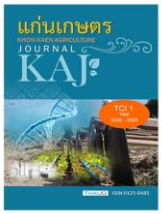
วารสารแก่นเกษตร
THAIJO

Content List Available at ThaiJo

Khon Kaen Agriculture Journal

Journal Home Page : https://li01.tci-thaijo.org/index.php/agkasetkaj



ผลของการทดแทนถั่วเหลืองอินทรีย์ต้มสุกด้วยถั่วเหลืองอินทรีย์ต้มสุกหมักในอาหารต่อสมรรถภาพการเจริญเติบโต องค์ประกอบซาก และคุณภาพเนื้อของไก่ลูกผสมพื้นเมืองพันธุ์ประดู่หางดำ (9-13 สัปดาห์)

The effect of dietary fermented of boiled organic soybean instead boiled organic soybean on growth performance, carcass composition and meat quality in Thai native chicken (Hybrid Pradu Hang Dam) (9-13 weeks)

สำราญ กาสีทรงเดช[1]*, จุฬากร ปานะถึก[1], ทองเลียน บัวจุม[1] และ บัวเรียม มณีวรรณ์[1]

Samlarn Kasyxongdeth[1]*, Julakorn Panatuk[1], Tonglian Buwjoom[1] and Buaream Maneewan[1]

[1] *คณะสัตวศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยแม่โจ้ เชียงใหม่ 50290*
[1] *Faculty of Animal Science and Technology, Maejo University, Chiang Mai 50290*

บทคัดย่อ: การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของการใช้ถั่วเหลืองอินทรีย์ต้มสุกหมักในอาหารต่อสมรรถภาพการเจริญเติบโต องค์ประกอบซาก และคุณภาพเนื้อในไก่ลูกผสมพื้นเมือง โดยใช้ไก่ลูกผสมพื้นเมืองพันธุ์ประดู่หางดำ (ประดู่หางดำxเซียงไฮ้) คละเพศ อายุ 8 สัปดาห์ จำนวน 180 ตัว ทำการทดทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ และแบ่งเป็น 5 กลุ่มตามสูตรอาหาร แต่ละกลุ่มมี 3 ซ้ำ ซ้ำละ 12 ตัว กลุ่มที่ 1 กลุ่มควบคุมไม่ใช้ถั่วเหลืองอินทรีย์หมัก (0%) กลุ่มที่ 2, 3, 4 และ 5 กลุ่มใช้ถั่วเหลืองอินทรีย์ต้มสุกหมักทดแทนถั่วเหลืองอินทรีย์ต้มสุก 25, 50, 75 และ 100% ในสูตรอาหาร ตามลำดับ ผลการศึกษาพบว่า กลุ่มใช้ถั่วเหลืองต้มสุกหมัก 25, 50 และ 75% ทำให้อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัวต่ำกว่ากลุ่มควบคุม ($P<0.05$) กลุ่มใช้ถั่วเหลืองต้มสุกหมักไม่ส่งผลต่อองค์ประกอบซาก ($P>0.05$) ค่า pH ของเนื้อหน้าอกที่ 45 นาที และ 24 ชม. ของกลุ่มใช้ถั่วเหลืองอินทรีย์ต้มสุกหมัก 25% และค่าความสว่างของเนื้ออกที่ 45 นาที และ 24 ชม. หลังฆ่าของกลุ่มใช้ถั่วเหลืองอินทรีย์ต้มสุกหมัก 100% สูงกว่ากลุ่มควบคุม ($P<0.05$) ส่วนค่าความแดงของเนื้ออกที่ 24 ชม.หลังฆ่า และค่าแรงตัดผ่านของเนื้อสะโพก ของกลุ่มใช้ถั่วเหลืองอินทรีย์ต้มสุกหมัก 100% ต่ำกว่ากลุ่มควบคุม ($P<0.05$) ดังนั้น การใช้ถั่วเหลืองอินทรีย์ต้มสุกหมักทำให้อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัว สีของเนื้อ และความนุ่มของเนื้อดีขึ้น โดยสามารถใช้ถั่วเหลืองอินทรีย์ต้มสุกหมักได้ตั้งแต่ 25 - 75% ในสูตรอาหาร

คำสำคัญ : ไก่พื้นเมือง; ถั่วเหลืองอินทรีย์ต้มสุกหมัก; สมรรถภาพการเจริญเติบโต; องค์ประกอบซาก; คุณภาพเนื้อ

ABSTRACT: This study aimed to investigate the effects of dietary fermented of boiled organic soybean (FOSB) on growth performance, carcass composition, and meat quality in Thai native chicken. The experiment was conducted in 180 of hybrid Pradu Hang Dam chickens (Pradu Hang Dam x Shainghai). The experimental design was completely randomized design (CRD) and were allocated into 5 groups with 3 replications, 12 birds each (mixed sex). Group 1 was control group, non FOSB in diet (0%). Group 2, 3, 4 and 5 the diets contained 25, 50, 75, and 100% FOSB instead boiled organic soybean respectively. The results indicated that the feed conversion ratio (FCR) of the 25, 50, and 75% FOSB group were lower

* Corresponding author: samlarn2020@gmail.com

Received: date; May 22, 2020 Accepted: date; October 12, 2021 Published: date; June 5, 2021

than control group (P<0.05). Subsequently, the level of FOSB in diets did not affected on carcass composition (P>0.05). The pH and lightness of the breast at 45 min. and 24 h. in 25% FOSB and lightness of the breast at 45 minutes and 24 hours post-mortems in 100% FOSB were higher than control group (P<0.05). The redness of the breast at 24 hours post-mortems and shear force value in 100% FOSB were lower than control group (P<0.05). Therefore, we used the FOSB improved FCR and meat colors and tenderness. The level of FOSB in diet can be used 25-75%.
Keywords: Native chicken; boiled fermented organic soybean; growth performance; carcass composition; meat quality

บทนำ

เป็นที่ทราบกันดีว่าผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการเลี้ยงสัตว์แบบอินทรีย์ส่งผลดีต่อสุขภาพ เนื่องจากการเลี้ยงสัตว์แบบอินทรีย์จะช่วยลดปริมาณไขมันในเนื้อ ปรับปรุงประสาทสัมผัสของเนื้อ และกรดไขมันไม่อิ่มตัวเชิงซ้อนในเนื้อหน้าอก ซึ่งเป็นผลมาจากกรดไขมัน **α**-linolenic และกรดไขมันไม่อิ่มตัวเชิงซ้อนอื่นๆ ที่อยู่ในอาหารอินทรีย์ (Abbas et al., 2015) ทำให้ผู้บริโภคนิยมบริโภคสินค้าอินทรีย์มากขึ้น ส่งผลให้ผู้ผลิตหันมาทำการเลี้ยงสัตว์แบบอินทรีย์ (วิฑูรย์, 2559) และมีการใช้วัตถุดิบอาหารสัตว์อินทรีย์มาเป็นอาหารสัตว์กันมากขึ้น อย่างไรก็ตาม การใช้อาหารอินทรีย์ในไก่เนื้อส่งผลให้สมรรถภาพการเจริญเติบโตในระยะเล็กลดลง โดยทำให้ปริมาณการกินได้ตลอดการทดลองลดลงแต่ไม่ส่งผลกระทบต่ออัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัว (คำพัน และคณะ, 2562)

เมล็ดถั่วเหลืองเป็นแหล่งวัตถุดิบอาหารสัตว์แหล่งของโปรตีนและไขมันที่มีคุณภาพ (Poysa and Woodrow, 2002) ที่สามารถนำไปใช้เป็นแหล่งโปรตีนที่สำคัญในการผลิตสัตว์อินทรีย์ได้ เนื่องจากวัตถุดิบที่เป็นแหล่งโปรตีนทั้งกากถั่วเหลืองและปลาป่นนั้นหายาก มีราคาสูง และต้องพึ่งพาการนำเข้าจากต่างประเทศเป็นหลัก (เสกสม, 2559) ซึ่งจากภาวะขาดแคลนวัตถุดิบแหล่งโปรตีนและวัตถุดิบอาหารอินทรีย์ ทำให้มีการส่งเสริมการผลิตถั่วเหลืองอินทรีย์หลังทำนาเพื่อสนับสนุนระบบการผลิตสัตว์อินทรีย์ ซึ่งการปลูกถั่วเหลืองอินทรีย์พบปัญหาน้อยกว่าการผลิตข้าวโพด และการปลูกถั่วเหลืองอินทรีย์ในฤดูแล้งหลังการทำนายังให้ผลผลิตต่อไร่สูง และยังสามารถผลิตได้ตลอดทั้งปี (เทคโนโลยีการเกษตร, 2563) อย่างไรก็ตาม เมล็ดถั่วเหลืองดิบยังมีข้อจำกัดในด้านมีสารต้านโภชนะ (อภิพรรณ, 2546) โดยเฉพาะสารยับยั้งการทำงานของเอ็นไซม์ทริปซิน ทำให้ความสามารถในการทำงานของเอนไซม์ทริปซินลดลง สัตว์จึงไม่สามารถย่อยหรือใช้ประโยชน์จากโปรตีนในอาหารได้เต็มที่ ทำให้ตับอ่อนสร้างและหลั่งเอนไซม์ทริปซินมากกว่าปกติ สัตว์จึงมีความต้องการกรดอะมิโนมากขึ้นและเกิดการสูญเสียโปรตีนสูงขึ้น (พันทิพา, 2547)

การกำจัดสารต้านโภชนะในวัตถุดิบอาหารสัตว์ทำได้หลายวิธี เช่น การให้ความร้อน (Barrow et al., 2007) และการหมักด้วยจุลินทรีย์ (Francis et al., 2001) โดยการต้มถั่วให้สุกทำให้ปริมาณสารยับยั้งเอนไซม์ทริปซินลดลงได้ (อัญชรินทร์ และทศพร, 2547) และการอบแห้งที่อุณหภูมิ 100-130 องศาเซลเซียสร่วมการนึ่งด้วยไอน้ำนาน 5-15 นาที สามารถทำลายสารต้านโภชนะได้ (วนิดา และคณะ, 2561) อย่างไรก็ตาม การต้มสุกอาจกำจัดสารยับยั้งทริบซินได้ แต่ทำให้กรดไลซีนเสื่อมสภาพทำให้การใช้ประโยชน์ได้ของอาหารลดลง (Francis et al., 2001) และการหมักถั่วเหลืองอินทรีย์อาจทำให้กรดอะมิโนที่ไม่จำเป็นเพิ่มสูงขึ้นแต่ทำให้กรดอะมิโนที่จำเป็นโดยเฉพาะกรดเมไทโอนีนและทรีโอนีนลดลง (Frias et al., 2008) ซึ่งการหมักด้วยจุลินทรีย์นอกจากช่วยลดสารต้านโภชนะที่เป็นผลจากระดับของกรดแลคติกที่เพิ่มขึ้น (Cruz et al., 2011) แล้วเอนไซม์จากแบคทีเรียยังช่วยทำลายโครงสร้างของสารยับยั้งทริปซินทำให้สามารถย่อยโปรตีนในถั่วเหลืองได้ดีขึ้น (Inatsu et al., 2006) ช่วยปรับปรุงคุณค่าทางโภชนะของอาหารผสมที่มีถั่วเหลืองหมักเป็นส่วนผสมให้เพิ่มสูงขึ้น (Adeyemo and Onilude, 2013) การหมักสามารถย่อยสลายสารต่างๆ ได้หลายชนิด เช่น เซลลูโลส แป้ง และโปรตีน จุลินทรีย์ที่เพิ่มขึ้นเมื่อถูกย่อยสลายจะได้สารอาหารโปรตีนเพิ่มขึ้น (มนัสนันท์ และคณะ, 2556) การต้มร่วมกับการหมักทำให้ถั่วเหลืองนุ่มขึ้น และช่วยเพิ่มความสามารถในการย่อยสลายอาหารด้วยเอนไซม์ในกระเพาะอาหารดีขึ้น (พัทธินันท์, 2555) ซึ่งจากการศึกษาของคำพัน และคณะ (2562) ที่ได้ศึกษาการใช้ถั่วเหลืองอินทรีย์ต้มสุกหมักในอาหารต่อประสิทธิภาพการเจริญเติบโตของไก่เนื้อสายพันธุ์ทางการค้า พบว่าในไก่เนื้อระยะรุ่นของกลุ่มที่ใช้ถั่วเหลืองอินทรีย์ต้มสุกหมักทำให้การกินได้ของอาหารลดลงเมื่อเทียบกับกลุ่มที่ใช้ถั่วเหลืองต้มสุก และจากการศึกษา Panya et al. (2020) ยังพบว่าการใช้ถั่วเหลืองอินทรีย์ต้มสุกหมักช่วยปรับปรุงความนุ่มของเนื้อ ดังนั้น การศึกษาครั้งนี้มุ่งเน้นถึงการใช้ประโยชน์จากถั่วเหลือง

อินทรีย์ให้เกิดประโยชน์สูงสุดในตัวสัตว์ โดยทำการศึกษาผลของการใช้ถั่วเหลืองอินทรีย์ต้มสุกหมักทดแทนการใช้ถั่วเหลืองอินทรีย์ต้มสุกในอาหารต่อสมรรถภาพการเจริญเติบโต องค์ประกอบซาก และคุณภาพเนื้อ ของไก่ลูกผสมพื้นเมืองพันธุ์ประดู่หางดำในช่วงอายุ 9-13 สัปดาห์ เพื่อเป็นแนวทางในการนำถั่วเหลืองอินทรีย์หมักมาใช้เป็นแหล่งโปรตีนหลักในสูตรอาหารสัตว์อินทรีย์ต่อไป

วิธีการศึกษา

การเตรียมถั่วเหลืองอินทรีย์ต้มสุกหมัก

นำถั่วเหลืองอินทรีย์มาต้ม เมื่อน้ำเดือดจับเวลา 20 นาที ตามวิธีการของคำพัน และคณะ (2562) แล้วนำมาผสมกับน้ำตาลทรายแดงและเกลือในอัตราส่วน 100 : 4 : 1 (Buwjoom et al., 2017) ทำการหมักถั่วเหลืองในถุงโดยบรรจุในถุงดำถุงละ 20 กิโลกรัม อัดให้แน่นและดูดอากาศออกจากถุงหมัก แล้วมัดปิดปากถุงและหมักเป็นเวลา 9 วัน ซึ่งจากการวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการอาหารสัตว์ คณะสัตวศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยแม่โจ้ พบว่าเป็นระยะเวลาในการหมักที่เหมาะสมที่สุดเนื่องจากมีค่าโปรตีนรวมและไขมันรวมสูงสุด ในขณะที่มีเยื่อใยรวมและเถ้าต่ำที่สุด เมื่อครบตามเวลาที่กำหนดทำการเปิดถุงแล้วนำเข้าตู้อบที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส นาน 48 ชั่วโมงเพื่ออบให้แห้ง แล้วนำไปบดให้ละเอียดก่อนนำไปผสมอาหาร

การออกแบบการทดลอง

การศึกษานี้วางแผนการทดลองแบบสุ่มอย่างสมบูรณ์ (Completely Randomized Design, CRD) โดยใช้ไก่พื้นเมืองพันธุ์ประดู่หางดำลูกผสม (ประดู่หางดำxเซียงไฮ้) คละเพศ อายุ 8 สัปดาห์ จำนวน 180 ตัว แบ่งเป็น 5 กลุ่มตามสูตรอาหาร แต่ละกลุ่มมี 3 ซ้ำ ซ้ำละ 12 ตัว ที่มีเพศผู้ 5 ตัว และเพศเมีย 7 ตัว ที่มีน้ำหนักใกล้เคียงกัน กลุ่มที่ 1 กลุ่มควบคุมไม่ใช้ถั่วเหลืองอินทรีย์หมัก (0%) กลุ่มที่ 2, 3, 4 และ 5 กลุ่มใช้ถั่วเหลืองอินทรีย์ต้มสุกหมักทดแทนถั่วเหลืองอินทรีย์ต้มสุก 25, 50, 75 และ 100% ในสูตรอาหาร ตามลำดับ โดยอาหารทดลองที่ใช้เลี้ยงไก่พื้นเมืองอายุ 9-13 สัปดาห์ เป็นอาหารผสมมีระดับสารอาหารต่างๆ ตามความต้องการในตามช่วงของการเจริญเติบโตที่แนะนำโดย ภานุพงศ์ และคณะ (2560) ดังแสดงใน **Table 1** ทำการเลี้ยงไก่พื้นเมืองในโรงเรือนเปิดที่อุณหภูมิใกล้เคียงกับอุณหภูมิภายนอกโรงเรือน มีแสงสว่างเพียงพอวันละ 12 ชั่วโมง มีการให้น้ำและอาหารอย่างเต็มที่เป็นระยะเวลา 5 สัปดาห์

การเก็บข้อมูล

ชั่งน้ำหนักไก่และชั่งอาหารเหลือทุกสัปดาห์ เพื่อคำนวณสมรรถภาพการเจริญเติบโต เมื่อสิ้นสุดการทดลองสุ่มไก่ทดลองกลุ่มละ 12 ตัว เป็นเพศผู้ 6 ตัวและเพศเมีย 6 ตัว ทำการอดอาหารก่อนฆ่า 6 ชั่วโมง และทำการฆ่าตามหลักสวัสดิภาพสัตว์และจรรยาบรรณการใช้สัตว์ ทำการชำแหละตามวิธีของ สัญชัย และคณะ (2550) โดยนำซากเย็นที่เก็บไว้ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส มาแยกแต่ละชิ้นส่วนและคำนวณหาเปอร์เซ็นต์ซากตัดแต่ง (Dressing carcass percentage) ได้แก่ หัวและคอ แข้ง อกนอก อกใน สะโพก น่อง ปีกรวม และโครงกระดูก รวมถึงน้ำหนักเครื่องใน ได้แก่ เครื่องในรวม หัวใจ ตับและถุงน้ำดี กระเพาะแท้ รวมกระเพาะบด ม้าม และไขมันช่องท้อง บันทึกน้ำหนักแต่ละส่วนและคำนวณเปอร์เซ็นต์ซากตัดแต่งและเปอร์เซ็นต์ชิ้นส่วน และเก็บเนื้อหน้าอกนอกและเนื้อสะโพกเพื่อวิเคราะห์คุณภาพเนื้อ โดยทำการวัด pH ค่าสีเนื้อ ค่าการสูญเสียน้ำ ค่าความนุ่มของเนื้อ และค่าการเกิดออกซิเดชั่นของเนื้อ ตามวิธีของ สัญชัย และคณะ (2553)

การวิเคราะห์ข้อมูล

นำข้อมูลทั้งหมดมาวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance; ANOVA) และเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's New Multiple Rang Test (DMRT) ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นที่ $P<0.05$

Table 1 Ingredients and calculated chemical composition of experimental diets (9-13 Weeks)

Ingredient	Level of fermented of boiled organic soybean instead boiled organic soybean (% as fed)				
	0	25	50	75	100
Corn	69.95	69.95	69.95	69.95	69.95
Boiled organic soybean	26.42	17.49	13.21	8.93	-
Fermented of boiled organic soybean	-	8.93	13.21	17.49	26.42
Fine limestone	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35
Dicalcium phosphate	2.53	2.53	2.53	2.53	2.53
Salt	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50
premix*	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25
Calculated Chemical composition (%)					
Crude protein (%)	17.77	17.77	17.77	17.77	17.77
Metabolizable energy (kcal/kg)	3,137	3,225	3,266	3,308	3,396
Calcium (%)	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85
Available phosphorus (%)	0.58	0.58	0.59	0.59	0.60

*Commercial premix

ผลการศึกษา

สมรรถภาพการเจริญเติบโต

น้ำหนักตัวเริ่มต้น น้ำหนักตัวสุดท้าย น้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้น ปริมาณอาหารที่กิน และอัตราการเจริญเติบโต พบว่าไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05) แต่กลุ่มที่ใช้ถั่วเหลืองอินทรีย์ต้มสุกหมักทดแทนถั่วเหลืองอินทรีย์ต้มสุกที่ระดับ 25, 50 และ 75% มีอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัวต่ำกว่ากลุ่มควบคุมและกลุ่มที่ใช้ถั่วเหลืองต้มสุกหมักที่ระดับ 100% อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05) (**Table 2**)

องค์ประกอบซาก

น้ำหนักซากอุ่น น้ำหนักซากตัดแต่ง เปอร์เซ็นต์ซากอุ่น เปอร์เซ็นต์ซากตัดแต่ง เปอร์เซ็นต์ชิ้นส่วนของซาก และเปอร์เซ็นต์ชิ้นส่วนของอวัยวะภายใน พบว่าไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05) (ไม่แสดงข้อมูล)

คุณภาพเนื้อ

ค่า pH ของเนื้อสะโพกที่ 45 นาที และ 24 ชั่วโมงหลังฆ่า ค่าสีของเนื้อสะโพกที่ 0 ชั่วโมงหลังฆ่า และค่าสีของเนื้ออกที่ 24 ชั่วโมงหลังฆ่า พบว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05) แต่ค่า pH ของเนื้อหน้าอกที่ 45 นาที และ 24 ชั่วโมงหลังฆ่า ในกลุ่มที่ใช้ถั่วเหลืองอินทรีย์ต้มสุกหมักทดแทนถั่วเหลืองอินทรีย์ต้มสุกที่ระดับ 25 และ 50% มีค่า pH สูงกว่ากลุ่มควบคุมและกลุ่มที่ใช้ถั่วเหลืองอินทรีย์ต้มสุกหมักทดแทนถั่วเหลืองอินทรีย์ต้มสุกที่ระดับ 75 และ 100% (P<0.05) ค่าความสว่างของเนื้อหน้าอกที่ 0 และ 24 ชั่วโมงหลังฆ่า ของกลุ่มที่ใช้ถั่วเหลืองอินทรีย์ต้มสุกหมักทดแทนถั่วเหลืองอินทรีย์ต้มสุกที่ระดับ 100% มีค่าสูงกว่ากลุ่มควบคุม (P<0.05) ส่วนกลุ่มที่ใช้ถั่วเหลืองอินทรีย์ต้มสุกหมักทดแทนถั่วเหลืองอินทรีย์ต้มสุกที่ระดับอื่นมีค่าความสว่างของเนื้อไม่แตกต่างกับกลุ่มควบคุม (P>0.05) ค่าความแดงของเนื้อหน้าอกที่ 24 ชั่วโมงหลังฆ่า ของกลุ่มที่ใช้ถั่วเหลืองอินทรีย์ต้มสุกหมักทดแทนถั่วเหลืองอินทรีย์ต้มสุกที่ระดับ 100% มีค่าต่ำกว่ากลุ่มควบคุมและกลุ่มที่ใช้ถั่วเหลืองอินทรีย์ต้มสุกหมักทดแทนถั่วเหลืองอินทรีย์ต้มสุกที่ระดับ 25 และ 50% (P<0.05) (**Table 3**)

ค่าการสูญเสียน้ำจากการแช่เย็นและการต้มสุกของเนื้อหน้าอกและเนื้อสะโพก และค่าการออกซิเดชันของไขมันในเนื้อหน้าอกที่ 0, 3 และ 7 วันหลังฆ่า พบว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05) แต่ค่าแรงตัดผ่านเนื้อของเนื้อสะโพกของกลุ่มใช้ถั่วเหลืองอินทรีย์ต้มสุกหมักทดแทนถั่วเหลืองอินทรีย์ต้มสุกที่ระดับ 75 และ 100% มีต่ำกว่ากลุ่มควบคุม (P<0.05) (**Table 4**)

Table 2 The effect of fermented of boiled organic soybean (FOSB) level on growth performance

Parameter	Level of fermented of boiled organic soybean instead boiled organic soybean (% as fed)					SEM	P-value
	0	25	50	75	100		
Initial body weight (g/b)	579.95	559.91	543.38	537.13	512.52	11.381	0.461
Final weight (g/b)	1,212.96	1,189.48	1,155.64	1,177.33	1,126.41	17.459	0.653
Body weight gain (g/b)	632.13	629.57	612.26	640.19	613.89	7.876	0.811
Feed Intake (g/b/d)	238.22	206.54	203.52	229.06	236.98	7.619	0.478
Average daily gain (g/b/d)	18.06	17.98	17.49	18.29	17.54	0.225	0.811
Feed conversion ratio	4.77^{a}	4.15^{b}	4.21^{b}	4.19^{b}	4.88^{a}	0.104	0.020

^{a,b} Different superscripts within each row are significantly different (P<0.05)

Table 3 The effect of fermented of boiled organic soybean (FOSB) level on meat quality

Parameter		Level of fermented of boiled organic soybean instead boiled organic soybean (% as fed)					SEM	P-value
		0	25	50	75	100		
Breast meat	pH 45 min	5.68^{c}	5.96^{a}	5.95^{a}	5.75^{b}	5.67^{c}	0.034	0.000
	pH 24 h	5.62^{c}	5.91^{a}	5.90^{a}	5.73^{b}	5.66^{c}	0.032	0.000
Thigh meat	pH 45 min	6.18	6.37	6.29	6.27	6.25	0.039	0.688
	pH 24 h	6.15	6.27	6.27	6.21	6.12	0.037	0.619
Breast meat color 0 h	(L*)	55.27^{b}	56.35^{ab}	57.79^{ab}	56.24^{ab}	58.77^{a}	0.405	0.043
	(a*)	17.53	17.09	17.29	16.17	15.39	0.315	0.170
	(b*)	15.29	14.38	16.00	14.18	15.31	0.307	0.322
Thigh meat color 0 h	(L*)	49.43	50.66	48.38	50.54	50.65	0.414	0.327
	(a*)	18.57	19.00	18.81	18.65	19.56	0.180	0.449
	(b*)	7.55	9.04	8.02	8.43	7.75	0.185	0.078
Breast meat color 24 h	(L*)	55.05^{b}	55.53^{b}	56.40^{ab}	56.49^{ab}	57.54^{a}	0.253	0.014
	(a*)	17.70^{a}	17.40^{a}	17.36^{a}	16.14^{ab}	15.23^{b}	0.272	0.012
	(b*)	13.33	13.04	14.28	13.77	13.67	0.239	0.569
Thigh meat color 24 h	(L*)	49.33	49.41	48.54	49.20	47.80	0.264	0.263
	(a*)	18.61	19.54	18.88	19.08	19.87	0.191	0.225
	(b*)	6.65	7.50	6.54	7.10	6.81	0.161	0.338

^{a,b,c} Different superscripts within each row are significantly different (P<0.05)

Table 4 The effect of fermented of boiled organic soybean (FOSB) level on meat quality

Parameter	Level of fermented of boiled organic soybean instead boiled organic soybean (% as fed)					SEM	P-value
	0	25	50	75	100		
Water holding capacity (%)							
Breast meat Drip loss	1.12	1.13	1.14	1.08	0.96	0.176	0.117
Cooking loss	23.55	24.76	20.70	21.13	20.10	0.785	0.272
Thigh meat Drip loss	2.53	2.08	2.20	2.26	2.13	0.092	0.591
Cooking loss	22.58	20.37	20.00	22.91	23.51	0.594	0.152
Shear force value (kg) Breast meat	1.99	1.27	1.53	1.37	1.39	0.093	0.097
Thigh meat	1.53^{a}	1.46^{ab}	1.39^{abc}	1.24^{bc}	1.19^{c}	0.048	0.041
Lipid oxidation (mg MDA /kg meat)							
day 0	0.0113	0.0124	0.0165	0.0094	0.0069	0.0013	0.223
day 3	0.0435	0.0430	0.0337	0.0369	0.0432	0.001	0.105
day 7	0.0389	0.0389	0.0472	0.0523	0.0692	0.021	0.247

^{a,b,c} Different superscripts within each row are significantly different ($P<0.05$)

วิจารณ์

การใช้ถั่วเหลืองอินทรีย์ต้มสุกหมักทดแทนถั่วเหลืองอินทรีย์ต้มสุกที่ระดับ 25-75% ทำให้อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัวดีกว่ากลุ่มที่ใช้ถั่วเหลืองอินทรีย์ต้มสุกเพียงอย่างเดียว ทั้งนี้เนื่องจากการต้มร่วมกับการหมักจะทำให้ถั่วเหลืองนุ่มขึ้น มีโปรตีนสูงขึ้นและเยื่อใยที่ต่ำลง (พัทธินันท์, 2555) ปรับปรุงคุณค่าทางโภชนะของอาหารผสมที่มีถั่วเหลืองหมักเป็นส่วนผสมให้เพิ่มสูงขึ้น (Adeyemo and Onilude, 2013) เกิดการใช้ประโยชน์ของอาหารสูงขึ้น แต่การใช้ถั่วเหลืองอินทรีย์ต้มสุกหมักที่ระดับ 100% ทำให้มีอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัวไม่แตกต่างจากกลุ่มควบคุม ทั้งนี้อาจเป็นผลจากการหมักถั่วเหลืองนั้นทำให้กรดอะมิโนที่ไม่จำเป็นเพิ่มสูงขึ้นและกรดอะมิโนที่จำเป็นโดยเฉพาะกรดเมไทโอนีนและทรีโอนีนลดลง ซึ่งเป็นผลมาจากสารต้านโภชนะ เช่น **α**-galactosides กรดไฟติก และสารยับยั้งทริปซินลดลง ส่งผลต่อการใช้ประโยชน์ได้ของกรดอะมิโนสูงขึ้น (Frias et al., 2008) ดังนั้นการใช้ถั่วเหลืองหมักที่มากขึ้นทำให้เกิดความไม่สมดุลของกรดอะมิโนจำเป็นต่อกรดอะมิโนไม่จำเป็น ซึ่งกรดอะมิโนในอาหารมีความสัมพันธ์ระหว่างกัน และมีความสัมพันธ์กับโภชนะอื่นๆ (สาโรช, 2547) ซึ่งการใช้ถั่วเหลืองอินทรีย์ต้มสุกหมักทำให้สมรรถภาพการเจริญเติบโตลดลงในไก่เล็ก (คำพัน และคณะ, 2562) แต่การศึกษาครั้งนี้ใช้ไก่อายุ 9-13 สัปดาห์ ซึ่งมีระบบทางเดินอาหารที่สมบูรณ์กว่าไก่อายุน้อย โดยไก่ที่มีอายุมากขึ้นจะมีปริมาณของวิลลัสเพิ่มมากขึ้นจึงช่วยในการดูดซึมสารอาหารได้ดีขึ้น (Iji, et al., 2001) สอดคล้องกับการศึกษาของ Saad et al. (2016) ที่ศึกษาถึงผลของการใช้อาหารเปียกและอาหารหมักต่อประสิทธิภาพการเจริญเติบโตของไก่เนื้อ พบว่าการใช้อาหารหมักทุกระดับจะช่วยทำให้น้ำหนักตัวและอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัวดีขึ้น แตกต่างกับการศึกษาของ Fujiwara et al. (2009) พบว่าอาหารที่เสริมถั่วเหลืองหมักไม่ได้ส่งผลต่อการเพิ่มน้ำหนักตัวและประสิทธิภาพการใช้อาหารในไก่เนื้อ และการศึกษาของ Kim et al. (2016) ที่พบว่าการให้กากถั่วเหลืองหมักในไก่เนื้อไม่ส่งผลต่อ

สมรรถภาพการเจริญเติบโตในไก่เนื้อ ทั้งนี้อาจเป็นผลจากการศึกษานี้ใช้ไก่พื้นเมือง ซึ่งไก่พื้นเมืองสามารถเจริญเติบโตได้ดีแม้จะได้รับอาหารอย่างง่ายๆ หรือมีคุณภาพต่ำ (สัญชัย และคณะ, 2546)

การใช้ถั่วเหลืองอินทรีย์ต้มสุกหมักในอาหารครั้งนี้ไม่ส่งผลต่อน้ำหนักซาก เปอร์เซ็นต์ซากอุ่น เปอร์เซ็นต์ซากตัดแต่ง เปอร์เซ็นต์ชิ้นส่วนต่างๆ และเปอร์เซ็นต์อวัยวะภายในต่างๆ ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Fujiwara et al. (2009) พบว่าอาหารที่เสริมถั่วเหลืองหมักไม่ได้ส่งผลน้ำหนักซาก เนื้อหน้าอก เนื้อสะโพก และไขมันในช่องท้องของไก่พื้นเมือง และการศึกษาของ Kim et al. (2016) ที่พบว่าการใช้กากถั่วเหลืองหมักในไก่เนื้อช่วงระยะรุ่นและระยะขุนไม่มีความสัมพันธ์กับน้ำหนักของอวัยวะภายในต่างๆ ของไก่เนื้อ ทั้งนี้เนื่องจากสัดส่วนของโปรตีนในถั่วหมักและไม่หมักไม่ต่างกัน ทำให้การใช้ประโยชน์จากอาหารและการพัฒนาทางสรีระของร่างกายไม่ต่างกัน (Tuleun et al., 2011) แตกต่างจากการศึกษาของ Panya et al. (2020) ที่พบว่าการใช้ถั่วเหลืองอินทรีย์ต้มสุกหมักทำให้เปอร์เซ็นต์ซากอุ่น ซากตัดแต่ง อกนอก และอกในลดลง

การใช้ถั่วเหลืองอินทรีย์ต้มสุกหมักในอาหารส่งผลต่อค่า pH ของเนื้อหน้าอก ค่าสีของเนื้อหน้าอก และค่าแรงตัดผ่านเนื้อ ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Lee et al. (2010) ที่พบว่าการใช้ถั่วเหลืองงอกหมักในอาหารไก่เนื้อสามารถส่งผลต่อคุณภาพเนื้อได้ โดยการใช้ถั่วเหลืองต้มสุกหมักที่ระดับ 25 และ 50% ครั้งนี้ทำให้ค่า pH ของเนื้อหน้าอกใกล้เคียงกับค่า pH ปกติหลังการฆ่า (pH=6.0) (สัญชัย และคณะ, 2546) เมื่อระยะเวลาหลังการฆ่ามากขึ้นค่า pH ลดลง แต่ยังอยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน ซึ่งค่า pH ที่ลดลงเกิดจากกล้ามเนื้อมีกระบวนการย่อยสลายไกลโคเจนแบบไม่ใช้ออกซิเจน ทำให้เกิดการสะสมของกรดแลคติกในกล้ามเนื้อสูงขึ้น (สัญชัย และคณะ, 2546) และกล้ามเนื้ออกซึ่งเป็นกล้ามเนื้อสีขาวจะมีค่า pH ต่ำกว่ากล้ามเนื้อสะโพกที่มีสีเข้ม (กนกอร และคณะ, 2546) ส่วนการใช้ถั่วเหลืองอินทรีย์หมักในระดับที่สูงขึ้นทำให้ค่าความสว่างของเนื้อหน้าอกสูงขึ้นและค่าความแดงของเนื้อหน้าอกลดลง โดย ธิดารัตน์ (2561) รายงานว่า ในถั่วเหลืองมีสารกลุ่มไอโซฟลาโวน เช่น เจนีสทีน ไดซีอิน และไกลซิทีน ซึ่งสารไอโซฟลาโวนทำช่วยปรับปรุงค่าความสว่าง (L*) ในเนื้อ (Jiang et al., 2007) และอีกปัจจัยหนึ่งที่มีผลต่อค่าสีของเนื้อนั้นมาจากค่า pH ของกล้ามเนื้อที่ลดลง (Dadgar et al., 2011) นอกจากนี้ ปัจจัยของพันธุ์ อาหาร และรงควัตถุในเม็ดเลือดมีผลต่อค่าสีของเนื้อเช่นกัน (Fletcher, 1999) และการใช้ถั่วเหลืองอินทรีย์ต้มสุกหมักในครั้งนี้ไม่ส่งผลต่อค่าการออกซิเดชันของเนื้อ แต่การใช้ถั่วเหลืองอินทรีย์ต้มสุกหมักในระดับ 75 และ 100% ทำให้ค่าแรงตัดผ่านของเนื้อลดต่ำลง ซึ่งแสดงว่าเนื้อมีความเหนียวลดลง ซึ่งคาดว่าเป็นผลจากสารกลุ่มไอโซฟลาโวนที่มีฤทธิ์ทำให้ปริมาณของ MDA (Malondialdehyde) ในเนื้อลดลง (Jiang et al. 2007) และอาหารหมักทำให้สาร MDA ในเนื้อลดลง (Guo et al., 2020; Drazbo et al., 2019) ทำให้ลดการเกิดการเสื่อมสภาพของไขมันในเนื้อ และมีไขมันชนิดไม่อิ่มตัวเชิงซ้อนในเนื้อสูงขึ้น ซึ่งไขมันในเนื้อส่งผลต่อความนุ่มเนื้อ (Drazbo et al., 2019; Marcincak et al., 2018; Baca et al., 2014; Jiang et al. 2007) สอดคล้องกับการศึกษาของ Panya et al. (2020) ที่พบว่าการใช่ถั่วเหลืองอินทรีย์ต้มสุกหมักที่ระดับ 25-75% มีแนวโน้มทำให้แรงตัดผ่านของเนื้อลดลง และการศึกษาของ Marcincak et al. (2018) ที่พบว่าการให้อาหารที่มีข้าวโพดหมัก 10% ส่งผลให้คุณสมบัติทางประสาทสัมผัสของเนื้อไก่ในด้านกลิ่นและความนุ่มของเนื้อดีขึ้น

สรุป

การใช้ถั่วเหลืองอินทรีย์ต้มสุกหมักทำให้อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัว สีของเนื้อ และความนุ่มของเนื้อดีขึ้น โดยระดับการใช้ถั่วเหลืองอินทรีย์ต้มสุกหมักทดแทนถั่วเหลืองอินทรีย์ต้มสุกสามารถใช้ได้ตั้งแต่ 25 - 75% ในสูตรอาหาร

คำขอบคุณ

ขอขอบพระคุณ TICA (Thailand International Cooperation Agency) ที่ให้ทุนในการทำงานวิจัย และโครงการผลิตอาหารสัตว์และปศุสัตว์อินทรีย์ คณะสัตวศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยแม่โจ้ ที่ให้การสนับสนุนถั่วเหลืองอินทรีย์ในการทดลองครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

กนกอร อินทราพิเชฐ, มาโนชย์ สุธีรวัฒนานนท์, และวิศิษฐิพร สุขสมบัติ. 2546. การศึกษาเปรียบเทียบคุณสมบัติ องค์ประกอบทางเคมี และคุณภาพทางประสาทสัมผัสของเนื้อไก่ลูกผสมพื้นเมืองไก่กระทงและไก่ไข่เพศผู้. รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์ สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย, กรุงเทพฯ.

คำพัน ปัญญา, อดิศักดิ์ จูมวงษ์, บัวเรียม มณีวรรณ์, และวาที คงบรรทัด. 2562. ผลของการใช้ถั่วเหลือง อินทรีย์ต้มสุกหมักในอาหารต่อสมรรถภาพการเจริญเติบโตและองค์ประกอบเลือดของไก่เนื้อ. หน้า 99-105. การประชุมวิชาการระดับชาติราชมงคลสุรินทร์ ครั้งที่ 10 “วิจัยและนวัตกรรม นำสู่การพัฒนาอย่างยั่งยืน”, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุรินทร์, สุรินทร์.

เทคโนโลยีการเกษตร. 2561. ปลูกถั่วเหลืองอินทรีย์หลังนาที่กาฬสินธุ์ ได้ขายเมล็ดถั่วเหลืองได้ปุ๋ยพืชสดบำรุงดินเพิ่มผลผลิตข้าว. แหล่งข้อมูล: https://www.technologychaoban.com/agriculturaltechnology/article_82378. ค้นเมื่อ 2 กันยายน 2563.

ธิดารัตน์ จันทร์ดอน. 2561. ถั่วเหลือง...ธัญพืชเพื่อสุขภาพ. แหล่งข้อมูล: http://medherbguru.gpo.or.th/articles/D24_soybean.pdf. ค้นเมื่อ 2 กันยายน 2563.

พันทิพา พงษ์เพียงจันทร์. 2547. หลักการอาหารสัตว์ 2. ภาควิชาสัตวศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่.

พัทธินันท์ วาริชนันท์. 2555. ถั่วเน่า: ถั่วเหลืองหมัก โภชนาการสูงภูมิปัญญาชาวบ้านทางภาคเหนือของไทย. วารสารวิชาการ. 42:1-6.

ภานุพงศ์ จีระธรรมเสถียร, สุภาพร อิสริโยดม, อำนวย เลี้ยวธารากุล, และนวลจันทร์ พารักษา. 2560. ผลของระดับโปรตีนในอาหารต่อสมรรถภาพการเจริญเติบโตของไก่พื้นเมืองประดู่หางดำเชียงใหม่. แก่นเกษตร. 45:497-504.

มนัสนันท์ นพรัตน์ไมตรี, พรพรรณ แสนภูมิ, วรางคณา กิจพิพิธ และ กฤติยา เลิศชุณหะเกียรติ. 2556. การศึกษาการผลิตโปรตีนเซลล์เดียวจากเปลือกสับปะรดโดยใช้ยีสต์และบาซิลัส ซับติลิส เพื่อพัฒนาเป็นอาหารสัตว์. แก่นเกษตร. 41: 80-86.

วนิดา ชารีมุ้ย ชัยรัตน์ ตั้งดวงดี, และโชติกา วิริยะรัตนศักดิ์. 2561. ประสิทธิผลการกะเทาะเปลือกและคุณสมบัติของแป้งถั่วเหลืองไขมันเต็มที่เป็นผลจากการให้ความร้อน. วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร. 49:96–112.

วิฑูรย์ ปัญญากุล. 2559. ภาพรวมเกษตรอินทรีย์ไทย 2559. แหล่งข้อมูล: http://www.greennet.or.th/article/411. ค้นเมื่อ 31 มกราคม 2563.

สัญชัย จตุรสิทธา. 2550. การจัดการเนื้อสัตว์. พิมพ์ครั้งที่ 2. โรงพิมพ์มิ่งเมือง, เชียงใหม่.

สัญชัย จตุรสิทธา. 2553. เทคโนโลยีเนื้อสัตว์. พิมพ์ครั้งที่ 4. โรงพิมพ์มิ่งเมือง, เชียงใหม่.

สัญชัย จตุรสิทธา, ศุภฤกษ์ สายทอง, อังคณา ผ่องแผ้ว, ทัศนีย์ อภิชาติสรางกูร, และอำนวย เลี้ยวธารากุล. 2546. คุณภาพซากและเนื้อของไก่พื้นเมืองและสายพันธุ์ลูกผสม 4 สายพันธุ์. รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์, สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.). กรุงเทพฯ.

สาโรช ค้าเจริญ. 2547. อาหารและการให้อาหารสัตว์ไม่เคี้ยวเอื้อง. ภาควิชาสัตวศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์. มหาวิทยาลัยขอนแก่น. ขอนแก่น.

เสกสม อาตมางกูร. 2559. ทิศทางจัดการอาหารสัตว์ในอนาคต. วารสารสัตว์เศรษฐกิจ. 33:17-23.

อภิพรรณ พุกภักดี. 2546. ถั่วเหลือง: พืชทองของไทย. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ.

อัญชรินทร์ สิงห์คำ และทศพร นามโฮง. 2547. เคมีอาหาร. แหล่งข้อมูล: https://courseware.rmutl.ac.th/courrses/103/unit903.html. ค้นเมื่อ 31 มกราคม 2563.

Abbas, T., E. L. Sadig, and M. E. Ahmed. 2015. Poultry meat quality and welfare as affected by organic production system. Journal of Animal Science. 3: 1-4.

Adeyemo, S. M. and A. A. Onilude. 2013. Enzymatic reduction of anti-nutritional factors in fermenting soybeans by *Lactobacillus plantarum* isolates from fermenting cereals. Nigerian Food Journal. 31: 84-90.

Baca, M., S. Marcincak, M. certik, P. Popelka, D. Marcincakova, L. Guothova, L. Molnar, T. Klempova, and I. Maskalov. 2014. Effect of adding pre-fermented cereal product containing gamma-linolenic acid to broiler feed on production indicators and fatty acid profile of chicken breast. Acta Veterinaria Brunensis. 83: 379–384.

Barrows, F. T., D. A. J. Stone, and R. W. Hardy. 2007. The effects of extrusion conditions on the nutritional value of soybean meal for rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). Journal of Aquaculture Research and Development. 265: 244-252.

Buwjoom, T., B. Maneewan, and K. Yamamuchi. 2017. The using of fermented vegetable soybean waste and banana stem in Black-bone chicken diet. P. 1-6. In: Proceeding of the 17th Asian-Australasian Association of Animal Production Societies Animal Science Congress. August 22-25, 2016, Fukuoka university, Fukuoka, Japan.

Cruz, Y., C. Kijora, E. Wedler, J. Danier, and C. Schulz. 2011. Fermentation properties and nutritional quality of selected aquatic macrophytes as alternative fish feed in rural areas of the Neotropics. Livestock Research for Rural Development. 23 (11): 1-12.

Dadgar, S., E.S. Lee, T. L. V. Leer, T. G. Crowe, H. L. Classen, and P. J. Shand. 2011. Effect of acute cold exposure, age, sex, and lair-age on broiler breast meat quality. Journal of Poultry Science. 90: 444-457.

Drazbo, A., K. Kozlowski, K. Ognik, A. Zaworska, and J. Jankowski. 2019. The effect of raw and fermented rapeseed cake on growth performance, carcass traits, and breast meat quality in turkey. Journal of Poultry Science. 98: 6161–6169.

Fletcher, D. L. 1999. Broiler breast meat color variation, pH, and texture. Journal of Poultry Science. 7: 1323-1327.

Francis, G., H. P. S. Makkar, and K. Becker. 2001. Antinutritional factors present in plant-derived alternate fish feed ingredients and their effects in fish. Journal of Aquaculture Research and Development. 199: 197-227.

Frias, J., Y. S. Song, C. Martínez-Villaluenga, E. G. De Mejia, and C. Vidal-Valverde. 2008. Immunoreactivity and amino acid content of fermented soybean products. Journal of Agricultural and Food Chemistry. 56: 99-105.

Fujiwara, K., Y. Makoto, A. Hiroyuki, N. Kazuki, Y. Yoko, O. Makoto, O. Yasunobu, K. Yukino, N. Kazuo, T. Atsushi, M. Yuji, and N. Yutaka. 2009. Effect of *bacillus subtilis* var. *natto* fermented soybean on growth performance, microbial in the caeca and cytokine gene expression of domestic meat type chickens. Journal of Poultry Science. 46: 116-122.

Guo, S., Y. Zhang, Q. Cheng, J. Xv, Y. Hou, X. Wu, E. Du, and B. Ding. 2020. Partial substitution of fermented soybean meal for soybean meal influences the carcass traits and meat quality of broiler chickens. Journal of Animals. 10: 1-14.

Iji, P. A., A. Saki, and D. R. Tivey. 2001. Body and intestinal growth of broiler chicks on a commercial starter diet. 2. development and characteristics of intestinal enzymes. British Poultry Science. 42: 505-513.

Inatsu, Y., N. Nakamura, Y. Yuriko, T. Fushimi, L. Watanasiritu, and S. Kawamoto. 2006. Characterization of *Bacillus Subtilis* strains in Thua nao, a traditional fermented soybean food in northern Thailand. Journal of Applied Microbiology. 43: 237-242.

Jiang, Z. Y., S. Q. Jiang, Y. C. Lin, P. B. Xi, D. Q. Yu, and T. X. Wu. 2007. Effects of soybean isoflavone on growth performance, meat quality, and antioxidation in male broilers. Journal of Poultry Science. 86: 1356-1362.

Kim, S. K., T. H. Kim, S. K. Lee, K. H. Chang, S. J. Cho, K. W. Lee, and B. K. An. 2016. The use of fermented soybean meals during early phase affects subsequent growth and physiological response in broiler chicks. Asian-Australasian Journal of Animal Sciences. 29: 1287-93.

Lee, D.-W., J. H. Shin, J. M. Park, J. Ch. Song, H. J. Suh, U. J. Chang, B. K. An, Ch. W. Kang, and J. Kim. 2010. Growth performance and meat quality of broiler chicks fed germinated and fermented soybeans. Korean Journal for Food Science of Animal Resources. 30: 938-945.

Marcincak, S., T. Klempova, M. Bartkovský, D. Marcincakova, N. Zdolec, and P. Popelka. 2018. Effect of fungal solid-state fermented product in broiler chicken nutrition on quality and safety of produced breast meat. https://doi.org/10.1155/2018/2609548. Accessed Jan. 31, 2020.

Panya, K., A. Joomwong, W. Khongbuntad, and B. Maneewan. 2020. Effect of fermented boiled organic soybean in diet on carcass composition and meat quality of broiler chickens. International Scientific Journal of Engineering and Technology. 4:6-11.

Poysa, V. and L. Woodrow. 2002. Stability of soybean seed composition and its effect on soymilk and tofu yield and quality. Food Research International. 35: 337-345.

Tuleun, C. D., A.Y. Adenko, and K. T. Orayaga. 2011. Naturally fermented mucuna seed meal-based diets: effect on performance and carcass characteristics of broiler chickens. Research Journal of Poultry Sciences. 4: 50-55.

Saad, A. Naji., I. F. B. Al-Zamili, Hasan, S. A. Jawad, and J. K. M. Al-Gharawi. 2016. The effects of fermented feed on broiler production and intestinal morphology. Pertanika Journal of Tropical Agricultural Science. 39: 597-607.