

บทที่ 5

วิจารณ์ผลการทดลอง

5.1 ผลของการย่อยกากเมล็ดในปาล์มล่วงหน้าด้วยเอนไซม์ไฟเตสที่มีผลต่อคุณค่าทางโภชนาการของกากเมล็ดในปาล์ม

การศึกษาค่าประกอบทางโภชนาการของกากเมล็ดในปาล์มที่ใช้ในการทดลองพบว่า มีโปรตีนรวม, ไขมัน และเยื่อใย เท่ากับ 14.52, 0.8 และ 15.28 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ รายงานการวิจัยอื่นที่พบว่าใกล้เคียงกับกากเมล็ดในปาล์มที่ได้จากการสกัดน้ำมันโดยวิธีกลจะมีองค์ประกอบทางโภชนาการอยู่ในระดับนี้ ยกเว้นปริมาณไขมันในกากเมล็ดในปาล์มที่ใช้ในงานวิจัยนี้จะค่อนข้างต่ำกว่างานวิจัยอื่น ๆ ทั้งนี้อาจเนื่องจากในปัจจุบันเครื่องจักรกลที่ใช้ในกรรมวิธีสกัดน้ำมันมีคุณภาพสูงขึ้นจึงทำให้ปริมาณไขมันที่ตกค้างอยู่มีปริมาณน้อยลง Ahmad (1985) และ Yusoff et al., (1985) รายงานว่าปริมาณไขมันที่มีในกากเมล็ดในปาล์มที่สกัดน้ำมันโดยวิธีกลและการใช้ตัวทำละลายอินทรีย์จะมีพิสัยอยู่ในช่วง 5-15 และ 1-4 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักแห้งตามลำดับ ปริมาณเถ้า, แคลเซียม และฟอสฟอรัสในกากเมล็ดในปาล์มที่วิเคราะห์ได้มีค่าเท่ากับ 3.96, 0.32 และ 0.48 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และมีพลังงานรวมเท่ากับ 5,233 กิโลแคลอรี/กิโลกรัม ค่าเฉลี่ยคุณค่าทางโภชนาการของกากเมล็ดในปาล์มโดยทั่วไปคือ มีปริมาณเถ้าอยู่ในช่วง 2.80-6.80 เปอร์เซ็นต์, แคลเซียม 0.18-0.30 เปอร์เซ็นต์, ฟอสฟอรัส 0.20-0.74 เปอร์เซ็นต์ และพลังงานอยู่ในช่วง 3,720-5,160 กิโลแคลอรี/กิโลกรัม (วินัยและคณะ, 2528; ทวีศักดิ์, 2529; อุทัย, 2529; นิวัต, 2530, 2531; กรมปศุสัตว์, 2541; Oluyemi et al., 1976; Yeong, 1982; Ahmad, 1985; Onwudike, 1986a; Nwokolo, 1986; Babjee, 1988; Panigrahi and Powell, 1991; Ravidran and Blair, 1992)

แม้ว่าค่าที่ได้จากการวิเคราะห์กากเมล็ดในปาล์มอยู่ในช่วงพิสัยปกติที่เคยมีรายงานไว้ แต่พบว่าคุณค่าทางโภชนาการมีความแปรปรวนอยู่ในช่วงกว้างและมีปริมาณเยื่อใยอยู่สูงตามพันธุ์ปาล์มและกรรมวิธีที่ใช้ในการสกัดน้ำมัน ดังนั้นก่อนนำมาใช้ในการประกอบสูตรอาหารจึงควรตรวจสอบคุณค่าทางโภชนาการในห้องปฏิบัติการและคำนึงถึงสัดส่วนการใช้ประโยชน์ได้ในสัตว์

5.2 ผลของการย่อยกากเมล็ดในปาล์มล่วงหน้าด้วยเอนไซม์ไฟเตสต่อปริมาณฟอสฟอรัสอินทรีย์

จากการศึกษาครั้งนี้พบว่าปัจจัยที่ใช้ในการควบคุมการย่อยกากเมล็ดในปาล์มล่วงหน้าแต่ละปัจจัยมีอิทธิพลร่วม (interaction) กับปัจจัยอื่นในการปลดปล่อย IP อย่างมีนัยสำคัญทุก ๆ คู่ปัจจัย ปริมาณ IP ที่ปลดปล่อยออกมาโดยเอนไซม์ไฟเตสภายใต้สภาพที่ควบคุม แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P < 0.01$) กับระดับเอนไซม์ไฟเตส, ชนิดของสารละลาย, ระดับความชื้นและระยะเวลาที่ใช้ในการย่อย โดยพบว่าการเพิ่มปริมาณเอนไซม์ไฟเตสจาก 500 เป็น 750 และ 1,000 FTU/กิโลกรัม ในสภาพการย่อยต่าง ๆ มีผลในการเพิ่ม IP เพิ่มขึ้น ปริมาณ IP ที่ปลดปล่อยออกมามีค่าเป็นเปอร์เซ็นต์ของฟอสฟอรัสรวมในกากเมล็ดในปาล์มเท่ากับ 39.61, 40.71 และ 42.80 เปอร์เซ็นต์ ที่ระดับเอนไซม์ไฟเตส 500, 750 และ 1,000 FTU/กิโลกรัม อาหาร ตามลำดับ แสดงว่าการย่อยโดยใช้เอนไซม์ไฟเตสและการใช้ในระดับที่เพิ่มขึ้นสามารถเพิ่มการปลดปล่อย IP

ชนิดของสารละลายในการย่อยพบว่าเมื่อใช้กรดไฮโดรคลอริก 0.1 เปอร์เซ็นต์ จะมีผลในการเพิ่ม iP มากกว่าการใช้ น้ำกลั่นและกรดอะซิติก 0.2 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ปริมาณ iP ที่ปลดปล่อยออกโดยการย่อยใน น้ำกลั่น, กรดอะซิติก และกรดไฮโดรคลอริก คิดเป็นเปอร์เซ็นต์เท่ากับ 34.84, 36.52 และ 51.04 เปอร์เซ็นต์ ของน้ำหนักแห้ง ตามลำดับ Anderson (1915) รายงานว่าเมื่อเติมกรดไฮโดรคลอริกเข้มข้นที่ระดับ 0.1 เปอร์เซ็นต์ในการบ่มข้าวสาลี พบว่ามี iP ปลดปล่อยออกมาจากการเติมกรดอะซิติก 0.2 เปอร์เซ็นต์ แต่เมื่อเพิ่มความเข้มข้นของกรดไฮโดรคลอริกเป็น 0.2, 0.3, 0.4, 0.5, 1.0 และ 2.0 เปอร์เซ็นต์ จะมีผลทำให้ iP มีค่าลดลง ในขณะที่ Nelson et al. (1968a) รายงานว่าเมื่อทดลองบ่มถั่วเหลืองด้วยจุลินทรีย์จำพวกราที่ สังเคราะห์ไฟเตสร่วมกับการเติมกรดไฮโดรคลอริก 1.2 N มีผลในการเพิ่ม iP มากกว่าการย่อยในน้ำกลั่น และ Zyla and Koreleski (1993) ศึกษาการย่อยไฟเตสโดยใช้จุลินทรีย์ *Aspergillus niger* ในกากเมล็ดเบปซิด ปรับ pH ให้อยู่ที่ระดับ 3.0, 4.5, 5.5 โดยใช้กรดไฮโดรคลอริก 5 โมลาร์ เช่นเดียวกับการทดลองของ Newkirk and Classen (1997) ศึกษาการย่อยกากเมล็ดคานอลาด้วยเอนไซม์ไฟเตสหายาบ ปรับค่า pH ด้วยกรด ไฮโดรคลอริกความเข้มข้นต่าง ๆ จนมี pH อยู่ระหว่าง 2-5.8 ไฟเตสจะทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพที่ pH ระหว่าง 3-5 แต่ขัดแย้งกับ Nelson (1976) ศึกษาการทำงานของเอนไซม์ไฟเตสในข้าวโพดและข้าวสาลีโดยวิธี การเติมน้ำกลั่นหรือกรดไฮโดรคลอริก 0.6 N ซึ่งพบว่าการใช้น้ำกลั่นในการบ่มข้าวโพดและข้าวสาลีมีผลทำให้ iP เพิ่มขึ้นมากกว่าการใช้กรดไฮโดรคลอริกเจือจาง ดังนั้นในภาพรวมแม้ว่าชนิดของสารละลายในการย่อยล้วน หนามีผลต่อปริมาณ iP ที่ถูกปลดปล่อย แต่การปรับค่า pH ให้อยู่ในช่วงการทำงานของเอนไซม์ไฟเตสมีผลต่อ การปลดปล่อย iP มากกว่า กล่าวคือ pH ที่เหมาะสมกับการทำงานของเอนไซม์ไฟเตสที่ผลิตจากจุลินทรีย์มีช่วง pH 2.5-6.5 ซึ่งกว้างกว่าช่วงการทำงานของเอนไซม์ไฟเตสและจากพืชเท่ากับ 4-6.5 ตามลำดับ (Scheuermann et al., 1988 อ้างโดย BASF (nd); Hoppe, 1992; Khan, 1996)

ความผันแปรของระดับความชื้นจาก 30 เป็น 50 เปอร์เซ็นต์ มีผลต่อปริมาณ iP คือมีการปลดปล่อย iP เท่ากับ 36.50 และ 45.11 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ Scheuermann et al., 1988 อ้างโดย BASF (nd); Hoppe, 1992; Khan, 1996 รายงานว่าเอนไซม์ไฟเตสที่ได้จากจุลินทรีย์ *Aspergillus niger* จะสามารถทำงานได้ดีที่ ความชื้นอย่างน้อย 25 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งจากการทดลองที่ใช้ระดับความชื้น 30 และ 50 เปอร์เซ็นต์ จึงไม่เป็น ปัญหาสำหรับการทำงานของเอนไซม์ไฟเตส แต่พบว่าการเพิ่มความชื้นจาก 30 เป็น 50 เปอร์เซ็นต์ มีผลใน การเพิ่ม iP ที่ย่อยในกรดอะซิติกมากกว่าในน้ำกลั่นและกรดไฮโดรคลอริก ตามลำดับ

การขยายระยะเวลาที่ใช้ในการย่อยจาก 6 เป็น 12 ชั่วโมง มีผลต่อ iP ที่ปลดปล่อยออกมาคือเพิ่มขึ้นจาก 40.96 เป็น 42.72 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งแสดงว่าการย่อยที่ 6 ชั่วโมง ไม่เพียงพอต่อการทำงานของเอนไซม์ การยืด ระยะเวลาการย่อยเป็น 12 ชั่วโมง จะสามารถปลดปล่อย iP ออกมาเพิ่มขึ้น และมีผลในการเพิ่ม iP ที่ย่อยใน กรดไฮโดรคลอริกมากกว่าในกรดเกลือ และน้ำกลั่น Nelson et al. (1968a); Chang (1977); Mellanby (1950) อ้างโดย Reddy et al. (1989) และ Newkirk and Classen (1997) รายงานว่าไฟเตสในวัตถุดิบจะ ถูกสลายอย่างรวดเร็วในช่วงแรกของการย่อยและค่อย ๆ ลดลงเมื่อระยะเวลาผ่านไปขึ้นอยู่กับชนิดของวัตถุดิบ และความละเอียดของวัตถุดิบที่ใช้ย่อย

โดยรวมแล้วการเพิ่มระดับเอนไซม์ไฟเตสจาก 500 เป็น 750 และ 1,000 FTU/กิโลกรัม, ระดับ ความชื้นสูงขึ้น (30 และ 50 เปอร์เซ็นต์) และระยะเวลาการย่อยที่ยาวขึ้น (6 และ 12 ชั่วโมง) มีผลในการเพิ่ม การปลดปล่อย iP และการย่อยในกรดไฮโดรคลอริก 0.1 เปอร์เซ็นต์ มีผลในการปลดปล่อย iP มากกว่าการ ย่อยในกรดอะซิติก 0.2 เปอร์เซ็นต์ หรือในน้ำกลั่น จากผลการทดลองครั้งนี้ พบว่าการย่อยกากเมล็ดในปาล์มที่ ระดับเอนไซม์ไฟเตส 1,000 FTU/กิโลกรัมอาหาร, ใช้กรดไฮโดรคลอริกเข้มข้น 0.1 เปอร์เซ็นต์, ความชื้น 50 เปอร์เซ็นต์ และระยะเวลา 12 ชั่วโมง มีผลในการปลดปล่อย iP สูงที่สุด คือ 0.3268 เปอร์เซ็นต์ หรือเท่ากับ

67.53 เปอร์เซ็นต์ของ EP ในกากเมล็ดในปาล์ม แต่อย่างไรก็ตามการย่อยที่ระดับความชื้น 50 เปอร์เซ็นต์ อาจมีปัญหาในการทำให้แห้งหลังการย่อย ซึ่งหากกากเมล็ดในปาล์มที่ได้มีความชื้นสูงจะขึ้นราและมีกลิ่นเหม็น อาจทำให้การยอมรับอาหารของสัตว์ลดลงได้

5.3 การย่อยและการใช้ประโยชน์ได้ของโภชนะในกากเมล็ดในปาล์มและกากเมล็ดในปาล์ม ผ่านการย่อยล่วงหน้าในไก่เนื้ออายุ 3 และ 6 สัปดาห์

จากการศึกษาหาระดับการย่อยและการใช้ประโยชน์ได้ของโภชนะในกากเมล็ดในปาล์มและกากเมล็ดในปาล์มย่อยล่วงหน้า โดยวิธีการหาค่าพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้ที่แท้จริง (TME, TME_n) ที่รายงานไว้โดย Sibbald (1982) พบว่าการย่อยและการใช้ประโยชน์ได้ของสิ่งแห้งในไก่เนื้ออายุ 3 และ 6 สัปดาห์ มีค่าอยู่ในช่วง 54.51-64.84 เปอร์เซ็นต์ และ 51.36-57.52 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ไม่พบความแตกต่างระหว่างกลุ่มทดลอง ($P>0.05$) แต่การย่อยและการใช้ประโยชน์ได้ของสิ่งแห้งในกลุ่ม PKM1, PKM2 และ PKM3 มีค่าสูงกว่ากลุ่ม PKM และไก่เนื้ออายุ 3 สัปดาห์ ใช้ประโยชน์สิ่งแห้งสูงกว่าในไก่เนื้ออายุ 6 สัปดาห์ เมื่อพิจารณาค่าพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้ที่แท้จริง พบว่าค่าพลังงานในไก่ที่ไม่ได้รับอาหารที่อายุ 3 และ 6 สัปดาห์ มีค่าเท่ากับ 3.43 และ 3.62 กิโลแคลอรี/กรัม จะเห็นได้ว่าพลังงานในมูลไก่ที่ไม่ได้รับอาหารทั้งสองช่วงมีค่าใกล้เคียงกันถึงแม้ว่าหนักตัวต่างกัน และนอกจากนี้ยังพบว่า TME_n มีค่าน้อยกว่า TME เนื่องจากการปรับสมดุลไนโตรเจน Sibbald (1982) รายงานว่า ถ้าร่างกายสัตว์มีการสลายไนโตรเจนที่สะสมในร่างกายมาใช้เป็นแหล่งพลังงานก็จะขับไนโตรเจนที่เหลือออกมาในรูปของกรดยูริก ซึ่งสารประกอบไนโตรเจนนี้ก็มีพลังงานอยู่ด้วย ทำให้ปริมาณพลังงานที่ขับถ่ายออกมาเพิ่มขึ้น ดังนั้นการหาค่าพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้จึงต้องมีการปรับค่าสมดุลไนโตรเจนให้อยู่ในระดับที่สมดุล คือไม่มีการสะสมหรือสูญเสียไนโตรเจนในร่างกาย และเมื่อปรับค่าไนโตรเจนแล้ว ค่าพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้จะมากขึ้นเพียงใดขึ้นอยู่กับความสามารถในการนำเอาไนโตรเจนจากอาหารมาเปลี่ยนเป็นไนโตรเจนในร่างกาย หรือขึ้นอยู่กับสัตว์มีการสูญเสียไนโตรเจนมากน้อยเพียงใด ดังนั้นการปรับค่าสมดุลไนโตรเจนจึงเป็นการประเมินค่าพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้ของวัตถุดิบอาหารสัตว์ที่แท้จริง นอกจากนี้ยังช่วยลดความแปรผันระหว่างตัวสัตว์และชนิดของสัตว์ทดลอง Hill and Anderson (1958) รายงานว่าค่าที่ใช้ในการปรับสมดุลไนโตรเจนในสัตว์ปีก มีค่าเท่ากับ 8.22 กิโลแคลอรี/กรัมของไนโตรเจนที่ขับถ่ายออกมา ซึ่งหมายความว่าเมื่อร่างกายสลายไนโตรเจนที่สะสมในร่างกาย 1 กรัม จะขับถ่ายพลังงานออกมาทางปัสสาวะ 8.22 กิโลแคลอรี

สำหรับค่า TME และ TME_n ในไก่เนื้ออายุ 3 สัปดาห์ ในกลุ่ม PKM, PKM1, PKM2 และ PKM3 เท่ากับ 2.9550, 3.2270, 3.2888, 3.3760 และ 2.9520, 3.2173, 3.2774, 3.3580 กิโลแคลอรี/กรัม ตามลำดับ และไก่เนื้อในกลุ่ม PKM2 และ PKM3 มี TME และ TME_n สูงกว่ากลุ่ม PKM อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) ส่วนในไก่เนื้อในกลุ่ม PKM, PKM1, PKM2 และ PKM3 อายุ 6 สัปดาห์ มีค่า TME และ TME_n ไม่ต่างกัน ($P>0.05$) คือมีเท่ากับ 2.8010, 3.1160, 2.9179, 3.0100 และ 2.7990, 3.140, 2.9109, 2.7930 กิโลแคลอรี/กรัม ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบค่า TME และ TME_n ของ PKM กับ PKM1, PKM2 และ PKM3 ในไก่เนื้ออายุ 3 และ 6 สัปดาห์ พบว่าในช่วงอายุ 3 สัปดาห์ กากเมล็ดในปาล์ม PKM1, PKM2 และ PKM3 มี TME และ TME_n สูงกว่ากากเมล็ดในปาล์มปกติ แต่ในไก่เนื้ออายุ 6 สัปดาห์ ค่า TME และ TME_n ของ PKM1, PKM2 และ PKM3 มีแนวโน้มสูงกว่า PKM แต่ไม่แตกต่างทางสถิติ ($P>0.05$) ทั้งนี้ อาจเนื่องจากในสัตว์อายุมากระบบเอนไซม์พัฒนาขึ้นจนถึงระดับปกติทำให้อาจใช้ประโยชน์จากกากเมล็ดในปาล์มได้มากขึ้นค่า TME และ TME_n ของกากเมล็ดในปาล์มและกากเมล็ดในปาล์มที่ผ่านการย่อยล่วงหน้าจึงไม่แตกต่างกัน

สัมประสิทธิ์การใช้ประโยชน์ได้ของไนโตรเจนในไก่อายุ 3 และ 6 สัปดาห์ ในกลุ่ม PKM3 มีค่าสัมประสิทธิ์การใช้ประโยชน์ได้ของไนโตรเจนมากที่สุดแตกต่างจากกลุ่ม PKM1, PKM2 และ PKM ($P>0.05$) ส่วนสัมประสิทธิ์การใช้ประโยชน์ได้ของแคลเซียมและฟอสฟอรัสในไก่อายุ 3 และ 6 สัปดาห์ พบว่ากลุ่ม PKM1, PKM2 และ PKM3 มีค่าสูงกว่ากลุ่ม PKM ทั้งนี้เป็นการยืนยันว่าการย่อยกากเมล็ดในปาล์มล่วงหน้าด้วยเอนไซม์ไฟเตสมีผลทำให้มีการปลดปล่อย iP เพิ่มขึ้น และยังมีผลสืบเนื่องทำให้การใช้ประโยชน์ได้แคลเซียมและของไนโตรเจนเพิ่มสูงขึ้น Ilyas et al. (1995) รายงานผลการทดลองในทำนองเดียวกันว่าการหมักกากถั่วเหลืองด้วยเอนไซม์ไฟเตสจากเชื้อรา *Aspergillus usamii* มีผลทำให้ปริมาณฟอสฟอรัสที่ใช้ประโยชน์ได้สูงขึ้นมากกว่ากากถั่วเหลืองปกติ และจากการศึกษาของ Hirabayashi et al. (1998) ได้นำกากถั่วเหลืองที่ได้จากการหมักโดยวิธีของ Ilyas et al. (1995) มาประกอบสูตรอาหารไก่เนื้อ พบว่ากลุ่มที่ได้รับกากถั่วเหลืองที่ผ่านการหมักด้วย *Aspergillus usamii* ใช้ประโยชน์จากฟอสฟอรัสในอาหารได้เพิ่มขึ้นโดยมีการขับฟอสฟอรัสออกมาในมูลน้อยกว่ากลุ่มที่ได้รับกากถั่วเหลืองเสริม iP แต่ไม่แตกต่างจากกลุ่มควบคุม

5.4 ผลของการเสริมเอนไซม์ไฟเตสในสูตรอาหารที่ใช้กากเมล็ดในปาล์มเปรียบเทียบกับสูตรอาหารกากเมล็ดในปาล์มผ่านการย่อยล่วงหน้าต่อสมรรถนะการเจริญเติบโตและผลต่อลักษณะคุณภาพซากไก่เนื้ออายุ 6 สัปดาห์

ผลของการเสริมเอนไซม์ไฟเตสในสูตรอาหารที่ใช้กากเมล็ดในปาล์มร่วมกับเอนไซม์ไฟเตสเปรียบเทียบกับสูตรอาหารกากเมล็ดในปาล์มย่อยล่วงหน้าต่ออัตราการเพิ่มน้ำหนักตัว, ปริมาณอาหารที่กิน และประสิทธิภาพการใช้อาหารในช่วง 0-6 สัปดาห์ และคุณภาพซากไก่เนื้ออายุ 6 สัปดาห์ ไม่แตกต่างทางสถิติ ($P>0.05$) จากการทดลองพบว่าไก่ในกลุ่มที่ได้รับกากเมล็ดในปาล์มย่อยล่วงหน้า PKM1, PKM2 และ PKM3 มีอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนัก (F/G) ในช่วง 0-3 สัปดาห์ ต่ำกว่ากลุ่ม PKM และ PKM+ เล็กน้อย แต่ในช่วง 3-6 สัปดาห์ กลับพบว่ากลุ่ม PKM1, PKM2 และ PKM3 กลับมีค่า F/G ต่ำกว่ากลุ่ม PKM และ PKM+ แม้ว่าปริมาณกากเมล็ดในปาล์มจะเพิ่มขึ้นจาก 10 เป็น 15 เปอร์เซ็นต์ของอาหาร (ในอาหารไก่เล็กและไก่ขุนตามลำดับ) แสดงว่าไก่ขุนสามารถใช้อาหารที่ประกอบด้วยกากเมล็ดในปาล์มได้ดีกว่าไก่อายุเล็ก เช่นเดียวกับการทดลองของ Onwudike (1986abc) พบว่าสามารถใช้กากเมล็ดในปาล์มได้ถึง 28 เปอร์เซ็นต์ของอาหารในไก่เล็ก (0-6 สัปดาห์) และ 35 เปอร์เซ็นต์ ในอาหารไก่ใหญ่ (6-12 สัปดาห์) โดยไม่มีผลต่อสมรรถนะการเจริญเติบโต และ Osei and Amo (1987) ใช้กากเมล็ดในปาล์มทดแทนข้าวฟ่าง 0-15 เปอร์เซ็นต์ ในอาหารไก่เนื้ออายุ 0-8 สัปดาห์ พบว่าปริมาณอาหารที่กินและน้ำหนักตัวไม่แตกต่างกัน ($P>0.05$) แต่เมื่อเพิ่มปริมาณกากเมล็ดในปาล์มถึง 12.5 เปอร์เซ็นต์ของสูตรอาหาร พบว่าจะมีผลให้ F/G เสื่อมลง เช่นเดียวกับการทดลองของ วินัยและคณะ (2526) และ สุธาและคณะ (2535) และแนะนำว่าสามารถใช้กากเมล็ดในปาล์ม 20 เปอร์เซ็นต์ ในอาหารไก่เล็ก (0-4 สัปดาห์) และ 40 เปอร์เซ็นต์ ในไก่ขุน (4-8 หรือ 4-6 สัปดาห์) โดยไม่มีผลเสียต่ออัตราการเพิ่มน้ำหนักตัวและปริมาณอาหารที่กิน แต่อย่างไรก็ตาม เมื่อพิจารณาค่าประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนัก (F/G) จากการทดลองที่เคยมีมาพบว่ามีค่าสูงมากเกินไปจนยอมรับได้ในอุตสาหกรรมเลี้ยงในปัจจุบัน ดังนั้นการใช้กากเมล็ดในปาล์มในปริมาณสูงจึงไม่เป็นผลดีต่อสมรรถนะการผลิต และจากการทดลองครั้งนี้พบว่า F/G ในช่วง 0-6 สัปดาห์ มีค่าอยู่ระหว่าง 2.18-2.26 ซึ่งเป็นค่าที่ไม่สูงเกินไปนัก ดังนั้นในการนำกากเมล็ดในปาล์มมาใช้เป็นอาหารไก่เนื้อ แนะนำให้ใช้ไม่เกิน 10 เปอร์เซ็นต์ ในช่วงไก่เล็ก (0-3 สัปดาห์) และไม่เกิน 15 เปอร์เซ็นต์ ในช่วงไก่ขุน (3-6 สัปดาห์) เช่นเดียวกับ Yeong and Mukherjee (1983) และ

Ahmad (1988) ที่รายงานว่าการใช้กากเมล็ดในปาล์มในอาหารไก่เนื้อที่ระดับ 10 เปอร์เซ็นต์ ทำให้การเจริญเติบโตและประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารดีที่สุด และนำไปใช้ได้สูงสุดในอาหารไก่เนื้อไม่เกิน 15 เปอร์เซ็นต์

เมื่อพิจารณาปริมาณเยื่อใยในสูตรอาหารที่ได้จากการวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ พบว่าอาหารทดลองมีปริมาณเยื่อใยอยู่ระหว่าง 3.62-3.96 เปอร์เซ็นต์ ในอาหารทดลองช่วง 0-3 สัปดาห์ และ 5.12-5.58 เปอร์เซ็นต์ ในอาหารทดลองช่วง 3-6 สัปดาห์ ปริมาณอาหารที่กินของไก่เนื้อแต่ละช่วงไม่พบความแตกต่างทางสถิติ ไก่เนื้อในการทดลองครั้งนี้มีมูลค่อนข้างเหลว เนื่องจากปริมาณเยื่อใยสูงจะไปมีผลต่อการใช้ประโยชน์ได้ของอาหาร และยังมีคุณสมบัติดูดซึมน้ำในระบบทางเดินอาหารของสัตว์ จึงมีผลให้อาหารเคลื่อนที่ผ่านไปเร็วกว่าปกติ ทำให้โภชนะในอาหารไม่ถูกดูดซึมและถูกขับถ่ายออกมา (McDonald et al., 1988) นอกจากนี้ปริมาณเยื่อใยยังเป็นผลให้สัตว์กินอาหารได้มากขึ้นเนื่องจากได้รับโภชนะไม่เพียงพอ ดังนั้นประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักจึงค่อนข้างต่ำ

จากผลการทดลองอาจกล่าวได้ว่าการใช้กากเมล็ดในปาล์มย่อยล่วงหน้าทั้ง 3 วิธี มาประกอบสูตรอาหารโดยปรับค่าฟอสฟอรัสใช้ประโยชน์เพิ่มขึ้นตามที่วิเคราะห์ได้ในห้องปฏิบัติการ สามารถนำมาใช้ได้จริงในสูตรอาหารไก่เนื้อ โดยไม่ทำให้สมรรถนะการเจริญเติบโตแตกต่างจากกลุ่มควบคุม และกลุ่มที่ได้รับกากเมล็ดในปาล์มร่วมกับการเสริมเอนไซม์ไฟเตส 500 FTU/กิโลกรัมอาหาร

5.5 ผลต่อลักษณะทางกายภาพและส่วนประกอบทางเคมีของกระดูกแข้ง

ผลต่อลักษณะทางกายภาพของกระดูกแข้งในไก่เนื้ออายุ 6 สัปดาห์ พบว่าความกว้างกระดูกมีความแตกต่างทางสถิติ ($P < 0.05$) โดยกลุ่ม PKM3 มีค่าใกล้เคียงกับ PKM1 และ PKM2 และมีความกว้างมากกว่าไก่เนื้อกลุ่ม PKM และ PKM+ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) โดยเมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่ม PKM ไก่เนื้อกลุ่ม PKM1, PKM2 และ PKM3 มีความกว้างกระดูกเพิ่มขึ้น 2.44, 6.10 และ 10.98 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ แต่กลุ่ม PKM+ มีความกว้างของกระดูกแข้งลดลง 4.88 เปอร์เซ็นต์ พื้นที่ของกระดูกแข้งพบว่าการกลุ่ม PKM3 มีค่ามีค่าใกล้เคียงกับกลุ่ม PKM, PKM1 และ PKM2 แต่แตกต่างจากกลุ่ม PKM+ อย่างมีนัยสำคัญ กลุ่ม PKM+ มีพื้นที่กระดูกลดลง 6.62 เปอร์เซ็นต์ และกลุ่ม PKM1, PKM2 และ PKM3 มีค่าเพิ่มขึ้น 2.82, 6.41 และ 11.20 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่ม PKM ในทางตรงกันข้ามพบว่าการกลุ่ม PKM+ มีคะแนนความพรุนกระดูกต่ำที่สุดคือมีค่าเท่ากับ 1.88 แตกต่างจากกลุ่ม PKM3 ซึ่งมีค่าสูงสุดคือ 2.92 อย่างมีนัยสำคัญ ($P > 0.05$) ส่วนค่าเฉลี่ยความยาวกระดูกแข้ง, น้ำหนักกระดูกเฉลี่ยและน้ำหนักกระดูกหลังสกัดไขมันมีค่าเฉลี่ยไม่แตกต่างกัน ($P > 0.05$)

ผลต่อส่วนประกอบทางเคมีของกระดูกแข้งได้แก่ เถ้า, แคลเซียม และฟอสฟอรัส มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) โดยพบว่าเปอร์เซ็นต์เถ้าในกลุ่ม PKM, PKM1, PKM2 และ PKM3 มีค่ามากกว่ากลุ่ม PKM+ ปริมาณแคลเซียมในกลุ่ม PKM3 มีค่าสูงสุดคือ 14.7 เปอร์เซ็นต์ ส่วนกลุ่ม PKM+ มีค่าต่ำสุดคือ 13.08 เปอร์เซ็นต์ เช่นเดียวกับปริมาณฟอสฟอรัสในกระดูกแข้ง ซึ่งพบว่าการกลุ่ม PKM3 มีค่าสูงสุด และพบว่าค่าเฉลี่ยของพื้นที่ของกระดูกแข้งมีความสัมพันธ์เป็นบวกกับเปอร์เซ็นต์เถ้า, แคลเซียม และฟอสฟอรัสในกระดูกแข้ง

จากผลการทดลองพบว่าไก่เนื้อที่อายุ 6 สัปดาห์ มีค่าความยาวกระดูก, น้ำหนักกระดูกเฉลี่ย และน้ำหนักกระดูกหลังสกัดไขมันเฉลี่ยไม่แตกต่างกัน แต่ไก่ในกลุ่ม PKM1, PKM2 และ PKM3 มีผลให้ค่าเฉลี่ยความกว้างกระดูกเพิ่มขึ้น, พื้นที่กระดูก, เปอร์เซ็นต์เถ้า, แคลเซียม และฟอสฟอรัสเพิ่มขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่ม PKM และ PKM+ แสดงว่ากากเมล็ดในปาล์มที่ได้จากการย่อยล่วงหน้าด้วยเอนไซม์ไฟเตสมีค่าฟอสฟอรัสใช้ประโยชน์ได้เพิ่มขึ้น เช่นเดียวกับ Broz et al. (1993) พบว่าปริมาณเถ้ากระดูกของกระดูกแข้งในกลุ่มที่ได้รับ

เอนไซม์ไฟเตสสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ คือ เพิ่มขึ้น 5.3 เปอร์เซ็นต์ ในกลุ่มที่ได้รับเอนไซม์ไฟเตส 500 PU/กิโลกรัมอาหาร แต่ไม่พบความแตกต่างในปริมาณแคลเซียมและฟอสฟอรัสในกระดูกแข็งจากการรายงานของ Denbow et al. (1995) พบว่าการเสริมเอนไซม์ไฟเตสในสูตรอาหารที่มีฟอสฟอรัสใช้ประโยชน์ได้ต่ำ (0.20 เปอร์เซ็นต์) มีผลให้เถ้าในกระดูกแข็ง (tibia bone ash) และกระดูกนิ้วเท้า (toe bone ash) เพิ่มขึ้น 9-37 เปอร์เซ็นต์ และ Ravidran et al. (1995); Sebastian et al. (1996); Qian et al. (1996) พบว่าเปอร์เซ็นต์เถ้าในกระดูกแข็งและกระดูกนิ้วเท้าเพิ่มขึ้น เถ้าในกระดูกเพิ่มขึ้นในกลุ่มที่ได้รับการเสริมเอนไซม์ไฟเตส จากการทดลองในครั้งนี้พบว่าสัตว์ได้รับแคลเซียมและฟอสฟอรัสเพียงพอในการนำไปใช้สร้างกระดูกและสารรองในร่างกายได้ และเมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มที่ได้รับกากเมล็ดในปาล์มร่วมกับการเสริมเอนไซม์ไฟเตสกับกลุ่มที่ได้รับกากเมล็ดในปาล์มที่ผ่านการย่อยล่วงหน้า พบว่ามีค่าความกว้างกระดูกมากกว่าและมีระดับความพรุนกระดูกสูงกว่า ส่วนประกอบทางเคมี ได้แก่ เปอร์เซ็นต์เถ้า, แคลเซียม และฟอสฟอรัสของกลุ่มที่ได้รับกากเมล็ดในปาล์มย่อยล่วงหน้ามีค่าสูงกว่ากลุ่มที่ได้รับกากเมล็ดในปาล์มร่วมกับการเสริมเอนไซม์ไฟเตส

5.6 ผลต่อต้นทุนการผลิตไก่เนื้อ

จากการคำนวณค่าอาหารในช่วงอายุ 0-6 สัปดาห์ พบว่าต้นทุนค่าอาหารเฉลี่ยไม่แตกต่างกัน แม้ว่า จะปรับมูลค่ากากเมล็ดในปาล์มที่ผ่านการย่อยเพิ่มขึ้นจาก 2 บาท/กิโลกรัม เป็น 2.17, 2.25 และ 2.33 บาท/กิโลกรัม ในกลุ่ม PKM1, PKM2 และ PKM3 ตามลำดับ ก็มีผลในการเพิ่มต้นทุนค่าอาหาร (บาท/น้ำหนักเพิ่ม 1 กิโลกรัม) เพียงเล็กน้อยและไม่แตกต่างกัน ($P>0.05$) และมีแนวโน้มว่ากลุ่ม PKM3 มีต้นทุนค่าอาหาร 0-6 สัปดาห์ต่ำที่สุด คือ 17.60 หรือ 17.62 บาท/น้ำหนักเพิ่ม 1 กิโลกรัม ในขณะที่กลุ่ม PKM และ PKM+ มีค่าเท่ากับ 17.94 และ 18.15 ตามลำดับ และเมื่อนำมาคำนวณหากำไรขั้นต้น (บาท/ตัว) โดยคิดเฉพาะต้นทุนค่าอาหาร พบว่าเมื่อคิดราคากากเมล็ดในปาล์มปกติคือ 2 บาท/กิโลกรัม กำไรขั้นต้นต่อตัวของกลุ่ม PKM3 มีค่ามากกว่ากลุ่ม PKM 0.68 บาท และมากกว่ากลุ่ม PKM+ 1.06 บาท เช่นเดียวกันเมื่อคิดราคากากเมล็ดในปาล์มเพิ่มขึ้นกำไรขั้นต้นต่อตัวของกลุ่ม PKM3 มีค่ามากกว่ากลุ่ม PKM 0.64 บาท และมากกว่ากลุ่ม PKM+ 1.01 บาท เช่นเดียวกัน

แสดงว่าการนำกากเมล็ดในปาล์มย่อยล่วงหน้ามาใช้ในสูตรอาหารไม่มีผลต่อทำให้ต้นทุนค่าอาหารบาทต่อกิโลกรัมของน้ำหนักเพิ่ม และยังมีแนวโน้มต่ำลงเมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่ม PKM แต่อย่างไรก็ตามการใช้กากเมล็ดในปาล์มเพื่อลดต้นทุนการผลิตนั้น ขึ้นอยู่กับราคาของกากเมล็ดในปาล์ม, ต้นทุนในการย่อยกากเมล็ดในปาล์มล่วงหน้าด้วยเอนไซม์ไฟเตส และวัตถุดิบอื่นๆ อีกด้วย