

ผลของการใช้ฟักทองหมักร่วมกับรำข้าวในอาหารต่อประสิทธิภาพการผลิต
และคุณภาพเนื้อของไก่พื้นเมือง

Effects of Fermented Pumpkin and Rice Bran Diet on Performance
and Meat Quality in Thai Native Chicken

ชัยวัฒน์ สิงห์ชัย¹ ชัยณรงค์ วงศ์สรศรี² สมชาติ ธนะ³ โชค โสรจกุล³ และขรรค์ชัย ดันเมฆ^{4*}
Chaiwat Singchai¹, Chainarong Wongsunsri², Somchart Thana³, Choke Sorachakula³
and Khanchai Danmek^{4*}

¹ศูนย์วิจัยและบำรุงพันธุ์สัตว์อุทัยธานี อุทัยธานี 61150

²ศูนย์วิจัยและพัฒนาอาหารสัตว์เชียงราย เชียงราย 57100

³สาขาวิชาสัตวศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์และทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยพะเยา พะเยา 56000

⁴สาขาวิชาเทคโนโลยีชีวภาพ คณะเกษตรศาสตร์และทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยพะเยา พะเยา 56000

¹Uthaithani Livestock Research and Breeding Center, Uthaithani, Thailand 61150

²Chaingrai Animal Nutrition Research and Development Center, Muang, Chaingrai, Thailand 57100

³Program of Biotechnology, School of Agriculture and Natural Resources, University of Phayao, Phayao, Thailand 56000

⁴Program of Animal Science, School of Agriculture and Natural Resources, University of Phayao, Phayao, Thailand 56000

*Corresponding author: Khanchai.da@up.ac.th

Received: January 11, 2018

Revised: February 27, 2019

Accepted: March 26, 2019

Abstract

The objective of the present study was investigated the effects of fermented pumpkin and rice bran diet on growth performance and carcass quality in Thai native (Pradu Hang Dum) Chicken. The fermentation process was conducted by using raw material of pumpkin (solid/liquid ratio, 2:1) supplemented with 1.0% (w/v) of molasses, and 0.1 % (w/v) of ethanolic microbial consortium. The consortium is the mixture of three groups of microorganism including cellulolytic fungi (*Trichoderma* spp.), amylolytic fungi (*Rhizopus oryzae* and *Mucor* spp.) and fermented yeast of *Saccharomyces cerevisiae* then fermented for 7 days. The results showed that fermented pumpkin was composed of 18.05% of protein, 7.23% of fat, 18.92% of crude fiber and 6.19% of dry matter. Four isointrogenous (19% CP) diets were formulated to contain the mixture of fermented pumpkin and rice bran as chicken concentrate replacer as 10, 20, and 30% substitution. The diets were fed to replicate groups of 30 young chickens (14 days old and 112±11 g/bird) for 4-12 weeks. Growth performance and feed utilization in chicken including average daily gain (ADG) and feed conversion ratio (FCR) were not

significantly difference ($p > 0.05$). However, total feed cost of 10, 20, and 30% of fermented pumpkin diets were decreased 25.19, 38.20 and 49.05%, respectively. In term of carcass quality of chicken breast meats, amino acid profiles in meat were not significantly differenced by a supplement of dietary fermented pumpkin. However, accumulation of oleic acid (C18:1) stearic acid (C18:0) and arachidonic acid (C20:4) in the breast meat were significantly increased with dietary fermented pumpkin.

Keywords: fermented pumpkin, microbial consortium, performance, meat quality

Thai Native Chicken Pradu Hang Dum

บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์ของการวิจัยครั้งนี้ เพื่อศึกษาถึงผลของการใช้ฟักทองหมักร่วมกับรำข้าวในอาหารต่อประสิทธิภาพการผลิต และคุณภาพเนื้อไก่ประดู่หางดำเชียงใหม่ กระบวนการหมักฟักทองทำได้โดยการผสมฟักทองกับน้ำในอัตราส่วน 2:1 ร่วมกับกากน้ำตาล 1.0% (w/v) และหัวเชื้อจุลินทรีย์ในอัตราส่วน 0.1% (w/v) ซึ่งประกอบด้วยจุลินทรีย์ 3 กลุ่ม คือ กลุ่มที่ผลิตเอนไซม์เซลลูเลส ได้แก่ *Trichoderma* spp. กลุ่มที่ผลิตเอนไซม์อะไมเลส ได้แก่ *Rhizopus oryzae*, *Mucor* spp. และยีสต์ *Saccharomyces cerevisiae* ทำการหมักไว้ในภาชนะปิดสนิทเป็นระยะเวลา 7 วัน ผลการทดลองพบว่าฟักทองที่ผ่านการหมักมีคุณค่าทางโภชนาการ คือ โปรตีน 18.05% ไขมัน 7.23% เยื่อใย 18.92% และวัตถุแห้ง 6.19% จากการใช้ฟักทองหมักผสมรำหยาบทดแทนอาหารชั้นสำเร็จรูปโปรตีน 19% ในอัตราส่วน 10, 20 และ 30% ในการเลี้ยงไก่จำนวน 30 ตัวต่อกลุ่ม อายุเริ่มต้น 14 วัน น้ำหนักเฉลี่ยเริ่มต้น 112 กรัมต่อตัว เป็นระยะเวลา 4-12 สัปดาห์ พบว่าการเจริญเติบโตและประสิทธิภาพการผลิตของไก่ประดู่หางดำ เช่น การเจริญเติบโตเฉลี่ย ประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัว ในทุกกลุ่มไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \geq 0.05$) ในขณะที่ค่าอาหารในการเลี้ยงไก่เมื่อ

มีการเสริมฟักทองหมักในอาหารชั้น 10, 20 และ 30% มีต้นทุนค่าอาหารลดลงเท่ากับ 25.19, 38.20 และ 49.05% ตามลำดับ คุณภาพซากเนื้อออกไก่พบว่า ปริมาณของกรดอะมิโนไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ในขณะที่กรดไขมันพบว่าการสะสมกรดโอเลอิก (C18:1) กรดสเตียริก (C18:0) และกรดอะราคิโดนิก (C20:4) เพิ่มขึ้นในเนื้อไก่เมื่อได้รับอาหารชั้นที่มีการเสริมฟักทองหมัก

คำสำคัญ: ฟักทองหมัก หัวเชื้อจุลินทรีย์ ประสิทธิภาพการผลิต คุณภาพเนื้อ ไก่ประดู่หางดำเชียงใหม่

คำนำ

อุตสาหกรรมด้านปศุสัตว์ที่สำคัญอีกอย่างของประเทศไทย คือ อุตสาหกรรมการเลี้ยงไก่เนื้อ ซึ่งผลตอบแทนที่ดีต้องอาศัยปัจจัยร่วมหลายชนิด เช่น การจัดการด้านอาหาร สภาพแวดล้อม และการดูแลป้องกันโรค โดยเฉพาะอย่างยิ่งอาหารเป็นปัจจัยสำคัญในการเลี้ยงไก่ เพราะเป็นต้นทุนในการผลิตประมาณ 70-80% ของต้นทุนทั้งหมด ที่ผ่านมากเกษตรกรผู้เลี้ยงประสบปัญหาวัตถุดิบอาหารสัตว์ขาดแคลนและมีราคาแพง ดังนั้น จึงมีผู้ศึกษาวิจัยเพื่อหาวัตถุดิบทดแทนที่มีราคาถูก เศษเหลือหรือผลพลอยได้ทั้งจากภาคการเกษตรหรือโรงงานอุตสาหกรรมที่หาง่ายในท้องถิ่น มาผลิตเป็นวัตถุดิบ

อาหารสำหรับไก่ ซึ่งน่าจะเป็นอีกทางเลือกหนึ่งที่จะช่วยเพิ่มรายได้ให้กับเกษตรกร (Leotaragul *et al.*, 2014)

การศึกษาข้อมูลเกษตรกรในจังหวัดพะเยาและภาคเหนือตอนบนเขตสอง (พะเยา เชียงราย แพร่ น่าน) พบว่าประชากรส่วนใหญ่ประกอบอาชีพเกษตรกรรมเป็นหลัก โดยเฉพาะการปลูกข้าว ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ และฟักทอง ในขณะที่ด้านการทำปศุสัตว์จะผลิตสัตว์เศรษฐกิจได้แก่ สุกร ไก่เนื้อ ไก่ไข่ และโคเนื้อ ซึ่งมีปัญหาหลักที่พบคือ ในการดำเนินงานยังขาดเทคโนโลยีเพื่อการลดต้นทุนการผลิต ทำให้ต้นทุนการผลิตสูงเกษตรกรสู้การแข่งขันด้านต้นทุนการผลิตไม่ได้ ทั้งๆ ที่สภาพพื้นที่กลุ่มภาคเหนือตอนบนมีพืชการเกษตรที่สามารถนำเป็นอาหารได้เป็นปริมาณมาก เช่น ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ มันสำปะหลัง และฟักทอง (Danmek *et al.*, 2016) จากการลงพื้นที่ศึกษาเบื้องต้นพบว่า ในจังหวัดพะเยามีพื้นที่ปลูกฟักทองหลายพันไร่ มีราคาผันผวนเฉลี่ย 5.50 ถึง 20 บาทต่อกิโลกรัม ขึ้นอยู่กับคุณภาพของฟักทองและกลไกด้านการตลาด อย่างไรก็ตามในส่วนของฟักทองตากเกรด มีผลผลิตเฉลี่ย 600 ตันต่อปี ราคาเฉลี่ย 0.50 ถึง 2.00 บาทต่อกิโลกรัม ขึ้นอยู่กับระยะทางในการขนส่ง ซึ่งเนื้อฟักทองมีคุณค่าทางโภชนาการสูงมาก โดยเฉพาะวิตามินเอ และเบต้าแคโรทีน ซึ่งช่วยเสริมสีแดงในไข่และเนื้อไก่ โดยฟักทองสด 100 กรัม มีปริมาณเส้นใย 0.5 กรัม วิตามินเอ เท่ากับ 7,834 IU วิตามินซี 9 มิลลิกรัม วิตามินอี 1.1 มิลลิกรัม วิตามินเค 1.1 ไมโครกรัม แอลฟาแคโรทีน 515 ไมโครกรัม เบต้าแคโรทีน 3,100 ไมโครกรัม เบต้าคริปโตซานทิน 2,145 ไมโครกรัม และลูทีนซีซานทิน 1,500 ไมโครกรัม (The USDA National Nutrient Data Base for Standard Reference, 2013) นอกจากนี้ฟักทองยังเป็นแหล่งสารสีธรรมชาติ คือ การสะสม

รงควัตถุสีแดงในกลุ่มคาร์โรทีนอยด์ ที่มีคุณสมบัติในการต้านปฏิกิริยาออกซิเดชัน (Muntean, 2005) ในการศึกษาคุณค่าทางโภชนาการของฟักทองเบื้องต้น พบว่า เนื้อฟักทองมีคาร์โบไฮเดรตเป็นองค์ประกอบสูงมาก คือ 71.28% โปรตีน 3-10% และไขมัน 2.14% (Klahan *et al.*, 2014) ในขณะที่เมล็ดจะมีส่วนของไขมันและโปรตีนสะสมมากกว่า คือ ไขมัน 38% โปรตีน 27.8% และ คาร์โบไฮเดรตเพียง 28% (Elinge *et al.*, 2012)

ดังนั้นถ้านำฟักทองมาประยุกต์ใช้เพื่อเพิ่มมูลค่าในด้านอื่นๆ เช่น การนำไปหมักเพื่อเป็นอาหารสัตว์ จะทำให้เกษตรกรมีรายได้เสริมจากการใช้วัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรมาเพิ่มมูลค่าได้ ทั้งนี้ในการหมักต้องมีการเติมสารอาหารเสริม เพื่อกระตุ้นให้เกิดกระบวนการหมักได้เร็วขึ้นและมีคุณภาพดี เช่น กากน้ำตาล ซึ่งจะช่วยเพิ่มปริมาณคาร์โบไฮเดรตสำหรับจุลินทรีย์เพื่อใช้ในการหมักให้มีประสิทธิภาพดีและเพิ่มความน่ากิน แต่ปริมาณที่ใช้จะต้องมีการวิจัยเพื่อให้เหมาะสมกับพืชอาหารสัตว์แต่ละชนิดด้วย (Wilkinson, 1990) นอกจากนี้การหมักโดยอาศัยการทำงานของจุลินทรีย์ชนิดต่างๆ เช่น *Saccharomyces cerevisiae* *Lactobacillus* spp. (Obloh, 2006) *Aspergillus niger* และ *Aspergillus oryzae* (Obloh *et al.*, 2002) มีส่วนช่วยเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการและโปรตีนของอาหารหมักให้เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ (Obloh and Elusiyan, 2007) อีกทั้งการใช้อาหารหมักในอาหารไก่เนื้อ เช่น มันสำปะหลังหมัก พบว่าสามารถใช้ได้ทีละระดับสูงถึง 16% เมื่อเปรียบเทียบกับการใช้แบบสด หรือกากมันที่ใช้ได้เพียง 8 ถึง 10% โดยไม่ส่งผลกระทบต่อการย่อยได้และการใช้ประโยชน์ได้ของโภชนาการ สมรรถนะการเจริญเติบโต และคุณภาพซากของไก่เนื้อ (Thongkrathok, 2010)

จากที่กล่าวมาข้างต้น การนำฟักทองซึ่งเป็นพืชที่มีแป้งเป็นองค์ประกอบจึงน่าจะเป็นอีกแนวทางหนึ่งที่สามารถใช้เป็นวัตถุดิบในการหมักร่วมกับจุลินทรีย์เพื่อให้มีคุณค่าทางโภชนาการของอาหารสัตว์เพิ่มขึ้นได้ การทดลองครั้งนี้จึงได้ทำการทดสอบการนำฟักทองหมักไปเสริมในอาหารไก่เนื้อ เพื่อศึกษาคุณค่าทางโภชนาการของอาหาร สมรรถนะการผลิต คุณภาพทางกายภาพของเนื้อไก่ องค์ประกอบของกรดไขมันและกรดอะมิโน สำหรับใช้เป็นแนวทางในการลดต้นทุนการผลิตไก่เนื้อและการนำไปใช้เลี้ยงไก่เพื่อผลิตเนื้อไก่สุภาพ อันจะนำไปสู่การเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขันของประเทศในอนาคตต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการ

การเตรียมสัตว์ทดลองและสถานที่ทดลอง

การทดลองดำเนินการที่ศูนย์วิจัยและบำรุงพันธุ์สัตว์พะเยา โดยใช้ไก่ประดู่หางดำเชียงใหม่ อายุ 4 สัปดาห์ จำนวน 120 ตัว แบ่งไก่เป็น 4 กลุ่ม กลุ่มละ 30 ตัว เลี้ยงไก่ในคอกขนาดกว้างประมาณ 4 เมตร ยาว 5 เมตร พื้นคอกซีเมนต์ ปูพื้นคอกด้วยด้วยแกลบแห้ง มีภาชนะให้อาหารและน้ำสะอาด โดยเปลี่ยนน้ำทุกวัน วันละ 2 ครั้ง ในช่วงเช้าเวลา 08.00 น. และ ช่วงเย็น 16.00 น. ให้อาหารผสมที่มีการใช้ฟักทองหมักและรำข้าว ตามกลุ่มการทดลอง (Table 1) ใช้ระยะเวลาในการเลี้ยงทดลอง 4-12 สัปดาห์

การเตรียมอาหารทดลอง/การเตรียมฟักทองหมัก

นำฟักทองมาสับเป็นชิ้นเล็กๆ ความหนาของชิ้นฟักทองเฉลี่ย 1 ซม. จากนั้นนำมาทำการหมักในถังหมักขนาดบรรจุ 120 ลิตร ที่มีฝาปิด โดยมีอัตราส่วนของอาหารหมักเบื้องต้น คือ ฟักทองผสมน้ำอัตราส่วน 2:1 กากน้ำตาล 1.0% หัวเชื้อจุลินทรีย์ 0.1% (หัวเชื้อจุลินทรีย์มีองค์ประกอบของจุลินทรีย์ 3 กลุ่ม คือ กลุ่มที่ผลิตเอนไซม์

เซลลูเลส ได้แก่ *Trichoderma* spp. กลุ่มที่ผลิตเอนไซม์อะไมเลส ได้แก่ *Rhizopus oryzae* และ *Mucor* spp. และยีสต์ *Saccharomyces cerevisiae*) ทำการผสมให้เข้ากัน จากนั้นจึงปิดฝาให้สนิทและนำไปเก็บไว้ที่ร่มเป็นระยะเวลาประมาณ 7 วัน นำฟักทองหมักและรำข้าวมาผสมกับอาหารสำเร็จรูปสำหรับไก่เนื้อโปรตีน 19% ในปริมาณที่ต่างกัน 4 ระดับ ได้แก่ 0, 10, 20 และ 30% (น้ำหนักสด) ดังแสดงใน Table 1 โดยสูตรดังกล่าวนี้จะใช้เลี้ยงไก่ ตลอดระยะเวลาการทดลอง 4-12 สัปดาห์

การศึกษาคุณค่าทางโภชนาการของอาหาร

ตรวจสอบลักษณะทางกายภาพและคุณค่าทางโภชนาการของอาหารหมัก โดยทำการเก็บตัวอย่างที่ศึกษานำมาอบให้แห้งจนน้ำหนักคงที่ที่อุณหภูมิ 65°C. เพื่อนำมาศึกษาลักษณะต่างๆ เช่น น้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งตามวิธีของ Akinfemi *et al.* (2010) และคุณภาพของการนำมาเป็นอาหารสัตว์ ตามวิธีของกรมปศุสัตว์ (Department of Livestock Development, 2004a; 2004b; 2004c) และการวิเคราะห์ Proximate analysis โดยในงานวิจัยนี้ใช้วิธีของ AOAC (2006) ทำการวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการ 6 กลุ่มใหญ่ คือ ความชื้น (Moisture) เถ้า (Ash) โปรตีนรวม (Crude Protein, CP) ไขมัน (Crude fat หรือ Ether Extract, EE) เยื่อใย (Crude Fiber, CF) เป็นต้น

การทดสอบประสิทธิภาพการผลิต

แบ่งกลุ่มการทดลองออกเป็น 4 กลุ่มการทดลองเพื่อทดสอบประสิทธิภาพการเจริญเติบโต (Table 1) ภายหลังปรับสภาพให้อาหารผสมทุกๆ วัน วันละ 2 ครั้ง ในช่วงเช้า 08.00 น. และช่วงเย็น 16.00 น. ทำการบันทึกน้ำหนักของสัตว์ทดลองเมื่อเริ่มต้น และสิ้นสุดการทดลอง โดยชั่งน้ำหนักที่เปลี่ยนแปลงทุกๆ 1 สัปดาห์ เพื่อ

คำนวณค่าต่างๆ เช่น ปริมาณการกินได้ (Feed Intake; FI) การเจริญเติบโตเฉลี่ย (Average Daily Gain; ADG) ประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัว (Feed Conversion Ratio; FCR) และต้นทุนค่าอาหารต่อน้ำหนักที่เพิ่มขึ้น 1 กิโลกรัม (Feed Cost for 1 kg of Weight Gain, FCG) เป็นต้น

การวิเคราะห์องค์ประกอบไขมันและกรดอะมิโนในเนื้ออกไก่

ทำการสกัดกรดไขมันในเนื้อไก่โดยใช้ตัวทำละลายผสมระหว่างคลอโรฟอร์มและเมทานอล (Folch *et al.*, 1957) Fatty acid methyl esters จากตัวอย่างเตรียมตามวิธีของ Morrison and Smith (1964) และการศึกษาชนิดกรดอะมิโน วิเคราะห์กรดอะมิโนทั้งที่จำเป็นและไม่จำเป็นแต่ละชนิด ใช้เทคนิค High Performance

Liquid Chromatography และปริมาณของกรดไขมันด้วยวิธี Gas chromatography ตามวิธีของ Chaiwang *et al.* (2012) และ Jaturasitha *et al.* (2004)

สถิติที่ใช้ในงานวิจัย

การวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อทดสอบสมมติฐานทางสถิติใช้โปรแกรมสถิติสำเร็จรูป โดยกำหนดค่าความเชื่อมั่นทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ($p\text{-value} = 0.05$) และวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ค่าทางสถิติเพื่อหาค่าความแปรปรวน (Analysis of Variance, ANOVA) และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของแต่ละกรรมวิธีด้วย Independent sample t-test เพื่อทดสอบความแตกต่างระหว่างกลุ่มทดลอง โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ (SPSS ver.19)

Table 1 Fermented pumpkin diet for Thai native (Pradu Hang Dum) chicken production

Diet	Control	Fermented	Fermented	Fermented
		Pumpkin Diet 10%	Pumpkin Diet 20%	Pumpkin Diet 30%
Commercial Diet (kg)	100	80	60	40
Fermented pumpkin (kg)	0	10	20	30
Rice bran (kg)	0	10	20	30
Nutritive value (calculated)				
Protein (%)	19	17.7	16.4	15.1
Ether extract (%)	3	4.1	5.2	6.3
Crude fiber (%)	3.59	6.85	8.74	10.25
Dry matter (%)	91.12	89.25	85.12	78.31
Ash (%)	7.2	9.65	9.18	10.82
GE (Kcal/100g)	290.2	315.5	333.2	365.1
Feed cost (Baht/kg)	14	10	8.29	6.58

ผลการวิจัยและวิจารณ์

องค์ประกอบทางเคมีของฟักทองสดพบว่า มี โภชนะค่อนข้างสูง คือ วัตถุแห้ง 13.15% โปรตีน 13.10% ไขมัน 3.14% และเยื่อใย 12.31% และเมื่อนำฟักทองมา หมักร่วมกับหัวเชื้อจุลินทรีย์ที่มีองค์ประกอบของ จุลินทรีย์ 3 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มที่ผลิตเอนไซม์เซลลูเลส ได้แก่ *Trichoderma* spp. กลุ่มที่ผลิตเอนไซม์อะไมเลส ได้แก่ *Rhizopus oryzae* และ *Mucor* spp. และยีสต์ *Saccharomyces cerevisiae* พบว่ามีโภชนะโดยเฉพาะ ในส่วนของโปรตีนและไขมันเพิ่มขึ้น คือ โปรตีน 18.01% ไขมัน 5.02% เยื่อใย 15.21% และวัตถุแห้ง 9.12% ตามลำดับ ทั้งนี้เนื่องจากการกระบวนการหมักจะทำให้เกิด ความชื้น ซึ่งส่งผลให้เยื่อใยของวัตถุดิบอ่อนนุ่มลง และ คาร์โบไฮเดรตบางส่วนละลายออกมาได้ ดังนั้นปริมาณ วัตถุแห้งของวัตถุดิบจึงลดลง อย่างไรก็ตามจุลินทรีย์ ที่ใส่ลงไป ในการหมักจะผลิตเอนไซม์ต่างๆ ได้แก่ อะไมเลส เซลลูเลส และไซแลนเนส ที่ช่วยในการย่อยโครงสร้างหลักของ ฟักทองที่มีเซลลูโลสและแป้งเป็นองค์ประกอบโดยระหว่าง การหมัก เชื้อรา *Trichoderma* spp. และ *Rhizopus oryzae* จะย่อยส่วนที่เป็นเยื่อใยและแป้งเป็นน้ำตาล เพื่อให้ พลังงานกับจุลินทรีย์สำหรับการเจริญและเพิ่มจำนวน มากขึ้น จากนั้นยีสต์ *Saccharomyces cerevisiae* จะ เปลี่ยนน้ำตาลเป็นแอลกอฮอล์และกรดไขมันที่ระเหยได้ โดยเฉพาะกรดแลคติก และกรดอะซิติก ซึ่งนอกจากจะทำให้ ฟักทองหมักมีโปรตีนและไขมันเพิ่มขึ้นจากการเจริญ ของจุลินทรีย์แล้ว จากสภาพการหมักที่มีค่า pH ต่ำ มีส่วน ช่วยในการถนอมโภชนะของวัตถุดิบให้เก็บได้นานโดยไม่ บูดเน่าจากการเจริญของจุลินทรีย์ก่อโรคชนิดต่างๆ สอดคล้องกับรายงานการศึกษาจากนักวิจัยหลายท่านที่ใช้ วัตถุดิบอาหารสัตว์ที่มีแป้งเป็นองค์ประกอบมาหมักเพื่อ เพิ่มคุณค่าทางโภชนะก่อนที่จะนำไปเลี้ยงสัตว์ เช่น การ หมักกากมันสำปะหลังด้วยเชื้อรา *Rhizopus oligosporus* (Belewu and Babalola, 2009) การเพิ่มโปรตีนในมันเส้น ด้วยการหมักร่วมกับเชื้อรา *Trichoderma viride* (Ezekiel

et al., 2010) งานทดลองของ Al-maadhidi *et al.* (2010) ที่ทำการหมักซังข้าวโพด และ Adamafio *et al.* (2010) ในการหมักเพิ่มโภชนะมันสำปะหลังก่อนนำมาผสมเป็น อาหารสัตว์ เป็นต้น

เมื่อนำฟักทองหมักไปผสมเป็นสูตรอาหารเพื่อ เลี้ยงไก่ประดู่หางดำเชียงใหม่เป็นระยะเวลา 4-12 สัปดาห์ โดยศึกษาประสิทธิภาพการผลิตไก่ประดู่หางดำเชียงใหม่ ในชุดการทดลองควบคุมที่ไม่ใส่ฟักทองหมักและกลุ่มใช้ ฟักทองหมักร่วมกับรำข้าวทดแทน 0, 10, 20, และ 30% พบว่ามีค่าประสิทธิภาพการผลิตใกล้เคียงกันและไม่มี ความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \geq 0.05$) เช่น อัตราการเจริญเติบโตต่อวันเฉลี่ย (Average Daily Gain; ADG) อัตราแลกน้ำหนัก (Feed Conversion Ratio; FCR) อย่างไรก็ตามพบว่า ปริมาณอาหารที่กินของกลุ่มที่ใช้ ฟักทองหมักจะสูงขึ้นตามสัดส่วนของการใช้ฟักทองหมัก และค่าอาหารที่ให้ไปต่อน้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้น (Feed Cost per Gain; FCG) เป็นต้น โดยหลังเสร็จสิ้นการทดลอง พบว่าไก่มีน้ำหนักเฉลี่ย 1,179.8 ถึง 1,125.2 กรัมต่อตัว ซึ่งไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \geq 0.05$) อย่างไรก็ตามเมื่อเพิ่มระดับฟักทองหมักในอาหารทดลอง มีผลทำให้ต้นทุนในการผลิตไก่ประดู่หางดำทดลองอย่างมี นัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) (Figure 1 and Table 2)

การศึกษาลักษณะการเสริมฟักทองหมักร่วมกับ รำข้าวในอาหารไก่เปรียบเทียบกับอาหารกลุ่มควบคุม ต้ององค์ประกอบกรดไขมันและกรดอะมิโนในเนื้ออกไก่ ประดู่หางดำเชียงใหม่ โดยเลือกศึกษาเปรียบเทียบเฉพาะ การทดลองที่ให้อาหารผสมฟักทองหมักร่วมกับรำข้าว 30% และอาหารสำเร็จรูป พบว่าระดับกรดไขมันในกลุ่มของ กรดไขมันอิ่มตัว (Saturated Fatty Acid, SFA) กรดไขมันไม่อิ่มตัวเชิงเดี่ยว (Monounsaturated Fatty Acid, MUFA) และกรดไขมันไม่อิ่มตัวเชิงซ้อน (Polyunsaturated Fatty Acid, PUFA) ในเนื้ออกไก่ที่ได้รับอาหารเสริมฟักทองหมัก ร่วมกับรำข้าว มีค่าสูงกว่าและแตกต่างกับเนื้ออกไก่ ที่ได้รับอาหารกลุ่มควบคุม เช่น กรดปาล์มเมตริก (C16:0) กรดโอเลอิก (C18:1) กรดสเตียริก (C18:0) และกรด

อะราคิโดนิก (C20:4) ในขณะที่กรดลิโนเลอิก (C18:2) มีค่าลดลง (Table 3) และเมื่อพิจารณาค่ากรดอะมิโนในเนื้ออกไก่ทั้ง 16 ชนิด พบว่ามีค่าไม่แตกต่างกัน อย่างไรก็ตามในเนื้ออกไก่ที่ได้รับอาหารอาหารผสมฟักทองหมักร่วมกับรำข้าว 30% มีแนวโน้มของการสะสมกรดอะมิโนชนิดต่างๆ มากกว่ากลุ่มควบคุม (Table 4) อย่างไรก็ตามในการศึกษานี้ เมื่อนำฟักทองที่ผ่านการหมักมาผสมกับรำข้าวและนำไปประกอบเป็นสูตรอาหารเลี้ยงไก่เนื้อประดู่หางดำเชียงใหม่ ในด้านประสิทธิภาพการผลิตพบว่าสามารถใช้ได้ถึง 30% โดยไม่ส่งผลให้สมรรถภาพการผลิตในด้านต่างๆ ลดลง สอดคล้องกับการใช้วัตถุดิบอื่นๆ มาทดแทนอาหารในการเลี้ยงไก่ เช่น มันสำปะหลัง (Feng *et al.*, 2007) และซังข้าวโพด (Iheukwumere *et al.*, 2009)

การทดลองนี้อาหารผสมที่ให้ไก่เนื้อมีคุณค่าทางโภชนาการของอาหารที่ได้รับเพียงพอต่อประสิทธิภาพการผลิตดังแสดงใน Table 1 โดยน้ำหนักเริ่มต้นและน้ำหนักหลังทดลองของไก่ประดู่หางดำในแต่ละกลุ่มไม่แตกต่างกัน แต่ค่า ADG และ Total Feed Cost ของกลุ่มที่ได้รับการใช้ฟักทองหมักจะมีค่าลดลงตามการเพิ่มเปอร์เซ็นต์ของการใช้ฟักทองหมัก โดยกลุ่มควบคุมจะมีค่าสูงกว่ากลุ่มที่ใช้ฟักทองหมัก 10, 20 และ 30% ตามลำดับ ($p < 0.05$) และในขณะที่ Feed intake, FCR, FCG จะเพิ่มสูงขึ้นตามการเพิ่มเปอร์เซ็นต์ของการใช้ฟักทองหมัก โดยกลุ่มที่ได้รับฟักทองหมัก 30% มีค่าสูงกว่ากลุ่มที่ได้รับฟักทอง 20%, 10% และกลุ่มควบคุม ตามลำดับ ($p < 0.05$) (Table 2) สอดคล้องกับการศึกษาของ Hongladdaporn *et al.* (2014) พบว่าความต้องการโปรตีนของไก่พื้นเมืองขึ้นอยู่กับช่วงอายุของการเจริญเติบโต คือ อายุ 0 ถึง 4, 4 ถึง 8 และ 8 เดือนขึ้นไป มีค่าเท่ากับ 21, 17 และ 15% ตามลำดับ ทั้งนี้เนื่องจากไก่ประดู่หางดำเป็นไก่เนื้อพื้นเมืองซึ่งสามารถเจริญเติบโตได้ดีในสภาวะแวดล้อมของประเทศไทย และมีความต้องการอาหารที่มีโภชนาการของโปรตีนเฉลี่ย 15-17% ซึ่งเมื่อคำนวณสูตรอาหารที่

ผสมแล้วพบว่า อาหารผสมที่มีฟักทองหมักผสมรำข้าวถึง 30% มีค่าโปรตีนที่เพียงพอต่อการเจริญเติบโตของไก่เนื้อประดู่หางดำ ดังนั้น ผลการทดลองในกลุ่มที่ให้อาหารผสมฟักทองหมักจึงให้ประสิทธิภาพการผลิตไม่แตกต่างจากกลุ่มที่ได้รับแต่อาหารสำเร็จรูปเพียงอย่างเดียว นอกจากนี้จากการที่ฟักทองหมักซึ่งมีสารที่สำคัญในกลุ่มเบตาแคโรทีน ซึ่งมีสีส้มแดงและสะสมในไขมัน จึงส่งผลให้ไขมันช่องท้องไก่เนื้อประดู่หางดำที่ให้อาหารผสมฟักทองผสมรำข้าวมีสีเหลืองเข้มขึ้นโดยมีค่าเฉลี่ย L^* และ a^* , b^* เท่ากับ 76.15, 6.32 และ 28.13 (เหลือง) ตามลำดับ มากกว่าไขมันช่องท้องของไก่ชุดควบคุมที่ให้กินอาหารสำเร็จรูปซึ่งไขมันมีค่าสี L^* และ a^* , b^* เท่ากับ 81.04, 3.19 และ 16.25 ตามลำดับ ซึ่งผลการทดลองที่ได้นี้สามารถเป็นแนวทางในการผลิตเป็นอาหารไก่ไข่ได้ เพราะในอาหารไก่ไข่มักนิยมใส่วัตถุดิบที่มีสารดังกล่าวเพื่อเพิ่มความน่ากินของไข่แดงที่มีสีเข้มขึ้น เช่น การใช้เมล็ดข้าวโพดผสมอาหาร เนื่องจากมีแซนโทฟิลล์และลูทีนสูงถึงปริมาณ 17 และ 0.12 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม (NRC, 1994) ตามลำดับ

ผลผลิตเนื้ออกไก่ประดู่หางดำในอาหารที่มีการทดแทนด้วยฟักทองหมักไม่แตกต่างกัน แต่องค์ประกอบของกรดอะมิโนและกรดไขมันในเนื้ออกไก่มีแนวโน้มสูงขึ้นจากการใช้ระดับของฟักทองหมักที่เพิ่มขึ้น ซึ่งอาจเป็นผลของอาหารผสมในสูตรที่มีการใช้ฟักทองหมักมีปริมาณของไขมันสูงกว่าอาหารชุดควบคุม (Table 1) โดยเฉพาะในส่วนของกรดไขมันชนิดกรดโอเลอิก (C18:1) 34.67% กรดลิโนเลอิก (C18:2) 15.63% และกรดปาล์มมิติก (C16:0) 28.47% (Table 3) ซึ่งสอดคล้องกับสัดส่วนของกรดไขมันที่พบในฟักทอง โดยเฉพาะในเมล็ดฟักทอง คือ กรดลิโนเลอิก (C18:2) 52.69% กรดโอเลอิก (C16:0) 18.14% และกรดปาล์มมิติก (C16:0) 16.41% นอกจากนี้การสะสมกรดไขมันและกรดอะมิโนบางส่วนอาจเป็นผลมาจากจุลินทรีย์ที่เกิดขึ้นในอาหารหมัก โดยเฉพาะ *Rhizopus oryzae* และ *Mucor* spp. เนื่องจากมีรายงานศึกษาพบว่า จุลินทรีย์กลุ่มดังกล่าวสามารถสะสมไขมัน

โดยเฉพาะในกลุ่มกรดโอเลอิก (C18:1) และกรดลิโนเลอิก (C18:2) ในเซลล์ได้ เช่น *Mucor circinelloides* และ *Rhizopus* spp. (Thevenieau and Nicaud, 2013)

การทดลองนี้ (Table 3) จะพบกรดโอเลอิก (C18:1) อยู่ในเนื้อไก่ที่กินอาหารหมัก ประมาณ 34.67% (ชุดควบคุม 30.02%) ซึ่งสูงกว่า Aumaitre (1999) ที่รายงานว่ากรดไขมันของเนื้อไก่บ้านไทยและเนื้อไก่พื้นเมือง ซึ่งพบว่าส่วนมากเป็นกรดไขมันชนิดไม่อิ่มตัว ทั้ง Monounsaturated Fatty Acid (MUFA) และ Polyunsaturated Fatty Acid (PUFA) โดยมีกรดโอเลอิก (C18:1) ประมาณ 20-30% ในขณะที่เปอร์เซ็นต์ของกรดไขมันอื่นๆ เช่น กรดปาล์มเมติก (C16:0) กรดสเตียริก

(C18:0) และกรดลิโนเลอิก (C18:2) มีค่าใกล้เคียงกัน (Jaturasitha *et al.* 2004) ในส่วนของกรดอะมิโนในเนื้อไก่ประดู่หางดำเชียงใหม่ พบว่าเนื้อไก่มีการสะสมของกรดอะมิโนที่จำเป็นและไม่จำเป็นรวม 16 ชนิด มีสัดส่วนของกรดอะมิโนชนิดต่างๆ ใกล้เคียงกันกับไก่ชนิดอื่นๆ โดยมีสัดส่วนกรดอะมิโนกลูตามิกสูงที่สุด (12.83%) รองลงมา คือ กรดแอสปาดิก (8.11%) สอดคล้องกับการศึกษาคุณภาพเนื้อไก่ที่ผลิตเชิงการค้า ดังรายงานของ Chen *et al.* (2016) อย่างไรก็ตามเมื่อพิจารณาถึงปริมาณของกรดอะมิโนที่สะสมในเนื้อไก่พบว่า ไก่ประดู่หางดำเชียงใหม่ที่ได้รับอาหารผสมฟักทองหมัก มีแนวโน้มของการสะสมกรดอะมิโนในเนื้อไ้มากกว่าชุดควบคุม

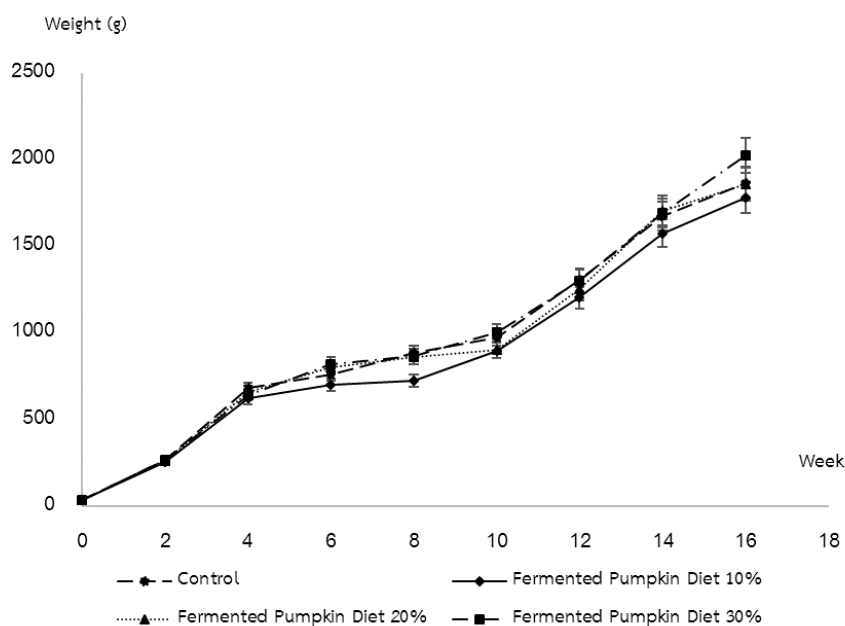


Figure 1 Weight (g) of Thai native (Pradu Hang Dum) chicken fed with fermented pumpkin diet

Table 2 Performance and carcass quality in Thai Native (Pradu Hang Dum) chicken 4-12 week

Experiments	Weight (g)			
	control	Fermented	Fermented	Fermented
		pumpkin diet 10%	pumpkin diet 20%	pumpkin diet 30%
Start weight (g)	315.58	315.37	321.41	215.37
Final weight (g)	1,184.99	1,160.78	1,113.76	1,060.78
ADG (g/day)	15.81 ^a	15.09 ^a	14.15 ^b	10.49 ^c
Feed intake (g)	2,745.63 ^c	2,875.81 ^b	2,865.31 ^b	2,975.81 ^a
FCR	3.16 ^b	3.40 ^a	3.61 ^a	3.52 ^a
Mortality rate	5.71 ^a	5.71 ^a	4.85 ^a	5.71 ^a
FCG (Baht/kg BW gain)	22.62 ^d	29.41 ^c	33.36 ^b	43.18 ^a
Total feed cost (Baht)	38.43 ^a	28.75 ^b	23.75 ^c	19.58 ^d

Table 3 Fatty acid profiles of Thai Native (Pradu Hang Dum) chicken breast meat

Type	Group	Fatty acid	Fatty acid (%oil g/ 100 g oil)	
			Control 0%	Fermented
				Pumpkin diet 30%
Saturated fatty acid	C14:0	Myristic acid	Nd.	Nd.
	C15:0	Pentadecanoic acid	2.70	Nd.
	C16:0	Palmitic acid	22.55 ^b	28.47 ^a
	C18:0	Stearic acid	5.74 ^b	10.21 ^a
Monounsaturated fatty acid	C16:1	Palmitoleic acid	2.04 ^a	1.18 ^b
	C18:1 n9c	Oleic acid	30.02 ^b	34.67 ^a
Polyunsaturated fatty acid	C18:2 n6c	Linoleic acid	26.38 ^a	15.63 ^b
	C18:3 n3	Linolenic acid	1.09 ^a	1.01 ^a
	C20:4	Arachidonic acid	6.67 ^b	11.03 ^a

Table 4 Amino acid of Thai Native (Pradu Hang Dum) chicken breast meat

Type	Amino acid (g/100g fresh weight)	control	Fermented pumpkin diet 30%
Essential amino acid	Arginine	5.87	5.99
	Histidine	2.45	2.79
	Isoleucine	4.58	4.69
	Leucine	4.46	4.61
	Lysine	6.88	7.03
	Methionine	1.14	1.27
	Phenylalanine	6.07	6.19
	Threonine	3.47	3.50
	Valine	2.47	2.55
Non-essential amino acid	Alanine	5.10	5.13
	Aspartic acid	7.63	8.11
	Glutamic acid	12.02	12.83
	Glycine	3.69	3.80
	Proline	4.59	4.61
	Serine	2.72	2.88
	Tyrosine	12.36	11.22

สรุปผลการวิจัย

ฟักทองที่ผ่านการหมักร่วมกับจุลินทรีย์ทั้ง 3 กลุ่ม คือ กลุ่มที่ผลิตเอนไซม์เซลลูเลส ได้แก่ *Trichoderma* spp. กลุ่มที่ผลิตเอนไซม์อะไมเลส ได้แก่ *Rhizopus oryzae* และ *Mucor* spp. และยีสต์ *Saccharomyces cerevisiae* มีคุณค่าทางโภชนาการ คือ โปรตีน 18.05% ไขมัน 7.23% เยื่อใย 18.92% และวัตถุแห้ง 6.19% ตามลำดับ จากการใช้ฟักทองหมักทดแทนอาหารชั้นสำเร็จรูปโปรตีน 19% ในการเลี้ยงไก่เนื้อประดู่หางดำเชียงใหม่ พบว่าการใช้ฟักทองหมักในอาหารชั้นทำให้ค่าโปรตีนในอาหารลดลง ส่งผลทำให้อัตราการเจริญเติบโตของไก่ลดลง ทว่าการใช้

ฟักทองหมักทำให้ไก่มีปริมาณการกินอาหารสูงขึ้น ไก่จึงได้รับปริมาณของโภชนาการต่อวันใกล้เคียงกันกับกลุ่มที่ได้รับอาหารสำเร็จรูป ดังนั้น การใช้ฟักทองหมักทดแทนอาหารชั้นจึงสามารถลดต้นทุนค่าอาหารได้ และพบว่าสามารถช่วยเพิ่มการสะสมของกรดไขมันและกรดอะมิโนที่เป็นประโยชน์หลายชนิด เช่น กรดปาล์มติก (C16:0) กรดโอเลอิก (C18:1) กรดสเตียริก (C18:0) และกรดอะราคิโดนิก (C20:4) และจากการลดต้นทุนการผลิตในด้านอาหารสัตว์ ทำให้สามารถแข่งขันการตลาดทั้งด้านราคาและลักษณะของไก่เนื้อประดู่หางดำ ที่ให้ผลตอบแทนที่ดีแก่เกษตรกร ทำให้สามารถสร้างเป็นอาชีพทางเลือกแก่เกษตรกร ในการนำวัตถุดิบที่มีอยู่ในพื้นที่มาผลิตเป็นอาหารสำหรับเลี้ยงไก่ได้

กิตติกรรมประกาศ

โครงการวิจัยนี้ดำเนินการโดยความร่วมมือทางวิชาการระหว่างมหาวิทยาลัยพะเยา ภายใต้บันทึกความร่วมมือทางวิชาการ (Memorandum of Understanding; MOU) ระหว่างมหาวิทยาลัยพะเยาและกรมปศุสัตว์ ขอขอบคุณนายอิทธิพล เผ่าไพศาล ผู้อำนวยการสำนักพัฒนาอาหารสัตว์ สำหรับคำแนะนำในด้านโภชนาศาสตร์ สัตว์ปีก และขอขอบคุณสำนักงานกองทุนสนับสนุนงานวิจัย ABCreative Center สัญญาเลขที่ ABC60A01 ที่ได้สนับสนุนทุนการวิจัยในครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

- Adamafio, N.A., M. Sakyiamah and J. Tetley. 2010. Fermentation in cassava (*Manihot esculenta* Crantz) pulp juice improves nutritive value of cassava peel. **African Journal of Biochemistry Research** 4(3): 51-56.
- Akinfemi, A., O.A. Adu and F. Doherty. 2010. Conversion of sorghum stover into animal feed with white-rot fungi: *Pleurotus ostreatus* and *Pleurotus pulmonarius*. **African Journal of Biochemistry Research** 9(11): 1706-1712.
- Al-maadhi, J.F., M. Al-khatib, S.R. Farhan and H. Fahim. 2010. Effect of different nitrogen sources supplement on the final crude protein yield from fermented corn cob. **Journal of Madenat Alelem College** 2(1): 26-31.
- AOAC. 2006. Chapter 4: Animal feed. *In Official Methods of Analysis*. 18th ed. Arlington: AOAC International.
- Aumaitre, A. 1999. Quality and safety of animal products. **Livestock Production Science** 59: 113-124.
- Belewu, M.A. and F.T. Babalola. 2009. Nutrient enrichment of waste agricultural residues after solid state fermentation using *Rhizopus oligosporus*. **Journal of Applied Biosciences** 13: 695-699.
- Chaiwang, N., S. Jaturasitha, K. Sringarm, T. Bunmee, N. Chomchai, D. Prakotrat, K. Pugdeethai, W. Chaichum and M. Wicke. 2012. Comparison of fatty acid composition between White Lamphun and Brahman Crossbred cattle raised with fresh Pangola grass. **Chiang Mai University Journal of Natural Sciences** 11(1): 303-308.
- Chen, Y., Y. Qiao, Y. Xiao, H. Chen, L. Zhao, M. Huang and G. Zhou. 2016. Differences in physicochemical and nutritional properties of breast and thigh meat from crossbred chickens, commercial broilers, and spent hens. **Asian-Australasian Journal of Animal Sciences** 29(6): 855-864.
- Danmek, K., T. Thana, C. Sorachakula and C. Dongpaleedham. 2016. Maize husk silage: a new choice of reduced cost for beef cattle farmer. **Thaieduzine** 2(3): 45-51. [in Thai]

- Department of Livestock Development. 2004a. **Table of Nutritive Values Database of Feed Stuffs**. The guidance document. Bangkok: Department of Livestock, Ministry of Agriculture and Cooperatives. 26 p. [in Thai]
- _____. 2004b. **Standard Forage Fermentation**. The guidance document. Bangkok: Department of Livestock, Ministry of Agriculture and Cooperatives. 23 p. [in Thai]
- _____. 2004 c. **Standard forage dry**. The guidance document. Department of Livestock, Ministry of Agriculture and Cooperatives. 22 p. [in Thai]
- Elinge, C.M., A. Muhammad, F.A. Atiku, A.U. Itodo, J. Penil, O.M. Sanni and A.N. Mbongo. 2012. Proximate, mineral and anti-nutrient composition of pumpkin (*Cucurbita pepo* L.) seeds extract. **International Journal of Plant Sciences** 2(5): 146-150.
- Ezekiel, O.O., O.C. Aworh, H.P. Blaschek and T.C. Ezeji. 2010. Protein enrichment of cassava peel by submerged fermentation with *Trichoderma viride* (ATCC 36316). **African Journal of Biotechnology** 9(2): 187-194.
- Feng, J., X. Liu, Z.R. Xu, Y.Y. Liu and Y.P. Lu. 2007. Effects of *Aspergillus oryzae* 3.042 fermented soybean meal on growth performance and plasma biochemical parameters in broilers. **Animal Feed Science and Technology** 134: 235-242.
- Folch, J., M. Lee and G.H.S. Stanley. 1957. A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissue. **The Journal of Biological Chemistry** 226: 497-509.
- Hongladdaporn, C., S. Kullawong, S. Kruttaga, C. Jongnok, N. Hancherngchai, K. Limsawat and S. Mungsri. 2014. Effect of protein levels in diet on growth performance of Chee chickens. **Khon Kaen Agriculture Journal** 42(Suppl.1): 345-350. [in Thai]
- Iheukwumere, F., E. Ndubuisi and E. Mazi. 2009. Effect of feeding corn cob meal on growth, nutrient digestibility and organ characteristics of finisher broilers. **International Journal of Natural and Applies Sciences** 5(1): 499-514.
- Jaturasitha, S., R. Khiaosa-ard, A. Phongphaew, A. Leotaragul, S. Saitong, T. Apichatsrungkoon, V. Leangwunta and N. Longani. 2004. The effect of strain, sex, weight and muscle on fat quality of Thai native and crossbred chickens (Gai Baan Thai). pp. 127-136. **In Proceedings of the 42th Kasetsart University Annual Conference**. Bangkok: Kasetsart University. [in Thai]

- Klahan, R., B. Yuangsoi and J. Weeragul. 2014. Growth performance, feed utilization and edible flesh quality of hybrid cat fish (*Clarias macrocephalus* × *C. gariepinus*) fed with feed contained pumpkin. **Khon Kaen Agriculture Journal** 42(Suppl.1): 785-791. [in Thai]
- Leotaragul, A., D. Sopha and J. Kammongkun. 2014. Egg production and chick production cost of crossbred Pradu Hangdum Chiangmai–Rhode Thai chicken raised in farmer farm. **Khon Kaen Agriculture Journal** 42(Suppl.1): 285-289. [in Thai]
- Morrison, W.R. and L.M. Smith. 1964. Preparation of fatty acid methyl esters and dimethylacetals from lipids with boron fluoride-methanol. **The Journal of Lipid Research** 5: 600-608.
- Muntean, E. 2005. Quantification of carotenoids from pumpkin juice by HPLC-DAD. Scientific Researches. **Agroalimentary Processes and Technologies** XI: 123-128.
- National Research Council. 1994. **Nutrient Requirements of Poultry**. 9th ed. Washington, DC: National Academy Press. 176 p.
- Oboh, G. 2006. Nutrient enrichment of cassava peels using a mixed culture of *Saccharomyces cerevisiae* and *Lactobacillus* spp. solid media fermentation techniques. **Electronic Journal of Biotechnology** 9: 46-49.
- Oboh, G., A.A. Akindahunsi and A.A. Oshodi. 2002. Nutrient and anti-nutrient contents of *Aspergillus niger*-fermented cassava products (flour and garri). **Journal of Food Composition and Analysis** 15: 617-622.
- Oboh, G. and C.A. Elusiyen. 2007. Changes in the nutrient and anti-nutrient content of micro-fungi fermented cassava flour produced from low-and medium-cyanide variety of cassava tubers. **African Journal of Biotechnology** 6(18): 2150-2157.
- The USDA National Nutrient Data Base for Standard Reference. 2013. **Pumpkin (*Cucurbita* spp.), fresh, nutritive value per 100 g**. [Online]. Available: <http://www.nutrition-and-you.com/pumpkin.html> (24 March 2019).
- Thevenieau, F. and J.M. Nicaud. 2013. Microorganisms as sources of oils. **Oil Fat Crop & Lipid OCL**. 20(6): D603.
- Thongkrathok, R. 2010. **Effect of Fermented Cassava Pulp on Digestibility, Growth Performance and Carcass Quality of Broilers**. Master Thesis. Suranaree University of Technology. 101 p. [in Thai]
- Wilkinson, M. 1990. **Siliage UK**. UK: Cambrian Prister Aberystwyth Ltd. 185 p.