

## บทที่ 5

### วิจารณ์ผลการทดลอง

#### 5.1 การทดลองที่ 1

ในการวิเคราะห์ส่วนประกอบทางเคมีโดยวิธีวิเคราะห์โดยประมาณ การวิเคราะห์หาพลังงานรวม (GE) และปริมาณแคลเซียม-ฟอสฟอรัส ผลการวิเคราะห์ของวัตถุดิบอาหารสัตว์ต่าง ๆ ในการศึกษาครั้งนี้ส่วนใหญ่ค่าที่ได้มีค่าใกล้เคียงกับที่รายงานไว้โดยกองควบคุมอาหารสัตว์ กรมปศุสัตว์ (2529), National Research Council (1984), อุทัย (2530) และเขามาลย์ (2530) ยกเว้นใบกระถิน ซึ่งมีปริมาณโปรตีนเพียงร้อยละ 11.15 ซึ่งต่ำกว่าที่รายงานไว้โดย กรมปศุสัตว์ (2529) อุทัย (2530) และเขามาลย์ (2530) ซึ่งมีค่าร้อยละ 23.55, 23.64 และ 20.20 ตามลำดับ

พลังงานรวมที่ได้จากวัตถุดิบอาหารสัตว์แต่ละชนิดนั้น มีค่าใกล้เคียงกันอยู่ในช่วง 4,050-4,350 kcal/kg ยกเว้นรำละเอียดและกากเมล็ดงา มีค่า 5,020 และ 5,170 kcal/kg ตามลำดับ ในขณะที่มันสำปะหลังมีค่าต่ำเพียง 3,820 kcal/kg ทั้งนี้อาจเป็นเพราะรำละเอียดและกากเมล็ดงามีปริมาณไขมันอยู่สูงมากคือร้อยละ 16.32 และ 12.57 ในขณะที่มันสำปะหลังมีปริมาณไขมันอยู่ต่ำคือร้อยละ 0.55 เมื่อพิจารณาจากค่าของพลังงานรวม (GE) เพียงอย่างเดียว พบว่าไม่สามารถจะบอกได้เลยว่าวัตถุดิบอาหารสัตว์ชนิดใดที่สัตว์จะสามารถใช้ประโยชน์ได้สูง แต่เมื่อพิจารณาจากส่วนประกอบที่เป็นเยื่อใย ไขมัน และ NFE ประกอบกันพอจะบอกได้ว่าวัตถุดิบอาหารสัตว์ชนิดใดที่สัตว์จะได้รับ ME สูงกว่ากัน เพราะเยื่อใยจะเป็นส่วนที่สัตว์ปศุสัตว์มีความสามารถใช้ได้น้อยมาก ในขณะที่ไขมันและคาร์โบไฮเดรตที่ย่อยง่าย (NFE) จะเป็นส่วนที่สัตว์ใช้ได้ค่อนข้างสูง จึงทำให้นักวิชาการอาหารสัตว์หลายคนนำค่าส่วนประกอบของ NFE, ไขมัน และโปรตีนไปสร้างสมการเพื่อใช้ทำนายค่า ME ของวัตถุดิบอาหารสัตว์ชนิดต่างๆ โดยมีข้อกำหนดว่าโภชนะดังกล่าวจะสามารถจะย่อยและใช้ได้สมบูรณ์ ซึ่งในความเป็นจริงแล้วสัตว์ไม่สามารถจะทำการย่อยหรือใช้

ประโยชน์ได้สมบูรณ์ สำหรับวัตถุดิบอาหารสัตว์ทุกชนิด ซึ่งทำให้ค่าที่ได้จากการคำนวณใน  
สมการต่าง ๆ มักจะสูงกว่าที่วัดได้จากสัตว์โดยตรง

ส่วนประกอบทางเคมีที่ได้จากวิเคราะห์โดยประมาณ และการวิเคราะห์เฉพาะ  
อย่างนั้น เราสามารถจะนำข้อมูลที่ได้ไปใช้ประโยชน์เพียงเพื่อการจำแนกประเภทของ  
วัตถุดิบอาหารสัตว์ออกเป็นกลุ่ม ๆ คือ วัตถุดิบอาหารสัตว์ที่เป็นแหล่งของโปรตีน พลังงาน  
หรือแร่ธาตุ โดยดูส่วนประกอบทางเคมีของวัตถุดิบอาหารสัตว์นั้น ๆ ว่ามีปริมาณโภชนะตัว  
ใดอยู่สูงก็จัดเป็นกลุ่มของวัตถุดิบอาหารสัตว์ชนิดนั้น จากผลการวิเคราะห์ส่วนประกอบทาง  
เคมีในการทดลองที่ 1 สามารถจำแนกวัตถุดิบอาหารสัตว์ โดยใช้ระบบของ U.S. NRC  
(สาราช, 2523) ได้เป็น 3 กลุ่ม คือ 1) กลุ่มอาหารโปรตีน ได้แก่ กากถั่วเหลือง  
ปลาป่น กากเมล็ดงา กากเมล็ดทานตะวัน เพราะโปรตีนมากกว่าร้อยละ 20  
2) กลุ่มอาหารพลังงาน ได้แก่ ปลาช่อน ข้าว มันสำปะหลัง รำละเอียด ข้าวโพด  
ข้าวฟ่าง ไซว และน้ำมันพืช เพราะมีเยื่อใยต่ำกว่าร้อยละ 18 และโปรตีนต่ำกว่า  
ร้อยละ 20 และ 3) วัตถุดิบที่เป็นแหล่งของแร่ธาตุ ได้แก่ ไคแคลเซียมฟอสเฟต หินปูน  
เปลือกหอย และกระดูกป่น เพราะมีปริมาณธาตุหรือแคลเซียม และฟอสฟอรัสอยู่ในระดับสูง  
ในกลุ่มนี้จะพบว่าไม่มีโภชนะชนิดอื่น ๆ อยู่เลย ส่วนรำป่นแก้วในการทดลองนี้พบว่าโปรตีน  
ร้อยละ 7.32 และมีเยื่อใยสูงถึงร้อยละ 23.56 ไม่สามารถเข้ากลุ่มอาหารพลังงานได้  
สำหรับใบกระถินนี้มีโปรตีนเพียงร้อยละ 11.15 และมีเยื่อใยถึงร้อยละ 27.04 ซึ่งวัตถุ  
คิอาหารสัตว์ทั้ง 2 ชนิดนี้จะจัดอยู่ในพวกอาหารหยาบเพราะมีเยื่อใยสูงกว่าร้อยละ 18

การที่เราสามารถจะจำแนกวัตถุดิบอาหารสัตว์ต่าง ๆ ได้โดยใช้ข้อมูลจากผลการ  
วิเคราะห์หาส่วนประกอบทางเคมีนั้น จะเป็นประโยชน์ในการที่จะทำให้สามารถจะทราบว่  
วัตถุดิบอาหารสัตว์ที่เรามีอยู่นั้นในแต่ละกลุ่มจะมีจำนวนมากนักน้อยเพียงใด ตัวใดสามารถจะ  
ใช้ทดแทนตัวใดได้บ้าง ซึ่งเป็นประโยชน์ต่อการจะเลือกใช้เพื่อประกอบสูตรอาหาร  
เลี้ยงสัตว์ให้สามารถดำเนินการต่อไปได้ แม้ว่าวัตถุดิบอาหารสัตว์จะมีการเปลี่ยนแปลงไปตาม  
ฤดูกาล และการเปลี่ยนแปลงของราคา

## 5.2 การทดลองที่ 2

การทดลองที่ 2 เป็นการประเมินค่าของวัตถุดิบอาหารสัตว์โดยการทดสอบทางชีววิทยา เพื่อทดสอบการย่อยได้ การใช้ประโยชน์ได้ของโภชนะในวัตถุดิบอาหารสัตว์ โดยการประเมินจากตัวเปิดโดยตรง ซึ่งเปิดที่ใช้ในการประเมินครั้งนี้ ได้ผ่านการฝึกให้กินอาหารในปริมาณที่ต้องการ ซึ่งในการทดลองครั้งนี้ใช้ปริมาณอาหาร 60 กรัม (54-55 กรัม น้ำหนักแห้ง) ใช้เวลาในการฝึก 5 วัน ซึ่งเปิดจะยอมรับปริมาณอาหารดังกล่าวและไม่มีปัญหาในการขย้อนอาหารออกมา การให้อาหารนั้นจะป้อนเป็นก้อนโดยผสมน้ำ เพื่อสะดวกในการป้อนให้เปิดกิน อาหารจะถูกดูดถึงกระเพาะพักทุกครั้ง ซึ่งวิธีการนี้ Ostrowski-Meissner (1984) ก็รายงานว่า เปิดที่ไม่ผ่านการฝึกให้กินอาหารก่อนนั้น จะสามารถยอมรับอาหารได้เพียง 30 กรัม (น.น.แห้ง) และเสนอว่าควรจะมีการฝึกเปิดก่อนเป็นเวลา 11-13 วัน แต่การทดลองครั้งนี้ใช้เวลาการฝึกเพียง 5 วัน เปิดก็ยอมรับทั้งนี้อาจจะเป็นเพราะปริมาณอาหารที่ใช้ในครั้งนี้น้อยกว่าของ Ostrowski-Meissner (1984) คือ ประมาณ 70 กรัม น้ำหนักแห้ง การให้อาหารก็ผสมกับน้ำแล้วอัดเป็นก้อนเช่นกัน ปริมาณอาหารที่ใช้ในการทดลองครั้งนี้ไม่มีปัญหาในเรื่องการขย้อนกลับของอาหาร เพราะนอกจากจะได้รับการฝึกแล้ว Sibbald (1977) ยังรายงานว่า การขย้อนกลับจะเกิดขึ้นก็ต่อเมื่อปริมาณอาหารที่ให้มากกว่า 60 กรัม (น.น.แห้ง) ซึ่งการทดลองครั้งนี้ใช้อาหารที่ระดับ 54-55 กรัม (น.น.แห้ง) ซึ่งตรงกับ Storey และ Allen (1982) ซึ่งรายงานว่า น่านที่ได้รับอาหารระดับ 70 กรัม (น.น.แห้ง) จะมีปัญหาเรื่องการขย้อนของอาหารเช่นกัน

การทดลองครั้งนี้ใช้วิธีประเมินค่า ME โดยวิธีธรรมดา ซึ่งใช้ระยะเวลาการเก็บมูล 24 ชั่วโมงเป็นเวลา 3 วันเพื่อนำไปวิเคราะห์ ซึ่งปริมาณมูลทั้ง 3 วันไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P > 0.05$ ) การประเมินก็ให้เปิดได้รับวัตถุดิบอาหารสัตว์แต่ละชนิดเดี่ยว ๆ ซึ่ง Ostrowski-Meissner (1984) รายงานว่าสำหรับวัตถุดิบอาหารสัตว์ที่ใช้ในการประเมินค่า ME นั้น สามารถจะใช้ได้เดี่ยว ๆ โดยไม่ต้องผสมกับอาหารผสมใด และสามารถใช้ได้ในระดับสูงถึง 70 กรัม โดยไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของค่า ME ที่ประเมินได้

ในเปิดที่ไม่ได้รับอาหารนั้นปริมาณและปัสสาวะมีค่าเฉลี่ย 4.05 กรัม/ตัว/24 ชั่วโมง และพลังงานที่ถูกขับออกมา ( $FE_m + UE_e$ ) มีค่าเฉลี่ย 7.29 Kcal/ตัว/24 ชั่วโมง หรือเฉลี่ย 5.88 kcal/KgBW ซึ่งต่ำกว่าที่รายงานไว้โดย Mohamed และคณะ (1984) คือมีค่า 15.48 kcal/ตัว/24 ชั่วโมง หรือ 7.74 Kcal/Kg BW ส่วนไนโตรเจนที่สูญเสียออกมามีค่า 0.43 กรัม/ตัว/24 ชั่วโมง ซึ่งต่ำกว่าที่รายงานไว้โดย Mohamad และคณะ (1984) คือมีค่า 0.76 กรัม/ตัว/24 ชั่วโมง ซึ่งอาจจะเป็นเพราะน้ำหนักเปิดทดลองที่ใช้ต่างกัน รวมทั้งพันธุ์เปิดที่ต่างกัน โดยในการทดลองครั้งนี้ใช้เปิดที่มีน้ำหนักตัวเฉลี่ย 1.24 กิโลกรัม ในขณะที่ Mohamed และคณะ (1984) ใช้ น้ำหนักตัวเฉลี่ย 2.00 กิโลกรัม อย่างไรก็ตาม เกี่ยวกับเรื่องนี้ Hartel (1985) ได้เสนอแนะการหาพลังงานที่ถูกขับออกมา ( $FE_m + UE_e$ ) เมื่อสัตว์ไม่ได้รับอาหารว่า การใช้วิธีการให้อาหารทุกวันนั้นค่าที่ได้จะมีค่าต่ำมาก ซึ่งค่าจะต่ำลงตามปริมาณอาหารที่ให้งั้นการให้อาหารหลายระดับแล้วคำนวณค่าพลังงานที่ถูกขับออกมา เมื่อไม่ได้รับอาหารจากสมการทำนายค่า (regression equation) น่าจะเป็นค่าที่ถูกต้องกว่าการใช้วิธีการให้สัตว์อดอาหาร

#### 5.2.1 การย่อยได้ของสิ่งแห้ง

จากผลการทดลองจะเห็นได้ว่า วัตถุดิบอาหารสัตว์ที่เป็นแหล่งของพลังงาน ซึ่งได้แก่ ปลาช่อน รำละเอียด ข้าวโพด มันสำปะหลัง ข้าวฟ่าง และรำป่นแก้ว จะมีการย่อยได้ของสิ่งแห้งสูงกว่า วัตถุดิบอาหารสัตว์ที่เป็นแหล่งของโปรตีน ซึ่งได้แก่ กากถั่วเหลือง ปลาป่น กากเมล็ดทานตะวัน กากเมล็ดงา และใบกระถิน เมื่อพิจารณาถึงปัจจัยที่มีผลต่อการย่อยได้ของสิ่งแห้งของวัตถุดิบอาหารสัตว์ โดยทั่ว ๆ ไปเราจะพิจารณาเยื่อใยเป็นตัวบ่งชี้ตัวหนึ่ง ถ้าหากวัตถุดิบอาหารสัตว์ชนิดใดมีเยื่อใยเป็นองค์ประกอบอยู่สูงมักจะมีการย่อยได้ของสิ่งแห้งต่ำ ซึ่งผลการทดลองที่ 2 แสดงให้เห็นว่าวัตถุดิบอาหารสัตว์กลุ่มที่ให้พลังงานมีแนวโน้มของการย่อยได้ของสิ่งแห้งลดลงตามระดับของเยื่อใยที่เพิ่มขึ้น คือจากร้อยละ 92.06, 78.49, 77.89, 76.71 และ 21.88 เมื่อระดับเยื่อใยเพิ่มขึ้นจากร้อยละ 0.50, 2.23, 2.37, 4.73 และ 23.56 ยกเว้นข้าวโพดมีเยื่อใยร้อยละ 3.58 แต่มีการย่อยได้ของสิ่งแห้งร้อยละ 79.87 ทั้งนี้อาจจะเป็นเพราะว่า

ข้าวโพดมีคาร์โบไฮเดรตที่ย่อยได้ง่าย (NFE) สูงคือร้อยละ 73.88 ส่วนวัตถุดิบอาหารสัตว์ที่เป็นแหล่งของโปรตีนก็ให้ผลเช่นเดียวกัน แต่ระดับการย่อยได้ของสิ่งแห้งน้อยกว่ามากเมื่อเปรียบเทียบกับวัตถุดิบอาหารสัตว์ที่เป็นแหล่งของอาหารพลังงาน นอกจากนี้ Hegde และคณะ (1978, อ้างถึงใน Longe, 1984) รายงานว่าการใช้ประโยชน์ได้ของอาหารจะมากขึ้นเพียงใดนั้น ยังขึ้นอยู่กับชนิดของเชื้อใยด้วย และการที่การย่อยได้ของสิ่งแห้งของวัตถุดิบอาหารสัตว์ชนิดใดจะสูงมากขึ้นเพียงใดนั้น น่าจะพิจารณาจากส่วนของคาร์โบไฮเดรตที่ย่อยง่าย (NFE) ประกอบด้วย ทั้งนี้เพราะ NFE จะประกอบด้วย แป้งและน้ำตาลเป็นส่วนใหญ่ ซึ่ง Scott, Nesheim และ Young (1976) กล่าวว่าสัตว์ปีกสามารถจะย่อยแป้งได้ถึงร้อยละ 95 ดังนั้นการที่วัตถุดิบอาหารสัตว์ในกลุ่มที่ให้พลังงานซึ่งมีส่วนของ NFE อยู่ในปริมาณที่สูงคือ ร้อยละ 81.34, 79.65, 74.81, 73.88, 51.21 และ 42.21 ในปลายข้าว มันสำปะหลัง ข้าวฟ่าง ข้าวโพด รำละเอียด และรำป่นแก้วตามลำดับ จึงน่าจะเป็นเหตุผลอีกประการหนึ่งที่ทำให้การย่อยได้ของสิ่งแห้งของวัตถุดิบอาหารสัตว์กลุ่มนี้ส่วนใหญ่สูงกว่าวัตถุดิบอาหารสัตว์กลุ่มที่เป็นแหล่งของโปรตีน ซึ่งมี NFE เป็นส่วนประกอบร้อยละ 35.45, 32.27, 30.14, 21.97 และ 3.51 ในกากเมล็ดคทานตะวัน กากถั่วเหลือง กากเมล็ดงา ใบกระถิน และปลาป่น

การเปรียบเทียบการย่อยได้ของสิ่งแห้ง ในระหว่างวัตถุดิบอาหารสัตว์ชนิดต่าง ๆ ในการทดลองครั้งนี้ไม่ยุติธรรมมากนัก เพราะปริมาณวัตถุดิบอาหารสัตว์ที่ใช้ประเมินมีจำนวนเท่ากันทั้งหมดคือ 60 กรัม วัตถุดิบอาหารสัตว์ที่มีเยื่อใยสูงพบว่า มีปริมาณมากกว่าวัตถุดิบอาหารสัตว์ที่มีเยื่อใยต่ำ การที่ปริมาณของวัตถุดิบอาหารสัตว์ที่มีเยื่อใยสูงมากจะทำให้อัตราการเคลื่อนผ่านระบบทางเดินอาหารเร็วขึ้น ทำให้อาหารมีเวลาอยู่ในระบบทางเดินอาหารสั้นกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับวัตถุดิบอาหารสัตว์ที่มีเยื่อใยต่ำ จึงอาจทำให้ค่าการย่อยได้ของวัตถุดิบอาหารสัตว์เยื่อใยสูงมีค่าต่ำกว่าที่ควรจะเป็น ดังนั้นสำหรับวัตถุดิบอาหารสัตว์ที่มีเยื่อใยสูง จึงควรจะมีการศึกษาถึงระดับปริมาณอาหารที่ใช้เหมาะสมเพื่อทำให้การประเมินหาการย่อยได้ของวัตถุดิบอาหารสัตว์ให้มีความถูกต้องยิ่งขึ้น

### 5.2.2 สมดุลในโตรเจน

ในการทดลองนี้จะเห็นได้ว่า สมดุลของไนโตรเจนของเป็ดที่ได้รับวัตถุดิบอาหารสัตว์ต่าง ๆ มีค่าทั้งบวกและลบ เกี่ยวกับเรื่องนี้ Lloyd, McDonald และ Crampton (1978) ได้อธิบายถึงแนวความคิดของสมดุลไนโตรเจนว่าเป็นตัวที่บ่งบอกถึงสภาวะโปรตีนของร่างกาย โดยดูว่ามีการสะสมหรือสูญเสียไนโตรเจนของร่างกาย ในการทดลองครั้งนี้ใช้เป็ดที่เจริญเติบโตเต็มวัยแล้ว ซึ่งไม่ควรมีการสะสมไนโตรเจน ดังนั้นสมดุลไนโตรเจนควรจะเป็นศูนย์ แต่จากผลการทดลองส่วนใหญ่สมดุลไนโตรเจนเป็นบวก ยกเว้นเป็ดที่ได้รับใบกระถิน ซึ่งมีสมดุลไนโตรเจนเป็นลบ การที่สมดุลไนโตรเจนเป็นลบนั้นอาจเนื่องมาจากสัตว์ได้รับพลังงานไม่พอจึงต้องมีการนำโปรตีนจากร่างกายมาใช้เป็นแหล่งพลังงาน ซึ่งการเกิดการสลายโปรตีนนั้น ไนโตรเจนที่เป็นองค์ประกอบจะถูกขับออกจากร่างกายและส่วนที่เป็นโครงสร้างคาร์บอนก็จะเข้าสู่ขบวนการผลิตพลังงาน จึงทำให้ไนโตรเจนซึ่งถูกขับออกมามีมากกว่าที่กินเข้าไปจึงมีสมดุลไนโตรเจนเป็นลบ ส่วนการที่สมดุลไนโตรเจนเป็นบวกเพราะสัตว์ได้รับพลังงานพอเพียง และมีพลังงานเหลือพอจึงนำไนโตรเจนจากอาหารไปสะสมในร่างกายในรูปของโปรตีนสำรอง เพื่อให้เกิดสมดุลของไนโตรเจนในร่างกาย ซึ่งสัตว์จะมีความสามารถในการปรับให้เกิดสมดุลโดยใช้ปริมาณโปรตีนที่มีอยู่ในอาหารแตกต่างกัน สัตว์แต่ละตัวก็ต้องการแตกต่างกันไป (Lloyd, McDonald and Crampton, 1978) ในการทดลองที่ 2 นี้จะเห็นได้ว่าสมดุลไนโตรเจนของปลาป่น มีค่า +1.17 กากเมล็ดงา + 0.95 กากเมล็ดทานตะวัน +0.18 กากถั่วเหลืองมีค่า +0.13 ใบกระถินมีค่า -0.37 รำละเอียดมีค่า +0.63 ข้าวฟ่างมีค่า + 0.44 ปลาช่อน +0.43 ข้าวโพด +0.35 รำป่นแก้ว +0.09 และมันสำปะหลังมีค่า +0.08 การที่สมดุลไนโตรเจนของเป็ดที่ได้รับวัตถุดิบอาหารสัตว์ต่าง ๆ มีค่าแตกต่างกันนี้ สาโรช (2523) ได้กล่าวเกี่ยวกับเรื่องนี้ว่า โดยทั่วไปกรดอะมิโนที่สัตว์ได้รับจากอาหารมีปริมาณและสัดส่วนที่แตกต่างไปจากที่มีอยู่ในเนื้อเยื่อของสัตว์หรือที่ต้องการ เพื่อสร้างเนื้อเยื่อในสัตว์ สัดส่วนที่คิดไปจากความต้องการก็就会被ขับออกจากระบบของร่างกาย หรือเป็นไนโตรเจนสูญเสียเปล่า สัดส่วนของไนโตรเจนที่ดูดซึมเข้าไปแล้วและใช้ประโยชน์ได้จริง ๆ เป็นตัวชี้ถึงคุณค่าของโปรตีนทางชีววิทยา (biological value, BV) และโปรตีนอย่างเดียวกันอาจมีค่า BV สำหรับสัตว์ตัวเดียวกันแตกต่างกันไป ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์

ส่งค่าสัตว์ต้องการโปรตีนเข้าไปเพื่อการดำรงชีพหรือให้ผลผลิต ในการทดลองนี้เนื่องจากใช้เบ็ดที่โตเต็มวัยแล้ว จึงต้องการโปรตีนเพื่อการดำรงชีพเป็นส่วนใหญ่ ซึ่งจากการทดลองที่ 2 นี้จะเห็นได้ว่า เบ็ดที่โตเต็มวัยแล้วนั้นมีความต้องการโปรตีนเพื่อการดำรงชีพน้อย ดังนั้นเราไม่จำเป็นต้องใช้วัตถุดิบอาหารสัตว์ที่มีโปรตีนในระดับสูง ในการเลี้ยงเบ็ดที่โตเต็มวัยแล้วและไม่ให้ผลผลิตใด ๆ ซึ่งเมื่อดูจากค่าสมดุลไนโตรเจนแล้วจะเห็นว่าเราสามารถใช้อหุภะละเย็ด ข้าวฟ่าง ปลาบข้าว เลี้ยงเบ็ดที่โตเต็มวัยได้

### 5.2.3 พลังงานใช้ประโยชน์ได้

Sibbald (1982) กล่าวว่าค่า ME ที่มีการปรับสมดุลไนโตรเจนแล้วนั้นจะลดลงเล็กน้อยขึ้นอยู่กับปริมาณไขมันสะสมของสัตว์ที่ใช้ประเมิน โดยจะผันแปรตามความสามารถของสัตว์ที่จะนำเอาไนโตรเจนในอาหารเพื่อเปลี่ยนไปเป็นไนโตรเจนในร่างกาย ซึ่งสัตว์แต่ละตัวมีความสามารถแตกต่างกัน ดังนั้นเพื่อที่จะประเมินค่า ME ให้ถูกต้องยิ่งขึ้นควรจะปรับสมดุลไนโตรเจนด้วย เพื่อที่จะให้ค่า ME ของวัตถุดิบอาหารสัตว์ที่ประเมินนั้นเป็นค่า ME ของวัตถุดิบอาหารสัตว์โดยตรงไม่ใช่เกิดจากปัจจัยอื่นๆ เช่น ได้รับพลังงานจากอาหารที่ใช้ประเมินไม่พอเพียง เนื่องจากกระเพาะอาหารที่ใช้อาจจะดำไป หรือเนื่องจากไนโตรเจนในอาหารที่ประเมินถูกดึงไปใช้เพื่อกิจกรรมขั้นพื้นฐานในร่างกายของสัตว์ที่ประเมิน ดังนั้นค่า ME ของวัตถุดิบอาหารสัตว์ที่ประเมินออกมาจึงอาจจะสูงหรือต่ำกว่าที่ควรจะเป็น ซึ่ง Shires และคณะ (1980) รายงานว่าเมื่อใช้ไก่พ่อพันธุ์ที่โตเต็มวัยแล้ว ค่า  $TME_u$  จะลดลงเพียงร้อยละ 6 ของค่า  $TME$  แต่จะลดลงถึงร้อยละ 8 เมื่อใช้ไก่อายุน้อย

ในการเปรียบเทียบค่า ME ของวัตถุดิบอาหารสัตว์ในการทดลองครั้งนั้นกับค่า ME ที่ประเมินโดยผู้ทดลองอื่น ๆ นั้น เนื่องจากวิธีการประเมินที่แตกต่างกันรวมทั้งการใช้สัตว์ทดลองที่ต่างกัน ดังนั้นเพื่อให้การเปรียบเทียบค่า ME ให้ได้รับความถูกต้องที่สุด โดยใช้รายงานของ Hartel (1986) เป็นแนวทาง ซึ่งรายงานค่า  $TME_u$  ที่ประเมินโดยวิธีการของ Sibbald จะใกล้เคียงกับค่า  $TME_u$  ที่ประเมินโดยวิธีธรรมดา แต่เนื่องจากข้อมูลที่ยานค่า ME ในรูปของ  $TME_u$  นั้นมีอยู่น้อยมาก ดังนั้นจึงใช้ค่า ME ในรูป  $TME$  แทนในกรณีที่ไม่มีค่า  $TME_u$  ซึ่งค่าที่ได้อาจจะไม่ถูกต้องมากนัก แต่ก็น่าจะใช้เป็นแนวทางในการเปรียบเทียบได้

กากถั่วเหลืองที่ใช้ในการทดลองครั้งนี้มีค่า  $TME_n$  2,771 kcal/kg ซึ่งใกล้เคียงกับที่รายงานไว้โดย Ostrowski-Meissner (1984) และ Mohamed และคณะ (1984) คือ 2,887 และ 2,822 kcal/kg ตามลำดับ ซึ่งทั้งสองใช้เปิดเป็นสัตว์ทดลองเช่นเดียวกัน แต่เป็นคนละพันธุ์คือ เปิดปักกิ่งและเปิดเทศ ตามลำดับ ส่วนในไก่มีรายงานค่า TME ของกากถั่วเหลือง โดย Sibbald (1976) Dale และ Fuller (1980) และ Chamai, Vohra และ Kratzer (1980) ซึ่งมีค่า 3,030, 2,860 และ 3,004 kcal/kg ส่วนค่า TME ของกากถั่วเหลืองในการทดลองครั้งนี้มีค่า 2,792 kcal/kg

ปลาหมึกมีค่า TME เท่ากับ 3,506 kcal/kg ซึ่งต่ำกว่าที่ Lu, Huang และ Shen (1985) ทำการทดลองในเปิดบัวลาย ซึ่งมีค่า 4,030 kcal/kg แต่ใกล้เคียงกับในไก่และไก่วง ซึ่งรายงานไว้โดย Dale และ Full (1980) คือ 3,570 และ 3,670 kcal/kg ตามลำดับ

ข้าวโพดมีค่า  $TME_n$  เท่ากับ 3,981 kcal/kg ซึ่งใกล้เคียงกับที่รายงานไว้โดย Ostrowski-Meissner (1984) คือ 3,962 kcal/kg แต่สูงกว่าที่รายงานไว้โดย Mohamed และคณะ (1984) คือ 3,156 kcal/kg ซึ่งทั้งสองทำการทดลองในเปิด การที่ค่า  $TME_n$  ของ Mohamed และคณะ (1984) มีค่าแตกต่างไปมากอาจจะเพราะวิธีการประเมินค่า  $TME_n$  โดยใช้สมการทำนายค่า (regression equation) และเมื่อพิจารณาจากค่า TME ของข้าวโพด ซึ่งมีค่า 4,034 kcal/kg จะพบว่ามีค่าใกล้เคียงกันมากกับที่รายงานไว้โดย Shen และ Dean (1982), Ostrowski-Meissner (1984) และ Lu, Huang และ Shen (1985) คือ 4,094, 4,022 และ 4,164 kcal/kg ซึ่งทั้งหมดใช้เปิดเป็นสัตว์ทดลองและใกล้เคียงกับค่าที่ได้เมื่อใช้ไก่เป็นสัตว์ทดลอง ซึ่งรายงานไว้โดย Sibbald (1976) และ Chamai, Vohra และ Kratzer (1980) คือ มีค่า 3,940, 4,070 และ 4,027 kcal/kg ตามลำดับ

ข้าวฟ่างมีค่า TME 3,884 kcal/kg ซึ่งใกล้เคียงกับที่รายงานไว้โดย Lu, Huang และ Shen (1985) คือ 3,750 kcal/kg และใกล้เคียงกับที่ประเมินโดยใช้ไก่เป็นสัตว์ทดลอง ซึ่ง Chamai, Vohra และ Kratzer (1980) รายงานว่าข้าวฟ่างมีค่า TME เท่ากับ 3,955 kcal/kg ส่วน Connor และคณะรายงานว่ามีค่า 3,750 kcal/kg

ส่วนในรำละเอียดนั้นมีค่า TME 4,627 kcal/kg ซึ่ง Chamai, Vohra และ Kratzer (1980) ได้ทำการทดลองในไก่รายงานว่าค่า TME มีค่า 3,331 kcal/kg ซึ่งจะเห็นว่ามีความแตกต่างกันมาก ทั้งนี้อาจจะเป็นเพราะรำละเอียดที่ใช้ในการประเมินครั้งนี้มีไขมันสูงถึงร้อยละ 16.32 ในขณะที่ค่าเฉลี่ยของไขมัน (EE) ที่รายงานไว้โดย National Research Council (1984) มีค่าเพียงร้อยละ 13

เมื่อพิจารณาจากผลการทดลองครั้งนี้เปรียบเทียบกับผลการทดลองของผู้ทดลองอื่นามีข้อสังเกตว่า ค่าพลังงานใช้ประโยชน์ได้ (TME หรือ TME<sub>n</sub>) ของวัตถุดิบอาหารสัตว์ จะมีแนวโน้มของระดับความแตกต่างกันน้อยลง เมื่อใช้สัตว์ชนิดเดียวกันในการประเมิน ซึ่งน่าจะเป็นเหตุผลสนับสนุนสมมุติฐานของ Siregar และ Farrell (1980b) และ Ostrowski-Meissner (1983, 1984) ที่รายงานว่า ชนิดของสัตว์ (species) มีผลต่อค่าพลังงานใช้ประโยชน์ได้ (ME) และข้อสังเกตอีกประการหนึ่งคือ วัตถุดิบอาหารสัตว์ในกลุ่มที่ให้พลังงานเป็นหลักนั้น เมื่อใช้เปิดหรือไก่เป็นสัตว์ทดลองก็พบว่า ค่าพลังงานใช้ประโยชน์ได้ก็ไม่มี ความแตกต่างกันมากนัก ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของ Mohamed และ คณะ (1984) ที่รายงานว่า ค่า AME<sub>n</sub> และ TME<sub>n</sub> ของข้าวโพด ข้าวสาลี และข้าวบาร์เลย์ ไม่มีความแตกต่างกันเมื่อใช้เปิดและไก่เป็นสัตว์ทดลอง ในขณะที่ค่า AME<sub>n</sub> และ TME<sub>n</sub> ของกากถั่วเหลือง และกากเมล็ดฝ้ายมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ทั้งนี้อาจจะเป็นเพราะสัตว์ปีกมีความสามารถในการย่อยพวกคาร์โบไฮเดรตที่ย่อยง่าย (NFE) ซึ่งเป็นส่วนประกอบหลักของวัตถุดิบอาหารสัตว์ที่ให้พลังงานได้ดีกว่าวัตถุดิบอาหารสัตว์ที่เป็นแหล่งที่ให้โปรตีน ซึ่งมี NFE อยู่ในระดับที่ต่ำกว่า และเมื่อพิจารณาจากค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน (SE) ของพลังงานใช้ประโยชน์ได้ (ME) จากตารางที่ 7 พบว่าในวัตถุดิบอาหารสัตว์ที่เป็นแหล่งที่ให้พลังงานจะมีค่าต่ำคืออยู่ในช่วง 11-55 kcal/kg ส่วนวัตถุดิบอาหารสัตว์ที่เป็นแหล่งที่ให้โปรตีนเป็นหลัก มีค่าอยู่ในช่วง 100-169 kcal/kg ยกเว้นในปลาป่น ซึ่งมีค่า 74 kcal/kg การที่ความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน (SE) ของวัตถุดิบอาหารสัตว์ที่ให้พลังงานมีค่าต่ำน่าจะแสดงให้เห็นว่า ความแตกต่างเนื่องจากตัวสัตว์ที่มีต่อการใช้ประโยชน์ได้ของพลังงานจากวัตถุดิบอาหารสัตว์กลุ่มนี้น้อยกว่าการใช้ประโยชน์ได้ของพลังงานจากวัตถุดิบอาหารสัตว์ที่เป็นแหล่งของโปรตีน

ในการประเมินค่า ME ของวัตถุดิบอาหารสัตว์ในการทดลองครั้งนี้พบว่า ค่า AME, AME<sub>n</sub>, TME และ TME<sub>n</sub> ของวัตถุดิบอาหารสัตว์ต่าง ๆ ไม่มีความแตกต่างกันมากนัก ซึ่ง

ตรงกับที่ Hartel (1986) รายงานไว้ว่าการประเมินค่า ME แบบธรรมดา ซึ่งมีการให้อาหารทุกวัน ในปริมาณที่คงที่เท่าเดิมกับการทดลองครั้งนั้น ค่า AME และ TME ที่ได้จะไม่มี ความแตกต่างกัน แต่ถ้าใช้วิธีการประเมินค่า ME แบบ Sibbald แล้ว ค่า AME กับค่า TME ที่ได้จะมีความแตกต่างกัน แต่ค่า TME ที่ได้จากการประเมินโดยวิธีของ Sibbald และมีการปรับสมดุลในโตรเจนแล้ว ( $TME_n$ ) จะมีค่าใกล้เคียงกับค่า  $TME_n$  ที่ได้จากการประเมินแบบธรรมดา นอกจากนี้ค่า  $TME_n$  ที่ได้จากการประเมินโดยวิธีการของ Sibbald นั้นยังมีค่าสูงกว่า (over estimate) ที่ควรจะเป็น เพราะการใช้สัตว์ทดลองที่ทำการอดอาหารก่อนการทดลองนั้น จะทำให้สัตว์มีความสามารถในการย่อยอาหารได้เพิ่มขึ้น และค่าพลังงานที่ขับออกมาเมื่อไม่ได้รับอาหาร ( $FE_n + UE_n$ ) จะมีปริมาณมากเพียงช่วงแรกเท่านั้นจากนั้นจะลดลง ซึ่งต่ำกว่าเมื่อสัตว์ได้รับอาหาร

ส่วนการประเมินค่า ME ของวัตถุดิบอาหารสัตว์จากสมการทำนายค่าโดยใช้ข้อมูลของส่วนประกอบทางเคมีเป็นหลักนั้น ค่าที่ได้จากสมการทำนายหนึ่ง ๆ นั้นอาจจะเหมาะสมกับวัตถุดิบอาหารสัตว์บางอย่าง แต่ไม่เหมาะสมกับวัตถุดิบอาหารสัตว์บางอย่าง ทั้งนี้เพราะว่า ส่วนประกอบทางเคมีและการย่อยได้ของส่วนประกอบทางเคมีต่าง ๆ นั้นไม่ได้คงที่สำหรับวัตถุดิบอาหารสัตว์หนึ่ง ๆ Bolton (1957 อ้างถึงใน Sibbald, 1982) พบว่าการย่อยได้ของ เพนโตซาน (pentosan) จะผันแปรจากร้อยละ 5.6 ในข้าวโพด ถึงร้อยละ 36.5 ในข้าวสาลี นอกจากนี้พวกสารที่ยับยั้งการใช้ประโยชน์ต่าง ๆ ก็มีผลทำให้ค่า ME ที่วัดได้จริงแตกต่างกันไป เช่น สารยับยั้งทริปซิน (trypsin inhibitors) แทนนิน เป็นต้น เมื่อพิจารณาจากสมการทำนายค่า ME ในการทดลองครั้งนี้ โดยพิจารณาจากค่าความแตกต่างระหว่าง ค่า ME ที่ได้จากสมการทำนายค่าเมื่อใช้ส่วนประกอบทางเคมี และค่า ME ที่ได้จากการประเมินจริงมีค่าอยู่ในช่วงร้อยละ 5-8 ซึ่งตรงตามที่รายงานไว้โดย Scott, Nesheim และ Young (1976) จะเห็นได้ว่าสมการทำนายค่าในการทดลองครั้งนี้สามารถใช้ได้กับกากเมล็ดงา รำละเอียด ข้าวโพด ข้าวฟ่าง และมันสำปะหลังเท่านั้น สมการของ National Research Council (1984) ใช้ได้กับปลายัน ปลายข้าว รำละเอียด ข้าวโพด และข้าวฟ่าง ส่วนสมการของ Carpenter และ Clegg (1956) ใช้ได้กับปลายข้าว รำละเอียด ข้าวโพด และข้าวฟ่าง ค่า ME ที่ได้จากสมการของ Carpenter และ Clegg (1956) นั้นจะสูงกว่าค่าที่วัดได้จริง ซึ่งตรงกับที่ Guirguis (1975) รายงานไว้ว่าค่าที่ได้จาก

สมการของ Carpenter และ Clegg (1956), Bolton (1962) และ Sibbald และคณะ (1963) นั้นจะมีค่าสูงกว่าค่าที่ประเมินจริง ส่วนสมการที่ได้จากการทดลองครั้งนี้จะให้ค่า ME ต่ำกว่าค่าที่ประเมินจริง ถ้าพิจารณาในทางปฏิบัติแล้วจะเห็นว่าการใช้ค่า ME ที่สูงกว่าค่าที่ประเมินจริงจะเกิดผลเสียมากกว่ากล่าวคือ สัตว์จะได้รับพลังงานใช้ประโยชน์ได้ไม่พอเพียงกับความต้องการ ซึ่งจะส่งผลต่อไปถึงการใช้โภชนาอื่น ๆ ทำให้ประสิทธิภาพการใช้อาหารไม่ดี ทำให้กระทบต่อการเจริญเติบโต แต่ถ้าหากใช้ค่า ME ที่ต่ำกว่าที่ประเมินจริง แม้จะต้องเพิ่มต้นทุนการผลิตขึ้นอีกเล็กน้อย แต่จะมั่นใจได้ว่าสัตว์ได้รับพลังงานพอเพียงกับความต้องการ ซึ่งจะทำให้ประสิทธิภาพการผลิตสัตว์เป็นไปตามความต้องการ ดังนั้นสมการหาค่าที่ได้จากการทดลองครั้งนี้จะเหมาะสมกว่าสมการหาค่าของ National Research Council (1984) และ Carpenter และ Clegg (1956). เมื่อพิจารณาจากสมการหาค่า ME ทั้ง 3 สมการมีข้อน่าสังเกตว่าสมการหาค่า ใช้ได้เฉพาะกลุ่มวัตถุดิบอาหารสัตว์ที่เป็นแหล่งของพลังงานเท่านั้น ดังนั้นจะเห็นได้ว่าสมการหนึ่ง ๆ จะเหมาะสมกับวัตถุดิบอาหารสัตว์เพียงบางชนิดเท่านั้น ผู้ที่ใช้จะต้องพิจารณาว่าควรจะใช้สมการใดถึงจะให้ค่าที่น่าจะเชื่อถือได้

ส่วนความสัมพันธ์ระหว่างค่าพลังงานใช้ประโยชน์ได้ในรูปต่าง ๆ จากสมการความสัมพันธ์ พบว่าการเปลี่ยนค่าจากรูปหนึ่งไปเป็นอีกรูปหนึ่งนั้น ค่าที่ได้ไม่แตกต่างกันมาก และสมการที่ได้จากการทดลองครั้งนี้คือ  $TME = 1.064 AME_n$  ใกล้เคียงกับสมการของ Sibbald (1986) คือ  $TME = 1.097 AME_n$  ความแตกต่างระหว่างสัมประสิทธิ์ในการเปลี่ยนค่าพลังงานใช้ประโยชน์ได้จากรูปหนึ่งไปเป็นอีกรูปหนึ่งนั้น Muztar และ Slinger (1981) รายงานว่า ความแตกต่างจะเกิดขึ้นเนื่องจากชนิดของวัตถุดิบอาหารสัตว์ หากถั่วเหลือง สัมประสิทธิ์มีค่าระหว่าง 1.108 ถึง 1.224 ข้าวโพดมีค่าระหว่าง 1.047 ถึง 1.067 นอกจากนี้การได้มาซึ่งค่าพลังงานใช้ประโยชน์ได้ก็แตกต่างกันคือ วิธีการประเมินจากการทดลองครั้งนี้ใช้วิธีธรรมดา (conventional method) ในขณะที่ Sibbald ใช้วิธีการอดอาหาร ซึ่ง Hartel (1986) รายงานว่า ค่าพลังงานใช้ประโยชน์ได้ที่ได้จากการประเมินโดยวิธีการของ Sibbald มีค่าสูงกว่าการประเมินโดยวิธีธรรมดา ซึ่งเมื่อพิจารณาจากสัมประสิทธิ์ในการเปลี่ยนค่า  $AME_n$  เป็น  $TME$  แล้ว สัมประสิทธิ์ของ Sibbald มีค่าสูงกว่าที่ได้จากการทดลองครั้งนี้ (1.097 กับ 1.064) ซึ่งน่าจะเป็นเหตุผลกับงานทดลองของ Hartel (1986) ได้

### 5.3 การทดลองที่ 3

ในช่วงอายุ 0-2 สัปดาห์นั้น เปิดทดลองทั้ง 5 กลุ่ม ได้รับอาหารที่มีระดับของพลังงาน (TME<sub>n</sub>) 3,300 kcal/kg และโปรตีนร้อยละ 22 เท่ากันในอาหารทุกสูตร แต่ส่วนผสมของวัตถุดิบอาหารสัตว์ในแต่ละสูตรจะมีความแตกต่างกัน ในระยะนี้อัตราการเพิ่มน้ำหนักตัว และปริมาณอาหารที่กินไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P > 0.05$ ) ในระหว่างกลุ่มของเปิดที่ได้รับอาหารสูตรต่าง ๆ แต่กลับพบว่าอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ และประสิทธิภาพการใช้โปรตีนมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P < 0.05$ ) ทั้งนี้เมื่อพิจารณาจากส่วนประกอบของวัตถุดิบอาหารสัตว์ในอาหารแต่ละสูตร มีระดับของรำละเอียดในอาหารแตกต่างกันไป นอกจากนี้ชนิดวัตถุดิบอาหารสัตว์ที่เป็นแหล่งของโปรตีนในอาหารแต่ละสูตรก็แตกต่างกัน อาหารสูตรที่มีรำละเอียดประกอบอยู่ในระดับสูงก็จะมีค่าฟอสฟอรัสตามไปด้วย เนื่องจากมีเยื่อใยสูง ซึ่งเมื่อพิจารณาจากปริมาณเยื่อใยในสูตรอาหารพบว่า อาหารสูตรกากเมล็ดทานตะวันมีเยื่อใยสูงสุด ตามด้วยอาหารสูตรใบกระถิน สูตรข้าวโพด สูตรเปรี๊ยะเห็บ และสูตรกากเมล็ดงา มีเยื่อใยต่ำสุด และระยะ 0.-2 สัปดาห์นั้น เป็ดมีอายุน้อย จึงทำให้ประสิทธิภาพการทำงานของระบบทางเดินอาหารยังไม่ดีพอ โดยเฉพาะการใช้ประโยชน์ได้ของพลังงานจากอาหารที่มีเยื่อใยสูง ซึ่งพบว่าสัตว์ปีกจะมีความสามารถใช้พลังงานใช้ประโยชน์ได้เพิ่มขึ้นตามอายุที่เพิ่มขึ้น (Bayley Summers and Slinger, 1968; Zelenka, 1968; Lodhi Renner and Clandinin, 1969; March, Smith and El-Iakany, 1973, Shire et. al., 1987) เพราะสัตว์ปีกอายุน้อยมีอัตราการไหลผ่านของอาหารเร็วกว่าในสัตว์ที่มีอายุมากขึ้น ซึ่ง Shire และคณะ (1987) ได้ทดลองเกี่ยวกับอัตราการไหลผ่านของอาหารในไก่อายุต่าง ๆ ก็พบว่าในไก่อายุน้อยมีอัตราการไหลผ่านของอาหารเร็วกว่าในไก่อายุมากขึ้น

การที่อัตราการไหลผ่านของอาหารเร็วขึ้น ทำให้อาหารมีเวลาอยู่ในระบบทางเดินอาหารน้อย โดยเฉพาะอาหารที่มีเยื่อใยสูงระยะเวลาในการเข้าย่อยของน้ำย่อยก็จะน้อยกว่าอาหารที่มีเยื่อใยต่ำกว่า ทำให้การย่อยของอาหารไม่สมบูรณ์ นอกจากนี้การที่อาหารผสมประกอบด้วยวัตถุดิบอาหารสัตว์หลายชนิด อาจก่อให้เกิดมีการย่อยเพิ่มขึ้น (associative effect) หรือมีการย่อยลดลง (antagonistic effect) ซึ่งสาโรช (2523)

กล่าวว่า การย่อยได้ของอาหารผสมไม่จำเป็นต้องเป็นค่าเฉลี่ยของการย่อยได้ของส่วนผสมแต่ละชนิด การเอาส่วนผสมหลายอย่างผสมกัน อาจก่อให้เกิดการส่งเสริมหรือยับยั้งการย่อยของอาหารผสมก็ได้ และเมื่อการย่อยของอาหารเกิดขึ้นไม่สมบูรณ์นั้น ทำให้ได้รับพลังงานและโภชนาอื่น ๆ ไม่ครบตามความต้องการ เนื่องจากสัตว์ปีกมีความสามารถในการปรับปริมาณอาหารที่กิน เพื่อให้ได้รับพลังงานครบตามความต้องการ (Scott, Nesheim and Young, 1976) ดังนั้นเปิดแต่ละกลุ่มจึงมีปริมาณอาหารที่กินแตกต่างกันไป แม้ว่าจะไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยเปิดที่เลี้ยงด้วยอาหารสูตรใบกระถินมีปริมาณอาหารที่กินสูงสุด ตามด้วยเปิดที่เลี้ยงด้วยอาหารสูตรกากเมล็ดทานตะวัน สูตรเปรียบเทียบ สูตรข้าวโพด และสูตรกากเมล็ดงาที่ปริมาณอาหารที่กินได้ต่ำสุด และเนื่องจากอาหารแต่ละสูตรมีระดับของโปรตีนเท่ากัน จึงทำให้เปิดที่มีปริมาณอาหารที่กินสูงก็จะได้รับโปรตีนสูงกว่าเปิดที่มีปริมาณอาหารที่กินต่ำ และเนื่องจากพลังงานที่ได้รับเท่ากัน จึงทำให้การใช้ประโยชน์ได้ของโปรตีนถูกจำกัดด้วยพลังงานที่ได้รับ ทำให้โปรตีนส่วนที่เกินถูกกำจัดออกจากร่างกาย ซึ่งจำเป็นต้องใช้พลังงาน จึงทำให้การใช้ประโยชน์ได้ของโปรตีนลดลง และเนื่องจากโปรตีนมีผลต่อการเจริญเติบโตจึงทำให้อัตราการเพิ่มน้ำหนักตัวของเปิดแตกต่างกันไป แม้จะความแตกต่างจะไม่มีความสำคัญทางสถิติ ( $P > 0.05$ ) และการที่เปิดมีปริมาณอาหารที่กินสูงแต่มีอัตราการเพิ่มน้ำหนักตัวต่ำ ทำให้อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อและประสิทธิภาพการใช้โปรตีนต่ำไปด้วย โดยจะแตกต่างกันไปตามอาหารที่เลี้ยงซึ่งพบว่าเปิดที่เลี้ยงด้วยอาหารสูตรกากเมล็ดทานตะวัน มีอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อและประสิทธิภาพการใช้โปรตีนต่ำสุด ตามด้วยเปิดที่เลี้ยงด้วยอาหารสูตรใบกระถิน สูตรเปรียบเทียบ สูตรกากเมล็ดงา และสูตรข้าวโพด ซึ่งระดับของความแตกต่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P < 0.05$ )

ในระยะ 2-8 สัปดาห์ เปิดมีอายุเพิ่มขึ้น ระบบทางเดินอาหารมีประสิทธิภาพการทำงานดีขึ้น จึงมีความสามารถใช้พลังงานจากอาหารที่มีเยื่อใยสูงได้ดีขึ้น (Bayley, Summers, Slinger, 1968; March, Smith and El-Lakany, 1973) ทั้งนี้เพราะอัตราการไหลผ่านของอาหารช้าลงเมื่ออายุเพิ่มขึ้น (Shire et. al., 1987) ทำให้อาหารมีเวลาอยู่ในระบบทางเดินอาหารนานขึ้น จึงสามารถใช้พลังงานจากอาหารได้เพิ่มขึ้น ดังนั้นเปิดที่เลี้ยงด้วยอาหารทดลองทั้ง 5 สูตร จึงมีปริมาณอาหารที่กินได้ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P > 0.05$ ) และเนื่องจากอาหารทุกสูตรมีระดับโปรตีน

เท่ากัน จึงส่งผลให้อัตราการเพิ่มน้ำหนักตัว อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ และประสิทธิภาพการใช้โปรตีนไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P>0.05$ ) เมื่อพิจารณาจากประสิทธิภาพการใช้โปรตีนของเป็ดที่เลี้ยงด้วยอาหารทั้ง 5 สูตร พบว่าสัปดาห์ที่ 1 นั้น เป็ดที่เลี้ยงด้วยอาหารสูตรข้าวโพด สูตรกากเมล็ดงา มีประสิทธิภาพการใช้โปรตีนดีกว่า เป็ดที่เลี้ยงด้วยอาหารสูตรเปรียบเทียบ สูตรกากเมล็ดทานตะวัน และสูตรใบกระถิน สัปดาห์ที่ 2 นั้นพบว่า เป็ดที่เลี้ยงด้วยอาหารสูตรเปรียบเทียบมีประสิทธิภาพการใช้โปรตีนใกล้เคียงกับเป็ดที่เลี้ยงด้วยอาหารสูตร กากเมล็ดงา และสูตรข้าวโพด ในขณะที่เป็ดที่เลี้ยงด้วยอาหารสูตรกากเมล็ดทานตะวัน และสูตรใบกระถินยังต่ำ สัปดาห์ที่ 3 เป็ดที่เลี้ยงด้วยอาหารสูตรกากเมล็ดทานตะวัน มีประสิทธิภาพการใช้โปรตีนสูงกว่าเป็ดที่เลี้ยงด้วยอาหารสูตรที่เหลือ ส่วนเป็ดที่เลี้ยงด้วยอาหารสูตรใบกระถินมีประสิทธิภาพการใช้โปรตีนสูงกว่าเป็ดที่เลี้ยงด้วยอาหารสูตรต่าง ๆ ในสัปดาห์ที่ 5 จากสัปดาห์ที่ 6 ขึ้นไป พบว่าประสิทธิภาพการใช้โปรตีนไม่มีความแตกต่างกันอย่างเด่นชัด ลักษณะเช่นนี้ น่าจะเกิดจากการชดเชยการเจริญเติบโต ซึ่ง Schubert, Richter และ Gruhn, (1982) รายงานว่า เป็ดที่ได้รับอาหารซึ่งมีโปรตีนไม่เพียงพอ หรือขาดโปรตีนในช่วงสัปดาห์แรก ๆ ของอายุสามารถจะชดเชยการเจริญเติบโตในช่วงต่อมาได้ ซึ่งจากการทดลองพบว่า ในช่วงแรกนั้นเป็ดที่เลี้ยงด้วยอาหารสูตรเปรียบเทียบ สูตรกากเมล็ดทานตะวัน สูตรใบกระถิน ถูกจำกัดการใช้ประโยชน์ของโปรตีนจากอาหารโดยพลังงาน ซึ่งเสมือนกับเกิดการขาดโปรตีน จากนั้นก็เริ่มมีการใช้ประโยชน์จากโปรตีนจากอาหารได้เพิ่มขึ้นตามพลังงานใช้ประโยชน์ได้ที่เพิ่มขึ้นเมื่ออายุเพิ่มขึ้น และเมื่อพิจารณาตลอดการทดลอง 8 สัปดาห์ พบว่า อัตราการเพิ่มน้ำหนักตัว อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ และปริมาณอาหารที่ใช้ ของเป็ดที่เลี้ยงด้วยอาหารสูตรต่าง ๆ ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P>0.05$ ) ซึ่ง Dale และ Fuller (1982) ได้ทำงานทดลองในลักษณะเช่นเดียวกันนี้ในไก่ โดยอาหารทุกสูตรมีระดับโปรตีน และพลังงานใช้ประโยชน์ได้ (TMF<sub>0</sub>) เท่ากันทุกสูตร โดยสัดส่วนวัตถุดิบอาหารสัตว์แตกต่างกัน พบว่าอัตราการเจริญเติบโต และอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P>0.05$ ) และได้ให้ข้อเสนอแนะว่าการนำค่า TMF<sub>0</sub> มาใช้ในการคำนวณสูตรอาหารนั้นจะทำให้สัตว์สามารถนำพลังงานที่มีอยู่ในอาหารไปใช้ได้ปริมาณที่ใกล้เคียงกัน จากการทดลองที่ 3 ในระยะเบ็ดเล็ก (0-2 สัปดาห์) ควรเลือกใช้วัตถุดิบอาหารสัตว์ที่มีเยื่อใยต่ำประกอบสูตรอาหาร เพื่อจะได้

ไม่มีปัญหาเรื่องความสามารถในการใช้พลังงานจากอาหารในขณะอายุน้อย ซึ่งมีผลกระทบ  
ต่อการเจริญเติบโต