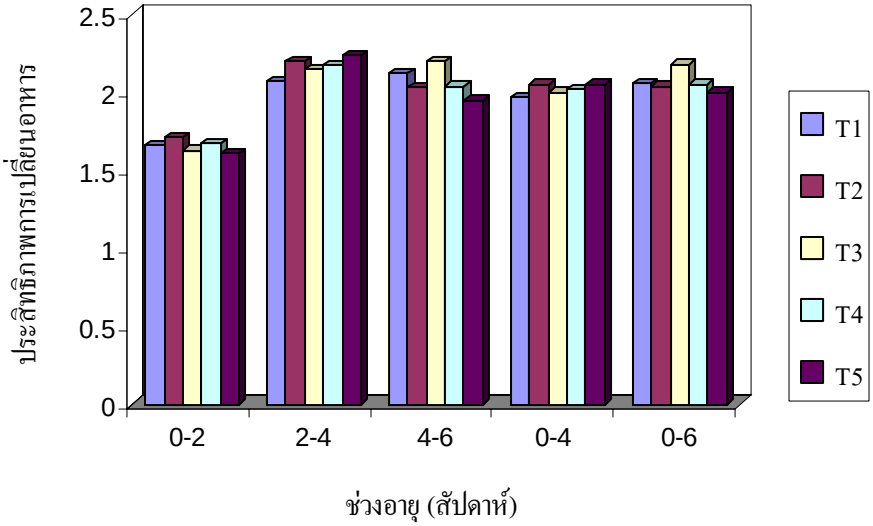
(8) คอ



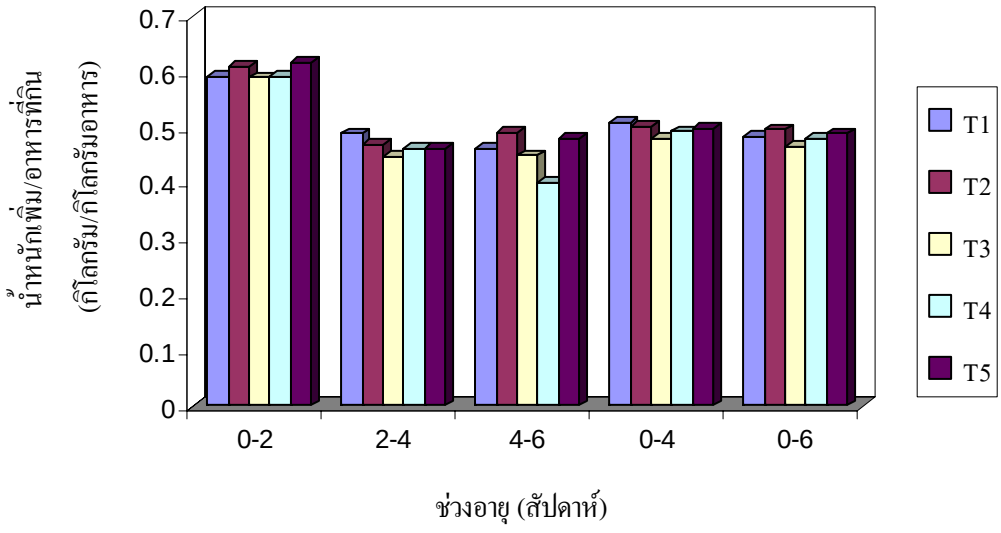
รูปภาคผนวก ค-8 การเปลี่ยนแปลงน้ำหนักตัวของไก่เนื้อที่ได้รับอาหารที่ทดแทนน้ำมันปาล์มด้วยกากไขมันโรงงานปลากระป๋องในสัดส่วนต่างกัน ตลอดช่วงอายุ 0 – 6 สัปดาห์



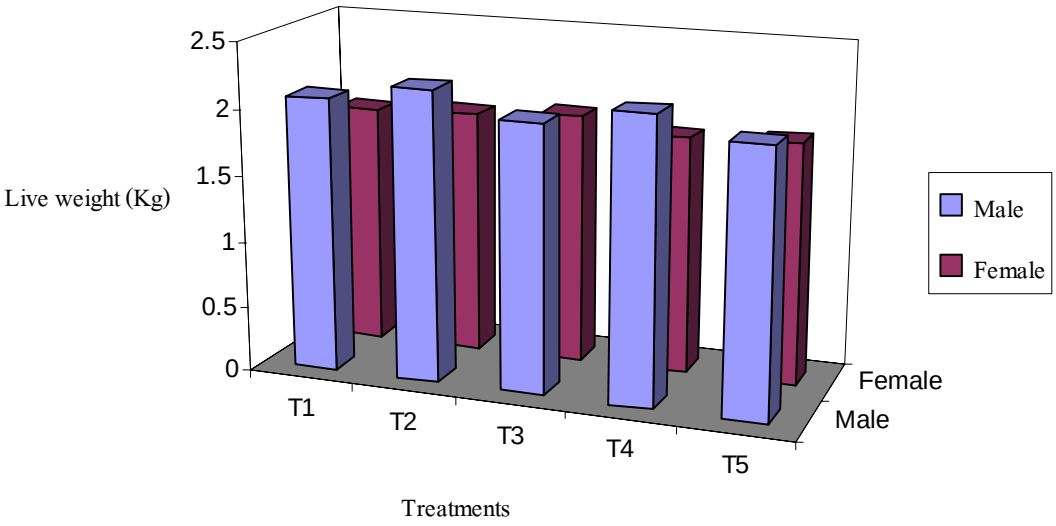
รูปภาคผนวก ค-9 อัตราการเจริญเติบโตของไก่เนื้อที่ได้รับอาหารที่ทดแทนน้ำมันปาล์มด้วยกากไขมันโรงงานปลากระป๋องในสัดส่วนต่างกัน ตลอดช่วงอายุ 0 – 6 สัปดาห์



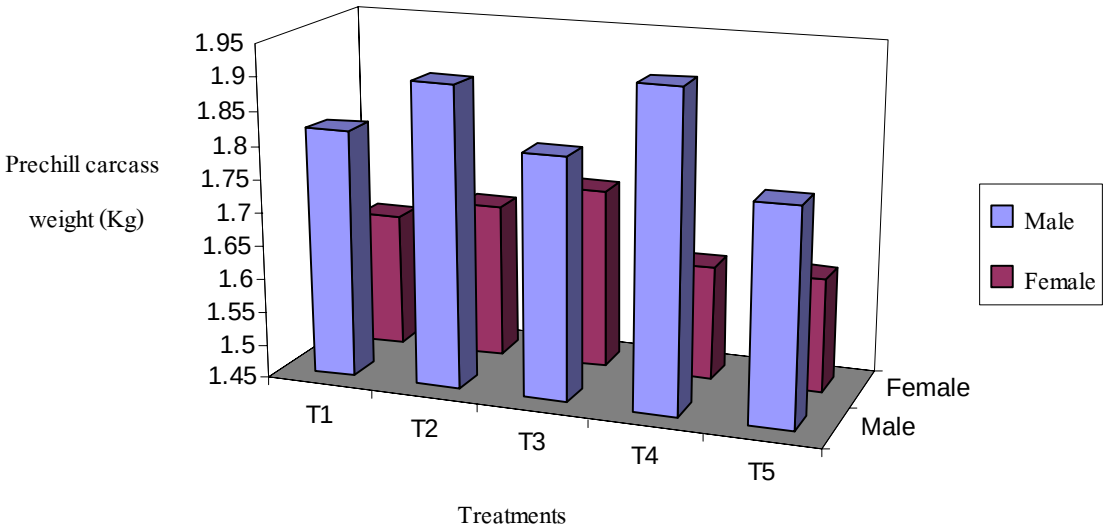
รูปภาคผนวก ค-10 ประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารของไก่เนื้อที่ได้รับอาหารที่ทดแทนน้ำมันปาล์มด้วยกาก ไขมันโรงงานปลากระป๋องในสัดส่วนต่างกัน ตลอดช่วงอายุ 0 – 6 สัปดาห์



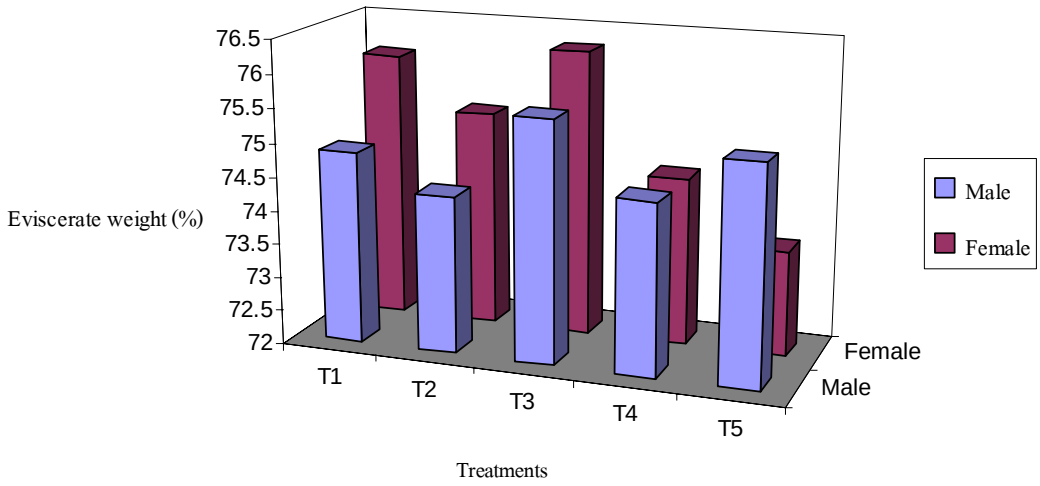
รูปภาคผนวก ค-11 การเปลี่ยนแปลงน้ำหนักตัวของไก่เนื้อที่ได้รับอาหารที่ทดแทนน้ำมันปาล์มด้วยกากไขมันโรงงานปลากระป๋องในสัดส่วนต่างกัน เทียบกับอาหารที่กิน 1 กิโลกรัม ตลอดช่วงอายุ 0 – 6 สัปดาห์



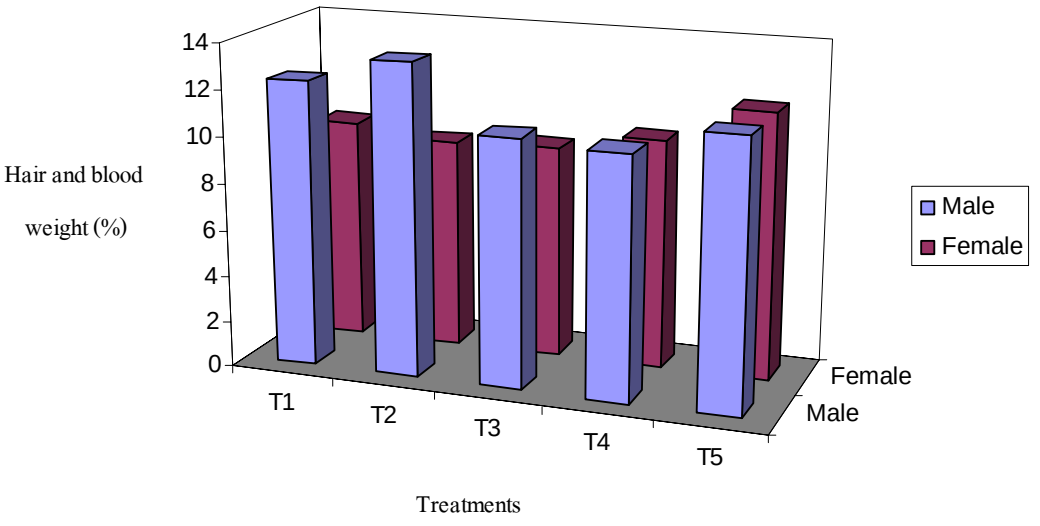
รูปภาคผนวก ค-12 เปรียบเทียบน้ำหนักมีชีวิตของไก่เนื้อที่ได้รับอาหารทดแทนน้ำมันปาล์มด้วยกากไขมันโรงงานปลากระป๋องในสัดส่วนที่ต่างกัน



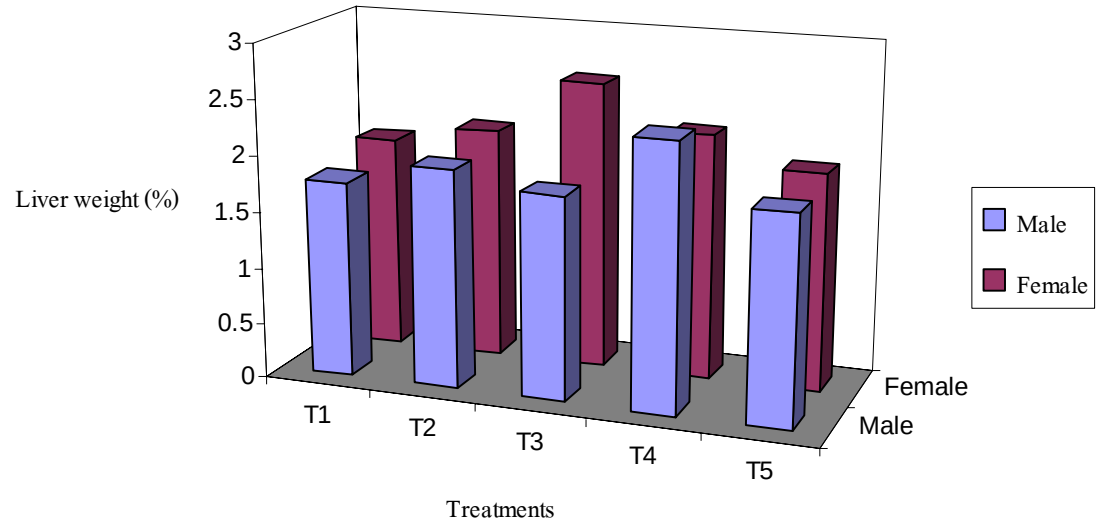
รูปภาคผนวก ค-13 เปรียบเทียบน้ำหนักหลังฆ่าก่อนถอนขนของไก่เนื้อที่ได้รับอาหารทดแทนน้ำมันปาล์มด้วยกากไขมันโรงงานปลากระป๋องในสัดส่วนที่ต่างกัน



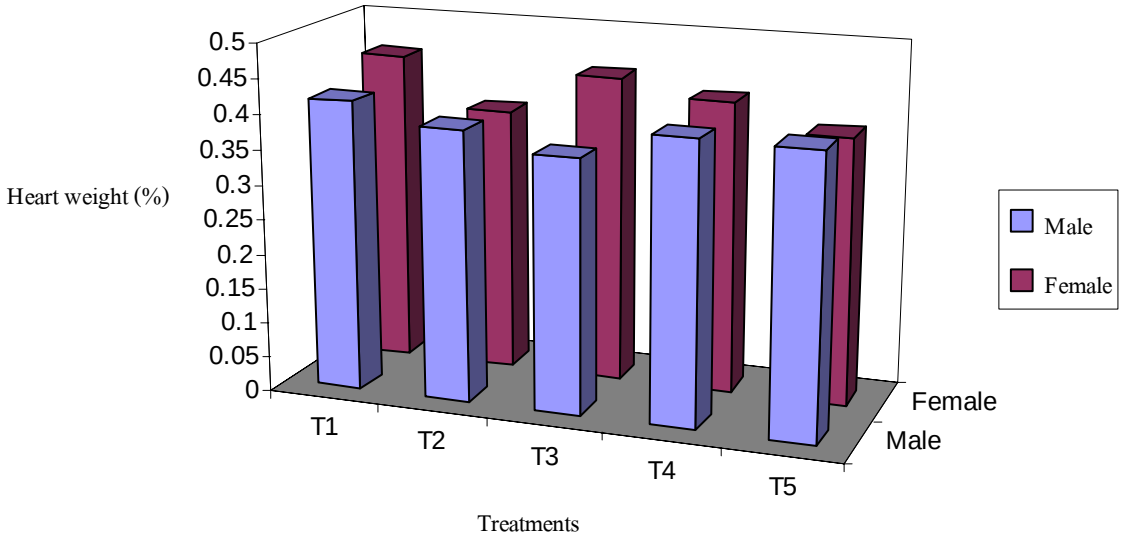
รูปภาคผนวก ค-14 เปรียบเทียบน้ำหนักหลังฆ่าหลังถอนขนของไก่เนื้อที่ได้รับอาหารทดแทนน้ำมันปาล์มด้วยกากไขมันโรงงานปลากระป๋องในสัดส่วนที่ต่างกัน



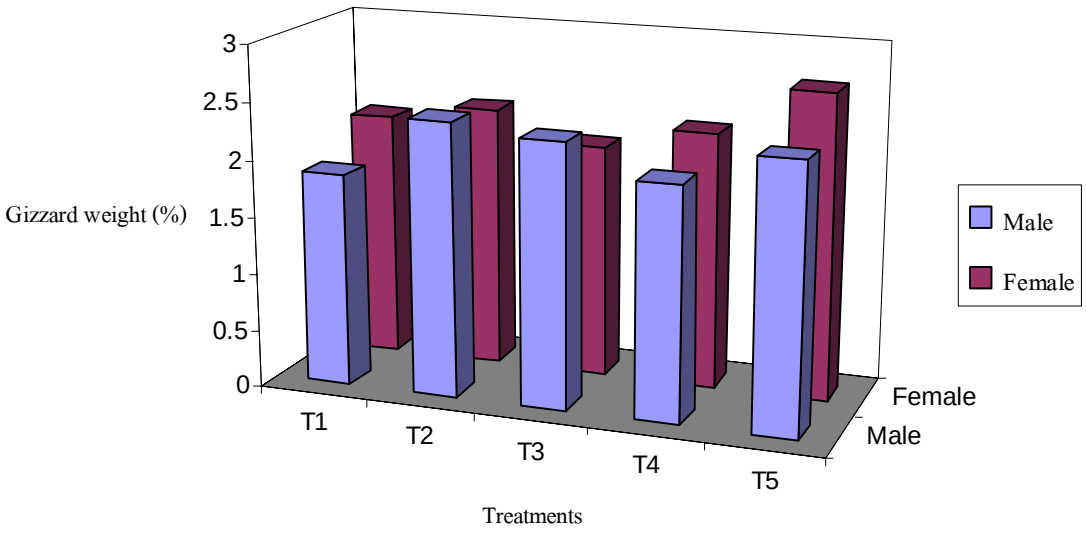
รูปภาคผนวก ค-15 เปรียบเทียบน้ำหนักขนและเลือดของไก่เนื้อที่ได้รับอาหารทดแทนน้ำมันปาล์มด้วยกากไขมันโรงงานปลากระป๋องในสัดส่วนที่ต่างกัน



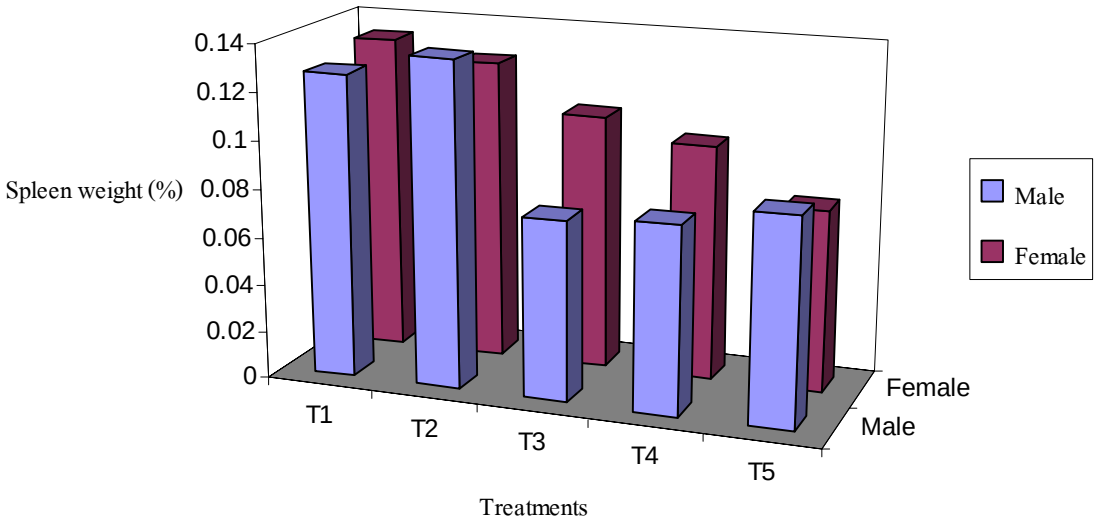
รูปภาคผนวก ค-16 เปรียบเทียบน้ำหนักตับของไก่เนื้อที่ได้รับอาหารทดแทนน้ำมันปาล์มด้วยกากไขมันโรงงานปลากระป๋องในสัดส่วนที่ต่างกัน



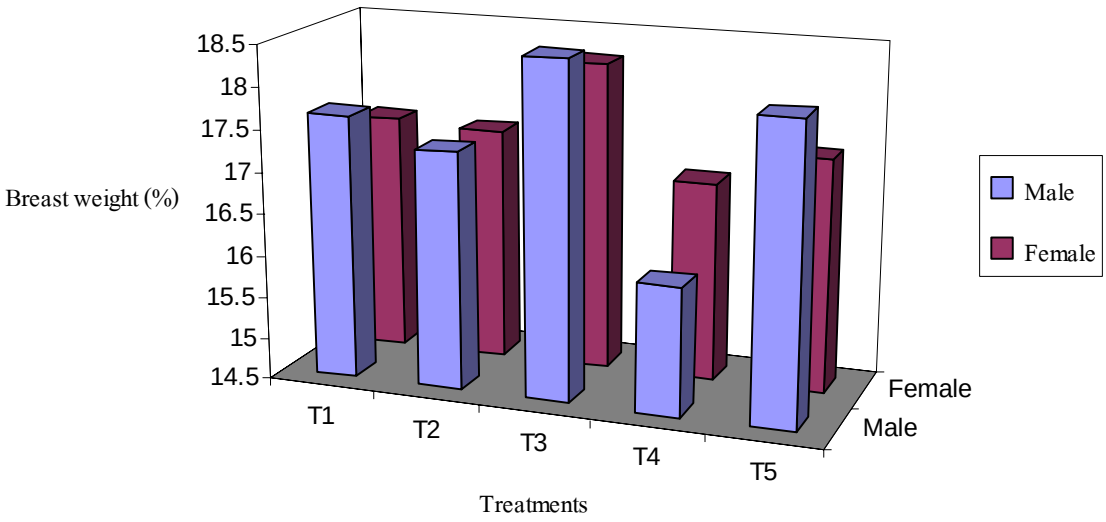
รูปภาคผนวก ค-17 เปรียบเทียบน้ำหนักหัวใจของไก่เนื้อที่ได้รับอาหารทดแทนน้ำมันปาล์มด้วยกากไขมันโรงงานปลากระป๋องในสัดส่วนที่ต่างกัน



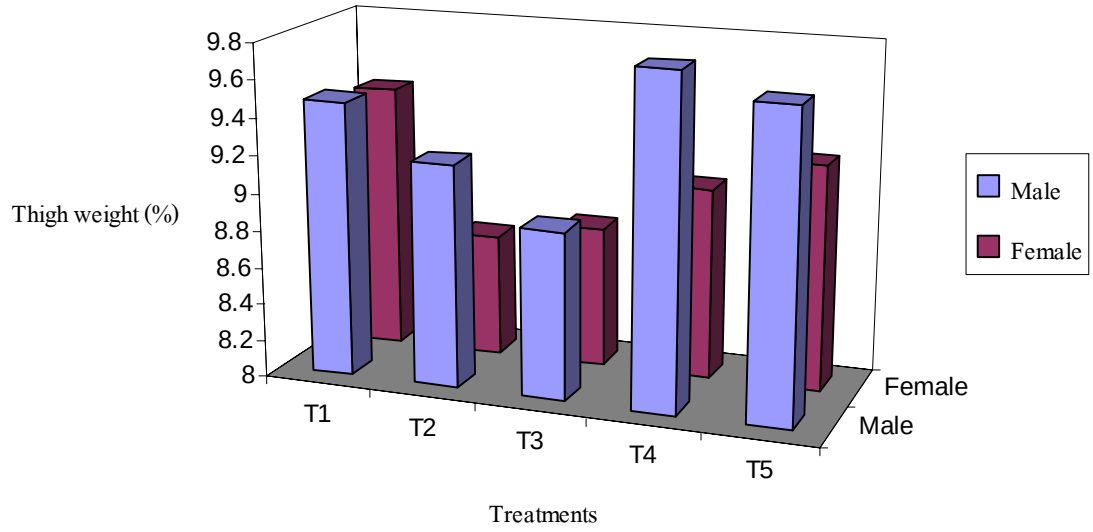
รูปภาคผนวก ค-18 เปรียบเทียบน้ำหนักกึ๋นของไก่เนื้อที่ได้รับอาหารทดแทนน้ำมันปาล์มด้วยกากไขมันโรงงานปลากระป๋องในสัดส่วนที่ต่างกัน



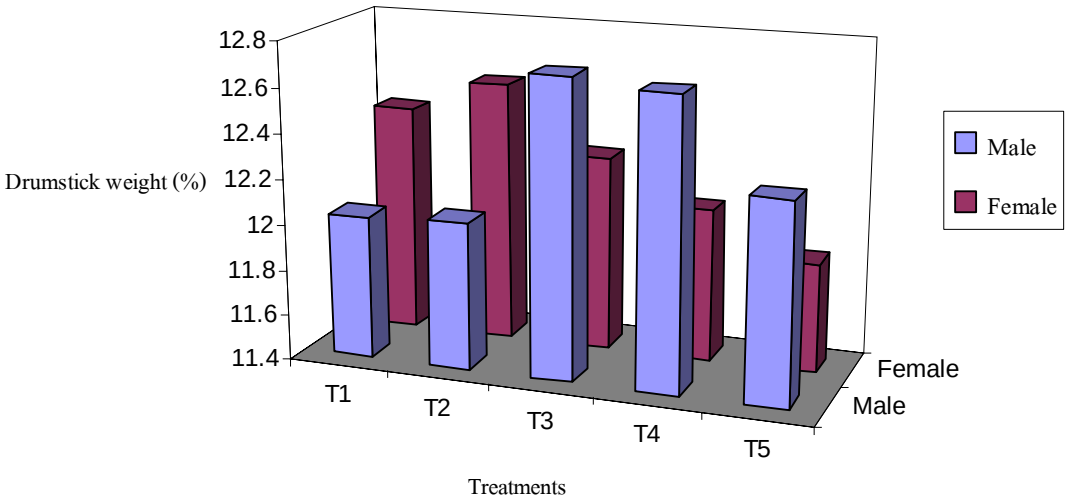
รูปภาคผนวก ค-19 เปรียบเทียบน้ำหนักม้ามของไก่เนื้อที่ได้รับอาหารทดแทนน้ำมันปาล์มด้วยกากไขมันโรงงานปลากระป๋องในสัดส่วนที่ต่างกัน



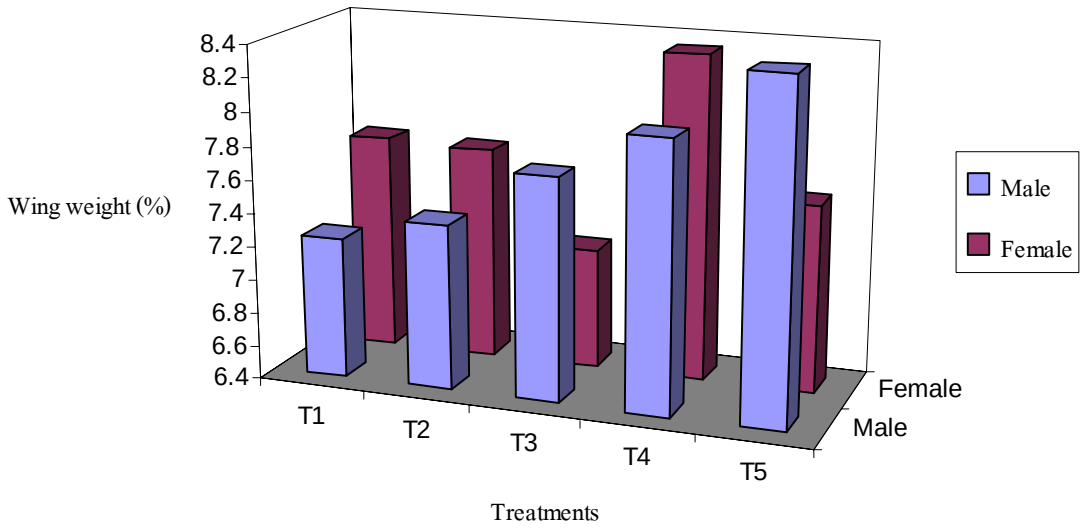
รูปภาคผนวก ค-20 เปรียบเทียบน้ำหนักเนื้ออกของไก่เนื้อที่ได้รับอาหารทดแทนน้ำมันปาล์มด้วยกากไขมันโรงงานปลากระป๋องในสัดส่วนที่ต่างกัน



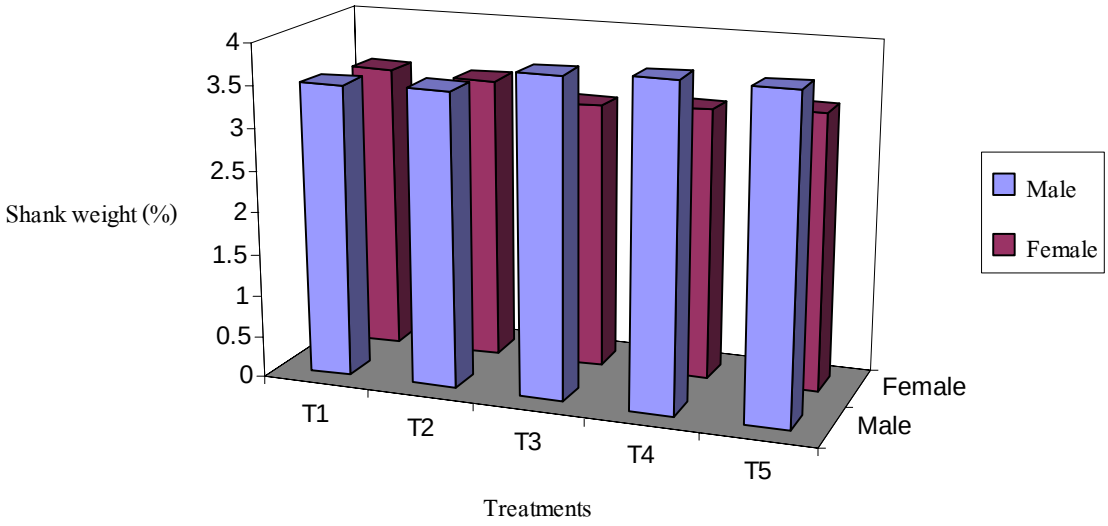
รูปภาคผนวก ค-21 เปรียบเทียบน้ำหนักน่องของไก่เนื้อที่ได้รับอาหารทดแทนน้ำมันปาล์มด้วยกากไขมันโรงงานปลากระป๋องในสัดส่วนที่ต่างกัน



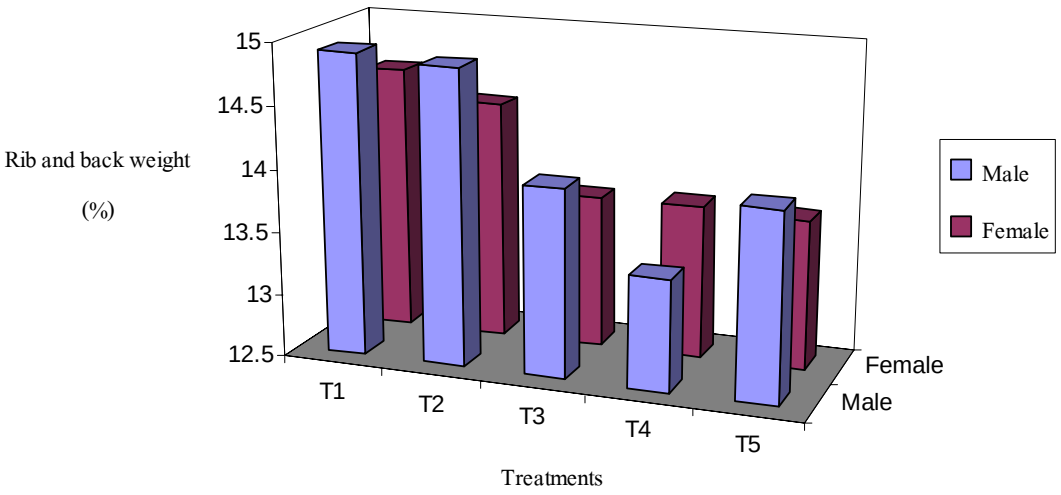
รูปภาคผนวก ค-22 เปรียบเทียบน้ำหนักสะโพกของไก่เนื้อที่ได้รับอาหารทดแทนน้ำมันปาล์มด้วยกากไขมันโรงงานปลากระป๋องในสัดส่วนที่ต่างกัน



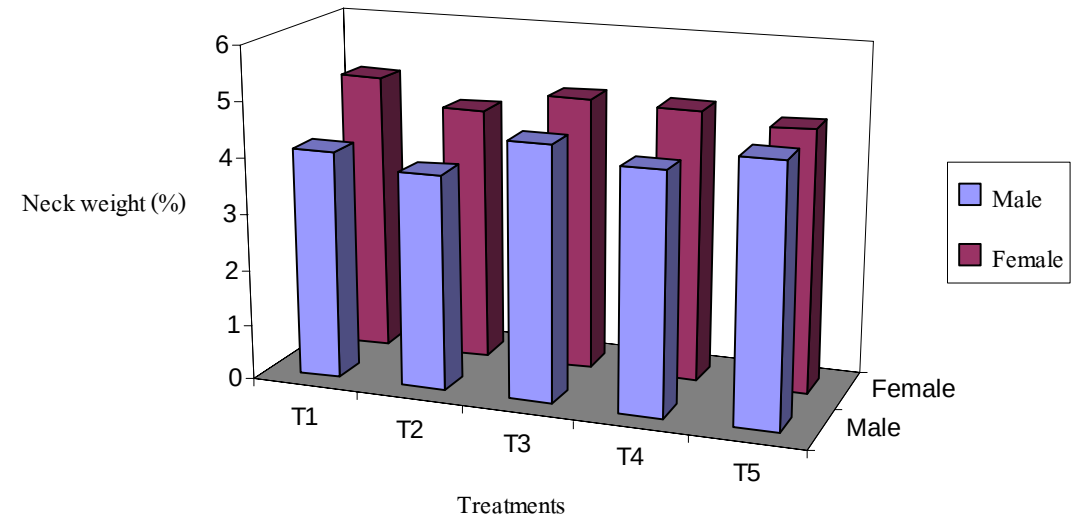
รูปภาคผนวก ค-23 เปรียบเทียบน้ำหนักปีกของไก่เนื้อที่ได้รับอาหารทดแทนน้ำมันปาล์มด้วยกากไขมันโรงงานปลากระป๋องในสัดส่วนที่ต่างกัน



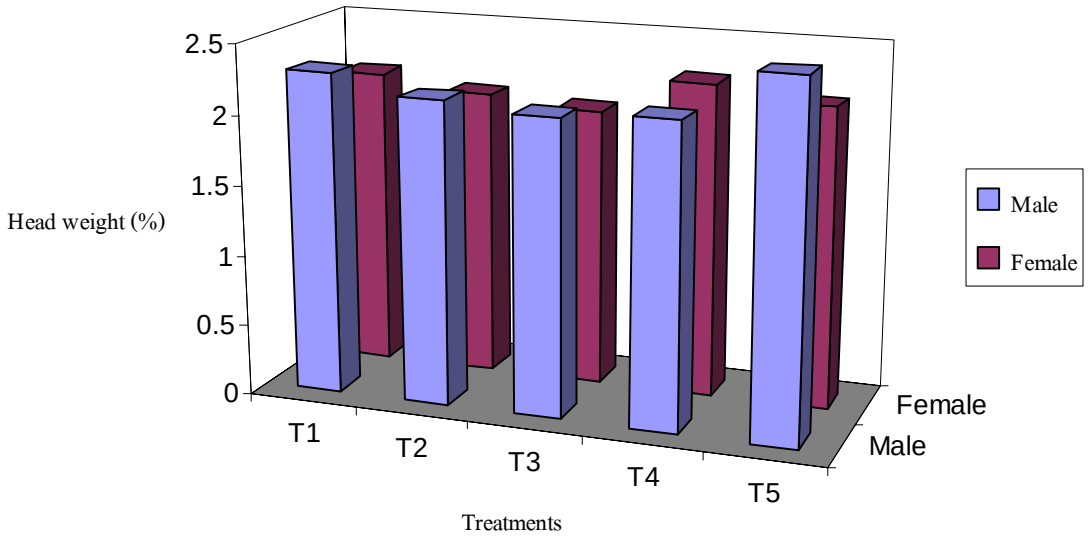
รูปภาคผนวก ค-24 เปรียบเทียบน้ำหนักแข้งของไก่เนื้อที่ได้รับอาหารทดแทนน้ำมันปาล์มด้วยกากไขมันโรงงานปลากระป๋องในสัดส่วนที่ต่างกัน



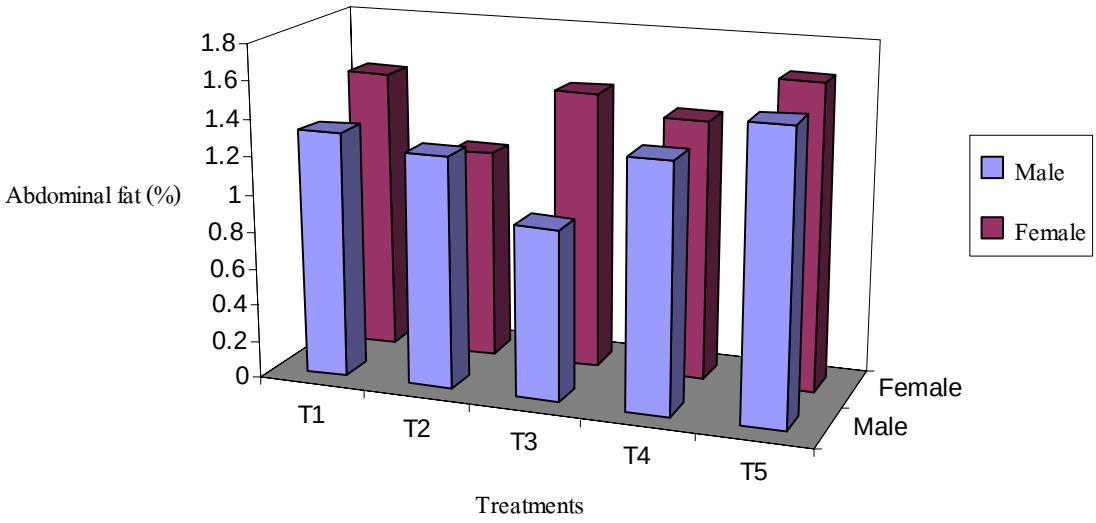
รูปภาคผนวก ค-25 เปรียบเทียบน้ำหนักซี่โครงและหลังของไก่เนื้อที่ได้รับอาหารทดแทนน้ำมันปาล์มด้วยกากไขมันโรงงานปลากระป๋องในสัดส่วนที่ต่างกัน



รูปภาคผนวก ค-26 เปรียบเทียบน้ำหนักคอของไก่เนื้อที่ได้รับอาหารทดแทนน้ำมันปาล์มด้วยกากไขมันโรงงานปลากระป๋องในสัดส่วนที่ต่างกัน



รูปภาคผนวก ค-27 เปรียบเทียบน้ำหนักหัวของไก่เนื้อที่ได้รับอาหารทดแทนน้ำมันปาล์มด้วยกากไขมันโรงงานปลากระป๋องในสัดส่วนที่ต่างกัน



รูปภาคผนวก ค-28 เปรียบเทียบน้ำหนักไขมันช่องท้องของไก่เนื้อที่ได้รับอาหารทดแทนน้ำมันปาล์มด้วยกากไขมันโรงงานปลากระป๋องในสัดส่วนที่ต่างกัน

ภาคผนวก ง.
ผลงานการประชุมเสนอผลงานวิจัยระดับบัณฑิตศึกษาแห่งชาติ ครั้งที่ 7

ผลการทดแทนกากไขมันจากบ่อดักไขมันโรงงานปลากระป๋องต่อสมรรถนะการเจริญเติบโตและลักษณะซากไก่เนื้อ

ซารีนา วาแม[1] ปิ่น จันจุฬา[2] และวิไลรัตน์ ชีวะเศรษฐธรรม[1]

บทคัดย่อ

จากการทดลองทดแทนน้ำมันปาล์มด้วยกากไขมันจากบ่อดักไขมันโรงงานปลากระป๋องในสูตรอาหารไก่เนื้อ ในช่วงอายุ 0-6 สัปดาห์ โดยใช้ไก่เนื้อคละเพศอายุ 1 วัน จำนวน 400 ตัว แบ่งเป็น 5 กลุ่มๆ ละ 4 ซ้ำ ซ้ำละ 20 ตัว ในแผนการทดลองแบบสุ่มตลอด ให้แต่ละกลุ่มได้รับสูตรอาหารทดลองทดแทนน้ำมันปาล์มด้วยกากไขมันจากบ่อดักไขมันโรงงานปลากระป๋องในระดับ 0, 25, 50, 75 และ 100 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ผลปรากฏว่า น้ำหนักเพิ่ม ปริมาณอาหารที่กิน ประสิทธิภาพการใช้อาหารและลักษณะซากของไก่ทดลองไม่แตกต่างกันในทางสถิติ ($P>0.05$) เมื่อเปรียบเทียบกับสูตรอาหารควบคุม ส่วนอัตราการตายของไก่ทุกกลุ่มไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) โดยมีอัตราการตายทั้งหมดเฉลี่ยช่วง 1.32-4.35%

คำสำคัญ: กากไขมัน น้ำมันปาล์ม ไก่กระทง สมรรถภาพการเจริญเติบโต ลักษณะซาก

---

[1]ภาควิชาวิทยาศาสตร์, [2]ภาควิชาเทคโนโลยีและการอุตสาหกรรม คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี

Effect of Replacing Fat Scum from Canned Fish Plant Grease Trap on Growth Performance and Carcass Characteristics of Broiler Chicken

Wamae, S.[1], Chanjula, P[2]. and Shiwasejtham, W.[1]

Abstract

An six-week experiment was conducted to study using fat scum (FS) to replace palm oil on the growth performance and carcass characteristics of broiler chickens (0-6 weeks of age). Four hundred head of 1 day old (mixed sex) broilers were randomly allotted to 5 dietary treatments, in a completely randomized design experiment. There were four replications in each treatment with 20 chicks per pen. The dietary treatment were T_1= 0 % FS, T_2= 25% FS, T_3= 50% FS, T_4= 75% FS and T_5= 100% FS, respectively. The results showed no significant ($P>0.05$) difference among treatments in terms of weight gain, feed intake, feed conversion rate, mortality rate and carcass characteristics when FS was included up to 25-100 % of the diet compared with control diet. No significant difference in mortality rate was found among groups. The average mortality was 1.32-4.35%.

Key Words: Fat scum, palm oil, broiler, growth performance, carcass characteristics.

[1]Department of Science, [2]department of Technology and Industrial, Faculty of Science and Technology, Prince of Songkla University, Pattani

บทนำ

ไขมันเป็นอาหารที่มีความเข้มข้นของพลังงานสูง จุดประสงค์หลักของการเติมไขมันลงในอาหารสัตว์เพื่อเพิ่มระดับพลังงานในอาหาร ลดฝุ่นและปรับปรุงรสชาติของอาหารให้ดีขึ้น (สาโรช, 2542) ด้วยเหตุนี้ในการสร้างสูตรอาหารเพื่อให้พลังงานสูงๆ จึงจำเป็นต้องใช้ไขมันเสริม ซึ่งอยู่ในรูปของแข็ง (tallow) หรือของเหลว (oil) ในอาหาร นอกจากนี้ ไขมันยังมีคุณสมบัติลดความร้อนที่เกิดจากกระบวนการย่อยอาหาร (heat increment) น้อยกว่าคาร์โบไฮเดรตและโปรตีน (Walddroup *et al*., 1976; Dale and Fuller, 1979) ซึ่งไขมันมาจาก 2 แหล่งคือ น้ำมันพืช (vegetable oils) และไขมันสัตว์ (animal fats)

ในกระบวนการผลิตของโรงงานอุตสาหกรรมปลากระป๋อง ก่อให้เกิดวัสดุเศษเหลือปริมาณมากในขั้นตอนการเตรียมวัตถุดิบและแปรรูปได้แก่ มีเนื้อปลาปริมาณร้อยละ 35 ส่วนที่เป็นหัวปลา หางปลา ก้างปลาและหนังปลา มีปริมาณร้อยละ 28-30 ไส้ปลาร้อยละ 5-7 เลือดปลาและอื่นๆ ร้อยละ 10-12 (พูนสุข, 2542) นอกจากเศษเหลือดังกล่าว ยังมีส่วนของน้ำมัน (oil) และกากไขมัน (fat scum) เจือปนอยู่จากการล้างภาชนะที่ใช้ทอดปลา การหกหรือรั่วออกจากภาชนะตลอดจนไขมันปลาที่ได้จากกระบวนการล้างทำความสะอาดขึ้นอยู่กับชนิดของผลิตภัณฑ์ ทั้งหมดนี้จะถูกรวบรวมและกำจัดออกจากน้ำเสียที่บ่อดักไขมัน โดยการตักส่วนที่ลอยอยู่ผิวน้ำออกเก็บใส่ถังหรือกองทิ้งไว้ โดยยังไม่มีการใช้ประโยชน์ กลายเป็นปัญหาในการกำจัดและก่อให้เกิดปัญหาทางมลภาวะ ซึ่งของกากไขมันดังกล่าว มีส่วนของน้ำมันปลาที่มีคุณค่าทางอาหารและสัตว์สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ดี NRC (1994) รายงานว่า น้ำมันปลามีปริมาณกรดไขมันที่ไม่อิ่มตัว (unsaturated fatty acid, UFA) เช่น palmitoleic acid, linoleic acid และ linolenic acid และพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้สูง ซึ่งไก่สามารถนำใช้กรดไขมันไม่อิ่มตัวได้สูงกว่าการใช้ไขมันสัตว์ ในด้านการดูดซึมและการนำไปเป็นพลังงาน (Scott *et al*., 1982)

อย่างไรก็ตาม การทดลองโดยการใช้กากไขมันจากบ่อดักไขมันต่อสมรรถนะการเจริญเติบโตและคุณภาพซากไก่เนื้อในประเทศไทย ยังไม่ปรากฏว่ามีรายงานไว้ และในต่างประเทศก็มีรายงานเกี่ยวกับเรื่องนี้น้อย ดังนั้น การศึกษาในครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษา ระดับที่เหมาะสมของการใช้กากไขมันจากบ่อดักไขมันของโรงงานปลากระป๋องในอาหารไก่เนื้อ เพื่อเป็นข้อมูลพื้นฐานและประยุกต์ใช้ในการปรับปรุงการผลิตสัตว์เพื่อให้มีสมรรถนะในการผลิตที่ดีขึ้นในอนาคต โดยดูผลจากน้ำหนักตัวเพิ่ม ปริมาณอาหารที่กิน ประสิทธิภาพการใช้อาหารและเปอร์เซ็นต์ซาก

อุปกรณ์และวิธีการ

การเตรียมกากไขมัน

ทำการตักเก็บกากไขมันจากบ่อดักไขมันของโรงงานปลากระป๋อง 3 แห่งจากอำเภอเมือง จังหวัดปัตตานี นำมาทำการระเหยน้ำและฆ่าเชื้อโรคโดยการต้มที่อุณหภูมิประมาณ 105±5°C ใช้เวลาประมาณ 2 ชั่วโมง 30 นาที (กากไขมันเป็นเนื้อเดียวกันไม่แยกชั้น) พร้อมทั้งทำการแยกสิ่งแปลกปลอม เช่น เศษไม้ หรือแมลง โดยการตักออกและกรองผ่านตะแกรงขนาด 2 มม. และทำการวิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมีของกากไขมันที่เก็บได้ ตามวิธีของ AOAC (1990) เพื่อให้ทราบคุณสมบัติของกากไขมันและเก็บไว้เตรียมอาหารไก่เนื้อ เพื่อให้เป็นมาตรฐานเดียวกันตลอดการทดลอง

การจัดการสัตว์ทดลองและแผนการทดลอง

การทดลองนี้ ได้กระทำที่ฟาร์มทดลองเลี้ยงสัตว์ปีกของภาควิชาเทคโนโลยีและการอุตสาหกรรม คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี ทำการศึกษาโดยใช้ลูกไก่เนื้อคละเพศ สายพันธุ์ทางการค้าอาเบอร์เอเคอร์ อายุ 1 วัน สม่ำเสมอกัน จำนวน 400 ตัว แบ่งไก่ทดลองเป็น 5 กลุ่มๆ ละ 4 ซ้ำๆ ละ 20 ตัว โดยให้มีน้ำหนักตัวเฉลี่ยใกล้เคียงกันมากที่สุด ตามแผนการทดลองสุ่มสมบูรณ์ (completely randomized design, CRD) ไก่เนื้อแต่ละซ้ำได้รับอาหารทดแทนน้ำมันปาล์มด้วยกากไขมันจากบ่อดักไขมันโรงงานปลากระป๋องที่มีระดับแตกต่างกัน 5 สูตร คือ ใช้กากไขมันในอาหารระดับร้อยละ 0, 25, 50, 75 และ 100 ส่วนประกอบของวัตถุดิบและโภชนะของสูตรอาหารแต่ละสูตรแสดงดัง Table 1 และ Table 2 อาหารทดลองสำหรับไก่ในแต่ละช่วงอายุ คำนวณให้มีระดับโภชนะเพียงพอกับความต้องการของไก่ที่แนะนำโดย NRC (1994) โดยไก่แต่ละซ้ำเลี้ยงในคอกขนาด 2 เมตร ยาว 2 เมตร พื้นปูด้วยแกลบ กกลูกไก่เป็นเวลานาน 2 สัปดาห์ หลังจากนั้นให้ลูกไก่ได้รับแสงสว่างตลอดทั้งวันจนสิ้นสุดการทดลอง โดยไก่รับน้ำและอาหารอย่างเต็มที่ *(ad libitum)* โปรแกรมวัคซีนใช้ตามมาตรฐานการเลี้ยงไก่กระทงทางการค้าทั่วไป คือ วัคซีนป้องกันโรคนิวคาสเซิล โรคหลอดลมอักเสบ กัมโบโรและฝีดาษ

Table 1 Feed composition and nutrient component of the experimental diets for broiler aging 0-

3 weeks (% as fed basis)

Feed ingredients (%)	Treatments diets				
Level of fat scum, %	T1 (0)	T2 (25)	T3 (50)	T4 (75)	T5 (100)
Corn meal	56.22	55.00	55.87	55.87	55.87
Soybean meal (44% CP)	29.28	30.50	30.63	30.63	30.63
Fish meal (55% CP)	5.00	5.00	4.00	4.00	4.00
Palm oil	6.00	4.50	3.00	1.50	0.00
Fat scum	0.00	1.50	3.00	4.50	6.00
Dicalcium phosphate	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50
Premix*	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40
Salt	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50
DL-methionine	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10
Total	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
Calculated nutrient component (%)					
Metabolizable energy (ME) Kcal/kg	2,970	2,970	2,970	2,970	2,970
Crude protein	22.00	22.00	22.00	22.00	22.00
Ether extract	8.03	8.00	7.96	7.96	7.96
Calcium	1.33	1.33	1.24	1.24	1.24
Available phosphorus	0.86	0.86	0.83	0.83	0.83

*Vitamin and mineral premix (g/kg): vitamin A 750,000 IU; vitamin D_3 150,000 ICU; vitamin E 3,000 IU; vitamin K 0.15; thiamine 0.36; riboflavin 0.72; pyridoxine 0.26; cyanocobalamine 4.00; pantothenic acid 2.00; niacin 6.00; choline chloride 50% 200.00; biotin 0.20; folic acid 0.05; ferrous sulphate 32.03; zinc oxide 10.98; copper sulphate 3.14; manganese sulphate 16.49; potassium iodine 0.046.

การเก็บข้อมูลและการวิเคราะห์ข้อมูล

ระหว่างการทดลองบันทึกน้ำหนักตัวไก่ก่อนเริ่มทดลอง น้ำหนักตัวไก่และปริมาณอาหารที่กินทุกสัปดาห์จนสิ้นสุดการทดลองเพื่อคำนวณหาอัตราการเจริญเติบโต ปริมาณอาหารที่กินและอัตราแลกเนื้อ บันทึกอัตราการตาย นำข้อมูลที่ได้วิเคราะห์ความแปรปรวนแบบ Analysis of Variance (ANOVA) ตามแผนการทดลองแบบ CRD และเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างกลุ่มทดลองโดยวิธี Duncan's Multiple Range Test (Steel and Torrie, 1980)

Table 2 Feed composition and nutrient component of the experimental diets for broiler aging 4-6 weeks (% as fed basis)

Feed ingredients (%)	Treatments diets				
Level of fat scum, %	T1 (0)	T2 (25)	T3 (50)	T4 (75)	T5 (100)
Corn meal	60.00	61.99	61.99	61.99	61.99
Soybean meal (44% CP)	25.50	24.51	24.51	24.51	24.51
Fish meal (55% CP)	5.00	4.00	4.00	4.00	4.00
Palm oil	6.00	4.50	3.00	1.50	0.00
Fat scum	0.00	1.50	3.00	4.50	6.00
Dicalcium phosphate	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50
*Premix	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40
Salt	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50
DL-methionine	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10
Total	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
Calculated nutrient component (%)					
Metabolizable energy (ME) Kcal/kg	2,970	2,970	2,970	2,970	2,970
Crude protein	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00
Ether extract	8.12	8.12	8.12	8.12	8.12
Calcium	1.31	1.22	1.22	1.22	1.22
Available phosphorus	0.86	0.84	0.84	0.84	0.84

*Vitamin and mineral premix (g/kg): vitamin A 750,000 IU; vitamin D_3 150,000 ICU; vitamin E 3,000 IU; vitamin K 0.15; thiamine 0.36; riboflavin 0.72; pyridoxine 0.26; cyanocobalamine 4.00; pantothenic acid 2.00; niacin 6.00; choline chloride 50% 200.00; biotin 0.20; folic acid 0.05; ferrous sulphate 32.03; zinc oxide 10.98; copper sulphate 3.14; manganese sulphate 16.49; potassium iodine 0.046.

ผลการทดลองและวิจารณ์

ผลการทดแทนน้ำมันปาล์มด้วยกากไขมันจากโรงงานปลากระป๋องในระดับต่างๆ ต่อสมรรถภาพการเจริญเติบโต ปริมาณอาหารที่กิน ประสิทธิภาพการใช้อาหารและอัตราการตาย ในช่วงอายุ 0-2, 0-4 และ 0-6 สัปดาห์ (Table 3) ตลอดจนคุณภาพซากของไก่ทดลองในช่วงอายุ 0-2, 0-4 และ 0-6 สัปดาห์ ของทุกกลุ่ม (Table 4) พบว่า น้ำหนักเพิ่มไม่มีความแตกต่างกัน ($P>0.05$) ในทุกช่วงอายุ แต่มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามระดับการทดแทนกากไขมันที่เพิ่มขึ้น แสดงว่าไก่สามารถใช้กากไขมันทดแทนน้ำมันปาล์มในสูตรอาหารได้โดยไม่มีผลกระทบต่อน้ำหนักเพิ่ม

ปริมาณอาหารที่กินได้สะสมโดยรวม ช่วงอายุ 0-4 และ 0-6 สัปดาห์ พบว่า ไก่ทุกกลุ่มกินอาหารได้ไม่แตกต่างกัน ($P>0.05$) ยกเว้น ในช่วงอายุ 0-2 สัปดาห์ ปริมาณการกินอาหารของกลุ่มควบคุมน้อยกว่ากลุ่มอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) เมื่อพิจารณาถึงประสิทธิภาพการใช้อาหารแบบสะสม ช่วงอายุ 0-2 และ 0-6 สัปดาห์ ปรากฏว่า ไก่ทุกกลุ่มไม่มีความแตกต่างกัน ($P>0.05$) และเมื่อระดับการทดแทนกากไขมันเพิ่มขึ้น ค่าดังกล่าวมีแนวโน้มดีขึ้น ยกเว้น ในช่วงอายุ 0-4 สัปดาห์ ที่ประสิทธิภาพการใช้อาหารของกลุ่มควบคุมดีกว่ากลุ่มที่ 2 และ 5 ($P<0.05$) อาจเนื่องจาก กากไขมันมีปริมาณกรดไขมันไม่อิ่มตัวสูงกว่าน้ำมันปาล์ม ซึ่ง NRC (1994) รายงานว่า น้ำมันปลามีปริมาณกรดไขมันไม่อิ่มตัว (palmitoleic acid, linoleic acid, linolenic acid) และพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้สูงกว่าน้ำมันปาล์ม (6.8 และ 5.8 Mcal/kg, ME ตามลำดับ) ขณะที่น้ำมันปาล์มมีกรดไขมันอิ่มตัว (saturated fatty acid, SFA) สูงกว่าน้ำมันปลา ซึ่งไขมันที่มีกรดไขมันไม่อิ่มตัวสูงมีการย่อยและดูดซึมได้ดีกว่ากรดไขมันอิ่มตัว (Scott *et al*., 1982) ส่งผลให้น้ำหนักเพิ่มและประสิทธิภาพการใช้อาหารมีแนวโน้มดีกว่ากลุ่มควบคุม นอกจากนี้ Scott *et al*. (1982) รายงานว่า การใช้น้ำมันจากเมล็ดพืชน้ำมันที่มีกรดไขมันไม่อิ่มตัวในปริมาณที่สูง เช่น น้ำมันถั่วเหลือง เปรียบเทียบกับไขมันอิ่มตัว เช่น ไขมันวัว พบว่าไก่สามารถใช้ประโยชน์น้ำมันจากเมล็ดพืชน้ำมันได้สูงกว่าการใช้ไขมันสัตว์ในด้านการดูดซึมและการนำไปเป็นพลังงาน เนื่องจากไก่สามารถนำกรดไขมันไม่อิ่มตัวจากอาหารไปใช้ได้โดยตรง ขณะที่กรดไขมันอิ่มตัวมีการสังเคราะห์ต่อสายโมเลกุลเป็นกรดไขมันที่จำเพาะสำหรับไก่สะสมในซาก ดังนั้น ไขมันในซากไก่มีอิทธิพลมาจากกรดไขมันอิ่มตัวมากกว่ากรดไขมันไม่อิ่มตัว (สาโรจ, 2542; Scott *et al*., 1982)

Table 3 Weight gain and growth performance of broiler fed diets replace varying levels of fat scum during 0-6 week of age.

Items	Treatments (level of fat scum, %)					SEM
Level of fat scum, %	1(0%)[1]	2(25%)	3(50%)	4(75%)	5(100%)	
Initial weight (kg/bird)	0.0454	0.0452	0.0444	0.0452	0.0447	0.587
Weight gain (kg/bird)						
wk. 0-2	0.300	0.320	0.328	0.319	0.328	0.010
wk. 0-4	1.095	1.104	1.121	1.090	1.081	0.016
wk. 0-6	2.316	2.405	2.349	2.375	2.456	0.048
Feed in take (kg/bird)						
wk. 0-2	0.496^{b}	0.545^{a}	0.533^{a}	0.531^{a}	0.526^{a}	0.010
wk. 0-4	2.156^{b}	2.266^{a}	2.238^{ab}	2.204^{ab}	2.219^{ab}	0.031
wk. 0-6	4.763	4.914	4.898	4.878	4.902	0.095
Feed conversion rate						
wk. 0-2	1.66	1.71	1.63	1.67	1.61	0.044
wk. 0-4	1.97^{b}	2.05^{a}	2.00^{ab}	2.02^{ab}	2.05^{a}	0.026
wk. 0-6	2.06^{ab}	2.04^{ab}	2.18^{a}	2.05^{ab}	2.00^{b}	0.050
Mortality rate (%)						
wk. 0-2	2.00	4.09	0.00	0.00	0.00	1.48
wk. 0-4	4.35	4.09	0.00	0.00	1.32	2.35
wk. 0-6	4.35	4.09	0.00	0.00	1.32	2.35
Feed cost (baht /kg weight gain)						
wk. 0-2	20.13^{ab}	20.89^{a}	19.58^{ab}	19.79^{ab}	18.73^{b}	0.49
wk. 0-4	24.53^{ab}	25.10^{a}	24.05^{b}	23.97^{b}	23.93^{b}	0.31
wk. 0-6	23.67^{a}	22.97^{ab}	24.01^{a}	22.30^{ab}	21.30^{b}	0.55

$^{a-c}$ Means within rows not sharing a common superscript are significantly different ($P<0.05$)

SEM = Standard error of the mean (n = 4)

[1] 1 = control = 0% fat scum, 2 = 25% fat scum, 3 = 50% fat scum, 4 = 75% fat scum and 5 = 100% fat scum

เมื่อพิจารณาอัตราการตายสะสมของไก่ทดลองในช่วงอายุต่างๆ (Table 3) จะเห็นได้ว่าอัตราการตายในทุกช่วงอายุ มีอัตราการตายต่ำ ยกเว้นกลุ่มควบคุมที่มีอัตราการตายเพิ่มในช่วงอายุ 0-4 สัปดาห์สูงกว่ากลุ่มอื่น และเมื่อพิจารณาตลอดระยะการทดลอง 6 สัปดาห์ พบว่าอัตราการตายไม่แตกต่างกัน (P>0.05) ระหว่างไก่ทดลองที่ได้รับอาหารสูตรต่างๆ โดยมีอัตราการตายทั้งหมดเฉลี่ยอยู่ในช่วง 1.32-4.35% ซึ่งถือว่าอยู่ในมาตรฐานการเลี้ยงไก่กระทงทั่วไป (4-5%) สาเหตุส่วนหนึ่งเกิดจากอากาศร้อนและไม่ทราบสาเหตุ และสำหรับต้นทุนค่าอาหารต่อน้ำหนักไก่ 1 กิโลกรัม พบว่า สูตรอาหารที่มีการทดแทนด้วยกากไขมัน 100% มีต้นทุนต่ำที่สุด (P<0.05) ตลอดการทดลอง

การศึกษาลักษณะทางซากของไก่กระทง (เฉลี่ยทั้งเพศผู้และเพศเมีย) พบว่าไก่ทดลองที่ได้รับอาหารทดแทนด้วยกากไขมันระดับต่างๆ มีเปอร์เซ็นต์ซาก เนื้อหน้าอก เนื้อน่องรวม สะโพก เนื้อปีก ซี่โครงและหลัง และไขมันหน้าท้องไม่แตกต่างกัน (P>0.05) อาจเนื่องจากสูตรอาหารมีระดับพลังงานและโปรตีนใกล้เคียงกัน ส่งผลให้มีลักษณะซากไม่แตกต่างกัน

Table 4 The carcass characteristic of broiler during 0-6 week of age.

Items	Treatments (level of fat scum, %)					SEM
Level of fat scum, %	1(0%)[1]	2(25%)	3(50%)	4(75%)	5(100%)	
Live weight (kg)	1.95	2.025	1.96	1.98	1.91	0.056
Eviscerate weight (%)	75.41	75.76	75.91	74.51	74.39	1.28
Breast (%)	17.49	17.30	18.34	16.45	17.65	0.63
Thigh (%)	9.45	8.93	8.83	9.40	9.42	0.24
Drumstick (%)	12.22	12.30	12.48	12.37	12.08	0.70
Wing (%)	7.47	7.53	7.42	8.17	7.96	0.28
Rib+back (%)	14.77	14.63	13.85	13.55	13.84	0.49
Abdominal fat (%)	1.42	1.19	1.21	1.36	1.60	0.15

[a-c] Means within rows not sharing a common superscript are significantly different (P<0.05)

SEM = Standard error of the mean (n = 4)

[1] 1 = control = 0% fat scum, 2 = 25% fat scum, 3 = 50% fat scum, 4 = 75% fat scum and 5 = 100% fat scum

สรุป

จากการศึกษาในครั้งนี้สรุปได้ว่า การทดแทนน้ำมันปาล์มด้วยกากไขมันจากโรงงานปลากระป๋องในระดับต่างๆ ในอาหารไก่เนื้อ ในช่วงอายุ 0-6 สัปดาห์ ปรากฏว่า สามารถใช้กากไขมันผสมอาหารได้ในระดับร้อยละ 25-100 โดยไม่ทำให้น้ำหนักเพิ่ม ปริมาณอาหารที่กิน ประสิทธิภาพการใช้อาหาร อัตราการตาย และลักษณะซากของไก่ทดลองแตกต่างกัน ดังนั้น การใช้กากไขมันจากบ่อดักไขมันเป็นแหล่งพลังงานในอาหารไก่เนื้อจึงเป็นแนวทางในการจัดการของเสียเหลือทิ้งจากโรงงานปลากระป๋อง ซึ่งสามารถเพิ่มมูลค่าได้อีกทางหนึ่ง

เอกสารอ้างอิง

พูนสุข ประเสริฐสรรพ์. 2542. การใช้ประโยชน์จากวัสดุเศษเหลือ. ภาควิชาเทคโนโลยีชีวภาพอุตสาหกรรม คณะ-อุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

สาโรช ค้าเจริญ. 2542. อาหารและการให้อาหารสัตว์ไม่เคี้ยวเอื้อง. ภาควิชาสัตวศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

AOAC 1990. Official Methods of Analysis. 15th ed. Association of Official Analytical Chemists, Washington, D.C., USA.

Dale, N.M. and Fuller, H.L. 1979. Effects of diet composition on feed intake and growth of chicks under heat stress. I. Dietary fat levels. Poultry Sci. 58:1529-1534.

NRC. 1994. Nutrient Requirement of Domestic Animals No 1. Nutrient Requirement of Poultry. National Academy Press, Washington, D.C.

Scott, M.L., Nesheim, M.C. and Young, R.J. 1982. Nutrition of the chicken, 3nd ed. M.L. Scott & Associates. Ithacha, New York.

Steel, R.G.D. and J.H. Torrie. 1980. Principles and Procedures of Statistics: A Biometerial Approach. (2nd ed.). McGraw-Hill Publishing Co., New York, U.S.A.

Walddroup, P.W., Mitchell, R.J., Payne, J.R. and Johnson, Z.B. 1976. Characterization and response of broiler chickens to diets varying in nutrient density content. Poultry Sci. 55:130-149.