PRAWARUN AGRICULTURAL JOURNAL

https://li01.tci-thaijo.org/index.php/pajrmu/index

**บทความวิจัย**

# ผลของพริกฮาบาเนโรและมะขามป้อมต่อประชากรแบคทีเรียในทางเดินอาหาร คุณภาพเนื้อและประสิทธิภาพการเจริญเติบโตของไก่กระทง

**ณัฐรินทร์ พิสิทธิ์อัคร ธนาธิป ทรัพย์เจริญกุล เชาว์วิทย์ ระฆังทอง ชัยภูมิ บัญชาศักดิ์ และ วิริยา ลุ้งใหญ่***

*ภาควิชาสัตวบาล คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ แขวงลาดยาว เขตจตุจักร กรุงเทพฯ 10900*

**ข้อมูลบทความ**

Article history
รับ: 31 สิงหาคม 2566
แก้ไข: 2 พฤศจิกายน 2566
ตอบรับการตีพิมพ์: 24 พฤศจิกายน 2566
ตีพิมพ์ออนไลน์: 4 ธันวาคม 2566

**คำสำคัญ**
*ไก่กระทง*
*คุณภาพเนื้อ*
*แบคทีเรียในทางเดินอาหาร*
*พริกฮาบาเนโร*
*มะขามป้อม*

**บทคัดย่อ**

**การศึกษาผลของการเสริมพริกฮาบาเนโรร่วมกับมะขามป้อมยักษ์อินเดียต่อประชากรแบคทีเรียในทางเดินอาหาร คุณภาพเนื้อและประสิทธิภาพการเจริญเติบโตของไก่กระทง โดยศึกษาในไก่กระทง (Ross 308) เพศผู้ จำนวน 24 ตัว แบ่งเป็น 2 กลุ่มการทดลอง ได้แก่ กลุ่มที่เลี้ยงด้วยอาหารพื้นฐานเป็นกลุ่มควบคุม (CON) และกลุ่มที่เลี้ยงด้วยอาหารพื้นฐานเสริมด้วยพริกฮาบาเนโร 0.01 % ร่วมกับมะขามป้อมยักษ์อินเดีย 0.02 % (IHP) จากการวัดการเจริญเติบโตทุกสัปดาห์เป็นระยะเวลา 42 วัน พบว่าการเสริมพริกฮาบาเนโรร่วมกับมะขามป้อมยักษ์อินเดีย ไม่ส่งผลน้ำหนักตัว ปริมาณการกินได้ และประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) และไม่พบการตายของไก่ การศึกษาคุณภาพเนื้อ ไม่พบความแตกต่างของความผิดปกติของเนื้อหน้าอก ค่าการสูญเสียน้ำ และแรงเฉือนของเนื้ออย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) ปริมาณ *Lactobacillus* sp. ในทางเดินอาหาร ส่วนซีกัมของไก่กระทงที่เสริมด้วย IHP มีปริมาณเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($p < 0.01$) ในขณะที่ *E. coli* ไม่ลดลงเมื่อเทียบกับกลุ่มควบคุม ($p > 0.05$) จากผลการศึกษาในครั้งนี้แสดงให้เห็นว่าพริกฮาบาเนโรร่วมกับมะขามป้อมยักษ์อินเดียช่วยกระตุ้นการเจริญของแบคทีเรียกลุ่มที่ผลิตกรดแลคติกในซีกัมและช่วยปรับสมดุลของจุลินทรีย์ในลำไส้ของไก่กระทงได้**

## บทนำ

การพัฒนาสายพันธุ์ไก่กระทงให้มีการเจริญเติบโตอย่างรวดเร็วและกล้ามเนื้อหน้าอกขนาดใหญ่ เพื่อให้ได้ปริมาณเนื้อสูงสุดและเพียงพอต่อความต้องการของผู้บริโภค และด้วยสภาพภูมิอากาศของประเทศไทยที่มีอากาศร้อนชื้น ประกอบกับ การจัดการการเลี้ยงที่ไม่ดี ส่งผลต่อทั้งระบบภายในร่างกาย ความเสี่ยงต่อการเกิดความเครียดจากปฏิกิริยาออกซิเดชัน (Kuttappan et al., 2016; Petracci et al., 2015) และเกิดการกดภูมิคุ้มกันทำให้ติดเชื้อได้ง่าย อันส่งผลทำให้ประสิทธิภาพการผลิตของไก่กระทงลดลง นอกจากนี้ผู้บริโภคยังมีความต้องการบริโภคเนื้อสัตว์ที่ปลอดสารเคมีหรือยาปฏิชีวนะเพิ่มสูงขึ้น แต่การลดการใช้ยาปฏิชีวนะนั้นอาจส่งผลต่อการควบคุมโรคได้ (Dibner & Richards, 2005; Wierup, 2001) ปัจจุบันมีการใช้สารเสริมเพื่อทดแทนการใช้ยาปฏิชีวนะมากขึ้น โดยสารสกัดจากพืชหรือสารจากธรรมชาติเป็นสารเสริมที่ใช้กันอย่างแพร่หลาย โดยเฉพาะกลุ่มโพลีฟีนอลที่ได้จากพืช เนื่องจากมีคุณสมบัติในการเป็นสารต้านอนุมูลอิสระ ส่งเสริมสุขภาพทางเดินอาหาร และเพิ่มสมรรถภาพการเจริญเติบโตและเพิ่มคุณภาพเนื้อของไก่กระทงได้

พริกฮาบาเนโร (*Capsicum chinense*) มีสารสำคัญ คือ แคปไซซิน (69 %) และโพลีฟีนอล (0.76 %) จึงช่วยปกป้องเซลล์และเนื้อเยื่อของทางเดินอาหารจากความเสียหายที่เกิดจากปฏิกิริยาออกซิเดชัน และอาจส่งผลในการลดความเครียดจากปฏิกิริยาออกซิเดชัน ซึ่งเป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดความผิดปกติของกล้ามเนื้อหน้าอกในไก่กระทง (Liu et al., 2021; Paraksa et al., 2005; Suganya et al., 2016) จากการศึกษาของ Li et al. (2022) พบว่าการเสริมพริกฮาบาเนโรช่วยปรับปรุงสุขภาพทางเดินอาหารและลดความเครียดจากปฏิกิริยาออกซิเดชันได้ เช่นเดียวกับงานศึกษาของ Wang et al. (2020) ที่พบว่าพริกสามารถลดจำนวนแบคทีเรียก่อโรคและเพิ่มจำนวนแบคทีเรียดีที่ผลิต Short-chain fatty acids (SCFAs) ในทางเดินอาหารได้ นอกจากนั้น สารแคปไซซินที่อยู่ในพริกยังช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการย่อยอาหารและช่วยการเผาผลาญพลังงานในร่างกายโดยเฉพาะกลูโคสและไขมัน ส่งผลให้สัตว์มีประสิทธิภาพการเจริญเติบโตที่ดีขึ้นและช่วยลดการเกิดกลุ่มอาการเมตาบอลิซึมที่ผิดปกติได้ (Panchal et al., 2018; Sanati et al., 2018) สอดคล้องกับการศึกษาของ Shahverdi et al. (2013) และ Moradi et al. (2016) ที่พบว่าไก่มีการเพิ่มของน้ำหนักตัวและประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัวเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) เมื่อได้รับอาหารที่เสริมด้วยพริกแดง 0.02 % และเสริมด้วยพริกแดงร่วมกับพริกไทยดำที่ 0.02 % เมื่อเทียบกับอาหารควบคุม และไม่พบอัตราการตายของไก่

มะขามป้อมยักษ์อินเดีย หรือ Indian gooseberry (*Emblica*

*Corresponding author
E-mail address: agrwyl@ku.ac.th (W. Loongyai)
Online print: 4 December 2023 Copyright © 2023. This is an open access article, production, and hosting by Faculty of Agricultural Technology, Rajabhat Maha Sarakham University. https://doi.org/10.14456/paj.2023.35

*officinalis* Gaertn. หรือ *Phyllanthus emblica* Linn.) มีสารโพลีฟีนอลเป็นสารสำคัญหลัก ประกอบไปด้วยกรดแกลลิก กรดเอลลาจิก แทนนิน และฟลาโวนอยด์ (Kumar et al., 2018) นอกจากนี้ในมะขามป้อมยักษ์อินเดียพบว่ามีแทนนินที่สามารถถูกย่อยสลายได้ คือ Emblicanins A (37 %) Emblicanins B (33 %) Punigluconin (12 %) และ Pedunculagin (14 %) ซึ่งเป็นแทนนินที่มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระที่ สูงมาก (Bhattacharya et al., 1999; Ghosal et al., 2010; Santos et al., 1999) จากการศึกษาพบว่ามะขามป้อมยักษ์อินเดียมีสมบัติต้านอนุมูลอิสระ ต้านการอักเสบ กระตุ้นภูมิคุ้มกัน (Kumar et al., 2018) และปรับปรุงการย่อยอาหารและการดูดซึมของไก่กระทงได้ (Kumar & Singh, 2005) จากการศึกษาของ Patel et al. (2016) พบว่าการเสริมมะขามป้อมยักษ์อินเดีย (0.4 และ 0.8 %) ส่งเสริมประสิทธิภาพการเติบโตและกำไรสุทธิของไก่กระทงเชิงพาณิชย์ได้ เป็นไปในทิศทางเดียวกับการศึกษาของ Tangade (2007) ที่พบว่าการเสริมมะขามป้อม 200 มิลลิกรัม/กิโลกรัมอาหาร ช่วยปรับปรุงน้ำหนักตัว น้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้นรายสัปดาห์ การกินอาหาร และประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัวอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ นอกจากนั้นการศึกษาของ Kumar et al. (2011) พบว่าสารในมะขามป้อมยักษ์อินเดียช่วยในการควบคุมแบคทีเรียก่อโรค สอดคล้องกับการศึกษาของ Saeed & Tariq (2007) ที่แสดงให้เห็นว่ามะขามป้อมช่วยรักษาสมดุลของจุลินทรีย์ในทางเดินอาหารและเพิ่มประสิทธิภาพในการควบคุมแบคทีเรียก่อโรคได้

ด้วยคุณสมบัติของพริกและมะขามป้อมที่ช่วยต้านอนุมูลอิสระ ลดความเครียดจากปฏิกิริยาออกซิเดชัน ส่งเสริมสุขภาพทางเดินอาหาร เพิ่มสมรรถภาพการเจริญเติบโตและเพิ่มคุณภาพเนื้อของไก่กระทงได้เหมือนกัน ซึ่งงานศึกษาก่อนหน้านี้เป็นการศึกษาผลของการเสริมพริกหรือมะขามป้อมชนิดเดียวเท่านั้น จึงนำมาสู่งานวิจัยในครั้งนี้ที่มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษา ผลของการเสริมพริกฮาบาเนโรร่วมกับมะขามป้อมยักษ์อินเดียต่อประชากรแบคทีเรียในทางเดินอาหาร คุณภาพเนื้อ และประสิทธิภาพการเจริญเติบโตของไก่กระทง เป็นแนวทางในการนำไปใช้พัฒนาอาหารสัตว์หรือเป็นทางเลือกหนึ่งในการใช้ทดแทนการใช้ยาปฏิชีวนะในอุตสาหกรรมไก่กระทงต่อไป

## อุปกรณ์และวิธีการวิจัย

*สัตว์ทดลอง การวางแผนการทดลอง และอาหารทดลอง*

การจัดการเลี้ยงและการออกแบบการทดลองผ่านการรับรองจริยธรรมการวิจัยในสัตว์เพื่องานทางวิทยาศาสตร์ เลขที่ ACKU66-AGR-009 โดยการทดลองใช้ไก่กระทงสายพันธุ์ทางการค้า (Ross 308) เพศผู้ อายุ 1 วัน จำนวน 24 ตัว เลี้ยงในโรงเรือนระบบปิด อาหารที่ใช้ในการทดลองพื้นฐานจากข้าวโพดและกากถั่วเหลือง กำหนดความต้องการตามคำแนะนำของ National Research Council (1994) ดังแสดงใน Table 1 แบ่งการทดลองออกเป็น 2 กลุ่ม ได้แก่ 1) กลุ่มควบคุม (CON) และ 2) กลุ่มที่เสริมด้วยผงพริกฮาบาเนโร 0.1 กรัม/กิโลกรัมอาหาร (0.01 %) และผงมะขามป้อมยักษ์อินเดีย 0.2 กรัม/กิโลกรัมอาหาร (0.02 %) ในแต่ละกลุ่มการทดลองมี 12 ซ้ำ เลี้ยงในกรงแยกรายตัวต่อซ้ำ (พื้นที่คอก 0.4 x 1.2 เมตร/ตัว) เป็นระยะเวลา 42 วัน

ผงพริกและผงมะขามป้อมที่ผสมในอาหารทดลองก่อนการอัดเม็ดอาหาร เป็นผลิตภัณฑ์ทางการค้า ผลิตโดยบริษัท ID4FEED (ประเทศฝรั่งเศส) และบริษัท Indian Herbs Specialities Pvt. Ltd. (ประเทศอินเดีย) ตามลำดับ โดยผงพริกผลิตจากผลสุกแห้งของพริกพันธุ์ฮาบาเนโร นำมาบดทั้งเม็ดจนได้ผงละเอียด จากนั้นนำมาเคลือบด้วยน้ำมันปาล์ม (Encapsulation) เพื่อช่วยลดการระคายเคือง และมีความเข้มข้นของสารแคปไซซินอยด์ในผลิตภัณฑ์ไม่ต่ำกว่า 0.5 % สำหรับผงมะขามป้อมผลิตจากผลมะขามป้อมยักษ์อินเดียแห้งนำมาบดละเอียดจนได้ลักษณะเป็นผงละเอียดสีน้ำตาล และมีปริมาณสารในกลุ่มโพลีฟีนอล คือ Small hydrolysable tannins ไม่น้อยกว่า 12 % น้ำหนัก/น้ำหนัก และปริมาณ Total phenolics as gallic acid equivalent ไม่น้อยกว่า 4 % น้ำหนัก/น้ำหนัก ในผลิตภัณฑ์

*การเก็บข้อมูลประสิทธิภาพการเจริญเติบโต*

ข้อมูลประสิทธิภาพการเจริญเติบโตของไก่กระทงเก็บที่ระยะไก่รุ่น (Grower period, อายุ 11-24 วัน) และระยะ ไก่โต (Finisher period, อายุ 25-42 วัน) โดยชั่งน้ำหนักไก่ทุกตัวในช่วงเริ่มต้นก่อนทดลอง และชั่งในวันที่ 10, 24 และ 42 ของการทดลอง เพื่อติดตามการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักตัว การเพิ่มของน้ำหนักตัว (Body weight gain, BWG) และคำนวณอัตราการเจริญเติบโตต่อวัน (Average daily gain, ADG) บันทึกปริมาณอาหารที่ให้และอาหารที่เหลือในแต่ละช่วงเพื่อประเมินค่าการกินได้ของไก่ (Feed intake, FI) และค่าประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัว (Feed conversion ratio, FCR) และคำนวณต้นทุนค่าอาหารต่อน้ำหนักตัว (Feed cost per gain, FCG)

*คุณภาพเนื้อ*

ในวันสุดท้ายของการทดลอง สุ่มไก่กระทงจำนวน 6 ตัวต่อกลุ่มการทดลอง โดยสุ่มจากไก่ที่มีสมรรถภาพการผลิตเป็นค่าเฉลี่ยของกลุ่ม ทำการุณยฆาตด้วยการรมควันด้วยแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ ชำแหละซากและเก็บตัวอย่างเนื้อหน้าอกเพื่อวิเคราะห์ค่าการสูญเสียน้ำจากการแช่เย็น หลังจากเก็บที่อุณหภูมิ 4 °C เป็นเวลา 24 ชั่วโมง วิเคราะห์ค่าการสูญเสียน้ำจากการแช่แข็ง หลังจากการแช่แข็งที่อุณหภูมิ -20 °C และตั้งไว้ให้ละลายที่อุณหภูมิ 4 °C นาน 24 ชั่วโมง วิเคราะห์ค่าการสูญเสียน้ำจากการปรุงสุก หลังการนำไปต้มจนเนื้อมีอุณหภูมิใจกลาง 70 °C (Jaturasitha, 2010; Namted et al., 2021) และนำเนื้อออกไปวัดค่าแรงเฉือนด้วยเครื่อง TA-XT texture analyzer (Stable Micro System, UK)

สำหรับการวิเคราะห์ทางจุลกายวิภาคศาสตร์ของเนื้ออก ตัดตัวอย่างเนื้ออกตามขวางขนาด 2 เซนติเมตร เก็บในสาร Paraformaldehyde จากนั้นนำชิ้นเนื้อมาผ่านกระบวนการเตรียมชิ้นเนื้อและฝังชิ้นเนื้อลงในพาราฟิน แล้วตัดให้ตัวอย่างมีความหนา 5 ไมโครเมตร และย้อมสีเนื้อเยื่อด้วยสีฮีมาโตซิลินและอีโอซิน (de Oliveira et al., 2021) ถ่ายภาพด้วยกล้องจุลทรรศน์ Coupled light microscope (CellSense software, Olympus, Germany) กำลังขยาย 100 และ 400 เท่า และนำภาพมาวิเคราะห์คะแนนเนื้อหน้าอก โดยมีการให้คะแนนเนื้ออกเป็น 2 ส่วนคือ คะแนนความแข็งของเนื้ออก (Wooden breast score, WB) (Chen et al., 2019) และคะแนนการพบลายเส้นสีขาวบนเนื้ออก (White striping score, WS) (Prisco et al., 2021)

**Table 1** Composition and nutrients of basal diet in experiment

| Ingredients | Amount (kg) | | |
|---|---|---|---|
| | Starter (0-10 days) | Grower (11-24 days) | Finisher (25-42 days) |
| Corn | 55.46 | 58.28 | 62.95 |
| Soybean meal 48 % | 38.60 | 35.17 | 30.14 |
| Rice bran oil | 2.11 | 3.15 | 3.86 |
| Monocalcium phosphate 22 % | 0.77 | 0.59 | 0.45 |
| Limestone | 1.29 | 1.16 | 1.05 |
| Salt | 0.58 | 0.47 | 0.31 |
| Sodium bicarbonate | - | 0.15 | 0.30 |
| DL-Methionine | 0.32 | 0.26 | 0.23 |
| L-Lysine | 0.20 | 0.12 | 0.13 |
| L-Threonine | 0.10 | 0.06 | 0.03 |
| Vitamin & Mineral premix[1] | 0.24 | 0.24 | 0.24 |
| Choline chloride 60 % | 0.08 | 0.08 | 0.08 |
| Antioxidant & Toxin binder | 0.16 | 0.16 | 0.16 |
| Anticoccidial | 0.05 | 0.05 | - |
| Phytase 10000 IU/g | 0.01 | 0.01 | 0.01 |
| *Nutrients by calculation* | | | |
| Metabolizable energy (kcal/kg) | 3000 | 3100 | 3200 |
| Crude protein (%) | 23 | 21.5 | 19.50 |
| Fiber (%) | 3.59 | 3.45 | 3.26 |
| Fat (%) | 4.68 | 5.77 | 6.56 |
| Methionine (%) | 0.67 | 0.60 | 0.54 |
| Methionine + Cystine (%) | 1.08 | 0.99 | 0.91 |
| Lysine (%) | 1.44 | 1.29 | 1.16 |
| Threonine (%) | 0.97 | 0.88 | 0.78 |
| Valine (%) | 1.13 | 1.06 | 0.97 |
| Calcium (%) | 0.96 | 0.87 | 0.79 |
| Total phosphorus (%) | 0.72 | 0.67 | 0.62 |
| Available phosphorus (%) | 0.48 | 0.44 | 0.39 |
| Na (%) | 0.23 | 0.23 | 0.21 |
| Dietary electrolyte balance (dEB; mEq/kg) | 246 | 250 | 244 |

[1] Premix provided per kilogram of diet: vitamin A (transretinyl acetate), 10,000 IU; vitamin D3 (cholecalciferol), 3,000 IU; vitamin E (all-rac-α-tocopherol), 30 IU; menadione, 1.3 mg; thiamin, 2.2 mg; riboflavin, 8 mg; nicotinamide, 40 mg; choline chloride, 400 mg; calcium pantothenate, 10 mg; pyridoxine HCl, 4 mg; biotin, 0.04 mg; folic acid, 1 mg; vitamin B12 (cobalamin), 0.013 mg; Fe (from ferrous sulfate), 80 mg; Cu (from copper sulphate), 8.0 mg; Mn (from manganese sulphate), 110 mg; Zn (from zinc oxide), 60 mg; I (from calcium iodate), 1.1 mg; Se (from sodium selenite), 0.3 mg.

*การวิเคราะห์หาปริมาณจุลินทรีย์ด้วยเทคนิค Quantitative polymerase chain reaction (qPCR)*

เพื่อศึกษาปริมาณจำนวนแบคทีเรีย *Lactobacillus* sp., *Salmonella* spp. และ *Escherichia coli* เก็บตัวอย่างอาหารที่ย่อยในลำไส้จากลำไส้ทั้ง 4 ส่วน คือ ดูโอดีนัม เจจูนัม ไอเลียม และซีกัม นำมาสกัดดีเอ็นเอของแบคทีเรีย โดยใช้คู่ Primer ที่จำเพาะเจาะจงดังแสดงใน Table 2 เริ่มต้นขั้นตอน Pre-denaturation อุณหภูมิ 94 ℃ นาน 2 นาที ลำดับถัดไปเป็นการเพิ่มปริมาณดีเอ็นเอ จำนวน 40 รอบที่อุณหภูมิ 94 ℃ นาน 30 วินาที อุณหภูมิ 72 ℃ นาน 30 วินาที และสิ้นสุดการวิเคราะห์ที่อุณหภูมิ 72 ℃ นาน 10 นาที ด้วย 5X HOT FIREPol® EvaGreen® qPCR Mix Plus โดยใช้ Bio-Rad CFX96 real-time PCR และ CFX Manager Software (Bio-Rad, Hercules, CA) การวัดปริมาณแบคทีเรีย (CFU/กรัม) โดยการหาความสัมพันธ์กับค่ามาตรฐานของแบคทีเรียแต่ละชนิด (Dumonceaux et al., 2006)

*การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ*

ข้อมูลที่ได้จากการทดลองรายงานผลในรูปของค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Mean ± SD) และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยแต่ละกลุ่มทดลองด้วยวิธี Unpaired t-test ที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 95 % ($p < 0.05$) โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SAS version 9.0

**Table 2** Real-Time PCR primers

| Genes | Primer sequence (5'-3') | Product size (bp) | References |
|---|---|---|---|
| *Lactobacillus* sp. | F-AGCAGTAGGGAATCTTCCA<br>R-CACCGCTACACATGGAG | 341 | Walter et al. (2001) |
| *Salmonella* spp. | F-TCATCGCACCGTCAAAGGAACC<br>R-GTGAAATTATCGCCACGTTCGGGCAA | 284 | Li et al. (2012) |
| *E. coli* | F-CATGCCGCGTGTATGAAGAA<br>R-CGGGTAACGTCAATGAGCAAA | 585 | Penders (2007) |

## ผลและวิจารณ์ผลการวิจัย

*ประชากรแบคทีเรียในทางเดินอาหาร*

การศึกษาประชากรแบคทีเรียในลำไส้ทุกส่วนของไก่ โดยใช้เทคนิค Real-time PCR ดังแสดงใน Table 3 ไม่พบความแตกต่างของประชากร *E. coli* และ *Lactobacillus* sp. ที่ลำไส้เล็กส่วนดูโอดีนัม เจจูนัม และไอเลียมอย่างมีนัยสำคัญระหว่างกลุ่มการทดลอง ($p > 0.05$) ในทางเดินอาหาร ส่วนซีกัมกลุ่มที่เสริมด้วยพริกและมะขามป้อมพบ *Lactobacillus* sp. มีปริมาณเพิ่มขึ้น ($p < 0.01$) แต่ไม่ส่งผลให้ประชากร *E. coli* ลดลงเมื่อเทียบกับกลุ่มควบคุม ($p < 0.05$) นอกจากนี้ไม่พบ *Salmonella* spp. ในทุกส่วนของลำไส้ทั้งสองกลุ่มการทดลอง *Lactobacillus* sp. เป็นแบคทีเรียในไฟลัม Firmicutes มีความสามารถในการใช้โพลีฟีนอลและสร้างสารเมแทบอไลต์ในทางเดินอาหารสัตว์ เช่น SCFAs แบคเทอริโอซิน และไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ ซึ่งช่วยยับยั้งการเจริญเติบโตหรือควบคุมการเติบโตของแบคทีเรียก่อโรคโดยการปรับภูมิคุ้มกันของโฮสต์ (Dempsey & Corr, 2022) นอกจากนี้ *Lactobacillus* sp. จัดอยู่ในกลุ่มของแบคทีเรียที่ผลิตกรดแลคติกได้ (Lactic acid bacteria) โดยแบคทีเรียในกลุ่มนี้สามารถกระตุ้นการตอบสนองทางภูมิคุ้มกันได้หลายด้าน ช่วยปรับสมดุลภูมิคุ้มกัน ปรับและควบคุมการตอบสนองทางภูมิคุ้มกันในลำไส้ โดยการลดไซโตไคน์ที่ทำให้เกิดการอักเสบ เพิ่มการผลิต IgA ในสารคัดหลั่ง และส่งเสริมการตอบสนองทางภูมิคุ้มกันที่จำเพาะและไม่จำเพาะต่อเชื้อโรค ปรับจุลินทรีย์ในทางเดินอาหารและยับยั้งเชื้อโรค ปรับปรุงคุณภาพเนื้อของสัตว์ปีก และช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตของไก่กระทงได้ (Lutful Kabir, 2009; Wyszyńska & Godlewska, 2021)

การศึกษาของ Saeed & Tariq (2007) และงานศึกษาเกี่ยวกับสุขภาพและจุลินทรีย์ ในทางเดินอาหารของไก่กระทงที่เลี้ยงในภาวะที่เกิดความเครียดจากความร้อน พบว่ากรดเอลลาจิกที่ปริมาณต่างกัน (0, 75, 150, 300 และ 600 มิลลิกรัม/กิโลกรัม) ช่วยปรับปรุงความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ เสริมความแข็งแรงของลำไส้ และบรรเทาอาการบาดเจ็บที่เกิดจากความเครียดจากความร้อนได้ผ่านการควบคุมจุลินทรีย์ในทางเดินอาหาร (Yang et al., 2022) นอกจากนั้นงานศึกษาใน สารสกัดจากพริกและขมิ้น 100 ppm ยังพบว่าช่วยปรับเปลี่ยนประชากรจุลินทรีย์ในทางเดินอาหารของไก่กระทงที่ถูกกระตุ้นให้เกิดโรคลำไส้อักเสบแบบมีเนื้อตาย ลดความไวต่อการเป็นโรค และลดความรุนแรงของโรคในไก่เนื้อสายพันธุ์การค้าได้ (Kim et al., 2015) นอกจากนี้ งานวิจัยของ Kumar et al. (2011) ศึกษาผลของสารสกัดจากมะขามป้อมความเข้มข้น 20 % น้ำหนัก/ปริมาตร พบว่าสามารถต่อต้านแบคทีเรียก่อโรคได้ รวมถึง *E. coli* อย่างไรก็ตามในการศึกษาครั้งนี้พบว่า *E. coli* เพิ่มจำนวนมากขึ้นในกลุ่มที่เสริมด้วยพริกและมะขามป้อม แม้จะมีการเพิ่มขึ้นของ *Lactobacillus* sp. แต่ยังไม่สามารถควบคุมการเจริญของ *E. coli* ได้ อย่างไรก็ตามการเพิ่มจำนวนขึ้นของ *E. coli* ไม่ได้ส่งผลให้เกิดอาการของโรคใด ๆ ในไก่ที่ได้รับการเสริมพริกและมะขามป้อมในการทดลองครั้งนี้ เช่นเดียวกันกับการศึกษาของ Viveros et al. (2011) ที่พบว่าการเสริมกากองุ่นเข้มข้นและสารสกัดจากเมล็ดองุ่น ซึ่งมีองค์ประกอบหลักเป็นสารโพลีฟีนอล พบการเพิ่มจำนวนขึ้นของ *E. coli, Lactobacillus, Enterococcus* และ *Clostridium* ในซีกัม โดยไม่ได้ส่งผลเสียต่อการเจริญเติบโตของไก่กระทง เนื่องจากเกิดการรักษาสมดุลระหว่างประชากรของแบคทีเรียที่เป็นประโยชน์และแบคทีเรียก่อโรค

*คุณภาพเนื้อ*

การประเมินค่าพารามิเตอร์คุณภาพเนื้อของเนื้ออกแสดงใน Table 4 พบว่าคุณสมบัติทางกายภาพของกล้ามเนื้ออกไก่ ค่าการสูญเสียน้ำหรือความสามารถในการอุ้มน้ำ และแรงเฉือนของกล้ามเนื้ออกมีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p > 0.05$)

**Table 3** Determination of bacterial load by real-time PCR

| Parameter (log CFU g$^{-1}$) | Treatment | | SEM | p-value |
|---|---|---|---|---|
| | CON | IHP | | |
| Duodenum | | | | |
| *Lactobacillus* sp. | 9.35 ± 0.80 | 8.91 ± 0.49 | 0.64 | 0.28 |
| *E. coli* | 7.29 ± 1.37 | 8.22 ± 0.70 | 1.1 | 0.17 |
| *Salmonella* spp. | ND | ND | - | - |
| Jejunum | | | | |
| *Lactobacillus* sp. | 9.78 ± 0.65 | 9.29 ± 0.70 | 0.66 | 0.24 |
| *E. coli* | 6.94 ± 0.98 | 7.54 ± 0.77 | 0.86 | 0.26 |
| *Salmonella* spp. | ND | ND | - | - |
| Ileum | | | | |
| *Lactobacillus* sp. | 9.93 ± 0.54 | 10.07 ± 0.63 | 0.53 | 0.69 |
| *E. coli* | 8.10 ± 0.29 | 7.89 ± 0.44 | 0.35 | 0.35 |
| *Salmonella* spp. | ND | ND | - | - |
| Cecum | | | | |
| *Lactobacillus* sp. | 8.83 ± 0.10$^{b}$ | 9.84 ± 0.31$^{a}$ | 0.55 | < 0.01 |
| *E. coli* | 9.61 ± 0.43$^{b}$ | 10.13 ± 0.11$^{a}$ | 0.39 | 0.03 |
| *Salmonella* spp. | ND | ND | - | - |

CON = control feed (basal diet), IHP = basal diet + 0.1 g/kg of chili pepper powder and 0.2 g/kg of Indian gooseberry powder. ND = Not detected, SEM = standard error of mean.

$^{a, b}$ Means with in the same row with different uppercase superscripts indicate a significant difference ($p < 0.05$).

**Table 4** Meat quality characteristics of breast muscles in broilers

| Parameter | Treatment | | SEM | p-value |
|---|---|---|---|---|
| | CON | IHP | | |
| Thawing loss (%) | 5.41 ± 2.49 | 4.95 ± 2.21 | 2.17 | 0.75 |
| Drip loss (%) | 3.97 ± 1.37 | 3.11 ± 0.90 | 1.14 | 0.23 |
| Cooking loss (%) | 28.23 ± 3.45 | 26.58 ± 2.07 | 2.73 | 0.34 |
| Shear force (N) | 11.38 ± 3.50 | 9.54 ± 1.04 | 2.53 | 0.26 |

CON = control feed (basal diet), IHP = basal diet + 0.1 g/kg of chili pepper powder and 0.2 g/kg of Indian gooseberry powder. SEM = standard error of mean.

จากการศึกษาคุณภาพเนื้ออกเพื่อศึกษาปัญหาความแข็งของเนื้ออก (WB) และลายเส้นสีขาวบนเนื้ออก (WS) โดยใช้วิธีการศึกษาทางจุลกายวิภาคศาสตร์ (Figure 1 และ 2) พบว่าคะแนนเนื้อหน้าอกไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยไม่พบ WB score 1 (เนื้ออกปกติ) และพบความผิดปกติของเนื้อหน้าอกทางจุลกายวิภาคศาสตร์ทั้ง 2 กลุ่มการทดลอง ดังภาพแสดงการให้คะแนนเนื้อหน้าอกที่พบความแข็งและลายเส้นสีขาวบนเนื้ออก (Figure 1A และ 1B) โดยกล้ามเนื้ออกที่มีความผิดปกติรุนแรงของทุกกลุ่มทดลอง (Figure 2) พบการฝ่อของเซลล์กล้ามเนื้อ เซลล์ตาย เซลล์อักเสบ และพังผืดในกล้ามเนื้อที่มีปัญหาความแข็งของเนื้ออก (Figure 2A) นอกจากนั้นยังพบการแทรกของเนื้อเยื่อไขมันในกล้ามเนื้อลายที่พบเส้นสีขาวบนเนื้ออก (Figure 2B) แสดงให้เห็นว่าการเสริมด้วยพริกและมะขามป้อมไม่ส่งผลต่อการป้องกันการเสียหายของกล้ามเนื้ออก ยังคงพบความผิดปกติของเนื้ออกไม่ต่างกัน รวมทั้งไม่ส่งผลต่อคุณภาพเนื้ออย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)

จากสมมติฐานที่ว่าสารโพลีฟีนอลที่เป็นองค์ประกอบของพริกและมะขามป้อมมีประสิทธิภาพเป็นสารต้านอนุมูลอิสระป้องกันการเกิดออกซิเดชันของกล้ามเนื้อได้ (Bébin et al., 2017; Mazur-Kuśnirek et al., 2019) งานวิจัยที่ศึกษา ในไก่กระทงที่เสริมด้วยวิตามินอีและผลิตภัณฑ์โพลีฟีนอลช่วยเพิ่มความสามารถในการอุ้มน้ำของเนื้อ ลดการสูญเสียน้ำ ตามธรรมชาติในเนื้อสัตว์ (Mazur-Kuśnirek et al., 2019) และช่วยปรับปรุงลักษณะที่ปรากฏของเนื้อและความสามารถในการจัดเก็บ ตลอดจนลดการเกิดการสูญเสียน้ำจากการแช่เย็นได้ (Bébin et al., 2017) การศึกษาสารโพลีฟีนอลที่พบในพริกและมะขามป้อมต่อคุณภาพเนื้อต้นขาและอกของไก่กระทงด้วยการเสริมด้วยกรดแกลลิค 1.0 % และกรดไลโนเลอิก 1.0 % แสดงให้เห็นว่าไก่กลุ่มที่ได้รับสารเสริมมีความสามารถในการอุ้มน้ำเพิ่มขึ้น (Jung et al., 2010; Lee et al., 2012) ทั้งนี้ปริมาณการเสริมพริกและมะขามป้อมเป็นส่วนสำคัญที่มีผลต่อคุณภาพเนื้อ เนื่องจากความผิดปกติของกล้ามเนื้อหน้าอกเกิดขึ้นจากหลายสาเหตุด้วยกัน การเสริมพริกและมะขามป้อมในอาหารไก่กระทงโดยหวังให้ช่วยลดการเกิดความเครียดจากปฏิกิริยาออกซิเดชันที่กล้ามเนื้อหน้าอกจากคุณสมบัติการเป็นสารต้านอนุมูลอิสระไม่สามารถลดความผิดปกติของกล้ามเนื้อหน้าอกได้ อาจเป็นเพราะระดับการเสริมที่ใช้ในการศึกษานี้ ไม่เพียงพอที่จะลดความเสียหายที่เกิดขึ้นได้ (Erinle et al., 2022; Zeferino et al., 2016)

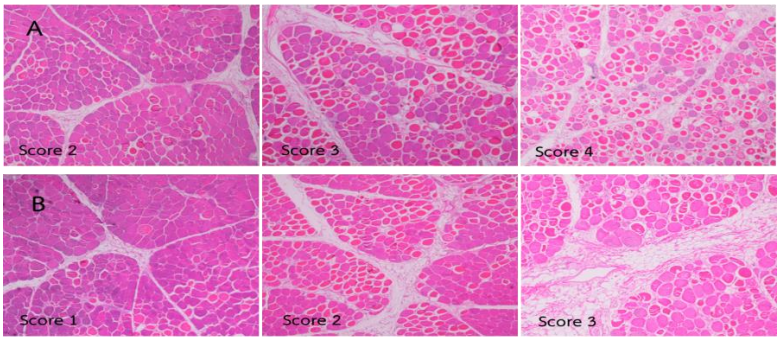


**Figure 1** Photomicrographs of histological cross sections of Pectoralis major muscle from broilers (Hematoxylin and eosin staining, 100×). A = Histomorphologic scoring of Wooden breast (Score 1 – 4): 1 = Normal breast (not found in this study) – 2 = Mild WB; Mild regenerating fibers – 3 = Moderate WB; Regenerating fibers, small, basophilic, irregular myofibers, endo- and perimysial fibrosis – 4 = Severe WB; Loss of normal muscle architecture, fiber atrophy, splitting, and vacuolation, increased interstitial fibrosis and inflammation. B = Histomorphologic scoring of White stripping (Score 1 – 3): 1 = Mild WS; Mild myofiber necrosis (<10 %), scattered atrophic fibers and inflammatory cells in the endomysium – 2 = Moderate WS; Moderate myofiber necrosis (10 – 50 %), scattered inflammatory cells in the endomysium and adipose tissue infiltration – 3 = Severe WS; Muscular degeneration (> 50 % of necrotic fibers), fiber with vacuolization, fibrosis, endomysial edema and adipose tissue infiltration.

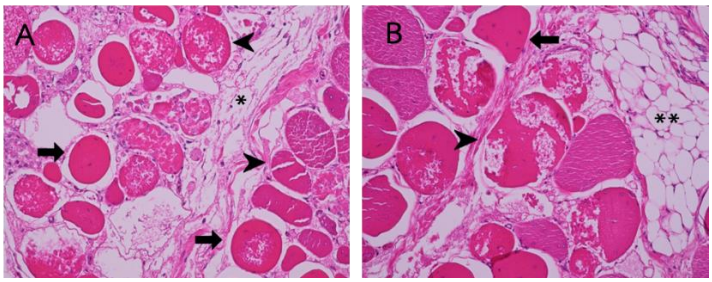


**Figure 2** Histology of breast muscle from broiler with severe Wooden breast and White stripping (Hematoxylin and eosin staining, 400x). The symbols in the picture represent regenerating muscle fibers (arrow), fibrosis (*), fiber atrophy (arrowheads) and adipose tissue infiltration (**).

*ประสิทธิภาพการเจริญเติบโต*

ผลของการเสริมพริกและมะขามป้อมในอาหารสัตว์ต่อประสิทธิภาพการเจริญเติบโตของไก่กระทงแสดงใน Table 5 จากผลการทดลองพบว่า ค่าน้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้น (BWG) ปริมาณการกินได้ของไก่ (FI) ค่า FCR และค่า FCG ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p > 0.05$) ตลอดระยะเวลาการเลี้ยง โดยพบว่าประสิทธิภาพการเจริญเติบโตของไก่ทดลองมีค่าสูงกว่ามาตรฐานของ สายพันธุ์ (Ross, 2022) ซึ่งเป็นผลจากการเลี้ยงแยกเดี่ยว ทำให้มีความหนาแน่นของฝูงต่ำ ไก่สามารถเข้าถึงอาหารได้ง่ายและมีความเครียดน้อย ส่งผลให้ไก่มีประสิทธิภาพการเจริญเติบโตที่ดีกว่า (Abudabos et al., 2013; Dozier et al., 2006; Nasr et al., 2021; Son et al., 2022) อย่างไรก็ตามผลของการเสริมพริกและมะขามป้อมในอาหารต่อประสิทธิภาพการเจริญเติบโตของไก่กระทงไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่พบอัตราการกินอาหารในกลุ่มที่เสริมพริกและมะขามป้อมมีค่าลดลงในทุกระยะการเลี้ยง อาจเกิดจากผลของสารแคปไซซินอยด์ที่เป็นองค์ประกอบสำคัญของพริกควบคุมอัตราการกินอาหารโดยควบคุมการตอบสนองของฮอร์โมน Leptin ผ่านการทำงานของแบคทีเรียในทางเดินอาหาร (Wang et al., 2020) สารโพลีฟีนอลที่อยู่ในมะขามป้อมและสารแคปไซซินที่อยู่ในพริกช่วยส่งเสริมสุขภาพลำไส้ ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการย่อยและการดูดซึม และการเผาผลาญกลูโคส (Panchal et al., 2018; Sanati et al., 2018) ส่งผลให้ไก่มีประสิทธิภาพการใช้อาหารที่ดีขึ้น ไก่จึงไม่จำเป็นต้องกินอาหารจำนวนมาก เนื่องจากได้รับพลังงานในอาหารเพียงพอต่อความต้องการแล้ว (Classen, 2017) นอกจากนั้น การศึกษานี้ยังไม่พบอัตราการตายของไก่ที่เสริมด้วยพริกและมะขามป้อมเมื่อเทียบกับกลุ่มควบคุมที่พบการตายของไก่ โดยพบลักษณะเป็นการตายกะทันหัน คือพบการตายของไก่แบบกะทันหัน มีอาการชักสั้น ๆ และตีปีกก่อนตาย มักพบในไก่ที่มีน้ำหนักมาก โตเร็ว และดูสุขภาพดี (Sosnówka-Czajka & Skomorucha, 2022) โดยสาเหตุหนึ่งที่ทำให้เกิดอาการนี้คือภาวะเมแทบอลิกซินโดรม ซึ่งเกิดจากการเผาผลาญอาหารของร่างกายที่ผิดปกติไป จากผลการทดลองแสดงให้เห็นว่าการเสริมพริกและมะขามป้อมอาจมีผลในการช่วยลดการตายกะทันหันในไก่กระทงจากการลดความเครียดจากปฏิกิริยาออกซิเดชันและการลดการเกิดภาวะเมแทบอลิกซินโดรมได้ (Kumar et al., 2018; Panchal et al., 2018; Sanati et al., 2018) ซึ่งสอดคล้องกันกับงานศึกษาของ Kumar & Singh (2005) ที่พบว่าการเสริมมะขามป้อมสามารถช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตของไก่กระทงและไม่พบอัตราการตายของไก่กระทงเมื่อเทียบกับกลุ่มควบคุม และการศึกษาของ Moradi et al. (2016) และ Adegoke et al. (2018) ที่ไม่พบอัตราการตายของไก่ในกลุ่มที่เสริมด้วยพริก

**Table 5** Effect of dietary Chili pepper powder and Indian gooseberry powder supplementation on broiler performance

| Parameter | Treatment | | SEM | p-value |
|---|---|---|---|---|
| | CON | IHP | | |
| *Grower (11-24 days)* | | | | |
| Initial body weight (g) | 301.73 ± 10.16 | 302 ± 18.49 | 14.22 | 0.97 |
| Final body weight (g) | 1391.36 ± 195.48 | 1419 ± 96.91 | 146.75 | 0.68 |
| Body weight gain (g) | 1090 ± 193.22 | 1117.09 ± 83.83 | 142.67 | 0.67 |
| ADG (g/d) | 77.83 ± 13.80 | 79.79 ± 5.99 | 10.19 | 0.67 |
| Feed intake (g/d) | 1442.91 ± 102.04 | 1362 ± 114.03 | 110.81 | 0.09 |
| FCR | 1.36 ± 0.26 | 1.22 ± 0.08 | 0.20 | 0.11 |
| FCG | 27.26 ± 5.28 | 24.58 ± 1.57 | 3.95 | 0.13 |
| Mortality (%) | 8.33 | 0 | - | - |
| *Finisher (25-42 days)* | | | | |
| Initial body weight (g) | 1391.36 ± 195.48 | 1408 ± 100.07 | 147.75 | 0.68 |
| Final body weight (g) | 3326.36 ± 418.65 | 3418.18 ± 213.49 | 320.14 | 0.53 |
| Body weight gain (g) | 1935 ± 249.66 | 1999.09 ± 177.71 | 209.08 | 0.49 |
| ADG (g/d) | 107.5 ± 13.87 | 111.06 ± 9.87 | 11.62 | 0.50 |
| Feed intake (g/d) | 3412.91 ± 290.46 | 3290.55 ± 567.14 | 433.93 | 0.53 |
| FCR | 1.78 ± 0.14 | 1.66 ± 0.32 | 0.25 | 0.29 |
| FCG | 34.95 ± 2.75 | 32.88 ± 6.43 | 4.83 | 0.34 |
| Mortality (%) | 8.33 | 0 | - | - |
| *Overall (11-42 days)* | | | | |
| Initial body weight (g) | 301.73 ± 10.16 | 302 ± 18.49 | 14.22 | 0.97 |

**Table 5 Continued** Effect of dietary Chili pepper powder and Indian gooseberry powder supplementation on broiler performance

| Parameter | Treatment | | SEM | p-value |
|---|---|---|---|---|
| | CON | IHP | | |
| Final body weight (g) | 3326.36 ± 418.65 | 3418.18 ± 213.49 | 320.14 | 0.53 |
| Body weight gain (g) | 3024.64 ± 414.83 | 3116.18 ± 207.49 | 316.04 | 0.52 |
| ADG (g/d) | 94.52 ± 12.96 | 97.38 ± 6.48 | 9.88 | 0.52 |
| Feed intake (g/d) | 4855.82 ± 357.34 | 4652.55 ± 622.49 | 494.47 | 0.36 |
| FCR | 1.62 ± 0.16 | 1.50 ± 0.21 | 0.19 | 0.13 |
| FCG | 32.08 ± 3.25 | 29.82 ± 4.16 | 3.74 | 0.17 |
| Mortality (%) | 16.67 | 0 | - | - |

CON = control feed (basal diet), IHP = basal diet + 0.1 g/kg of chili pepper powder and 0.2 g/kg of Indian gooseberry powder. ADG = average daily gain; FCR = feed conversion ratio; FCG = feed cost per gain, SEM = standard error of mean.

## สรุปผลการวิจัย

การศึกษาในครั้งนี้สรุปได้ว่า ผลของการเสริมพริกและมะขามป้อม สามารถปรับปรุงโครงสร้างประชากรจุลินทรีย์ในซีกัมของไก่กระทงได้ โดยการส่งเสริมให้แบคทีเรียดีมีปริมาณเพิ่มขึ้น สร้างสารเมแทบอไลต์ ช่วยปรับปรุงสุขภาพทางเดินอาหารและเพิ่มอัตราการรอดชีวิตของไก่กระทง โดยไม่ส่งผลเสียต่อสุขภาพและประสิทธิภาพการผลิต

## กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี ต้องขอขอบพระคุณโปรแกรมสนับสนุนการพัฒนาเทคโนโลยีและนวัตกรรม (ITAP) และบริษัท พี เอส นิวทริชั่น จำกัด ที่ได้ให้เงินทุนสนับสนุนการวิจัยในครั้งนี้ ขอขอบพระคุณฟาร์มไก่หลวงสุวรรณวาจกกสิกิจ ภาควิชาสัตวบาล คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ที่ให้การสนับสนุนสถานที่ในการทำการทดลองและเก็บตัวอย่างงานวิจัย

## References

Abudabos, A. M., Samara, E. M., Hussein, E. O. S., Al-Ghadi, M. Q., & Al-Atiyat, R. M. (2013). Impacts of stocking density on the performance and welfare of broiler chickens. *Italian Journal of Animal Science, 12*(1), 66-71. doi: 10.4081/ijas.2013.e11

Adegoke, A. V., Abimbola, M. A., Sanwo, K. A., Egbeyale, L. T., Abiona, J. A., Oso, A. O., & Iposu, S. O. (2018). Performance and blood biochemistry profile of broiler chickens fed dietary turmeric (*Curcuma longa*) powder and cayenne pepper (*Capsicum frutescens*) powders as antioxidants. *Veterinary and Animal Science*, *6*, 95–102. doi: 10.1016/j.vas.2018.07.005

Bébin, K., Gardan-Salmon, D., & Panheleux-Lebastard, M. (2017). Association of polyphenols and vitamin E to improve poultry meat quality. *Proceeding of the 21st European Symposium on Poultry Nutrition* (pp.8-11). Salou/Vila-seca, Spain: World's Poultry Science Association (WPSA).

Bhattacharya, A., Chatterjee, A., Ghosal, S., & Bhattacharya, S. K. (1999). Antioxidant activity of active tannoid principles of *Emblica officinalis* (amla). *Indian Journal of Experimental Biology*, *37*(7), 676-680.

Chen, L. R., Suyemoto, M. M., Sarsour, A. H., Cordova, H. A., Oviedo-Rondón, E. O., Wineland, M., Bames, H. J., & Borst, L. B. (2019). Temporal characterization of wooden breast myopathy ("woody breast") severity and correlation with growth rate and lymphocytic phlebitis in three commercial broiler strains and a random-bred broiler strain. *Avian Pathology, 48*(4), 319-328. doi: 10.1080/03079457.2019.1598541

Classen, H. L. (2017). Diet energy and feed intake in chickens. *Animal Feed Science and Technology, 233*, 13-21. doi: 10.1016/j.anifeedsci.2016.03.004

Dempsey, E., & Corr, S. C. (2022). *Lactobacillus* spp. for gastrointestinal health: current and future perspectives. *Frontiers in Immunology*, *13*, 840245. doi: 10.3389/fimmu.2022.840245

de Oliveira, R. F., de Mello, J. L. M., Ferrari, F. B., Cavalcanti, E. N. F., de Souza, R. A., Pereira, M. R., Giampietro-Ganeco, A., Villegas-Cayllahua, E. A., Fidelis, H. A., Fávero, M. S., Amoroso, L., de Souza, P. A., & Borba, H. (2021). Physical, chemical and histological characterization of *Pectoralis major* muscle of broilers affected by wooden breast myopathy. *Animals, 11*(3), 596. doi: 10.3390/ani11030596

Dibner, J. J., & Richards, J. D. (2005). Antibiotic growth promoters in agriculture: history and mode of action. *Poultry Science, 84*(4), 634-643. doi: 10.1093/ps/84.4.634

Dozier, W. A. III., Thaxton, J. P., Purswell, J. L., Olanrewaju, H. A., Branton, S. L., & Roush, W. B. (2006). Stocking density effects on male broilers grown to 1.8 kilograms of body weight. *Poultry Science*, *85*(2), 344–351. doi: 10.1093/ps/85.2.344

Dumonceaux, T. J., Hill, J. E., Briggs, S. A., Amoako, K. K., Hemmingsen, S. M., & Van Kessel, A. G. (2006). Enumeration of specific bacterial populations in complex intestinal communities using quantitative PCR based on the chaperonin-60 target. *Journal of*

*Microbiological Methods, 64*(1), 46-62. doi: 10.1016/j.mimet.2005.04.006

Erinle, T. J., Oladokun, S., MacIsaac, J., Rathgeber, B., & Adewole, D. (2022). Dietary grape pomace–effects on growth performance, intestinal health, blood parameters, and breast muscle myopathies of broiler chickens. *Poultry Science, 101*(1), 101519. doi: 10.1016/j.psj.2021.101519

Ghosal, S., Tripathi, V.K., & Chauhan, S. (2010). ChemInform Abstract: active constituents of *Emblica officinalis*: part 1. The chemistry and antioxidative effects of two new hydrolysable tannins, Emblicanin A (Ia) and B (Ib). *ChemInform 27(47)*. doi: 10.1002/chin.199647279

Jaturasitha, S. (2010). *Meat technology* (2nd ed.). Chiang Mai: Mingmuang Printing. (in Thai)

Jung, S., Choe, J. H., Kim, B., Yun, H., Kruk, Z. A., & Jo, C. (2010). Effect of dietary mixture of gallic acid and linoleic acid on antioxidative potential and quality of breast meat from broilers. *Meat Science*, *86*(2), 520-526. doi: 10.1016/j.meatsci.2010.06.007

Kim, J. E., Lillehoj, H. S., Hong, Y. H., Kim, G. B., Lee, S. H., Lillehoj, E. P., & Bravo, D. M. (2015). Dietary *Capsicum* and *Curcuma longa* oleoresins increase intestinal microbiome and necrotic enteritis in three commercial broiler breeds. *Research in Veterinary Science, 102*, 150-158. doi: 10.1016/j.rvsc.2015.07.022

Kumar A., Tantry B. A., Shaik, R., & Gupta U. (2011). Comparative study of antimicrobial activity and phytochemical analysis of methanolic and aqueous extracts of the fruit of *Emblica officinalis* against pathogenic bacteria. *Journal of Traditional Chinese Medicine, 31*(3), 246-250.

Kumar, M., & Singh, K. C. P. (2005). Effect of supplementation of herbal product on the production potential of chickens. *Proceeding of the XXII (22nd) annual conference of Indian Poultry Science Association (IPSA) and national symposium* (pp. 69). Andaman & Nicobar Islands, India: Indian Poultry Science Association.

Kumar, S., Kumar, D., Yadav, P. K., Bal, L. M., & Singh, B. P. (2018). Amla as phytogenic feed additive for efficient livestock production. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry, 7*(4), 1030-1036.

Kuttappan, V. A., Hargis, B. M., & Owens, C. M. (2016). White striping and woody breast myopathies in the modern poultry industry: a review. *Poultry Science, 95*(11), 2724-2733. doi: 10.3382/ps/pew216

Lee, K. H., Jung, S., Kim, H. J., Kim, Il. S., Lee, J. H., & Jo, C. (2012). Effect of dietary supplementation of the combination of gallic and linoleic acid in thigh meat of broilers. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences, 25*(11), 1641-1648. doi: 10.5713/ajas.2012.12260

Li, H., Wang, H., D'Aoust, J. Y., & Maurer, J. (2012). *Salmonella* species. *In: Doyle, M. P., Buchanan, R. L., eds. Food microbiology: fundamentals and frontiers. (*4th ed.). Washington, D.C.: ASM Press. doi: 10.1128/9781555818463

Li, Z., Zhang, J., Wang, T., Zhang, J., Zhang, L., & Wang, T. (2022). Effects of capsaicin on growth performance, meat quality, digestive enzyme activities, intestinal morphology, and organ indexes of broilers. *Frontiers in Veterinary Science, 9*, 841231. doi: 10.3389/fvets.2022.841231

Liu, J. G., Xia, W. G., Chen, W., Abouelezz, K. F. M., Ruan, D., Wang, S., Zhang, Y. N., Huang, X. B., Li, K. C., Zheng, C. T., & Deng, J. P. (2021). Effects of capsaicin on laying performance, follicle development, and ovarian antioxidant capacity in aged laying ducks. *Poultry Science, 100*(4), 100901. doi: 10.1016/j.psj.2020.11.070

Lutful Kabir, S. M. (2009). The role of probiotics in the poultry industry. *International Journal of Molecular Sciences, 10*(8), 3531-3546. doi: 10.3390/ijms10083531

Mazur-Kuśnirek, M., Antoszkiewicz, Z., Lipinski, K., Kaliniewicz, J., Kotlarczyk, S., & zukowski, P. (2019). The effect of polyphenols and vitamin E on the antioxidant status and meat quality of broiler chickens exposed to high temperature. *Archives of Animal Nutrition, 73*(2), 111-126. doi: 10.1080/1745039X.2019.1572342

Moradi, S., Mousavinia, M., & Galeh, B. A. (2016). Effect of use black and red pepper powder as feed additive on performance and some immune parameters of Cobb 500 broiler chicks. *CIBTech Journal of Zoology, 5*(2), 45-50.

Namted, S., Poungpong, K., Loongyai, W., Rakangthong, C., & Bunchasak, C. (2021). Improving growth performance and blood profile by feeding autolyzed yeast to improve pork carcass and meat quality. *Animal Science Journal, 92*(1), e13666. doi: 10.1111/asj.13666

Nasr, M. A. F., Alkhedaide, A. Q., Ramadan, A. A. I., Hafez, A. S. E., & Hussein, M. A. (2021). Potential impact of stocking density on growth, carcass traits, indicators

of biochemical and oxidative stress and meat quality of different broiler breeds. *Poultry Science, 100*(11), 101442. doi: 10.1016/j.psj.2021.101442

National Research Council. (1994). *Nutrient requirements of poultry.* Washington, D.C.: The National Academies Press.

Panchal, S. K., Bliss, E., & Brown, L. (2018). Capsaicin in metabolic syndrome. *Nutrients, 10*(5), 630. doi: 10.3390/nu10050630

Paraksa, N., Songsaem, T., Triwuttanon, O., Sindhuvanich, S., & Kaewdirek, A. (2005). *Use of the crude extract from Capsicum spp. in broilers evaporative cooling housing system*. Bangkok: Thailand Science Research and Innovation (TSRI). (in Thai)

Patel, A. P., Bhagwat, S. R., Pawar, M. M., Prajapati, K. B., Chauhan, H. D., & Makwana, R. B. (2016). Evaluation of *Emblica officinalis* fruit powder as a growth promoter in commercial broiler chickens. *Veterinary World, 9*(2), 207-210. doi: 10.14202/vetworld.2016.207-210

Penders, J., Thijs, C., van den Brandt, P. A., Kummeling, I., Snijders, B., Stelma, F., Adams, H., van Ree, E., & Stobberingh, E. E. (2007). Gut microbiota composition and development of atopic manifestations in infancy: the KOALA Birth Cohort Study. *Gut, 56*(5), 661-667. doi: 10.1136/gut.2006.100164

Petracci, M., Mudalal, S., Soglia, F., & Cavani, C. (2015). Meat quality in fast-growing broiler chickens. *World's Poultry Science Journal, 71*(02), 363-374. doi:10.1017/S0043933915000367

Prisco, F., De Biase, D., Piegari, G., d'Aquino, I., Lama, A., Comella, F., Mercogliano, R., Dipineto, L., Papparella, S., & Paciello, O. (2021). Pathologic characterization of white striping myopathy in broiler chickens. *Poultry Science, 100(*7), 101150. doi: 10.1016/j.psj.2021.101150

Ross, A. (2022). *Ross 308 and Ross 308 FF broiler performance objectives*. Alabama: Aviagen.

Saeed, S., & Tariq, P. (2007). Antibacterial activities of Emblica officinalis and Coriandrum sativum against Gram negative urinary pathogens. *Pakistan Journal of Pharmaceutical Sciences, 20*(1), 32-35.

Sanati, S., Razavi, B. M., & Hosseinzadeh, H. (2018). A review of the effects of *Capsicum annuum* L. and its constituent, capsaicin, in metabolic syndrome. *Iranian Journal of Basic Medical Sciences, 21*(5), 439-448. doi: 10.22038/IJBMS.2018.25200.6238

Santos, A. R., De Campos, R. O., Miguel, O. G., Cechinel-Filho, V., Yunes, R. A., & Calixto, J. B. (1999). The involvement of K+ channels and Gi/o protein in the antinociceptive action of the gallic acid ethyl ester. *European Journal of Pharmacology, 379*(1), 7-17. doi: 10.1016/s0014-2999(99)00490-2

Shahverdi, A., Kheiri, F., Faghani, M., Rahimian, Y., & Rafiee, A. (2013). The effect of use red pepper (*Capsicum annum* L.) and black pepper (*Piper nigrum* L.) on performance and hematological parameters of broiler chicks. *European Journal of Zoological Research, 2*(6), 44-48.

Son, J., Kim, H. J., Hong, E. C., & Kang, H. K. (2022). Effects of stocking density on growth performance, antioxidant status, and meat quality of finisher broiler chickens under high temperature. *Antioxidants, 11*(5), 871. doi: 10.3390/antiox11050871

Sosnówka-Czajka, E., & Skomorucha, I. (2022). Sudden death syndrome in broiler chickens: a review on the etiology and prevention of the syndrome. *Annals of Animal Science, 22*(3), 865-871. doi: 10.2478/aoas-2022-0007

Suganya, N., Bhakkiyalakshmi, E., Sarada, D. V. L., & Ramkumar, K. M. (2016). Reversibility of endothelial dysfunction in diabetes: role of polyphenols. *British Journal of Nutrition, 116*(2), 223-246. doi: 10.1017/S0007114516001884

Tangade, S. U. (2007). *Effect of herbal and synthetic vitamin C supplementation on the performance of broilers under intense summer condition*. (Master's Thesis). Nagpur, India. Maharashtra Animal and Fishery Sciences University.

Viveros, A., Chamorro, S., Pizarro, M., Arija, I., Centeno, C., & Brenes, A. (2011). Effects of dietary polyphenol-rich grape products on intestinal microflora and gut morphology in broiler chicks. *Poultry Science, 90*(3), 566–578. doi: 10.3382/ps.2010-00889

Walter, J., Hertel, C., Tannock, G. W., Lis, C. M., Munro, K., & Hammes, W. P. (2001). Detection of Lactobacillus, Pediococcus, Leuconostoc, and Weissella species in human feces by using group-specific PCR primers and denaturing gradient gel electrophoresis. *Applied and Environmental Microbiology, 67*(6), 2578-2585. doi: 10.1128/AEM.67.6.2578-2585.2001

Wang, Y., Tang, C., Tang, Y., Yin, H., & Liu, X. (2020). Capsaicin has an anti-obesity effect through alterations in gut microbiota populations and short-chain fatty acid concentrations. *Food & Nutrition Research,* 64. doi: 10.29219/fnr.v64.3525

Wierup, M. (2001). The experience of reducing antibiotics used in animal production in the Nordic countries. *International Journal of Antimicrobial Agents, 18*(3), 287-290. doi: 10.1016/s0924-8579(01)00380-6

Wyszyńska, A. K., & Godlewska, R. (2021). Lactic acid bacteria–A promising tool for controlling chicken *Campylobacter* infection. *Frontiers in Microbiology, 12*, 703441. doi: 10.3389/fmicb.2021.703441

Yang, T., Liu, B., Wang, Y., Huang, X., Yan, Z., Jiang, Q., & Chen, Q. (2022). Ellagic acid improves antioxidant capacity and intestinal barrier function of heat-stressed broilers via regulating gut microbiota. *Animals, 12*(9), 1180. doi: 10.3390/ani12091180

Zeferino, C. P., Komiyama, C. M., Pelícia, V. C., Fascina, V. B., Aoyagi, M. M., Coutinho, L. L., Sartori, J. R., & Moura, A. S. A. M. T. (2016). Carcass and meat quality traits of chickens fed diets concurrently supplemented with vitamins C and E under constant heat stress. *Animal, 10*(1), 163-171. doi: 10.1017/S1751731115001998

**Research article**

# Effect of Habanero pepper and Indian gooseberry powder on intestinal bacterial population, meat quality, and growth performance in broilers

Nattarin Phisitaukara Thanathip Supcharoenkul Chaowit Rakangthong

Chaiyapoom Bunchasak and Wiriya Loongyai*

*Department of Animal Science, Faculty of Agriculture, Kasetsart University, Bangkok, 10900*

**ARTICLE INFO**

**Article history**
Received: 31 August 2023
Revised: 2 November 2023
Accepted: 24 November 2023
Online published: 4 December 2023

**Keyword**
*Bacterial population*
*Broiler, Habanero pepper*
*Indian gooseberry*
*Meat quality*

**ABSTRACT**

This study evaluated the impacts of Habanero pepper powder and Indian gooseberry powder (IHP) on intestinal bacteria, meat quality, and growth performance of broiler chickens. A total of 24 male Ross 308 broilers were randomly divided into two groups: the control group (CON) and the IHP treatment group (supplemented with 0.01 % Habanero pepper powder and 0.02 % Indian gooseberry powder). Growth performance was monitored on a weekly basis over a period of 42 days. The findings revealed no significant differences in BWG, FI, and FCR between the groups ($p > 0.05$), with no observed mortality. Based on carcass trait analysis, there were no significant differences in drip loss, cooking loss, or shear force ($p > 0.05$). Supplementation with IHP demonstrated its potential to increase the abundance of *Lactobacillus* sp. ($p < 0.01$), while *E. coli* was not reduced ($p > 0.05$). According to the results, supplementation with Habanero pepper and Indian gooseberry powder was demonstrated to modulate lactic acid bacteria in cecum and balance bacterial population in the gut of broiler chickens.

*Corresponding author
E–mail address: agrwyl@ku.ac.th (W. Loongyai)
Online print: 4 December 2023 Copyright © 2023. This is an open access article, production, and hosting by Faculty of Agricultural Technology, Rajabhat Maha Sarakham University. https://doi.org/10.14456/paj.2023.35