



ผลของการใช้เมล็ดมะขามเป็นส่วนผสมในอาหารไก่พื้นเมืองต่อสมรรถภาพการผลิต คุณภาพซากและประชากรจุลินทรีย์ในไส้ติ่ง

Effect of tamarind seed meal as an ingredient in Thai native chicken diets on production performance, carcass quality, and caecal microbial population

ปวีณนิศรัชต์ เคนจันท์^{1*} และ อนันทยา แสนสวัสดิ์²

Paweenisaras Khenjan^{1*} and Ananthaya Sansawat²

¹ สาขาวิชาสัตวศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์และทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก จ.ชลบุรี 20110

¹ Department of Animal Science, Faculty of Agriculture and Natural Resources, Rajamangala University of Technology Tawan-Ok

² สาขาวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก จ.ชลบุรี 20110

² Department of Science and Mathematics, Faculty of Science and Technology, Rajamangala University of Technology Tawan-Ok

บทคัดย่อ: การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการใช้เมล็ดมะขามบดเป็นวัตถุดิบในอาหารไก่พื้นเมืองต่อสมรรถภาพการผลิต คุณภาพซากและจุลินทรีย์ในไส้ติ่ง ใช้ไก่พื้นเมืองพันธุ์ประดู่หางดำคลေးเพศอายุ 4 สัปดาห์ จำนวน 120 ตัว วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์แบ่งกลุ่มทดลองออกเป็น 3 กลุ่มๆ ละ 4 ซ้ำๆ ละ 10 ตัว ได้แก่ กลุ่มที่ 1 (T1) ได้รับเฉพาะอาหารฐาน (กลุ่มควบคุม) กลุ่มที่ 2 (T2) และ 3 (T3) ได้รับอาหารที่ผสมด้วยเมล็ดมะขามบด 5 และ 10% ตามลำดับ ซึ่งผลการศึกษาพบว่า การใช้เมล็ดมะขามบดที่ระดับ 5 และ 10% ไม่ส่งผลกระทบต่อสมรรถภาพการผลิต คุณภาพซาก และคุณภาพเนื้อ เช่น ค่าความสามารถในการอุ้มน้ำของเนื้อ (water holding capacity; WHC) และค่าแรงตัดผ่านเนื้อ (shear force value) ($P>0.05$) รวมถึงปริมาณจุลินทรีย์ในไส้ติ่ง อย่างไรก็ตามเปอร์เซ็นต์น้ำหนักตับไก่ของกลุ่มที่ได้รับเมล็ดมะขามบด 5 และ 10% มีค่าเท่ากับ 1.64 และ 1.62% ซึ่งมากกว่ากลุ่มควบคุมที่มีค่า 1.49% ($P<0.05$) และการใช้เมล็ดมะขามบดทั้ง 2 ระดับยังมีผลทำให้เปอร์เซ็นต์น้ำหนักลำไส้มากกว่ากลุ่มควบคุม ($P<0.01$)

คำสำคัญ: เมล็ดมะขาม; ไก่พื้นเมือง; ไก่ประดู่หางดำ; สมรรถภาพการผลิต; จุลินทรีย์ในไส้ติ่ง

ABSTRACT: The purpose of this study was to determine the effect of Tamarind seed meal (TSM) on the production performance, carcass quality, and caecal microbial population in Thai native chickens. A total of 120 mixed-sex Pradu Hang Dum breed chickens of 4 weeks old were used in the experiment. Chickens were randomly divided into three groups of 40 heads each and assigned to one of the three treatments designated as T1, T2, and T3. Each treatment was replicated 4 times with 10 chickens per replicate. Group 1 (T1) received with basal diet (control group), Group 2 (T2) and 3 (T3) received diets containing with Tamarind seed meal (TSM) 5 and 10%, respectively. The results revealed that using TSM at 5 and 10% for feed formulation had no effect on the Thai native chickens' production performance, carcass quality and meat quality such as water holding capacity (WHC) and shear force value ($P>0.05$), and also including the amount of microorganisms in the caecal. However, the liver percentage of 5 and 10% TSM groups were 1.64 and 1.62%, which were significantly greater than that of the control group at 1.49% ($P<0.05$), and both levels of tamarind seed resulted in an increased percentage of intestinal weight ($P<0.01$).

Keywords: tamarind seed; Thai native chickens; Pradu Hang Dum; productive performance; caecal microbiota

* Corresponding author: paweenkhen@gmail.com

บทนำ

ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2561 เป็นต้นมา ประเทศไทยมีการผลิตโกโก้เพิ่มขึ้นทุกปี โดยมีประชากรโกโก้พื้นเมืองประมาณ 91.21, 93.71 และ 94.13 ล้านตัว ในปี พ.ศ. 2561, 2562 และ 2563 ตามลำดับ (กรมปศุสัตว์, 2563) ทั้งนี้เนื่องจากเนื้อโกโก้พื้นเมืองมีรสชาติเป็นเอกลักษณ์ เนื้อแน่น เหนียวนุ่ม มีปริมาณโปรตีนและกรดไขมันไม่อิ่มตัวสูง แต่มีคอเลสเตอรอลต่ำ ซึ่งเป็นผลดีต่อสุขภาพของผู้บริโภค นอกจากนี้เนื้ออกและเนื้อสะโพกของโกโก้พื้นเมืองพันธุ์ประดู่ทางค้ายังมีปริมาณคอลลาเจนสูงกว่าโกโก้ผสมและโกโก้เนื้ออีกด้วย (Jaturasitha et al., 2016) อย่างไรก็ตามกระบวนการผลิตโกโก้มีความจำเป็นที่จะต้องใช้สูตรอาหารที่มีความคุ้มค่าและสมดุล เพื่อให้ได้รับผลตอบแทนที่ดีและใช้ระยะเวลาในการเลี้ยงที่เหมาะสม โดยทั่วไปวัตถุดิบอาหารสัตว์ที่นิยมใช้เป็นส่วนผสมในสูตรอาหาร ได้แก่ ข้าวโพด กากถั่วเหลือง และรำ เป็นต้น ซึ่งราคาของวัตถุดิบเหล่านี้มีแนวโน้มเพิ่มทุกปี และยังเกิดการขาดแคลนในบางฤดูกาล เนื่องจากมีอยู่อย่างจำกัด ในการศึกษาหาวัตถุดิบทางเลือกที่มีอยู่ในท้องถิ่น มีความปลอดภัย ราคาถูก และมีคุณค่าทางโภชนาการสูงจึงมีความจำเป็น

มะขาม (*Tamarind indica*. Linn) จัดเป็นพืชไม้ผลยืนต้นมีขนาดกลางถึงขนาดใหญ่ ผลเป็นฝักยาว 5 - 16 ซม. และยาว 2 ซม. มีรูปร่างยาว หรือฝักอ่อนมีเปลือกสีเขียวอมเทา เมื่อแก่ฝักเปลี่ยนเป็นเปลือกแข็งกรอบหักง่ายมีสีน้ำตาล เนื้อในกลายเป็นสีน้ำตาล หุ้มเมล็ด เนื้อมีรสเปรี้ยว และฝักหนึ่ง ๆ มี 3 - 12 เมล็ด เมล็ดอ่อนจะมีสีเขียวเป็นมัน แต่เมื่อแก่เมล็ดจะมีสีน้ำตาล มะขามสุกเมื่อแกะเปลือกออกแล้วประกอบด้วย เนื้อมะขาม (pulp) รกหรือสาแหรก (fiber) และเมล็ด (seed) (Sahoo et al., 2010) ข้อมูลจากสำนักงานเศรษฐกิจอุตสาหกรรม (2557) เปิดเผยว่า ประเทศไทยมีการส่งออกทั้งมะขามสดและมะขามแห้งไปยังประเทศต่างๆ ได้แก่ สาธารณรัฐประชาชนจีน สหรัฐอาหรับเอมิเรตส์ คูเวต (กลุ่ม UAE) สหรัฐอเมริกา เวียดนาม เป็นต้น ทำให้ในแต่ละปีมีเมล็ดมะขามเหลือทิ้งจำนวนมาก มีการใช้มะขามในยาแผนโบราณในการรักษาอาการหวัด ไข้ ท้องร่วง โรคติดเชื้อ ใช้ทำความสะอาดขัดผิว เป็นต้น (Doughari, 2006) ในเมล็ดมะขามมีโพลีแซคคาไรด์ (polysaccharide) ในกลุ่มไซลوجلูแคน (xyloglucans) เป็นส่วนประกอบสำคัญ (Sinchaiyakit et al., 2011) โพลีแซคคาไรด์ที่แยกได้จากเมล็ดมะขาม มีฤทธิ์ในการกระตุ้นภูมิคุ้มกันที่ยับยั้งเซลล์มะเร็ง (cytotoxic activities) และยับยั้งการยึดเกาะของแบคทีเรียบนพื้นผิวที่นำไปสู่การสร้างไบโอฟิล์ม (Simões et al., 2007) นอกจากนี้ Rasheed (2014) รายงานว่า สารสกัดจากเมล็ดมะขามที่ได้จากการศึกษาไม่พบว่ามีสารแทนนิน แต่พบว่ามีสารเคมีที่มีฤทธิ์ทางชีวภาพ (phytochemical) ได้แก่ อัลคาลอยด์ (alkaloid) ฟลาโวนอยด์ (flavonoid) ซาโปนิน (saponins) ไกลโคไซด์ (glycosides) เทอร์พีนอยด์ (terpenoids) ซึ่งสารสกัดที่ได้จากเมล็ดมะขามสามารถยับยั้งการทำงานของแบคทีเรียหลายชนิด เช่น *E. coli*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Enterococcus*, *Sallmonella typhi*, *Shigella dysentery*, *Staphylococcus aureus* เป็นต้น นอกจากนี้จากการศึกษาของ Bagul et al. (2015) และ Jana et al. (2015) รายงานว่า เมล็ดมะขามทั้งเมล็ดประกอบด้วยคาร์โบไฮเดรต 50-57% โปรตีน 13.3 - 26.9% ไขมัน 4.5 - 16.2% เยื่อใยรวม 7.4 - 8.8% และเถ้า 2.4 - 4.2 % จากคุณค่าทางโภชนาการของเมล็ดมะขามที่มีในปริมาณสูงจึงเป็นอีกแนวทางหนึ่งที่จะนำมาใช้เป็นวัตถุดิบอาหารสัตว์ ดังนั้นงานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของการใช้เมล็ดมะขามเป็นแหล่งวัตถุดิบในอาหารโกโก้พื้นเมือง โดยศึกษาผลต่อสมรรถภาพการผลิต คุณภาพซาก คุณภาพเนื้อ และประชากรจุลินทรีย์ในไส้ตัน

วิธีการศึกษา

1. สัตว์ทดลองและการวางแผนการทดลอง

การศึกษานี้ใช้โกโก้พื้นเมืองพันธุ์ประดู่ทางค้าละเพศ อายุ 4 สัปดาห์ จำนวน 120 ตัว วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ สุ่มโกโก้ออกเป็น 3 กลุ่มๆ ละ 4 ซ้ำๆ ละ 10 ตัว อาหารทดลองประกอบด้วย กลุ่มที่ 1 (T1) อาหารพื้นฐาน (กลุ่มควบคุม) กลุ่มที่ 2 (T2) เมล็ดมะขามบด 5 % และกลุ่มที่ 3 (T3) เมล็ดมะขามบด 10% โกโก้ทดลองถูกเลี้ยงในโรงเรือนเปิด ขนาดคอก 2.5 ตร.ม./ซ้ำ และใช้แกลบเป็นวัสดุรองพื้น ซึ่งการกำหนดจำนวนสัตว์ทดลอง (sample size) ได้ใช้โปรแกรม G power version 3.1.9.7 ในการพิจารณาการใช้จำนวนสัตว์ทดลองตามความเหมาะสม (Faul et al., 2007) ตามหลักจรรยาบรรณการใช้สัตว์ทดลอง

การเตรียมเมล็ดมะขามโดยการต้มเมล็ดมะขามที่อุณหภูมิ 150°C เป็นเวลาประมาณ 40 นาที จากนั้นนำเมล็ดมะขามที่ต้มแล้วนำไปล้างน้ำ ตากแดดให้แห้ง และบดก่อนนำไปใช้ จากการวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการในเมล็ดมะขามบด (tamarind seed meal;

TSM) พบว่า มีค่าวัตถุแห้ง โปรตีนหยาบ เยื่อใย ไขมัน และเถ้า เท่ากับ 92.44, 16.41, 4.06, 2.97 และ 1.89% (dry matter basis) ตามลำดับ นำผลวิเคราะห์ที่ได้ไปใช้คำนวณสูตรอาหารทดลอง วัตถุประสงค์หลักที่ใช้ในอาหารทดลองได้แก่ ข้าวโพดบด ปลายข้าว และกากถั่วเหลือง เป็นต้น อาหารทดลองแบ่งออกเป็น 2 ระยะ คือ ระยะแรก ช่วงอายุ 4 - 6 สัปดาห์ มีโปรตีนหยาบประมาณ 18% และพลังงานการใช้ประโยชน์ได้ 2,900 kcal/kg และระยะที่สอง ช่วงอายุ 7 - 15 สัปดาห์ มีโปรตีนหยาบประมาณ 14.40% และพลังงานการใช้ประโยชน์ได้ 3,000 kcal/kg (Table 1) ไก่ทดลองได้รับอาหารและน้ำอย่างเต็มที่ จนกระทั่งอายุ 15 สัปดาห์

2. การเก็บรวบรวมข้อมูล

บันทึกข้อมูลน้ำหนักไก่ น้ำหนักอาหารที่กิน เพื่อคำนวณประสิทธิภาพการผลิต เมื่อสิ้นสุดการทดลองสุ่มไก่เพศผู้กลุ่มละ 12 ตัว เก็บตัวอย่างของเหลวจากบริเวณไส้ติ่ง เพื่อตรวจนับจุลินทรีย์ที่สามารถก่อให้เกิดโรค ได้แก่ *Escherichia coli* (*E. coli*) และกลุ่มที่เป็นประโยชน์ต่อระบบทางเดินอาหาร Lactic acid bacteria (LAB) การเก็บตัวอย่างเพื่อการวิเคราะห์หัดแปลงจากวิธีการของ Food and Drug Administration (1984) และ Erenner et al. (2011) และชำแหละซากไก่ตามหลักสากลเพื่อตรวจสอบคุณลักษณะซาก ได้แก่ เปอร์เซ็นต์ซาก (dressing percentage) เปอร์เซ็นต์ชิ้นส่วนตัดแต่ง (retail cut percentage) และศึกษาผลด้านคุณภาพเนื้อ โดยวัดค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ของกล้ามเนื้อ ค่าความสามารถในการอุ้มน้ำของเนื้อ (water holding capacity) ได้แก่ ค่าการสูญเสีย น้ำในการเก็บรักษา (drip loss; DL) ค่าการสูญเสีย น้ำจากการละลายน้ำแข็ง (thawing loss; TL) จากการประกอบอาหาร (cooking loss; CL) การย่าง (grilling loss; GL) และบันทึกผลค่าแรงตัดผ่านเนื้อ (shear force value) ด้วยเครื่อง Warner Brazler shear force (Texture analyzer, Stable Micro System, TA-XTPlus, UK) (Jaturasitha et al., 2008; Barbosa et al., 2017)

3. การวิเคราะห์ข้อมูล

วิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากผลการทดลอง ด้วยการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (Analysis of variance) ตามแผนการทดลอง และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range Test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

Table 1 Ingredients and calculated chemical composition of experimental diets (DM basis)

Ingredients	Ingredient prices (THB/kg)	4 - 6 weeks of age			7 - 16 weeks of age		
		Tamarind seed level (%)			Tamarind seed level (%)		
		0	5	10	0	5	10
Ground corn	9.50	51.00	48.87	45.92	66.37	64.27	62.17
Tamarind seed meal	5.00	-	5.00	10.00	-	5.00	10.00
Rice bran	10.50	21.98	20.00	18.95	16.00	14.00	12.10
Soybean meal (45% CP)	13.45	20.59	19.70	18.70	12.00	11.10	10.10
Fish meal (50% CP)	38.00	3.50	3.50	3.50	3.00	3.00	3.00
Monocalcium phosphate	15.00	1.15	1.15	1.15	1.50	1.50	1.50
Lime stone	65.00	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75
Salt	5.00	0.50	0.50	0.50	0.10	0.10	0.10
L-Lysine	45.00	0.11	0.11	0.11	0.09	0.09	0.09
DL-Methionine	68.00	0.17	0.17	0.17	0.08	0.08	0.08
Premix ^{1/}	48.00	0.25	0.25	0.25	0.11	0.11	0.11
Total (kg)	-	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
Cost of feed formula (THB/kg)	-	12.22	11.94	11.66	11.60	11.32	11.04
Calculated nutrient composition (% air dry)							
Crude protein (%)		18.00	18.00	18.00	14.43	14.43	14.44
Crude fat (%)		5.57	5.36	5.25	5.10	5.02	5.00
Crude fiber (%)		5.63	5.46	5.38	4.70	4.52	4.36
Metabolizable energy (Kcal/kg.)		2919	2914	2904	3040	3035	3030

^{1/} Premix supplies (per Kg premix), vitamin A 2,000,000 IU, vitamin D3 400,000 IU, vitamin E 3,500 IU, vitamin K3 0.18 g, vitamin B2 0.8g, vitamin B6 0.56g, vitamin B12 2 mg, Panthotinic acid 1.89 g, Nicotinic acid 4 g, Folic acid 60 mg, Biotin 18 mg, Coline 95g, Copper 2 g, Manganese 16 g, Iron 12 g, Iodine 120 mg, Zinc 16 g, Cobalt 60 mg, and Selenium 32 mg.

ผลการศึกษา

สมรรถภาพการผลิต

ผลการทดลองพบว่า ไก่พื้นเมืองพันธุ์ประจวบคังคังดำที่ได้รับสูตรอาหารที่ประกอบด้วยเมล็ดมะขามที่ระดับ 5 และ 10% ตั้งแต่ อายุ 4 - 15 สัปดาห์ ให้ผลรวมเฉลี่ยค่าน้ำหนักที่เพิ่มขึ้น (WG) เท่ากับ 1,661.52 และ 1,655.16 กรัม/ตัว ตามลำดับ ซึ่งมีแนวโน้มมากกว่ากลุ่มควบคุมที่มีค่า WG เท่ากับ 1,550.59 กรัม/ตัว ($P>0.05$) ค่าเฉลี่ยปริมาณอาหารที่กิน (FI) ตลอดระยะทดลอง พบว่า กลุ่มควบคุมมีแนวโน้มต่ำกว่ากลุ่มที่ได้รับสูตรอาหารเมล็ดมะขามระดับ 10% และ 5% ซึ่งมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 6745.71, 7052.55 และ 7057.55 กรัม/ตัว ตามลำดับ ($P>0.05$) อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ (FCR) ของกลุ่มที่ใช้เมล็ดมะขามระดับ 5% ในสูตรอาหารตลอดการทดลอง มีค่าเท่ากับ 4.25 ซึ่งแนวโน้มต่ำกว่ากลุ่มที่ใช้เมล็ดมะขามระดับ 10% และกลุ่มควบคุมที่ไม่ใช้เมล็ดมะขามในอาหาร ($P>0.05$) ดังแสดงใน Table 2

ผลค่าเฉลี่ยน้ำหนักสุดท้ายและขายไก่มีชีวิตหน้าฟาร์มในราคา 90 บาท/กก. เมื่อสิ้นสุดการทดลองที่อายุ 15 สัปดาห์พบว่า กลุ่มที่ใช้เมล็ดมะขาม 5% มีแนวโน้มได้รับราคาขายไก่มีชีวิตสูงกว่ากลุ่มที่ใช้เมล็ดมะขาม 10% และกลุ่มควบคุม ซึ่งได้รับราคาขายไก่มีชีวิตเท่ากับ 182.82, 182.05 และ 173.28 บาท/ตัว ตามลำดับ ($P>0.05$) ต้นทุนค่าอาหารตลอดระยะเวลาการเลี้ยง (TFC) ของกลุ่มที่

ได้รับเม็ลต์มะขาม 10% มีแนวโน้มต่ำกว่ากลุ่มที่ได้รับ 5% และกลุ่มควบคุม ($P>0.05$) เมื่อคำนวณผลตอบแทนด้านกำไรที่ได้รับจากการขายไก่ที่หักต้นทุนค่าอาหารและค่าพันธุ์ไก่ (RFI) พบว่า กลุ่มที่ใช้เม็ลต์มะขามที่ 10% ได้ผลกำไรตอบแทน 63.44 บาท/ตัว กลุ่มที่ใช้เม็ลต์มะขาม 5% ได้รับผลกำไร 62.18 และ 54.33 บาท/ตัว ในกลุ่มควบคุม ตามลำดับ ($P>0.05$) ดังแสดงใน Table 2

Table 2 Productive performance and cost benefits of Pradu Hang Dum chickens fed with TSM

Items	T1	T2	T3	SEM	P-value
Initial weight (g/chicken)	374.79	369.83	367.62	3.195	0.687
Final weight (g/chicken)	1925.39	2031.35	2022.79	24.045	0.131
Weight gain; WG (g/chicken)					
4 - 6 weeks of age	377.79	408.70	410.91	7.629	0.137
7 - 9 weeks of age	366.38	384.74	390.33	6.278	0.288
10 - 12 weeks of age	384.91	432.45	434.87	10.993	0.102
13 - 15 weeks of age	421.50	435.61	419.04	14.870	0.905
4 - 15 weeks of age	1550.59	1661.52	1655.16	24.800	0.114
Feed in take; FI (g/chicken)					
4 - 6 weeks of age	1134.68	1210.13	1208.73	17.443	0.124
7 - 9 weeks of age	1565.65	1583.03	1622.00	18.403	0.484
10 - 12 weeks of age	1759.32	1873.73	1889.31	30.988	0.179
13 - 15 weeks of age	2286.04	2390.64	2332.50	30.789	0.419
4 - 15 weeks of age	6745.71	7057.55	7052.55	70.660	0.110
Feed conversion ratio; FCR					
4 - 6 weeks of age	3.01	2.96	2.94	0.058	0.897
7 - 9 weeks of age	4.29	4.11	4.15	0.054	0.427
10 - 12 weeks of age	4.58	4.33	4.38	0.112	0.685
13 - 15 weeks of age	5.46	5.54	5.63	0.159	0.925
4 - 15 weeks of age	4.35	4.25	4.27	0.053	0.767
Feed cost of 4 - 6 wks of age; (THB/chicken) ^{1/}	13.87	14.45	14.09	0.181	0.461
Feed cost of 7 - 15 wks of age; (THB/chicken) ^{2/}	65.09	66.19	64.52	0.587	0.541
Total feed cost; TFC (THB/chicken)	78.96	80.64	78.61	0.690	0.481
Selling prices of live chicken (90 THB/kg)	173.28	182.82	182.05	2.164	0.131
Returns from investment; RFI (THB/chicken) ^{3/}	54.33	62.18	63.44	2.082	0.154

^{1/} Feed cost of 4 - 6 wks of age (18% CP) = (FI at 4 to 6 wks of age × Cost of feed formula)

^{2/} Feed cost of 7 - 15 wks of age (14% CP) = (FI at 7 to 15 wks of age × Cost of feed formula)

^{3/} Returns from investment = [Selling prices of live chicken - (TFC + Price of live chick; 40 THB/chicken)]

คุณลักษณะซาก

ผลของเปอร์เซ็นต์ซากไก่ประดู่หางดำ พบว่า เปอร์เซ็นต์ซากตัดแต่ง เปอร์เซ็นต์ชิ้นส่วนของปีกรวม น่อง สะโพก เนื้อหน้าอก ส่วนนอก ออกใน โครงกระดูก และส่วนของอวัยวะภายนอกของซาก ได้แก่ หัว คอ แข้ง และเท้า ของแต่ละกลุ่มทดลองไม่มีความแตกต่างกัน ($P>0.05$) เมื่อวิเคราะห์น้ำหนักอวัยวะภายในแต่ละส่วนเปรียบเทียบกับน้ำหนักมีชีวิตพบว่า เปอร์เซ็นต์ของชิ้นส่วนตับไก่ที่ได้รับเมล็ดมะขาม 5 และ 10% มีค่า 1.64 และ 1.62% ซึ่งสูงมากกว่ากลุ่มควบคุมที่มีค่า 1.49% ($P<0.05$) เปอร์เซ็นต์ของม้าม หัวใจ กึ๋นในแต่ละกลุ่มทดลองไม่มีความแตกต่างกัน ($P>0.05$) และจากการทดลองครั้งนี้พบว่า ไก่ประดู่หางดำที่ได้รับเมล็ดมะขามในสูตรอาหาร มีค่าเปอร์เซ็นต์น้ำหนักไล่เท่ากับ 3.37 และ 3.26% ซึ่งมีค่ามากกว่ากลุ่มควบคุมที่มีค่า 2.73% ($P<0.01$) ดังแสดงใน Table 3

Table 3 Carcass traits and retail cuts of Pradu Hang Dum chickens fed with TSM

Items	T1	T2	T3	SEM	P-value
Live weight; LW (g/head)	2400.41	2414.16	2403.33	3.608	0.284
Dressing (%)	69.87	70.82	70.20	0.204	0.155
Wing (%)	12.76	12.87	12.77	0.060	0.757
Drumstick (%)	16.80	16.91	16.81	0.099	0.913
Thigh (%)	16.82	16.68	17.07	0.145	0.581
<i>Pectoralis major</i> (%)	15.68	15.69	15.71	0.057	0.977
<i>Pectoralis minor</i> (%)	5.55	5.69	5.61	0.029	0.157
Neck and head (%)	6.90	6.74	7.10	0.110	0.466
Feet and shank (%)	4.27	4.42	4.44	0.059	0.482
Liver (%)	1.49 ^a	1.64 ^b	1.62 ^b	0.028	0.040
Spleen (%)	0.31	0.33	0.32	0.019	0.976
Heart (%)	0.46	0.51	0.47	0.013	0.281
Gizzard and proventriculus (%)	2.34	2.40	2.38	0.023	0.637
Intestine (%)	2.73 ^a	3.37 ^b	3.26 ^b	0.097	0.002
Skeleton bone (%)	29.97	30.91	30.01	0.386	0.574

^{a,b} indicated the difference within a row was significant ($P<0.05$)

คุณภาพเนื้อและปริมาณจุลินทรีย์ในไส้ตัน

ผลการศึกษาด้านคุณภาพเนื้อและปริมาณจุลินทรีย์ในไส้ตันของการทดลอง พบว่า เนื้ออกไก่ทุกกลุ่มทดลองมีค่า pH ที่ 45 นาทีหลังฆ่า อยู่ในช่วง 6.26 - 6.29 ($P>0.05$) และหลัง 24 ชั่วโมง ค่า pH ของเนื้อไก่กลุ่มที่ได้รับเมล็ดมะขาม 5 และ 10 มีค่าสูงกว่ากลุ่มควบคุม ($P<0.01$) ส่วนค่าความสามารถในการอุ้มน้ำของเนื้อพิจารณาจากเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำขณะเก็บรักษา (DL) เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำจากการประกอบอาหารย่าง (GL) เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำขณะหลอมละลาย (TL) และต้ม (BL) พบว่า ตัวอย่างเนื้อไก่ทุกกลุ่มไม่มีความแตกต่างกัน ($P>0.05$) ซึ่งให้ผลเช่นเดียวกันกับค่าแรงตัดผ่านเนื้อที่ไม่พบความแตกต่างทางสถิติในทุกกลุ่มการทดลอง ($P>0.05$) ดังแสดงใน Table 4

ผลการวิเคราะห์ปริมาณจุลินทรีย์ในไส้ตัน พบว่า ไก่ที่ได้รับอาหารที่มีเมล็ดมะขามเป็นส่วนประกอบที่ระดับ 5 และ 10% มีปริมาณจุลินทรีย์กลุ่ม Lactic acid bacteria (LAB) ที่จัดว่าเป็นกลุ่มจุลินทรีย์ที่เป็นประโยชน์ต่อระบบทางเดินอาหารเท่ากับ 8.44 และ 8.39 log CFU/g. ซึ่งมีแนวโน้มสูงกว่ากลุ่มควบคุมที่มีปริมาณ LAB เท่ากับ 8.26 log CFU/g ($P>0.05$) ส่วนผลปริมาณเชื้อ *Escherichia coli* (*E. coli*) ในกลุ่มควบคุมมีแนวโน้มสูงกว่ากลุ่มที่ใช้เมล็ดมะขามในสูตรอาหาร ($P>0.05$) ดังแสดงใน Table 4

Table 4 Meat quality and caecal bacteria counts of Pradu Hang Dum chickens fed with TSM

Items	T1	T2	T3	SEM	P-value
pH _{45 min.}	6.29	6.26	6.27	0.035	0.941
pH _{24 Hrs.}	5.67 ^a	5.78 ^b	5.86 ^b	0.026	0.002
Water Holding Capacity (%)					
Drip loss (DL)	4.97	4.63	4.22	0.223	0.422
Grilling loss (GL)	19.88	19.46	19.07	1.351	0.974
Thawing loss (TL)	2.49	2.29	2.21	0.099	0.529
Boiling loss (BL)	20.07	17.07	15.71	1.123	0.286
Total loss ^{1/}	22.57	19.36	17.93	1.109	0.227
WB Shear force (N)	27.93	23.92	22.33	1.892	0.495
Caecal microbiota type					
Lactic acid bacteria (Log CFU/g)	8.26	8.44	8.39	0.154	0.903
<i>Escherichia coli</i> (Log CFU/g)	7.52	7.71	7.50	0.116	0.750

^{a,b} indicated the difference within a row was significant (P<0.05)

^{1/} Thawing loss and Boiling loss

วิจารณ์

เมล็ดมะขามสามารถใช้เป็นแหล่งของวัตถุดิบอาหารสำหรับไก่พันธุ์ประดู่หางดำ ได้ถึง 5-10% โดยไม่มีผลกระทบต่อปริมาณการกินอาหาร น้ำหนักที่เพิ่มขึ้น และอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ (P>0.05) สอดคล้องกับงานวิจัยของ Balaji et al. (2013) ที่รายงานว่า การใช้เมล็ดมะขาม 10% และเมล็ดมะขามร่วมกับเอนไซม์ในสูตรอาหารไก่เนื้อไม่ส่งผลกระทบต่อค่าน้ำหนักที่เพิ่มขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุม รวมทั้ง Aengwanich et al. (2009) ได้รายงานว่า การเสริมสารสกัดจากเมล็ดมะขามในอาหารไก่เนื้อตั้งแต่อายุ 28 - 49 วัน ไม่ส่งผลกระทบต่อปริมาณการกินอาหาร อัตราการเจริญเติบโตต่อวัน และอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัวของไก่เนื้อ ทั้งนี้เนื่องจากเมล็ดมะขามทั้งเมล็ด มีคุณค่าทางโภชนาการเป็นทางเลือกของแหล่งโปรตีนที่อุดมไปด้วยกรดอะมิโนที่จำเป็นบางชนิด ไชมัน โพลีแซคคาไรด์ (polysaccharides) เยื่อใย และมีฟิโนลิก ฟลาโวนอยด์ (polyphenolic flavonoids) มีฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระ นอกจากนี้ยังมีไลโซไซม์ (lysozyme) แลคโตเฟอริน (lactoferrin) อิมมูโนโกลบูลิน (immunoglobulin) ที่เป็นประโยชน์ต่อร่างกายด้วย (Marathe et al., 2002; Aengwanich and Suttajit, 2010; Sahoo et al., 2010) นอกจากนี้เมล็ดมะขามยังช่วยลดต้นทุนค่าอาหาร โดยจากงานทดลองนี้พบว่า การใช้เมล็ดมะขาม 10% ในสูตรอาหารสามารถลดต้นทุนค่าอาหาร ส่งผลให้ได้กำไรจากการขายไก่มีชีวิตสูงกว่าทุกกลุ่มทดลอง ซึ่งสอดคล้องกับ Nunoi et al. (2019) ที่รายงานว่า การใช้เมล็ดมะขามทดแทนรำข้าวที่ระดับ 30, 60 และ 100% ในสูตรอาหารชั้นของโคทำให้ต้นทุนค่าอาหารลดลงและไม่ส่งผลกระทบต่อการผลิต แต่การใช้เมล็ดมะขามควรใช้อย่างระมัดระวัง โดยเฉพาะในอาหารสัตว์ปีก เนื่องจากในเมล็ดมะขามมีสารแทนนิน (tannin) และสารยับยั้งทริปซิน (trypsin inhibitor activity; TIA) เป็นต้น (Sahoo et al., 2010) ซึ่งสารเหล่านี้จะยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ที่ช่วยย่อยอาหาร ได้แก่ ทริปซิน (trypsin) แอลฟา อะไมเลส (α - amylase) และ ไลเปส (lipase) ส่งผลให้ร่างกายได้รับสารอาหารเพื่อนำไปใช้ประโยชน์ได้ลดลง และส่งผลกระทบต่ออัตราการเจริญเติบโต (Palliyeguru et al., 2011) อย่างไรก็ตามในการทดลองครั้งนี้ ได้มีการนำเมล็ดมะขามมาผ่านกระบวนการให้ความร้อนก่อนนำไปใช้ จึงทำให้เมล็ดมะขามมีปริมาณแทนนิน ไฟเตส และสารยับยั้งทริปซินลดลง (Oluseyi and Temitayo, 2015) ดังนั้นจะเห็นได้ว่า สามารถใช้เมล็ดมะขามทั้งเมล็ดได้ถึง 10% ในสูตรอาหาร โดยไม่ส่งผลกระทบต่อสมรรถภาพการผลิตของไก่พื้นเมือง

เปอร์เซ็นต์ซากและชิ้นส่วนตัดแต่งของปีก น่อง สะโพก ออกนอก ออกใน คอ หัว แข้ง เท้า ม้าม หัวใจ กิ่งและโครงกระดูกของไก่ ในทุกกลุ่มทดลองไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) โดยจากการทดลองผลเปอร์เซ็นต์ซากที่มีค่าสูงนั้นจะสัมพันธ์กับน้ำหนักมีชีวิตก่อนฆ่า (Omojola et al., 2004) อย่างไรก็ตามในการทดลองครั้งนี้ พบว่า ตับและลำไส้ไก่กลุ่มที่ได้รับเมล็ดมะขาม 5 และ 10% มีค่าสูงกว่ากลุ่มควบคุม ($P<0.05$) ซึ่งผลเป็นไปในทิศทางเดียวกับ Duwa et al. (2014) ที่รายงานว่า การใช้ถั่วเหลืองไขมันเต็มร่วมกับเมล็ดมะขามในระดับที่ 5, 10 และ 15% ในอาหารไก่เนื้อ ส่งผลให้ค่าเปอร์เซ็นต์ตับเพิ่มขึ้น เนื่องจากสารยับยั้งทริปซินที่มีอยู่ในเมล็ดมะขามมีผลต่อการลดการย่อยอาหารโดยเฉพาะโปรตีน และสารยับยั้งทริปซินยังส่งผลให้ตับและลำไส้มีขนาดใหญ่ขึ้น เพราะเกิดการกระตุ้นการหลั่งเอนไซม์ทริปซิน และโคโมทริปซิน (chymotrypsin) ให้ออกมามาก (Erdaw and Beyene, 2018)

กล้ามเนื้อหน้าอกของไก่ทุกกลุ่มทดลองมีค่า pH หลังฆ่าที่ 45 นาทีที่มีค่าอยู่ในช่วง 6.26 - 6.29 ซึ่งไม่มีความแตกต่างกัน ($P>0.05$) สอดคล้องกับรายงานของ Promket et al. (2016); Bungsrissawat et al. (2018) ที่พบว่า ค่า pH_0 ของเนื้อไก่เบตงไทย (สายพันธุ์ KU) และไก่ลูกผสมพื้นเมืองไทย มีค่าอยู่ในช่วง pH 6.00 โดยผลดังกล่าวแสดงถึงค่าความเป็นปกติของกล้ามเนื้อ เนื่องจากขณะมีชีวิตกล้ามเนื้อจะมีค่า pH ประมาณ 7.2 (Strydom et al., 2016) ส่วนผลค่า pH ที่ 24 ชั่วโมงในทุกกลุ่มทดลองมีค่าอยู่ในช่วง 5.69 - 5.87 สอดคล้องกับรายงานของ Guan et al. (2013); Jaturasitha et al. (2016) ที่รายงานว่า pH 24 ชั่วโมง ของเนื้อไก่หลังฆ่าจะอยู่ในช่วง 5.77 - 5.88 ซึ่งเป็นผลเนื่องจากการเกิดการสะสมของกรดแลคติก (lactic acid) ที่มาจากกระบวนการสลายไกลโคเจน (glycogen) แบบไม่ใช้ออกซิเจนภายในเนื้อ โดยความแปรปรวนสามารถเกิดได้หลายปัจจัย ได้แก่ ความเครียดจากตัวสัตว์ สภาพภูมิอากาศ การขนส่ง และจากขั้นตอนในกระบวนการฆ่า (Zhang et al., 2009) โดยกลุ่มทดลองที่ใช้เมล็ดมะขามในสูตรอาหารทั้ง 2 กลุ่มนั้นให้ผลค่า pH สูงกว่ากลุ่มควบคุม ($P<0.01$) ทั้งนี้เนื่องจาก ในมะขามมีสารสำคัญหลายชนิด เช่น สารโพลีฟีนอล (polyphenols) ที่เป็นสารต้านอนุมูลอิสระ (antioxidant) ซึ่งสารสำคัญนี้สามารถช่วยลดความเครียดจากสภาวะสิ่งแวดล้อมในไก่เนื้อได้ (Aengwanich and Suttajit, 2010) อย่างไรก็ตาม หากค่า pH 24 ชั่วโมงสูงภายหลังจากการฆ่า จะทำให้เนื้อไก่มีอายุการเก็บรักษาลดลง เพราะจุลินทรีย์ที่ทำให้เนื้อมีกลิ่นสามารถเจริญเติบโตได้ดี และเนื้อไก่จะมีสีคล้ำ (DFD) และขณะเดียวกันหากเนื้อไก่มีค่า pH 24 ชั่วโมงต่ำ จะสามารถทำให้เนื้อไก่เก็บรักษาไว้ได้นานขึ้น แต่จะส่งผลให้เนื้อเหลว (PSE) และความสามารถในการอุ้มน้ำของเนื้อลดลง (Kralik et al. 2014) ค่าการสูญเสียน้ำขณะเก็บรักษา (DL และ TL) ของทุกกลุ่มทดลองไม่มีความแตกต่างกัน ($P>0.05$) ผลที่ได้จากการทดลองครั้งนี้ถือว่าอยู่ในเกณฑ์ปกติ โดย Mir et al. (2017) รายงานว่า ค่าการสูญเสียน้ำระหว่างเก็บรักษาควรอยู่ในช่วงประมาณ 3.34 - 5.88% ค่าเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำจากการประกอบอาหาร (ค่า BL และ GL) ของทุกกลุ่มไม่มีความแตกต่างกัน ($P>0.05$) ซึ่งผลค่าเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำจากการประกอบอาหารที่สูงมีความสัมพันธ์กับค่าการวัดแรงตัดผ่านเนื้อให้มีค่าสูงขึ้นตามไปด้วย (Perumalla et al., 2011; Zhuang and Savage, 2013; Mir et al., 2017)

จากผลการศึกษาด้านกลุ่มประชากรจุลินทรีย์ที่ผลิตกรดแลคติก (Lactic acid bacteria) และ *Escherichia coli* ในไส้ติ่งของไก่ครั้งนี้ พบว่า กลุ่มที่ได้รับเมล็ดมะขามบด 5 และ 10% ในอาหาร มีกลุ่มประชากรจุลินทรีย์ที่ผลิตกรดแลคติก (Lactic acid bacteria) และจุลินทรีย์ *E. coli* ไม่แตกต่างจากกลุ่มควบคุม ($P>0.05$) จากการค้นพบในงานวิจัยนี้แตกต่างจากงานวิจัยที่ผ่านมาที่รายงานว่า เมล็ดมะขามมีส่วนประกอบของสารแทนนิน ซึ่งสารแทนนินสามารถเพิ่มจำนวนประชากรของแบคทีเรียในกลุ่ม *Bacteroidetes* และ *Firmicutes* ในไส้ติ่งของไก่ (Shanmugam and Rama Rao, 2013) รวมทั้งส่งเสริมการเจริญของ *Lactobacillus* ด้วย (Kumar et al., 2018) ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากคุณภาพของแทนนิน กระบวนการผลิต และปริมาณที่ใช้ในอาหารไก่

สรุป

เมล็ดมะขามสามารถใช้เป็นวัตถุดิบในสูตรอาหารไก่พื้นเมืองได้ถึง 10% โดยไม่ส่งผลกระทบต่อประสิทธิภาพการผลิต คุณภาพซาก คุณภาพเนื้อ และการเปลี่ยนแปลงประชากรจุลินทรีย์ในไส้ติ่ง นอกจากนี้ยังช่วยลดต้นทุนค่าอาหารได้ ดังนั้นการใช้เมล็ดมะขามที่จัดว่าเป็นเศษเหลือทางการเกษตร มาประยุกต์ใช้เป็นวัตถุดิบในส่วนผสมอาหารไก่พื้นเมืองนั้น มีความเป็นไปได้ และเป็นการใช้ทรัพยากรให้เกิดประโยชน์สูงสุด อีกทั้งยังสามารถลดต้นทุนการผลิตให้กับเกษตรกรได้อีกทางหนึ่ง

คำขอบคุณ

ผู้วิจัยขอขอบคุณสาขาวิชาสัตวศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์และทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก ผู้สนับสนุนทุกท่านและครอบครัวที่ให้ความช่วยเหลือ ขอกราบขอบพระคุณผู้ช่วยศาสตราจารย์ดร.นรินทร์ ทองวิทยา คณะสัตวศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยแม่โจ้ จ.เชียงใหม่ ที่ช่วยเหลือและสละเวลาให้คำแนะนำที่ดีเสมอมา

เอกสารอ้างอิง

- กรมปศุสัตว์. 2563. จำนวนเกษตรกรและไก่รายจังหวัด. แหล่งข้อมูล: <http://ict.dld.go.th/webnew/index.php/th/service-ict/report/247-report-thailand-livestock>. ค้นเมื่อ 15 พฤศจิกายน 2563.
- สำนักงานเศรษฐกิจอุตสาหกรรม. 2557. UAE/อุตสาหกรรมผลไม้. แหล่งข้อมูล: <http://fic.nfi.or.th/mena/index.php/uae-op/uae-fruit>. ค้นเมื่อ 15 พฤศจิกายน 2563.
- Aengwanich, W., and M. Suttajit. 2010. Effect of polyphenols extracted from tamarind (*Tamarindus indica L.*) seed coat on pathophysiological changes and red blood cell glutathione peroxidase activity in heat-stressed broilers. *Animal Science Journal*. 81: 264–270.
- Aengwanich, W., M. Suttajit, T. Srikhun, and T. Boonsorn. 2009. Antibiotic effect of polyphenolic compound extracted from Tamarind (*Tamarindus indica L.*) seed coat on productive performance of broilers. *International Journal of Poultry Science*. 8(8): 749-751.
- Bagul, M., S. K. Sonawane, and S. S. Arya. 2015. Tamarind seeds: Chemistry, technology, applications and health benefits: A review. *Indian Food Industry Magazine*. 34(3): 28-35.
- Balaji, M., D. Chandrasekaran, R. Ravi, M. R. Purushothaman, and V. Pandiyan. 2013. Feeding value of decorticated tamarind seed meal for broilers. *Indian Journal of Poultry Science*. 48(1): 37-41.
- Barbosa, F. J. A., M. Almeida, M. Shimokomaki, J. W. Pinheiro, C. A. Silva, F. T. Michelan, F. R. Bueno, and A. Oba. 2017. Growth performance, carcass characteristics and meat quality of Griller-type broilers of four genetic lines. *Brazilian Journal of Poultry Science*. 19(1): 109-114.
- Bungsrissawat, P., S. Tumwasorn, W. Loongyai, S. Nakthong, and P. Sopannarath. 2018. Genetic parameters of some carcass and meat quality traits in Betong chicken (KU line). *Agriculture and Natural Resources*. 52: 274-279.
- Doughari, J.H. 2006. Antimicrobial activity of *Tamarindus indica* Linn. *Tropical journal of pharmaceutical research*. 5(2): 597-603.
- Duwa, H., B. Saleh, B. E. Abore, and J. J. Hamman. 2014. Effect of substituting full-fat soya bean meal with Tamarind (*Tamarindus indica L.*) seed meal on the carcass characteristics, haematological and serum biochemical indices of broiler chickens. *Global Journal of Bioscience and Biotechnology*. 3(2): 197-202.
- Erdaw, M. M., and W. T. Beyene. 2018. Review article anti-nutrients reduce poultry productivity: Influence of trypsin inhibitors on pancreas. *Asian Journal of Poultry Science*. 12(1): 14-24.
- Erener G., N. Ocak, A. Altop, S. Cankaya, H. M. Aksoy, and E. Ozturk. 2011. Growth performance, meat quality and caecal coliform bacteria count of broiler chicks fed diet with green tea extract. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*. 24(8): 1128-1135.
- Faul, F., E. Erdfelder, A. G. Lang, and A. Buchner. 2007. G*Power 3: A flexible statistical power analysis program for the social, behavioral, and biomedical sciences. *Behavior Research Methods*. 39(2): 175-91.

- Food and Drug Administration. 1984. Bacteriological analytical manual. 6th Edition. Arlington: Food and Drug Administration, Association of Official Analytical Chemists.
- Guan, R. F., F. Lyu., X. Q. Chen, J. Q. Ma, H. Jiang, and C. G. Xiao. 2013. Meat quality traits of four Chinese indigenous chicken breeds and one commercial broiler stock. *Journal of Zhejiang University-Science B (Biomedicine & Biotechnology)*. 14: 896-902.
- Jana, A., A. Adak, S. K. Halder, A. Das, T. Paul, K. C. Mondal, and P. K. D. Mohapatra. 2015. A new strategy for improvement of tamarind seed based chicken diet after microbial detannification and assessment of its safety aspects. *Acta Biologica Szegediensis*. 59(1): 1-9.
- Jaturasitha S., A. Kayan, and M. Wicke. 2008. Carcass and meat characteristics of male chickens between Thai indigenous compared with improved layer breeds and their crossbred. *Archives Animal Breeding*. 51(3): 283-294.
- Jaturasitha S., N. Chaiwang, and M. Kreuzer. 2016. Thai native chicken meat: an option to meet the demands for specific meat quality by certain groups of consumers; a review. *Animal Production Science*. 57(8): 1582-1587.
- Kralik, G., I. Djurkin, Z. Kralik, and Z. Skrtic, Z. Radisic. 2014. Quality indicators of broiler breast meat in relation to colour. *Animal Science Papers and Reports*. 32(2): 173-178.
- Kumar, S., C. Chen, N. Indugu, G. O. Werlang, M. Singh, W. K. Kim, and H. Thippareddi. 2018. Effect of antibiotic withdrawal in feed on chicken gut microbial dynamics, immunity, growth performance and prevalence of foodborne pathogens. *PloS One*. 13(2): e0192450.
- Marathe, R. M., U. S. Annapure, R. S. Singhal, and P. R. Kulkarni. 2002. Gelling behaviour of polyose from tamarind kernel polysaccharide. *Food Hydrocolloids*. 16(5): 423-26.
- Mir, N. A., A. Rafiq, F. Kumar, V. Singh, and V. Shukla. 2017. Determinants of broiler chicken meat quality and factors affecting them: a review. *Journal of Food Science and Technology*. 54(10): 2997-3009.
- Nunoi, A., M. Wanapat, S. Foiklang, T. Ampapon, and B. Viennasay. 2019. Effects of replacing rice bran with tamarind seed meal in concentrate mixture diets on the changes in ruminal ecology and feed utilization of dairy steers. *Tropical Animal Health and Production*. 51: 523-528.
- Oluseyi, E. O., and O. M. Temitayo. 2015. Chemical and functional properties of fermented, roasted and germinated tamarind (*Tamarindus indica*) seed flours. *Nutrition & Food Science*. 45(1): 97-111.
- Omojola, A. B., A. O. K. Adesehinwa, H. Madu, and S. Attah. 2004. Effect of sex and slaughter weight on broiler chicken carcass. *Journal of Food Agriculture and Environment*. 2(3-4): 61-63.
- Palliyeguru, M. W. C. D., S. P. Rose, and A. M. Mackenzie. 2011. Effect of trypsin inhibitor activity in soya bean on growth performance, protein digestibility and incidence of sub-clinical necrotic enteritis in broiler chicken flocks. *British Poultry Science*. 52(3): 359-367.
- Perumalla, A. V. S., A. Saha, Y. Lee, J. F. Meullenet, and C. M. Owens. 2011. Marination properties and sensory evaluation of breast fillets from air-chilled and immersion chilled broiler carcasses. *Poultry Science*. 90: 671-679.
- Promket, D., K. Ruangwittayanusorn, and T. Somchana. 2016. The study of carcass yields and meat quality in crossbred native chicken (Chee). *Agriculture and Agricultural Science Procedia*. 11: 84-89.

- Rasheed, S. F. 2014. Antibacterial activity of *Tamarindus Indica* seeds extract and study the effect of extract on adherence and biofilm production of some bacteria. *International Journal of Biological and Pharmaceutical Research*. 5(1): 42-47.
- Sahoo, S., R. Sahoo, and P. L. Nayak. 2010. Tamarind seed polysaccharide: A versatile biopolymer for mucoadhesive applications. *Journal of Pharmaceutical and Biomedical Sciences*. 8(20): 1-12.
- Shanmugam, M., and S. V. Rama Rao. 2013. Effect of dietary ellagic acid supplementation on semen quality parameters in chickens. *Animal Production Science*. 55(1): 107-112.
- Simões, L. C., M. Simões, R. Oliveira, and M. J. Vieira. 2007. Potential of the adhesion of bacteria isolated from drinking water to materials. *Journal of Basic Microbiology*. 47: 174-183.
- Sinchaiyakit, P., Y. Ezure, S. Sriprang, S. Pongbangpho, N. Povichit, and M. Suttajit. 2011. Tannins of tamarind seed husk: Preparation, structural characterization, and antioxidant activities. *Natural Product Communications*. 6(6): 829-834.
- Strydom, P., J. Lühl, C. Kahl, and L. C. Hoffman. 2016. Comparison of shear force tenderness, drip and cooking loss, and ultimate muscle pH of the loin muscle among grass-fed steers of four major beef crosses slaughtered in Namibia. *South African Journal of Animal Science*. 46(4): 348-359.
- Zhang, L., H. Y. Yue, H. J. Zhang, L. Xu, S. G. Wu, H. J. Yan, Y. S. Gong, and G. H. Qi. 2009. Transport stress in broilers: I. Blood metabolism, glycolytic potential, and meat quality. *Poultry Science*. 88: 2033-2041.
- Zhuang, H. and E. M. Savage. 2013. Comparison of cook loss, shear force, and sensory descriptive profiles of boneless skinless white meat cooked from a frozen or thawed state. *Poultry Science*. 92(11): 3003-3009.