



ผลของการใช้กากเนื้อในปาล์มผสมกากยีสต์ *Saccharomyces cerevisiae* เป็นแหล่งโปรตีน ทดแทนกากถั่วเหลืองในสูตรอาหารต่อการย่อยได้ของโภชนะ สมรรถภาพการผลิต และลักษณะซากของไก่เนื้อ

ภัทรพร ภูมรินทร์¹ และพิเชษฐ ศรีบุญยงค์^{1,*}

¹สาขาสัตวศาสตร์และเทคโนโลยีการเกษตร คณะสัตวศาสตร์และเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยศิลปากร
วิทยาเขตสารสนเทศเพชรบุรี เพชรบุรี 76120

บทคัดย่อ: การทดลองนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการใช้กากเนื้อในปาล์มน้ำมันผสมกากยีสต์ *S. cerevisiae* ทดแทนกากถั่วเหลืองในสูตรอาหารโดยศึกษาถึงโภชนะที่ใช้ประโยชน์ในไก่เนื้อ ผลต่อสมรรถภาพการผลิต และลักษณะซาก โดยแบ่งการทดลองออกเป็น 2 การทดลองคือ การทดลองที่ 1 ศึกษาการนำไปใช้ประโยชน์ได้ของโภชนะของกากเนื้อในปาล์มผสมกากยีสต์ *S. cerevisiae* พบว่ามีองค์ประกอบทางเคมีดังนี้สิ่งแห้ง 94.87% โปรตีนรวม 19.09% เยื่อใยรวม 17.83% ไขมัน 12.06% เถ้า 4.07% และค่าพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้ปรากฏในไก่เนื้อมีค่าเท่ากับ 2,010 kcal/kg เมื่อศึกษาการย่อยได้ของโภชนะพบว่าสัมประสิทธิ์การย่อยได้ของโปรตีนและเยื่อใยมีค่าเท่ากับ 64.08% และ 46.21% ตามลำดับ การทดลองที่ 2 การศึกษาผลของการใช้กากเนื้อในปาล์มผสมกากยีสต์ *S. cerevisiae* ทดแทนกากถั่วเหลืองร่วมกับการเสริมเอนไซม์แมนนาเนสต่อสมรรถภาพการผลิต ลักษณะซาก และการเกิดแผลที่ฝ่าเท้าของไก่เนื้อ ใช้ไก่เนื้อสายพันธุ์ ROSS 308 อายุ 1 วัน จำนวน 350 ตัว แบ่งออกเป็น 5 กลุ่มๆ ละ 7 ตัว ใช้ระยะเวลาในการเลี้ยง 35 วัน สูตรที่ 1: อาหารพื้นฐานข้าวโพดกับกากถั่วเหลือง สูตรที่ 2: อาหารพื้นฐานที่ใช้กากเนื้อในเมล็ดปาล์มผสมกากยีสต์ทดแทนกากถั่วเหลืองในระดับ 5% และ 7.5% ในอาหารไก่เล็กและไก่รุ่น ตามลำดับ สูตรที่ 3: อาหารพื้นฐานที่ใช้กากเนื้อในเมล็ดปาล์มผสมกากยีสต์ทดแทนกากถั่วเหลืองในระดับ 10 และ 15% ในอาหารไก่เล็กและไก่รุ่น ตามลำดับ สูตรที่ 4: สูตรอาหารที่ 2 ร่วมกับการเสริมเอนไซม์แมนนาเนสที่ ระดับ 0.05% ในอาหาร สูตรที่ 5: สูตรอาหารที่ 3 ร่วมกับการเสริมเอนไซม์แมนนาเนสที่ระดับ 0.05% ในอาหาร ผลการทดลองพบว่าในช่วงอายุ 1-17 วัน ปริมาณอาหารที่กินและน้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้นของทั้ง 5 กลุ่มทดลองไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) แต่อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อของไก่กลุ่มที่ได้รับอาหารสูตรที่ 4 และ 5 มีอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อดีขึ้นเมื่อเทียบกับกลุ่มที่ได้รับอาหารสูตรที่ 3 ($P<0.001$) ในช่วงอายุ 18-35 วัน และ 1-35 วัน พบว่าปริมาณอาหารที่กิน น้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้น และอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อของไก่ทั้ง 5 กลุ่มทดลองไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) เมื่อพิจารณาถึงลักษณะซากและการเกิดแผลที่ฝ่าเท้าของไก่ทั้ง 5 กลุ่มทดลองพบว่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) ดังนั้นจึงสามารถใช้กากเนื้อในปาล์มน้ำมันผสมกากยีสต์ *S. cerevisiae* เป็นวัตถุดิบในอาหารไก่เนื้อได้ทั้งระดับ 5 – 15% โดยไม่มีผลต่อสมรรถภาพการผลิต ลักษณะซากและการเกิดแผลที่ฝ่าเท้าของไก่เนื้อ

คำสำคัญ: กากเนื้อในปาล์ม กากยีสต์ *S. cerevisiae* ค่าพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้ปรากฏ การย่อยได้ของโภชนะ สมรรถภาพการผลิต ลักษณะซาก

*ผู้รับผิดชอบบทความ

สัตวแพทยมหานครสาร. 2561. 13(2): 123-134.

E-mail address: sriboonyong_p@silpakorn.edu

Effect of Using Palm Kernel Meal and *Saccharomyces cerevisiae* as Protein Source for Soybean Meal Replacement in Diet on Nutrients Digestibility, Productive Performance and Carcass Traits in Broiler

Pattaraporn Poommarin¹ and Pichet Sriboonyong^{1,#}

¹Program of Animal Sciences and Agricultural Technology, Faculty of Animal Sciences and Agricultural Technology, Silpakorn University, Petchaburi IT Campus, Petchaburi 76120

Abstract: The aim of the study was to investigate effects of palm kernel meal with *S. cerevisiae* as protein source on nutrient digestibility, productive performance and carcass traits in broilers. There were two experiments in this study. Experiment 1 was the study of effects of palm kernel meal and *S. cerevisiae* in diet on nutrients digestibility. The results revealed that chemical composition of palm meal with *S. cerevisiae* consisted of 94.87% of dry matter, 19.09% of crude protein, 17.83% of crude fiber, 12.06% of fat, 4.07% of ash and 2,010 kcal/kg of apparent metabolizable energy in broiler. It was found that coefficients of protein and fiber digestibility were 64.08% and 46.21%, respectively. Experiment 2 was the study of effects of using palm kernel meal with *S. cerevisiae* in diets on productive performance, carcass traits and foot pad lesion in broilers. A total of 350 birds of one-day-old Ross 308 were divided into five dietary treatments, 7 replications each, 10 chicks per replication. Dietary treatments consisted of Treatment 1: control diet, Treatment 2; control diet using palm kernel meal and *S. cerevisiae* replaced with soybean meal at 5, 7.5% Treatment 3; control diet using palm kernel meal and *S. cerevisiae* replaced with soybean meal at 10, 15% in starter diet and grower diet, respectively. Treatment 4; treatment 2 supplemented with mannanase enzyme at 0.05% of diet. Treatment 5; treatment 3 supplemented with mannanase enzyme at 0.05% of diet. The results revealed that at 1-17 day of age, average feed intake was not significantly different ($P>0.05$) but FCR of treatment 4 and 5 were better than treatment 3 ($P<0.05$). At 18-35 and 1-35 days of age, it was found that average feed intake, weight gain and FCR were not significantly different ($P>0.05$) among treatment groups. There was no significant difference ($P>0.05$) in carcass traits and foot pad lesion among treatment groups. In conclusion, palm kernel meal can be used with *S. cerevisiae* as feed stuff in broiler diet at 5 – 15% without negative effects on productive performance, carcass traits and foot pad lesion in broiler.

Keywords: Palm kernel meal, *S. cerevisiae*, Metabolizable energy, Nutrient digestibility, Productive performance, Carcass traits

[#]Corresponding author

J. Mahanakorn Vet. Med. 2018. 13(2): 123-134.

E-mail address: sriboonyong_p@silpakorn.edu

บทนำ

กากเนื้อในปาล์มน้ำมัน (Palm kernel meal) เป็นผลพลอยได้จากอุตสาหกรรมการผลิตน้ำมันปาล์ม ซึ่งสามารถนำมาใช้เลี้ยงสัตว์ได้ เช่น ไก่เนื้อ ไก่ไข่ สุกร และสัตว์เคี้ยวเอื้อง กากปาล์มน้ำมันมีโภชนะระดับปานกลาง ซึ่งคุณค่าทางโภชนะและการใช้ประโยชน์ได้ขึ้นกับกระบวนการสกัดน้ำมัน โดยทั่วไปกากเนื้อในปาล์มน้ำมันจะมีคาร์โบไฮเดรตประมาณ 50.3% โปรตีนรวม 19.8% เยื่อใยรวม 16.7% ไขมัน 8% (Nuzul, 2013) ซึ่งเหมาะสมที่จะนำมาประยุกต์ใช้เป็นวัตถุดิบอาหารสัตว์ นอกจากกากน้ำมันปาล์มจะมีองค์ประกอบทางเคมีโดยทั่วไปแล้วยังมีกรดอะมิโนที่จำเป็นด้วย เช่น ไลซีน และเมทไทโอนีน (2.68 และ 1.75% ตามลำดับ) กากปาล์มน้ำมันนำมาใช้เป็นอาหารสัตว์กระเพาะเดียวได้อย่างจำกัด เนื่องจากกากปาล์มน้ำมันมีเยื่อใยในปริมาณสูง ซึ่งส่วนใหญ่เป็น galactomannan (β -1,4-D mannans) สัตว์กระเพาะเดียวนำไปใช้ประโยชน์ได้น้อย เพราะไม่มีเอนไซม์ 1,4 β -linkages (ศรีสกุล และธณชัย, 2539) และพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้น้อย การย่อยเยื่อใยของกากปาล์มน้ำมันนั้นไม่ได้เกี่ยวข้องกับเอนไซม์ในระบบย่อยอาหาร แต่จะย่อยด้วยเอนไซม์ที่สร้างมาจากแบคทีเรียในไส้ติ่ง (Sharmila et al., 2014) ดังการศึกษาของ Garcia et al. (1999) รายงานว่า การใช้กากเนื้อในปาล์ม 30% ในอาหารไก่เนื้อส่งผลทำให้น้ำหนักตัวไก่เนื้อลดลง และอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อมีค่าสูง ซึ่งปริมาณที่เหมาะสมในการนำมาใช้เป็นวัตถุดิบอาหารไก่เนื้อไม่ควรเกิน 10% แต่จากการศึกษาของ Bello et al. (2011) พบว่า เมื่อเพิ่มปริมาณกากเนื้อในปาล์มในอาหารไก่ให้สูงขึ้นจนถึง 30% ในอาหารนั้นทำให้น้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้นและปริมาณอาหารที่กิน

สูงขึ้นตามไปด้วย แต่อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อไม่แตกต่างจากกลุ่มควบคุม ทั้งนี้การที่ปริมาณการกินได้เพิ่มขึ้นเนื่องมาจากค่าพลังงานในอาหารที่มีกากเนื้อในปาล์มต่ำกว่ากลุ่มอื่นจึงทำให้ไก่เนื้อกินอาหารให้มากขึ้นเพื่อให้ได้พลังงานที่เพียงพอกับความต้องการของร่างกาย นอกจากนี้ยังมีการศึกษาของ Kperegbeyi and Ikperite (2011) ซึ่งใช้กากเนื้อในปาล์มทดแทนข้าวโพดที่ระดับ 0, 25, 50 และ 75% พบว่า ทุกกลุ่มทดลองมีค่าน้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้น น้ำหนักตัวสุดท้าย ปริมาณอาหารที่กิน และอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัวนั้นไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ส่วนต้นทุนค่าอาหารจะลดลงตามระดับของกากเนื้อในปาล์มที่เพิ่มขึ้น แต่อย่างไรก็ตามกากเนื้อในปาล์มน้ำมันเป็นวัตถุดิบอาหารสัตว์ที่มีเยื่อใยสูงและพลังงานต่ำ ดังนั้นจึงจำเป็นต้องมีการปรับปรุงคุณภาพของกากปาล์มน้ำมัน เพื่อให้สัตว์สามารถใช้ประโยชน์ได้มากขึ้นซึ่งการปรับปรุงคุณภาพของกากปาล์มน้ำมันมีหลายวิธีด้วยกัน เช่น การหมักกับจุลินทรีย์ หรือการใช้เอนไซม์ลงไปในอาหาร เป็นต้น

การปรับปรุงคุณค่าทางโภชนะของกากปาล์มน้ำมันเพื่อเป็นอาหารสัตว์นั้นมีหลายวิธีด้วยกัน Ng and Khan (2012) รายงานว่าการใช้กรดจำพวกกรดอะซิติกหรือกรดฟอร์มิกทำให้ลิกนินถูกกำจัดออกจากกากปาล์มน้ำมัน Chenost and Kayouli (1997) รายงานว่าการใช้ต่างจะทำให้โครงสร้างของเยื่อใยขยายตัว โดยผนังเซลล์จะดูดซึมสารที่เป็นด่างเข้าไป และทำลายพันธะเอสเทอร์ระหว่างลิกนิน เฮมิเซลลูโลส และเซลลูโลส ซึ่งการใช้กรดและด่างเป็นการลดเยื่อใยหยาบและเพิ่มโปรตีนหยาบในกากปาล์มน้ำมัน (A'dilah and Alimon, 2011)

Ng (2004) รายงานว่าการเติมเอนไซม์ย่อยเยื่อใยลงในอาหารที่มีส่วนประกอบของกากเนื้อในปาล์ม

น้ำมัน ส่งผลทำให้การย่อยได้ของโภชนะและพลังงานเพิ่มขึ้น ซึ่งเอนไซม์ส่วนใหญ่ผลิตมาจากเชื้อรา (Lawal et al., 2010) การนำเอนไซม์มาปรับปรุงสมรรถภาพการเจริญเติบโตพบได้ทั้งในไก่เนื้อ ไก่ไข่ และสุกร ทั้งนี้เนื่องมาจากเอนไซม์เหล่านี้จะสลายโครงสร้างของเฮมิเซลลูโลส และเซลลูโลสให้เป็นน้ำตาลโมเลกุลเดี่ยว ส่งผลทำให้ปริมาณของน้ำตาลและพลังงานที่มีประโยชน์เพิ่มขึ้น นอกจากการใช้เอนไซม์ในการปรับปรุงคุณค่าทางโภชนะของกากเนื้อในปาล์มน้ำมัน ยังมีขบวนการหมักกากเนื้อในปาล์มน้ำมันด้วยจุลินทรีย์จำพวกเชื้อรา เช่น *Aspergillus niger*, *Sclerotium rolfsii*, *Trichoderma harzianum*, *T. longibrachiatum*, *T. koningii*, *T. varidae* และ *Rhizopus spp.* เป็นต้น (Lawal et al., 2010) และเชื้อแบคทีเรียพวก cellulolytic และ hemicellulolytic bacteria เช่น *Bacillus* เป็นต้น ซึ่งขบวนการหมักดังกล่าวส่งผลทำให้ทำให้ปริมาณโปรตีนรวมเพิ่มขึ้น เฮมิเซลลูโลส และเซลลูโลสลดลง (Mohamed et al. 2014) รวมทั้งยังทำให้กรดไขมันไม่อิ่มตัวเพิ่มขึ้น และกรดไขมันอิ่มตัวลดลง

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการใช้กากเนื้อในปาล์มน้ำมันผสมกากยีสต์ *Saccharomyces cerevisiae* ทดแทนกากถั่วเหลืองในอาหารไก่เนื้อ ตลอดจนการใช้เอนไซม์แมนนาเนสต่อสมรรถภาพการผลิตและลักษณะซากของไก่เนื้อ

วิธีการศึกษา

การทดลองที่ 1 การศึกษาค่าการนำไปใช้ประโยชน์ได้ของโภชนะของกากเนื้อในปาล์มผสมกากยีสต์ *S. cerevisiae* ในไก่เนื้อ

ใช้ไก่เนื้อเพศผู้สายพันธุ์ Ross 308 ที่อายุ 1 วัน จำนวน 42 ตัวเลี้ยงรวมจนอายุ 21 วัน วันที่

22 ทำการคัดไก่ที่มีน้ำหนักใกล้เคียงกัน แบ่งออกเป็น 2 กลุ่มๆ ละ 7 ตัว แต่ละตัวมี 3 ตัว เลี้ยงในกรงเมทาบอลิก กรงละ 3 ตัว โดยทำการเลี้ยงไก่เนื้อด้วยอาหารทดลองเป็นเวลา 7 วัน และเก็บมูลในช่วง 3 วันสุดท้ายของการทดลอง

สูตรที่ 1 อาหารควบคุมข้าวโพดกับกากถั่วเหลืองที่มี Celite™ 1.5%

สูตรที่ 2 อาหารควบคุม 90% ผสมกับกากเนื้อในปาล์มผสมกากยีสต์ (อัตราส่วน 80:20) 10% ที่มี Celite™ 1.5%

ทำการทดลองในโรงเรือนปิด ที่มีการควบคุมสภาพแวดล้อมภายในโรงเรือนซึ่งภายในโรงเรือนจะมีกรงเมทาบอลิก มีการให้อาหารและน้ำแบบไม่จำกัด

ไก่จะได้รับน้ำและอาหารทดลองอย่างเต็มที่ จากนั้นในช่วง 3 วันสุดท้ายของการทดลองจะทำการสุ่มเก็บมูลจากแต่ละกลุ่มทดลองวันละ 2 ครั้ง คือ 8.00 น. และ 16.00 น. ครั้งละประมาณ 100 กรัม โดยมูลที่เก็บต้องเป็นมูลไก่ที่ใหม่และปราศจากการปนเปื้อนของอาหารทดลองและเศษขี้ไก่ จากนั้นทำการปรับค่าความเป็นกรด-ด่างของมูลด้วยกรดซัลฟูริก 6N ให้มีค่าความเป็นกรด-ด่างประมาณ 4 แล้วนำมูลที่ได้ในแต่ละวันเก็บไว้ในตู้เย็นที่อุณหภูมิ -20 องศาเซลเซียส เมื่อสิ้นสุดการทดลองจึงนำมูลทั้งหมดมารวมกันแล้วผสมจนเข้ากันดี หลังจากนั้นนำมูลไปตากแดดให้ค่อนข้างแห้ง แล้วจึงนำมาบดให้แห้งสนิทที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง นำมูลที่อบแห้งแล้วมาบดให้ละเอียดเพื่อนำไปวิเคราะห์ทางเคมีต่อไป

การวิเคราะห์ทางเคมี

วิเคราะห์หาค่าความชื้น พลังงานรวม โปรตีนรวม และเยื่อใยของอาหารและมูลไก่เนื้อตามวิธีของ A.O.A.C. (1990)

วิเคราะห์หาปริมาณของ Acid Insoluble Ash ประโยชน์ได้ปรากฏ (Apparent Metabolizable Energy, AME) ของอาหารทั้ง 2 สูตร ในอาหารทดลองและมูลไก่ตามวิธีของ A.O.A.C. (1990) แล้วนำค่าที่ได้ไปคำนวณหาพลังงานใช้

$$\text{AME/g feed} = [\text{GE}_{\text{feed}}/\text{g feed (DM basis)} - ((\text{Celite}/\text{g feed})/(\text{Celite}/\text{g excreta}))] \times \text{GE}_{\text{feces}}/\text{g excreta}$$

เมื่อ GE_{feed} คือ พลังงานรวมของอาหาร

GE_{feces} คือ พลังงานรวมของมูล

สมการที่ใช้ในการคำนวณค่าการย่อยได้ของวัตถุดิบที่ทดสอบ

$$\text{ค่าสัมประสิทธิ์การย่อยได้} = 100 - (100 \times [(\text{feed indicator})/(\text{excreta indicator})] \times [(\text{excreta nutrient})/(\text{feed nutrient})])$$

$$\text{ค่าสัมประสิทธิ์การย่อยได้แบบปรากฏของโภชนะใน test product (\%)} = (A - (B \times 0.9)) / 0.1$$

เมื่อ A คือ ค่าการย่อยได้ของโภชนะในอาหารพื้นฐานกากปาล์มหมักยีสต์ 90% + test product 10%

B คือ ค่าการย่อยได้ของโภชนะในอาหารพื้นฐาน

ตารางที่ 1 แสดงวัตถุดิบอาหารควบคุมในการทดลองที่ 1 ในหน่วยกิโลกรัม

วัตถุดิบ	อาหารควบคุม (กิโลกรัม)
ปลายข้าว	15.830
ข้าวโพด	36.960
น้ำมันถั่วเหลือง	1.713
กากถั่วเหลือง	21.433
ถั่วเหลืองไขมันเต็ม	20.050
ไลซีน	0.039
ดีแอล - เมทไธโอนีน	0.221
โคลีนคลอไรด์ 60%	0.001
หินปูน (CaCO_3)	1.335
ไบโอฟอส (MCP)	1.411
เกลือ	0.407
ฟอสฟอรัส	0.600
รวม	100.00

การทดลองที่ 2 ศึกษาผลของการใช้กากเนื้อในปาล์มผสมกากยีสต์ *S. cerevisiae* ทดแทนกากถั่วเหลืองร่วมกับการเสริมเอนไซม์แมนนาเนสต่อสมรรถภาพการผลิตและลักษณะซากของไก่เนื้อ

ไก่เนื้อสายพันธุ์ ROSS 308 อายุ 1 วัน คละเพศ จำนวน 350 ตัว แบ่งออกเป็น 5 กลุ่มการทดลอง กลุ่มละ 7 ซ้ำ ซ้ำละ 10 ตัว (เพศผู้ 5 ตัว เพศเมีย 5 ตัว) ใช้แผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design; CRD) โดยให้อาหารตลอดการทดลอง ใช้ระยะเวลา 35 วันในการเลี้ยง โดยไก่ทุกตัวจะได้รับวัคซีนป้องกันโรคนิวคาสเซิล (Newcastle disease, ND) และหลอดลมอักเสบ (Infectious Bronchitis, IB) ที่อายุ 7 วัน วัคซีนป้องกันโรคกัมโบโร (Infectious Bursal Disease, IBD) ที่อายุ 14 วัน และทำวัคซีนป้องกันโรคนิวคาสเซิลและหลอดลมอักเสบซ้ำอีกครั้งที่อายุ 21 วัน ให้อาหารทดลองจะแบ่งออกเป็น 2 ช่วงโดยแบ่งตามความต้องการโภชนะในช่วงระยะการเจริญเติบโต

ของไก่เนื้อ คือ ไก่เล็ก (อายุ 1-17วัน) และ ไก่รุ่น (อายุ 18-35 วัน) โดยไก่แต่ละกลุ่มจะได้รับการสุ่มให้ได้รับอาหารทดลองที่แตกต่างกัน 5 สูตร ดังนี้

กลุ่มทดลองที่ 1 (T1) : อาหารพื้นฐานข้าวโพดกับกากถั่วเหลือง

กลุ่มทดลองที่ 2 (T2) : อาหารพื้นฐานที่ใช้กากเนื้อในเมล็ดปาล์มผสมกากยีสต์ทดแทนกากถั่วเหลืองในระดับต่ำ 5 และ 7.5% ในอาหารไก่เล็ก และไก่รุ่นตามลำดับ

กลุ่มทดลองที่ 3 (T3) : อาหารพื้นฐานที่ใช้กากเนื้อในเมล็ดปาล์มผสมกากยีสต์ทดแทนกากถั่วเหลืองในระดับสูง 10 และ 15% ในอาหารไก่เล็ก และไก่รุ่นตามลำดับ

กลุ่มทดลองที่ 4 (T4) : อาหารพื้นฐานที่ใช้กากเนื้อในเมล็ดปาล์มผสมกากยีสต์ทดแทนกากถั่วเหลืองในระดับต่ำ 5 และ 7.5% ในอาหารไก่เล็กและไก่รุ่นตามลำดับ ที่เสริมเอนไซม์แมนนาเนสที่ระดับ 0.05%

กลุ่มทดลองที่ 5 (T5) : อาหารพื้นฐานที่ใช้กากเนื้อในเมล็ดปาล์มผสมกากยีสต์ทดแทนกากถั่วเหลืองในระดับสูง 10 และ 15% ในอาหารไก่เล็ก และไก่รุ่นตามลำดับ ที่เสริมเอนไซม์แมนนาเนสที่ระดับ 0.05%

หมายเหตุ : กากเนื้อในเมล็ดปาล์มผสมกากยีสต์ คือ การนำกากถั่วเหลืองผสมกับกากยีสต์ในอัตราส่วน 80:20 แล้วนำมาใช้ทดแทนกากถั่วเหลืองโดยไม่ผ่านกระบวนการหมัก

การบันทึกและการคำนวณข้อมูล

1. สมรรถภาพการผลิต

การบันทึกแบ่งการทดลองออกเป็น 2 ช่วงคือ ช่วงที่ไก่อายุ 1-17 วัน (starter) และ 18-35 วัน (grower) โดยในแต่ละช่วงมีการบันทึกข้อมูลดังนี้

1) บันทึกการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักตัว โดยชั่งไก่ทุกตัวในทุกกลุ่มการทดลอง เมื่ออายุ 1, 17 และ 35 วัน แล้วนำมาคำนวณหาน้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้น

2) บันทึกปริมาณอาหารที่ไก่กินในแต่ละช่วงอายุของแต่ละกลุ่มการทดลอง แล้วนำมาคำนวณหาปริมาณอาหารที่กินต่อตัว

3) สุ่มเก็บอาหารทดลองทุกสูตร เพื่อนำไปวิเคราะห์องค์ประกอบทางโภชนา

2. การตรวจวัดคุณภาพซาก

เมื่อสิ้นสุดการทดลองทำการสุ่มไก่ในแต่ละซ้ำละ 4 ตัว เพื่อนำมาชำแหละและวัดลักษณะซาก โดยทำการบันทึกข้อมูลดังนี้ น้ำหนักมีชีวิต (Live weight) น้ำหนักซากสดรวมเครื่องใน (Dressed weight) ซากสดปราศจากเครื่องใน (Eviscerated weight) น้ำหนักคอและหัว (Head and neck weight) น้ำหนักเนื้อหน้าอก (Breast weight) น้ำหนักสะโพก (Drumstick weight) น้ำหนักน่อง (Thigh weight) น้ำหนักปีก (Wing weight) น้ำหนักแข้ง (Shank weight) น้ำหนักไขมันช่องท้อง (Abdominal fat weight) น้ำหนักโครงกระดูก (Skelton weight) และคิดเป็นเปอร์เซ็นต์โดยเทียบกับน้ำหนักซากสดปราศจากเครื่องใน

3. ผลที่ผ่าเท้า

ทำการประเมิน foot pad lesion ได้ทำขึ้น โดย ทำการสุ่มไก่กระทงจำนวน 5 ตัวต่อซ้ำ ที่อายุ 35 วันในแต่ละซ้ำของการทดลองเพื่อทำการตรวจให้คะแนนการเกิดโรคอุ้งเท้าอักเสบ ซึ่งเกณฑ์การตรวจประเมินของระบบนี้จะใช้การตรวจประเมินให้คะแนนการเกิดรอยโรคโดยแบ่งออกเป็น 3 ระดับตามพื้นที่การเกิด foot pad lesion ดังนี้ (Berg, 1998)

ระดับคะแนน 0 คือไม่มีร่องรอยโรค อังเท่าเรียบ ไม่มี การเปลี่ยนสีของผิวหนังบริเวณอังเท่า และไม่มี บาดแผล

ระดับคะแนน 1 มีการเปลี่ยนแปลงสีของผิวหนัง บริเวณอังเท่าเล็กน้อย และผิวหนังบริเวณอังเท่าเริ่ม หนาตัวมากขึ้น

ระดับคะแนน 2 พบร่องรอยของบาดแผล เกิดแผล เนื้อตาย

4. การวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของอาหาร ทดลอง

วิเคราะห์หาองค์ประกอบทางเคมีของอาหาร ทดลองทุกกลุ่ม คือ วัตถุแห้ง ความชื้น โปรตีน ไขมัน เยื่อใย เถ้า แคลเซียม และฟอสฟอรัส โดยใช้วิธี proximate analysis และวิเคราะห์พลังงานโดยใช้ bomb calorimeter ตามวิธีของ A.O.A.C. (1990)

5. การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ค่าความแปรปรวน (Analysis of Variance: ANOVA) โดยใช้แผนการ ทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design: CRD) ด้วยวิธี Proc GLM และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยระหว่าง กลุ่มโดยวิธี Duncan's New Multiple Rang Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยใช้โปรแกรม สำเร็จรูป R

ผลการศึกษา

การทดลองที่ 1 การศึกษาค่าการนำไปใช้ประโยชน์ ได้ของโภชนะของกากเนื้อในปาล์มผสมกากยีสต์ *S. cerevisiae* ในไก่เนื้อ

จากการวิเคราะห์องค์ประกอบทางโภชนะของ กากเนื้อในปาล์มน้ำมันผสมกับกากยีสต์ *S. cerevisiae* ในอัตราส่วน 80:20 พบว่ามีความชื้น

5.14% โปรตีนรวม 19.09% เยื่อใย 17.83% ไขมัน 12.06% เถ้า 4.07% ค่าสัมประสิทธิ์การย่อยได้ของ กากเนื้อในปาล์มร่วมกับกากยีสต์ในไก่เนื้อ พบว่ามีค่า สัมประสิทธิ์การย่อยได้ของโปรตีน 64.08%, เยื่อใย 46.21% และค่าพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้ปรากฏ เท่ากับ 2,010 kcal/kg

การทดลองที่ 2 ศึกษาผลของการใช้กากเนื้อในเมล็ด ปาล์มน้ำมันผสมกากยีสต์ *S. cerevisiae* ทดแทน กากถั่วเหลืองร่วมกับการเสริมเอนไซม์แมนนาเนสต่อ สมรรถภาพการผลิตและลักษณะซากของไก่เนื้อ

ผลการศึกษาการใช้กากเนื้อในปาล์มผสมกาก ยีสต์ในอาหารต่อสมรรถภาพการเจริญเติบโตของไก่เนื้อ ในช่วงอายุ 1-17 วัน พบว่า ปริมาณอาหารที่กินและ น้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้นของไก่เนื้อในทุกกลุ่มการทดลองไม่ มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) แต่ไก่เนื้อที่ ได้รับอาหารในสูตรที่ 4 และ 5 มีอัตราการเปลี่ยน อาหารเป็นเนื้อดีขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.01$) ขึ้นเมื่อเทียบกับกลุ่มที่ 1, 2 และ 3

และเมื่อพิจารณาสมรรถภาพการผลิตของไก่ที่ อายุ 18 – 35 วัน และ ตลอดช่วงการเลี้ยง 1 – 35 วัน พบว่า การใช้กากเนื้อในปาล์มน้ำมันผสมกากยีสต์ ทดแทนกากถั่วเหลือง และการใช้กากเนื้อในปาล์ม น้ำมันผสมกากยีสต์ทดแทนกากถั่วเหลืองร่วมกับการ เสริมเอนไซม์แมนนาเนส ไม่มีผลต่อปริมาณอาหารที่กิน น้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้น และอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็น เนื้อ ($P>0.05$) (ตารางที่ 3)

ผลการศึกษาการใช้กากเนื้อในปาล์มผสมกากยีสต์ ในอาหารต่อลักษณะซากของไก่เนื้อ พบว่าการใช้กากเนื้อ ในปาล์มน้ำมันผสมกากยีสต์ทดแทนกากถั่วเหลือง และ การใช้กากเนื้อในปาล์มน้ำมันผสมกากยีสต์ทดแทนกาก ถั่วเหลืองร่วมกับการเสริมเอนไซม์แมนนาเนสไม่มีผลต่อ ลักษณะซากของไก่เนื้อ ($P>0.05$) (ตารางที่ 4)

ตารางที่ 2 สูตรอาหารและองค์ประกอบทางโภชนาการไก่เนื้อระยะเล็กและรุ่น

วัตถุดิบ	ระยะเล็ก					ระยะรุ่น				
	T1	T2	T3	T4	T5	T1	T2	T3	T4	T5
ปลายข้าว	20.603	20.603	20.603	20.603	20.603	20.603	20.603	20.603	20.603	20.603
กากถั่วเหลือง	25.021	23.769	22.519	23.769	22.519	24.981	23.108	21.234	23.108	21.234
กากเนื้อไก่ปาล์มผสมยีสต์	0	1.251	2.502	1.251	2.502	0	1.873	3.747	1.873	3.747
ข้าวโพด	30.409	30.409	30.409	30.409	30.409	29.846	29.846	29.846	29.846	29.846
ถั่วเหลืองไขมันเต็ม	20.000	20.000	20.000	20.000	20.000	20.000	20.000	20.000	20.000	20.000
น้ำมันถั่วเหลือง	0	0	0	0	0	0.585	0.585	0.585	0.585	0.585
แอล-ไลซีน	0.072	0.072	0.072	0.072	0.072	0.072	0.072	0.072	0.072	0.072
ดีแอล-เมทไธโอนีน	0.236	0.236	0.236	0.236	0.236	0.236	0.236	0.236	0.236	0.236
โดลินคลอไรด์ 60%	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002
หินปูน (CaCO ₃)	1.457	1.457	1.457	1.457	1.457	1.457	1.457	1.457	1.457	1.457
โมโนแคลเซียมฟอสเฟต	1.600	1.600	1.600	1.600	1.600	1.600	1.600	1.600	1.600	1.600
เกลือ	0.350	0.350	0.350	0.350	0.350	0.350	0.350	0.350	0.350	0.350
พรีมิกซ์	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25
เอนไซม์แมนนาส	0	0	0	0.05	0.05	0	0	0	0.05	0.05
องค์ประกอบทางโภชนาการวิเคราะห์										
ความชื้น (%)	12.48	12.77	12.36	12.21	12.51	11.13	10.78	11.12	11.29	11.31
พลังงานรวม (kcal/kg)	4,646	4,459	4,421	4,439	4,531	4,189.98	4,197.59	4,176.37	4,151.15	4,185.58
โปรตีนรวม (%)	22.21	22.32	21.98	22.33	22.42	20.36	20.19	20.39	20.61	20.60
น้ำ (%)	6.53	6.43	7.54	7.20	6.94	6.91	6.27	7.09	6.76	6.74
ไขมัน (%)	5.21	5.34	5.48	5.38	5.52	5.76	6.28	6.18	6.57	6.21
เมือย (%)	3.48	3.62	4.12	3.69	3.98	3.46	3.68	3.9	3.71	4.04
แคลเซียม (%)	0.87	1.03	1.10	0.98	1.07	0.92	0.81	0.82	0.86	0.89
ฟอสฟอรัสทั้งหมด (%)	0.77	0.79	0.78	0.82	0.83	0.73	0.78	0.76	0.75	0.78

ตารางที่ 3 ผลของการใช้กากเนื้อในปาล์มผสมกากยีสต์ต่อสมรรถภาพการเจริญเติบโตของไก่เนื้อ

สมรรถภาพการเจริญเติบโต	T1	T2	T3	T4	T5	SEM	P-Value
น้ำหนักตัวเริ่มต้น	42.69	42.83	42.90	42.93	42.40	0.30	0.7282
ช่วงอายุ 1-17 วัน							
ปริมาณอาหารที่กิน (กรัม/ตัว)	682.86	671.14	639.00	634.29	647.71	15.12	0.1373
น้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้น (กรัม)	477.74	466.03	439.10	459.79	464.74	11.10	0.1935
น้ำหนักตัวสุดท้าย	520.43	508.86	482.00	502.71	507.41	11.07	0.1980
อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ	1.43 ^{abc}	1.44 ^{ab}	1.48 ^a	1.38 ^c	1.39 ^{bc}	0.01	0.0003
ช่วงอายุ 18-35 วัน							
ปริมาณอาหารที่กิน (กรัม/ตัว)	2362.90	2590.70	2634.00	2644.30	2560.00	142.71	0.6359
น้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้น (กรัม)	1150.40	1281.10	1290.10	1273.70	1309.3	74.36	0.5834
น้ำหนักตัวสุดท้าย (กรัม)	1670.85	1790.00	1772.14	1776.42	1816.42	73.51	0.6864
อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ	2.09	2.08	2.00	2.09	1.95	0.03	0.0542
ช่วงอายุ 1-35 วัน							
ปริมาณอาหารที่กิน (กรัม/ตัว)	3032.10	3251.40	3282.00	3291.40	3207.70	145.70	0.7140
น้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้น (กรัม)	1628.20	1747.20	1729.20	1733.50	1774.00	73.50	0.6859
อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ	1.89	1.89	1.87	1.90	1.81	0.02	0.0682

^{abc}ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแถวเดียวกันของแต่ละลักษณะแสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$)

ตารางที่ 4 ผลของการใช้กากเนื้อในปาล์มผสมกากยีสต์ต่อลักษณะซากไก่เนื้อ

ลักษณะที่ศึกษา (%)	T1	T2	T3	T4	T5	SEM	P- value
% ซากสดรวมเครื่องใน	92.66	93.13	92.76	93.62	93.13	0.38	0.4385
% หัวและคอ	8.17	8.03	8.34	7.72	8.00	0.38	0.7455
% ปีก	8.79	8.73	9.22	9.18	9.23	0.13	0.3220
% เนื้ออกรวมหนัง	27.90	27.93	27.53	28.04	28.04	0.31	0.7786
% เนื้อสะโพก	13.61	13.80	13.97	13.61	13.32	0.22	0.3536
% น่อง	11.75	11.90	11.88	11.81	12.09	0.25	0.8941
% ไขมันช่องท้อง	2.06	1.95	1.92	1.90	1.91	0.05	0.2404
% แฉ่ง	4.99	4.49	4.48	4.53	4.51	0.14	0.0915
% กระดูก	22.44	22.72	22.10	22.70	22.18	0.25	0.3063
แผลที่ผ่าเท้า	1.25	1.46	1.75	1.18	1.29	0.11	0.4862

และเมื่อพิจารณาการเกิดแผลที่ผ่าเท้า พบว่าการเสริม เอนไซม์แมนนาเนสทำให้เกิดรอยโรคแผลที่ผ่าเท้ามี แนวโน้มลดลงเมื่อเทียบกับกลุ่มที่ใช้กากเนื้อในปาล์ม

น้ำมันผสมกากยีสต์ทดแทนกากถั่วเหลืองที่ไม่มีการเสริมเอนไซม์แมนนาเนส (ตารางที่ 4)

วิจารณ์

จากการวิเคราะห์หาค่าพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้ปรากฏของกากเนื้อในปาล์มผสมกับกากยีสต์ในไก่เนื้อพบว่าค่าพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้ปรากฏเท่ากับ 2,010 kcal/kg ซึ่งใกล้เคียงกับกากถั่วเหลืองที่มีค่าพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้ปรากฏในไก่เนื้อประมาณ 2,300 – 2,500 kcal/kg (Philippine Society of Animal Nutritionists, 2010)

จากการทดลองพบว่าการใช้กากเนื้อในปาล์ม น้ำมันผสมกับกากยีสต์ในอัตราส่วน 80:20 สามารถใช้ทดแทนกากถั่วเหลืองได้ที่ระดับ 5% และ 10% ในอาหารไก่เล็ก โดยไม่ทำให้ปริมาณอาหารที่กิน และน้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้นแตกต่างจากกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เนื่องจากเมื่อเทียบเป็นปริมาณกากเนื้อในปาล์มน้ำมันในสูตรอาหารแล้วพบว่ามีปริมาณกากเนื้อในปาล์มน้ำมัน 1-2% ของสูตรอาหารเท่านั้น ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของ Wan Zahari and Alimon (2004) ที่รายงานว่า กากเนื้อในปาล์มน้ำมันสามารถใช้ในอาหารไก่เนื้อได้ 15-20% โดยไม่กระทบต่อสมรรถภาพการผลิตและประสิทธิภาพการใช้อาหาร

ในระยะไก่เล็ก การใช้กากเนื้อในปาล์มน้ำมันผสมกับกากยีสต์ที่ระดับ 10% ทำให้อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อที่ลดลงเนื่องจากการใช้กากเนื้อในปาล์มน้ำมันผสมกับกากยีสต์ที่ระดับ 10% ทำให้สูตรอาหารมีเยื่อใยรวมมากขึ้นถึง 4.12% ซึ่งในไก่เนื้อระยะเล็กยังมีความสามารถในการย่อยเยื่อใยได้อย่างจำกัด และเมื่อเสริมเอนไซม์แมนนาเนสในสูตรอาหารที่ใช้กากเนื้อในปาล์มน้ำมันผสมกับกากยีสต์ที่ระดับนี้ จะทำให้อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อดีขึ้น เนื่องจากการเสริมเอนไซม์แมนนาเนสเป็นการใช้เอนไซม์เข้าไปช่วยย่อยเยื่อใยในกลุ่มแมนแนนและเฮเทอโรแมนแนนได้ (สุดาทิพย์ และชนิตโชต,

2555) จึงทำให้ไก่เนื้อสามารถย่อยเยื่อใยในสูตรอาหารได้ดีขึ้น อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อจึงดีขึ้นเมื่อเทียบกับกลุ่มที่ไม่ได้รับการเสริมเอนไซม์

แต่การใช้กากเนื้อในปาล์มน้ำมันผสมกับกากยีสต์ในอัตราส่วน 80:20 สามารถใช้ทดแทนกากถั่วเหลืองได้ที่ระดับ 7.5% และ 15% ในอาหารไก่รุ่น โดยไม่มีผลต่อปริมาณอาหารที่กิน น้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้น และอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ เนื่องจากไก่รุ่นมีความสามารถในการย่อยเยื่อใยได้มากขึ้นเมื่อเทียบกับไก่ระยะเล็ก ดังนั้นการเสริมเอนไซม์ในอาหารไก่รุ่นจึงไม่ทำให้สมรรถภาพการผลิตแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเทียบกับกลุ่มควบคุมและกลุ่มที่ไม่ได้รับการเสริมเอนไซม์

และเมื่อพิจารณาลักษณะซากและการเกิดแผลที่ผ่าทำของไก่เนื้อพบว่าการใช้กากเนื้อในปาล์ม น้ำมันผสมกับกากยีสต์ในอัตราส่วน 80:20 ทดแทนกากถั่วเหลืองในทุกระดับที่ทำการทดลองไม่มีผลต่อลักษณะซาก ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของ เทพกร (2547) ที่กล่าวว่า การใช้กากเนื้อในปาล์มน้ำมันในสูตรอาหารที่ระดับสูงกว่า 20% ในสูตรอาหาร จะทำให้เปอร์เซ็นต์หนังทั้งหมดต่ำกว่ากลุ่มที่ไม่ได้ใช้กากเนื้อในปาล์มน้ำมัน เนื่องมาจากการใช้กากเนื้อในปาล์มน้ำมันในระดับสูงจะทำให้สูตรอาหารมีระดับพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้ลดลง ซึ่งอาจไม่เพียงพอต่อความต้องการของไก่เนื้อ ทำให้สัตว์ต้องนำโปรตีนมาใช้เป็นแหล่งพลังงานของร่างกาย อีกทั้งการใช้กากเนื้อในปาล์มน้ำมันในระดับสูงยังทำให้มีปริมาณเยื่อใยในสูตรอาหารเพิ่มมากขึ้น ซึ่งเยื่อใยในกลุ่มแมนแนน และเฮเทอโรแมนแนนซึ่งเป็นเยื่อใยที่ละลายน้ำจะทำให้เกิดความชื้นหนืดของสิ่งย่อยในทางเดินอาหาร และขัดขวางการดูดซึมโภชนะของสัตว์ แต่ในการทดลองนี้มีการคำนวณสูตรอาหารให้สัตว์ได้รับ

พลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้อย่างเพียงพอ และใช้กาก
เนื้อในปาล์มน้ำมันในระดับต่ำจึงไม่ทำให้สัตว์ขาด
พลังงานและปริมาณเยื่อใยในสูตรอาหารไม่มากจน
เกิดการขัดขวางการดูดซึมโภชนะของสัตว์ และไม่ทำ
ให้เกิดความชื้นหนืดของสิ่งย่อยในทางเดินอาหาร จึงไม่
มีผลต่อการเกิดแผลที่ฝ่าเท้าไก่ แต่จากการทดลอง
พบว่าการเสริมเอนไซม์แมนนาเนสทำให้การเกิดแผลที่
ฝ่าเท้าไก่มีแนวโน้มลดลง เนื่องจากเอนไซม์แมนนาเนส
จะย่อยเยื่อใยในกลุ่มของแมนแนนและเฮเทอโรแมน
แนน (สุดาทิพย์ และชนิดโชติ, 2555) ซึ่งเป็นเยื่อใยที่
ละลายน้ำ และเป็นเยื่อใยที่ทำให้เกิดความชื้นหนืดใน
ทางเดินอาหาร อีกทั้งทำให้มูลที่ไก่ขับถ่ายออกมา
มีความชื้นสูง ซึ่งเป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้เกิดแผลที่ฝ่าเท้า
ไก่

สรุป

จากการทดลองพบว่าการใช้กากเนื้อในปาล์ม
น้ำมันผสมกากยีสต์ *Saccharomyces cerevisiae* มี
คุณค่าทางโภชนะเพียงพอที่ใช้เป็นวัตถุดิบในอาหาร
ไก่เนื้อได้ โดยการใช้กากเนื้อในปาล์มน้ำมันผสมกาก
ยีสต์ *S. cerevisiae* ทดแทนกากถั่วเหลืองในสูตร
อาหารไก่เนื้อที่ระดับ 5 – 15% ในสูตรอาหารซึ่งไม่มี
ผลต่อสมรรถภาพการผลิต ลักษณะซากและการเกิด
แผลที่ฝ่าเท้าของไก่เนื้อ

เอกสารอ้างอิง

Chauysongkram T., 2547. Metabolizable
Energy and Effect of Using Palm Kernel
Meal in Chicken. MS Thesis. King
Mongkut's Institute of Technology
Ladkrabang. Bangkok. (in Thai)

- Vorachantra, S. and R. Sittikripong. 2539.
Animal Nutrition. Odeon Store. Bangkok.
- Chandorn, S. and C. Piyapittayanun. 2555.
Production and Application of Microbial
Mannanases. Journal of Science and
Technology 20(4): 365-377
- A'dilah, M.M. and A. R. Alimon. 2011.
Improving the nutritive value of palm
kernel cake (PKC) through chemical pre-
treatment and fungal fermentation.
p.39. Paper presented at the 32nd
Annual Conference Malaysian Society of
Animal Production (MSAP) 6th-9th June
2011 at Tawau, Sabah, Malaysia.
- A.O.A.C..1990. Official Methods of Analysis.
15th ed. Association of Official Analytical
Chemists, Inc., Virginia.
- Bello, K. M., E. O. Oyawoye, S. E. Bogoro, and
U. D. Dass. 2011. Performance of broilers
fed varying levels of palm kernel cake.
Int. J. Poult. Sci. 10(4): 290-294
- Berg, C. 1998. Foot pad dermatitis in broilers
and turkeys. Doctoral diss. Dept. of
Animal Environment and Health, SLU.
Acta Universitatis Agriculturae Sueciae,
Sweden.
- Chenost, M., and C. Kayouli. 1997. Roughage
utilization in warm climates. FAO animal
production and health paper, (135).
- Garcia, C.A., A.G. Gernat and J.G. Murillo. 1999.
The effect of four levels of palm kernel
meal in broiler diets. CEIBA, 40: 29-295

- Kperegbeji J. I. and S. E. Ikperite. 2011. The effectiveness of replacing maize with palm kernel cake in broiler' starter diet. *Journal of Environmental Issues and Agriculture in Developing Countries*. 3(1): 145-149
- Lawal, T.E., E. A. Iyayi, B. A. Adeniyi and O. A. Adaromoye. 2010. Biodegradation of Palm Kernel Cake with Multienzymes Complexes from Fungi and its Feeding Value for Broilers. *Int. J. Poult Sci*. 9(7): 695-701.
- Mohamed, I. A, C. L. Teck, L. F. Hooi. H. L. Wei and Q. S. Awis. 2014. (Cited 1 August 2018) Biodegradation of Palm Kernel Cake by Cellulolytic and Hemicellulolytic Bacterial Cultures through Solid State Fermentation. *Scientific World Journal*. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4082864/>
- Ng, K. L. and A. M. Khan. 2012. Enzymatic preparation of palm kernel expeller protein hydrolysate (PKEPH). *International Food Research Journal* 19(2): 721-725
- Ng, W.K. 2004. Researching the use of palm kernel cake in aquaculture feeds. *Palm Oil Developments*. 41: 19-21.
- Nuzul, A. B. 2013. Characteristics of malaysian palm kernel and its products. *J. Oil Palm Res*. 25(2): 245-252
- Philippine Society of Animal Nutritionists. 2010. *Philsan Feed Reference Standards* 4th ed. University of Philippines Los Banos. College, Laguna. 498 p.
- R Core Team. 2016. R: A language and environment for statistical computing. R. Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <https://www.R-project.org>.
- Sharmila, A., A. R. Alimon,, K. Azhar, H. M. Noor and A. A. Samsudin. 2014. Improving Nutritional Values of Palm Kernel Cake (PKC) as Poultry Feeds: A Review. *Mal. J. Anim. Sci*. 17(1):1-18
- Wan Zahari, M. and A. R. Alimon. 2004. Use of palm kernel cake and oil palm byproducts in feed compounds. *Palm Oil Developments*. 40: 5-9.

