

บทที่ 3

อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

3.1 การทดลองที่ 1

วัตถุประสงค์ของการทดลอง เพื่อต้องการประเมินคุณค่าทางโภชนาการของวัตถุดิบอาหารสัตว์ โดยการประเมินจากส่วนประกอบทางเคมีที่มีอยู่ในวัตถุดิบอาหารสัตว์ชนิดต่างๆ ซึ่งจัดเป็น การวิเคราะห์ทางเคมี (Chemical analysis) วัตถุดิบอาหารสัตว์จำนวน 17 ชนิด จากแหล่งอาหารพลังงาน ได้แก่ ปลาช่อน รำละเอียด ข้าวโพด ข้าวฟ่าง มันสำปะหลัง รำหยาบ น้ำมันพืช และไขวัว จากแหล่งอาหารโปรตีน ได้แก่ กากถั่วเหลือง ปลาร้า กากเมล็ดทานตะวัน กากเมล็ดงา และใบกระถิน จากแหล่งที่ให้แร่ธาตุ ได้แก่ โคแคลเซียมฟอสเฟต หินปูน เปลือกหอย และกระดูกป่น

การวิเคราะห์หาส่วนประกอบทางเคมี ประกอบด้วย การวิเคราะห์โดยประมาณ (Proximate analysis) ได้แก่ ความชื้น ไขมัน โปรตีน เยื่อใย เถ้า และคาร์โบไฮเดรตที่ย่อยง่าย (Nitrogen free extract, NFE) การวิเคราะห์หาพลังงานรวมโดย Bomb calorimeter การวิเคราะห์หาแคลเซียมและฟอสฟอรัส โดยวิธี Atomic Absorption Spectrophotometer การวิเคราะห์หาส่วนประกอบทางเคมีของวัตถุดิบอาหารสัตว์ชนิดต่าง ๆ ทำ 2 ซ้ำ ยกเว้นความชื้น และพลังงานทำ 3 ซ้ำ

3.2 การทดลองที่ 2

วัตถุประสงค์ของการทดลอง เพื่อต้องการประเมินคุณค่าทางโภชนาการของวัตถุดิบอาหารสัตว์ โดยการประเมินโดยตรงจากตัวเป็ด ซึ่งประกอบด้วย การประเมินการย่อยได้ของสิ่งแห้ง พลังงานใช้ประโยชน์ได้ และสมดุลไนโตรเจนของวัตถุดิบอาหารสัตว์ที่เป็นแหล่งของอาหารโปรตีน และอาหารพลังงานจัดเป็นการประเมินโดยการทดสอบทางชีววิทยา (Biological evaluation)

3.2.1 สัตว์ทดลอง

ใช้ลูกเป็ดพันธุ์พื้นเมืองเพศผู้จำนวน 100 ตัวเลี้ยงด้วยอาหารพื้นฐานสำหรับเป็ดเล็ก (0-2 สัปดาห์) โดยมีระดับโปรตีนร้อยละ 22 และพลังงาน 2,900 กิโลแคลอรี/กิโลกรัม และเมื่ออายุ 2-13 สัปดาห์ จะใช้โปรตีนร้อยละ 16 และพลังงาน 2,900 กิโลแคลอรี/กิโลกรัม สุ่มเปิดเข้าการทดลองเมื่ออายุ 13 สัปดาห์ โดยแบ่งเปิดออกเป็น 18 กลุ่ม ๆ ละ 5 ตัว ๆ ละ 1 ตัว โดยแต่ละตัวจะเลี้ยงในกรงขังเดี่ยว

3.2.2 ระยะการทดลอง แบ่งเป็น 2 ระยะ คือ

1. ระยะปรับตัว (preliminary period) ช่วงนี้จะให้เปิดได้รับอาหารพื้นฐานที่มีโปรตีนร้อยละ 16 และพลังงาน 2,900 กิโลแคลอรี/กิโลกรัม ปริมาณ 60 กรัมต่อวัน โดยการป้อนทางปากเป็นเวลา 5 วัน การให้อาหารจะให้เพียงครั้งเดียวในแต่ละวัน โดยให้ในเวลา 7.00 นาฬิกา

2. ระยะทดลอง (experimental period) ช่วงนี้เป็ดจะได้รับวัตถุดิบอาหารสัตว์ ปริมาณ 60 กรัมต่อวัน โดยวัตถุดิบอาหารสัตว์แต่ละชนิดจะให้เดี่ยว ๆ ยกเว้นน้ำมันพืชหรือไขวัวผสมกับปลายข้าว ในสัดส่วนร้อยละ 5:95 โดยน้ำหนัก เป็นเวลา 5 วัน โดยจะเก็บมูลและปัสสาวะทุกวัน แต่จะใช้มูลและปัสสาวะในวันที่ 3 ถึง วันที่ 5 เพื่อการวิเคราะห์โดยการเก็บมูลและปัสสาวะทั้งหมดด้วยตาชั่งอสมิเนียม ซึ่งมีกรดซัลฟูริกเข้มข้นร้อยละ 10 จำนวน 20 ซี.ซี. เพื่อป้องกันการเน่าเสียของมูลและปัสสาวะ ใช้ระยะเวลาการเก็บมูล 24 ชั่วโมง มูลและปัสสาวะในแต่ละวันและแต่ละตัวนำไปอบแห้งที่อุณหภูมิ 60-70°C เป็นเวลา 2-3 วัน นำไปตั้งให้เย็นที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 24 ชั่วโมง นำไปชั่งน้ำหนัก มูลและปัสสาวะที่เปิดแต่ละตัวชั่งถ่ายออกมาทั้งหมดในแต่ละวันบดใส่ถุงพลาสติกเก็บไว้ เพื่อนำไปวิเคราะห์หาความชื้น โปรตีน และพลังงานรวม แล้วนำไปคำนวณหาค่าการย่อยได้ของสิ่งแห้ง สมดุลไนโตรเจน และพลังงานใช้ประโยชน์ได้ดังสมการต่อไปนี้ (Sibbald, 1982)

$$\text{การย่อยได้ของสิ่งแห้ง} = \frac{\text{ปริมาณอาหารที่กิน(DM)} - \text{ปริมาณมูลและปัสสาวะ(DM)} \times 100}{\text{ปริมาณอาหารที่กิน (DM)}} \quad (\text{ร้อยละ})$$

$$\text{สมดุลไนโตรเจน} = \text{ปริมาณไนโตรเจนที่กิน} - \text{ปริมาณไนโตรเจนในมูลและปัสสาวะ}$$

$$\text{AME} = \frac{(F_i \times \text{GE}_f) - (E \times \text{GE}_e)}{F_i}$$

$$F_i$$

$$\text{AME}_n = \frac{[(F_i \times \text{GE}_f) - (E \times \text{GE}_e)] - (\text{NR} \times 8.22)}{F_i}$$

$$F_i$$

$$\text{TME} = \frac{(F_i \times \text{GE}_f) - (E \times \text{GE}_e)}{F_i} + (\text{FE}_m + \text{UE}_e)$$

$$F_i$$

$$\text{TME}_n = \frac{F_i \times \text{GE}_f - (E - \text{GE}_e) - (\text{NR} \times 8.22) + (\text{FE}_m + \text{UE}_e)}{F_i}$$

$$F_i$$

$$F_i = \text{ปริมาณอาหารที่กิน (กรัม)}$$

$$E = \text{ปริมาณมูลและปัสสาวะ (กรัม)}$$

$$\text{GE}_f = \text{พลังงานรวมของอาหาร (kcal/กรัม)}$$

$$\text{GE}_e = \text{พลังงานของมูลและปัสสาวะ (kcal/กรัม)}$$

$$\text{NR} = \text{ไนโตรเจนที่ถูกสะสมในร่างกาย (กรัม)}$$

$$\text{FE}_m + \text{UE}_e = \text{พลังงานที่ถูกขับออกมาเมื่อเปิดไม่ได้รับอาหาร (kal/กรัม)}$$

3.3 การทดลองที่ 3

วัตถุประสงค์ของการทดลอง เพื่อศึกษาสมรรถนะการเจริญเติบโตของเป็ดเมื่อเลี้ยงด้วยอาหารที่ประกอบขึ้นจากข้อมูลของวัตถุดิบอาหารสัตว์ ที่ได้จากการทดลองที่ 1 คือ ส่วนประกอบทางเคมี ซึ่งได้แก่ โปรตีน แคลเซียม และฟอสฟอรัส และพลังงานใช้ประโยชน์ได้ (TME_n) จากการทดลองที่ 2 มาประกอบสูตรอาหาร โดยที่อาหารทุก สูตรมีระดับโปรตีนและพลังงานเท่ากัน

3.3.1 สัตว์ทดลอง

ใช้ลูกเป็ดพันธุ์พื้นเมืองเพศผู้อายุ 1 วัน จำนวน 375 ตัว โดยแบ่งเป็น 5 กลุ่ม ๆ ละ 3 ซ้ำ ๆ ละ 25 ตัว ตามแผนการทดลองแบบ Complete randomize design (CRD) คอกทดลองมีขนาด 3x6 เมตร พื้นคอกปูด้วยแกลบหนา 8 เซนติเมตร ไม่มีการเปลี่ยนวัสดุรองพื้นคอกตลอดการทดลอง แบ่งระยะการทดลองเป็น 2 ช่วง ระยะเปิดเล็ก (starter) คือ ช่วงอายุ 0-2 สัปดาห์ ระยะเปิดรุ่น (grower) คือ ช่วงอายุ 2-8 สัปดาห์

3.3.2 การให้อาหารสัตว์ทดลอง

ในระยะเปิดเล็กจะให้อาหารที่มีระดับโปรตีนร้อยละ 22 และพลังงาน 3,200 กิโลแคลอรี/กิโลกรัม ในระยะเปิดรุ่นจะมีโปรตีนร้อยละ 16 และพลังงาน 3,300 กิโลแคลอรี/กิโลกรัม ส่วนผสมและองค์ประกอบของโภชนะของอาหารเปิดเล็ก (0-2 สัปดาห์) แสดงในตารางที่ 2 และอาหารเปิดรุ่น (2-8 สัปดาห์) แสดงในตารางที่ 3

ส่วนระดับโภชนะต่าง ๆ ในสูตรอาหารเปิดเล็ก (0-2 สัปดาห์) และเปิดรุ่น (2-8 สัปดาห์) เท่ากับระดับที่แนะนำโดย National Research Council. (1984) โดยมีรายละเอียดดังนี้

1. พวกที่ 1 เลี้ยงด้วยอาหารสูตรปลายข้าว-รำละเอียด กากถั่วเหลืองและปลาป่น
2. พวกที่ 2 เลี้ยงด้วยอาหารเช่นเดียวกับพวกที่ 1 แต่มีการใช้กากเมล็ดงาร้อยละ 9.5
3. พวกที่ 3 เลี้ยงด้วยอาหารเช่นเดียวกับพวกที่ 1 แต่มีการใช้กากเมล็ดทานตะวันร้อยละ 9.60
4. พวกที่ 4 เลี้ยงด้วยอาหารเช่นเดียวกับพวกที่ 1 แต่มีการใช้ใบกระถินร้อยละ 4.83
5. พวกที่ 5 เลี้ยงด้วยอาหารเช่นเดียวกับพวกที่ 1 แต่ใช้ข้าวโพดแทนปลายข้าว

ตารางที่ 2 แสดงส่วนผสมและองค์ประกอบของโภชนาอาหารเบ็ด 0-2 สัปดาห์, ร้อยละ

วัตถุดิบอาหารสัตว์	สูตรที่ 1	สูตรที่ 2	สูตรที่ 3	สูตรที่ 4	สูตรที่ 5
ปลายข้าว	17.11	36.98	12.56	3.52	-
รำละเอียด	38.15	13.14	37.20	48.88	40.43
รำป่นแก้ว	9.86	9.88	9.91	9.90	9.89
ปลายป่น	10.22	10.23	10.26	10.26	10.23
กากถั่วเหลือง	22.90	18.40	18.48	20.86	22.14
กากเมล็ดงา	-	9.51	-	-	-
กากเมล็ดทานตะวัน	-	-	9.60	-	-
ใบกระถิน	-	-	-	4.83	-
ข้าวโพด	-	-	-	-	15.75
เกลือ	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30
*พรีมิกซ์	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
โคแคลเซียม	0.46	0.56	0.62	0.45	0.26
ฟอสเฟต					
รวม	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00

* แร่ธาตุ (กรัมต่อกิโลกรัม): MgO 82.92; MnSO₄ 5H₂O 17.54; ZnO 7.47; FeSO₄ 7H₂O 43.24; CuSO₄ 5H₂O 3.13; KI 0.05; Na₂SeO₃; วิตามิน (กรัมต่อกิโลกรัม); Vitamin E₅₀ 2.00; Vitamin K 0.04; Riboflavin 0.40, Pantothenic acid 1.10; Niacin 5.50; Vitamin B₁₂ 1.90; Choline 254.90; Biotin 0.02; Folic acid 0.05; Thiamin 0.18; Pyridoxin 0.26

ตารางที่ 2 แสดงส่วนผสมและองค์ประกอบของโภชนาในอาหารเบ็ด 0-2 สัปดาห์, ร้อยละ (ต่อ)

วัตถุดิบอาหารสัตว์	สูตรที่ 1	สูตรที่ 2	สูตรที่ 3	สูตรที่ 4	สูตรที่ 5
ปริมาณโภชนาจากการวิเคราะห์					
น้ำหนักราก	90.65	90.82	91.08	91.02	90.91
โปรตีน	21.85	21.89	21.91	21.93	21.86
ปริมาณโภชนาจากการคำนวณ					
TME _n (Kcal/kg)	3,278	3,208	3,124	3,207	3,277
โปรตีน	22.00	22.00	22.00	22.00	22.00
เยื่อใย	5.59	4.81	7.63	7.23	6.14
แคลเซียม	1.11	1.41	1.15	1.07	1.02
* ฟอสฟอรัส	0.39	0.43	0.44	0.39	0.39
ปริมาณการคอกมิโนจากการคำนวณ					
เมทไธโอนีน	0.38	0.44	0.42	0.38	0.38
เมทไธโอนีน+ซีสทีน	0.68	0.78	0.73	0.68	0.68
ไลซีน	1.25	1.16	1.24	1.24	1.23
ทรีโตนีน	0.28	0.27	0.26	0.23	0.24
อาร์จินีน	0.81	0.85	0.84	0.80	0.80
ไฮโซลิวซีน	0.99	1.04	1.03	0.98	0.96
ลิวซีน	1.58	1.64	1.62	1.54	1.76
ฮีสทีน	0.51	0.52	0.54	0.51	0.52
อาร์จีนีน	1.46	1.66	1.59	1.47	1.45
แวนิลิน	1.16	1.20	1.22	1.14	1.14
เพนิลอลานีน	1.72	1.87	1.74	1.62	1.64

* ฟอสฟอรัสที่ใช้ประโยชน์ได้

ตารางที่ 3 แสดงส่วนผสมและองค์ประกอบของโภชนะในอาหารเปิด 2-8 สัปดาห์, ร้อยละ

วัตถุดิบอาหารสัตว์	สูตรที่ 1	สูตรที่ 2	สูตรที่ 3	สูตรที่ 4	สูตรที่ 5
ปลายข้าว	30.93	51.67	27.24	17.37	-
รำละเอียด	34.96	9.28	33.44	45.71	39.98
รำป่นแก้ว	14.83	14.85	14.89	14.89	14.91
ปลายป่น	10.24	10.25	10.28	10.28	10.29
กากถั่วเหลือง	7.27	2.76	2.79	5.13	5.75
กากเมล็ดงา	-	9.53	-	-	-
กากเมล็ดทานตะวัน	-	-	9.68	-	-
ใบกระถิน	-	-	-	4.84	-
ข้าวโพด	-	-	-	-	27.26
เกลือ	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30
* ปริมาณ	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
โคแคลเซียม	0.47	0.36	0.38	0.48	0.51
ฟอสเฟต					
รวม	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00

* แร่ธาตุ (กรัมต่อกิโลกรัม): MgO 82.92; MnSO₄ 5H₂O 17.54; ZnO 7.47; FeSO₄ 7H₂O 43.24; CuSO₄ 5H₂O 3.13; KI 0.05; Na₂SeO₃; วิตามิน (กรัมต่อกิโลกรัม); Vitamin E₅₀ 2.00; Vitamin K 0.04; Riboflavin 0.40, Pantothenic acid 1.10; Niacin 5.50; Vitamin B₁₂ 1.90; Choline 254.90; Biotin 0.02; Folic acid 0.05; Thiamin 0.18; Pyridoxin 0.26

ตารางที่ 3 แสดงส่วนผสมและองค์ประกอบของโภชนะในอาหารเบ็ด 2-8 สัปดาห์, ร้อยละ (ต่อ)

วัตถุดิบอาหารสัตว์	สูตรที่ 1	สูตรที่ 2	สูตรที่ 3	สูตรที่ 4	สูตรที่ 5
ปริมาณโภชนะจากการวิเคราะห์					
น้ำหนักรแห้ง	90.85	90.98	91.24	91.22	91.35
โปรตีน	16.01	15.97	15.93	15.89	15.94
ปริมาณโภชนะจากการคำนวณ					
TME _n (Kcal/kg)	3,370	3,305	3,227	3,300	3,364
โปรตีน	16.00	16.00	16.00	16.00	16.00
เยื่อใย	5.78	4.99	7.83	7.43	6.78
แคลเซียม	1.18	1.42	1.14	1.14	1.02
*ฟอสฟอรัส	0.38	0.37	0.37	0.38	0.39
ปริมาณกรดอะมิโนจากการคำนวณ					
เมทไธโอนีน	0.30	0.36	0.34	0.30	0.31
เมทไธโอนีน+ซิสทีน	0.53	0.62	0.58	0.52	0.53
ไลซีน	0.88	0.79	0.87	0.87	0.90
ทรีโตนีน	0.17	0.20	0.18	0.17	0.16
ธรีโอนีน	0.59	0.63	0.63	0.57	0.56
ไอโซลิวซีน	0.73	0.77	0.77	0.71	0.67
ลิวซีน	1.16	1.21	1.19	1.11	1.45
ฮีสทีน	0.37	0.37	0.39	0.36	0.38
อาร์จินีน	1.00	1.20	1.13	1.01	1.00
แวลีน	0.88	0.93	0.95	0.87	0.85
เพนโทลานีน	1.28	1.00	1.30	1.18	1.13

* ฟอสฟอรัสที่ใช้ประโยชน์ได้

3.3.3 การเก็บข้อมูล

3.3.3.1 บันทึกปริมาณอาหารที่เปิดทดลองกินตลอดการทดลอง โดยการชั่งน้ำหนักอาหารที่ให้ และอาหารที่เหลือทุกสัปดาห์

3.3.3.2 บันทึกการเปลี่ยนแปลงของน้ำหนักตัวในช่วงการเจริญเติบโต โดยชั่งน้ำหนักเปิดทดลองในแต่ละหน่วยการทดลองทุกสัปดาห์

3.3.4 ลักษณะต่าง ๆ ที่ต้องการศึกษา

3.3.4.1 อัตราการเพิ่มน้ำหนักตัว

3.3.4.2 ปริมาณอาหารที่กิน

3.3.4.3 อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ = $\frac{\text{ปริมาณอาหารที่กิน}}{\text{น้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้น}}$
(Feed conversion ratio, FCR)

3.3.4.4 ประสิทธิภาพการใช้โปรตีน = $\frac{\text{น้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้น}}{\text{ปริมาณโปรตีนในอาหารที่กิน}}$
(Protein efficiency ratio, PER)

3.3.5 การวิเคราะห์ทางสถิติ

นำข้อมูลที่ได้ทั้งหมดมาวิเคราะห์โดยวิธี Analysis of variance แบบ CRD โดยมีสูตรอาหารเป็นสิ่งที่ทดลอง (treatment) และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's New Multiple Range test (Steel and Torrie, 1960)

3.4 สถานที่ทำการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ดำเนินการที่ หมวคสัตว์ปีก โรงผสมอาหารสัตว์ และห้องปฏิบัติการวิเคราะห์อาหารสัตว์ไม่เคี้ยวเอื้อง ภาควิชาสัตวศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

3.5 ระยะเวลาทำการวิจัย

3.5.1 การทดลองที่ 1 การวิเคราะห์ทางเคมี วันที่ 1 สิงหาคม 2531 ถึง 15 ตุลาคม 2531

3.5.2 การทดลองที่ 2 หาการย่อยได้ในวัตถุดิบอาหารสัตว์ วันที่ 15 พฤศจิกายน 2531 ถึง 15 ธันวาคม 2531

3.5.3 การทดลองที่ 3 การทดลองโดยการเลี้ยงสัตว์ วันที่ 13 มิถุนายน 2532 ถึง 16 สิงหาคม 2532