

ผลการเสริมผงเปลือกมังคุด (*Garcinia mangostana* L.) ในอาหารไก่เนื้อต่อสมรรถภาพการผลิต องค์ประกอบซาก และคุณภาพเนื้อ

Effect of mangosteen (*Garcinia mangostana* L.) peel powder supplementation in broiler diet on growth performance, carcass composition and meat quality

จินดา กลิ่นอุบล¹, ขวาลิต ศิริบุรณ์¹, อินทร์ ศาลางาม¹, มนัสนันท์ นพรัตน์ไมตรี², นิราภรณ์ ชัยวัง³ และ ธนาพร บุญมี^{4*}

Jinda Glinubon¹, Chawalit Siriboon¹, Intr Salangam¹, Manatsanun Nopparatmaitree², Niraporn Chaiwang³ and Thanaporn Bunmee^{4*}

¹ ภาควิชาสัตวศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี จังหวัดอุบลราชธานี 34190

¹ Department of Animal Science, Faculty of Agricultural Ubon Ratchathani, University, Ubon Ratchathani, 34190

² คณะสัตวศาสตร์และเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยศิลปากร วิทยาเขตสารสนเทศเพชรบุรี อำเภอชะอำ จังหวัดเพชรบุรี 76120

² Faculty of Animal Sciences and Agricultural Technology, Silpakorn University, Phetchaburi IT Campus, Cha-am, Phetchaburi 76120

³ สาขาเทคโนโลยีและพัฒนากาเกษตร คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่ จังหวัดเชียงใหม่ 50300

³ Division of Agricultural Technology and Development, Faculty of Agricultural Technology, Chiang Mai Rajabhat University, Chiang Mai 50300

⁴ สาขาสัตวศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์และทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยพะเยา จังหวัดพะเยา 56000

⁴ Division of Animal Sciences, School of Agriculture and Natural Resources, University of Phayao, Phayao 56000

บทคัดย่อ: งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลการเสริมผงเปลือกมังคุดในอาหารต่อสมรรถภาพการผลิต องค์ประกอบซาก และคุณภาพเนื้อไก่เนื้อ การทดลองครั้งนี้ใช้ไก่เนื้อพันธุ์ Arbor Acres อายุ 1 วัน แบบคละเพศ จำนวน 128 ตัว แบ่งออกโดยสุ่มเป็น 4 กลุ่ม กลุ่มละ 4 ซ้ำ วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ให้ไก่ได้รับอาหารทดลองดังนี้ กลุ่มที่ 1 อาหารพื้นฐานเสริมยาต้านบิต 50 ppm (กลุ่มควบคุม) กลุ่มที่ 2, 3 และ 4 อาหารพื้นฐานเสริมผงเปลือกมังคุดระดับ 1, 3 และ 5% ตามลำดับ ทดลองเป็นเวลา 28 วัน ผลการศึกษาพบว่า กลุ่มที่เสริมผงเปลือกมังคุดระดับ 1% มีน้ำหนักตัวเพิ่ม อัตราการเจริญเติบโตต่อตัวต่อวัน และอัตราแลกน้ำหนักดีกว่าการเสริมที่ระดับ 3 และ 5% ($P < 0.05$) แต่ไม่แตกต่างจากกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญ ($P > 0.05$) การเสริมผงเปลือกมังคุดทุกระดับ (1-5%) ส่งผลให้น้ำหนักมีชีวิตและปริมาณไขมันในเนื้ออกลดลง ในขณะที่ปริมาณโปรตีนในเนื้ออกมีสัดส่วนเพิ่มขึ้นเมื่อเทียบกับกลุ่มควบคุม ($P < 0.05$) การเสริมเปลือกมังคุดที่ระดับ 5% ทำให้ค่าการสูญเสียจากการเก็บรักษาและค่าแรงตัดผ่านเนื้อสูงกว่ากลุ่มควบคุมและกลุ่มที่เสริมระดับ 1-3% ($P < 0.05$) อย่างไรก็ตามการเสริมผงเปลือกมังคุดไม่ส่งผลต่อเปอร์เซ็นต์ซาก องค์ประกอบของซาก และคุณภาพเนื้อ ดังนั้นการเสริมผงเปลือกมังคุดในอาหารไก่เนื้อระดับ 1% เพิ่มน้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้น อัตราการเจริญเติบโตต่อตัวต่อวัน อัตราแลกน้ำหนัก เพิ่มดัชนีประสิทธิภาพการผลิต ปริมาณโปรตีนและปริมาณไขมันในเนื้อส่วนอก

คำสำคัญ: เปลือกมังคุด; สมรรถภาพการผลิต; องค์ประกอบซาก; คุณภาพเนื้อ

ABSTRACT: The aims of this study was to examine the effect of Mangosteen (*Garcinia mangostana* L.) peel powder (MPP) supplementation in diets on performance, carcass and meat quality of broilers. One hundred twenty-eight, 1-day-old Arbor Acres chicks were randomly assigned to four dietary treatments in a completely randomized design. Dietary treatments composed of T1) basal diet+ Salinomycin 50 ppm (control), T2) T3) and 4) basal diet supplemented with 1, 3 and 5% MPP, respectively. The experiment was conducted for 28 days. The results showed

* Corresponding author: Thanaporn.bu@up.ac.th

that broilers fed 1% of MPP had better body weight gain, average daily gain and feed conversion ratio than the 3 and 5% of MPP ($P < 0.05$), but there were no statistically significant differences as compared to the control group ($P > 0.05$). The supplementation of MPP in broiler diet (1-5%) decreased the live weight and crude fat content of breast meat, whereas crude protein content was increased, when compared to control group ($P < 0.05$). Chicken fed a diet containing 5% of MPP showed a significant increase in drip loss and shear force values compared to control and 1-3% of MPP group ($P < 0.05$). However, supplementations of MPP were not affected on carcass percentage, carcass composition and meat quality. It can be concluded that supplementing 1% MPP in the broiler diet can improved body weight gain, average daily gain, feed conversion ratio, reduced feed cost per gain, enhanced productive index, crude fat content and protein content in breast meat.

Keywords: mangosteen peel; growth performance; carcass composition; meat quality

บทนำ

ปัจจุบันอุตสาหกรรมการผลิตไก่เนื้อมีการเลี้ยงไก่แบบหนาแน่น เพื่อให้ได้ผลผลิตปริมาณมากต่อรอบการผลิต ส่งผลให้ไก่เนื้อเกิดความเครียด อ่อนแอ ระบบภูมิคุ้มกันลดลง และเกิดโรคระบาดได้ง่าย จึงต้องใช้สารปฏิชีวนะและยาต้านจุลชีพในอาหารสัตว์เพื่อควบคุมและป้องกันเชื้อโรค รวมถึงการเร่งประสิทธิภาพการเจริญเติบโตของไก่เนื้อ นอกจากนี้การผลิตไก่เนื้อยังประสบปัญหาโรคบิด (coccidiosis) ซึ่งมีสาเหตุมาจากโปรโตซัวกลุ่ม *Eimeria spp.* ทำให้เกิดอาการท้องเสีย มีจุดเลือดออกที่ผนังลำไส้ ทำให้ระบบการดูดซึมโภชนา และปริมาณการกินได้ลดลง ส่งผลต่อการเจริญเติบโตและน้ำหนักตัวลดลงด้วยเช่นกัน (Farhadi and Hosseini, 2016) โดยระดับความรุนแรงและสายพันธุ์ของเชื้อบิดจะแตกต่างกันไปขึ้นกับหลายปัจจัย เช่น การจัดการและอายุไก่เนื้อ เป็นต้น โดยไก่เล็กจะมีความไวต่อโรคบิด ในอุตสาหกรรมการผลิตอาหารโดยเฉพาะในอาหารไก่เล็กมีการใช้ยากันบิดเพื่อป้องกันและกระตุ้นภูมิคุ้มกัน หากแต่การใช้ยากันบิดในไก่เนื้อเพื่อส่งออกยังมีข้อจำกัด (มานพ, 2544 อ่างโดยมณีนรัตน์ และนิพนธ์, 2551) เนื่องจากเกิดปัญหาสารตกค้างในเนื้อและผลิตภัณฑ์สัตว์ ดังนั้นกระบวนการผลิตไก่เนื้อเพื่อส่งออกจะเน้นด้านการผลิตอาหารปลอดภัย (food safety) ที่เข้มงวดต่อการตกค้างของสารในเนื้อและผลิตภัณฑ์จากไก่ ปัจจุบันจึงมีแนวคิดในการนำสมุนไพรที่มีสรรพคุณทางยามาใช้ในอาหารสัตว์ (วิศิษย์, 2550) เพื่อเป็นอีกหนึ่งทางเลือกที่ช่วยป้องกันและรักษาโรคในสัตว์ เปลือกมังคุด (Mangosteen peel) จัดเป็นวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรที่มีสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพ โดยเฉพาะสารประกอบฟีนอลิก (phenolic compounds) ได้แก่ สารแอลฟา-แมงโกสติน (alpha-Mangostin) เป็นสารกลุ่มแซนโทน (xanthones) ปริมาณเท่ากับ 11-18% ในส่วนที่เป็นน้ำยางสีเหลืองเขียว (นิธิมา และคณะ, 2560) สารกลุ่มแอนโทไซยานิน (anthocyanins) พบในส่วนที่เป็นเปลือกมังคุด เป็นรงควัตถุหรือสารสีที่ให้สีแดงม่วงและน้ำเงิน มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ (antioxidant) ด้านการอักเสบของเซลล์และการระคายเคือง ช่วยสมานแผล มีประสิทธิภาพในการปกป้องเซลล์จากการถูกทำลายโดยอนุมูลอิสระ และยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ (อรุษา และอริญญา, 2550) นอกจากนี้ยังพบสารแทนนิน (tannins) 7-14% ซึ่งเป็นสารที่มีรสฝาด มีฤทธิ์ตกตะกอนโปรตีนและส่วนใหญ่มีฤทธิ์ฆ่าเชื้อโรค สมานให้แผลหายเร็วขึ้น (นพ และสมพร, 2545) มีการศึกษาใช้ประโยชน์จากเปลือกมังคุดมาเสริมในอาหารไก่เนื้อ เพื่อกระตุ้นระบบภูมิคุ้มกัน สมรรถภาพการผลิต ลดการเกิดโรคบิดในไก่เนื้อ รายงานของ Ele et al. (2018) พบว่า ศึกษาการเสริมผงเปลือกมังคุดในอาหารไก่เนื้อต่อระบบภูมิคุ้มกัน โดยเป็น 5 กลุ่มทดลอง คือ กลุ่มควบคุม กลุ่มที่เสริม สารต้านอนุมูลอิสระ และกลุ่มที่เสริมผงเปลือกมังคุดระดับ 3.3, 6.6 และ 10% ตามลำดับ พบว่า กลุ่มที่เสริมผงเปลือกมังคุดระดับ 6.6 และ 10% สามารถกระตุ้นระบบภูมิคุ้มกันในไก่เนื้อ โดยเพิ่มจำนวนเซลล์เม็ดเลือดขาวชนิดลิมโฟไซต์ และชนิดเฮทเทอโรฟิล์มากกว่ากลุ่มทดลองอื่นๆ ($P < 0.05$) ซึ่งการเสริมผงเปลือกมังคุดในอาหารไก่เนื้อสามารถกระตุ้นระบบภูมิคุ้มกันต่อเชื้อก่อโรค และเพิ่มอัตราการเจริญเติบโตในสัตว์ได้ เนื่องจากสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพที่พบในเปลือกมังคุด เป็นสารต้านอนุมูลอิสระ ป้องกันการอักเสบของเซลล์ สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของแบคทีเรียก่อโรค เพิ่มพื้นที่ผิวในการดูดซึมสารอาหาร จึงส่งผลให้สัตว์มีอัตราการเจริญเติบโตเพิ่มขึ้น (Widjastuti et al., 2018) ขัดแย้งกับการศึกษาของ Siska et al. (2014) เสริมผงเปลือกมังคุดในอาหารไก่เนื้อต่อสมรรถภาพการผลิตและองค์ประกอบซาก แบ่งออกเป็น 5 กลุ่ม คือ กลุ่มควบคุม และกลุ่มที่เสริมผงเปลือกมังคุดระดับ 0.5, 1, 1.5 และ 2% ตามลำดับ พบว่าการเสริมผงเปลือกมังคุดในอาหารไก่เนื้อทุกระดับไม่ส่งผลต่อน้ำหนักที่เพิ่มขึ้น อัตราแลกน้ำหนัก ปริมาณการกินไก่ น้ำหนักเข้าฆ่า น้ำหนักซาก และเปอร์เซ็นต์ซากอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) นอกจากนี้ยังมีการศึกษาการเสริมสารสกัดหยาบจากเปลือกมังคุดในอาหารไก่เนื้อระดับ 0.4-0.8% ต่อคุณภาพเนื้อ พบว่า ระดับการเสริมสกัดหยาบจากเปลือกมังคุดที่เพิ่มขึ้น

ส่งผลให้การเกิดออกซิเดชันของไขมัน (lipid oxidation) หรือกลิ่นหืนในเนื้อไก่ลดลง (อุมาพร และโอภาส, 2560) เนื่องจากสารสกัดจากเปลือกมังคุด มีคุณสมบัติเป็นสารต้านอนุมูลอิสระ สามารถลดการเสื่อมเสียของเนื้อจากการเกิดออกซิเดชันของไขมัน ซึ่งส่งผลต่อคุณภาพ และอายุการเก็บรักษาเนื้อ (Chomnawang et al. 2007) แต่อย่างไรก็ตามยังไม่มีข้อมูลการศึกษาผลการเสริมผงเปลือกมังคุดในอาหารไก่เนื้อต่อคุณภาพเนื้อ ดังนั้นเพื่ออธิบายสมมุติฐานเกี่ยวกับการออกฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของผงเปลือกมังคุดต่อคุณภาพเนื้อ ปริมาณไขมันในเนื้อ และอายุการเก็บรักษา ผู้วิจัยจึงความสนใจศึกษาการเสริมผงเปลือกมังคุดในอาหารไก่เนื้อต่อสมรรถภาพการผลิต องค์ประกอบของซาก และคุณภาพเนื้อ เพื่อให้เกิดประโยชน์ต่ออุตสาหกรรมการผลิตไก่เนื้อที่มีการนำมาวัสดุเศษเหลือทางการเกษตรมาทดแทนการใช้กากมันบด สามารถลดปัญหาสารตกค้างในเนื้อและผลิตภัณฑ์ ซึ่งมีความปลอดภัยต่อผู้บริโภค

วิธีการศึกษา

1. สัตว์ทดลองและแผนการทดลอง

การทดลองนี้ใช้ไก่เนื้อสายพันธุ์ทางการค้า Arbor Acres อายุ 1 วัน โคลงเพศ จำนวน 128 ตัว สุ่มเข้าสู่แผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design) ประกอบด้วย 4 กลุ่มการทดลอง ๆ ละ 4 ซ้ำ ๆ ละ 8 ตัว ดังนี้

- กลุ่มการทดลองที่ 1 อาหารพื้นฐานเสริมยากันบิดซาลิโนมายซิน 50 พีพีเอ็ม (กลุ่มควบคุม)
- กลุ่มการทดลองที่ 2 อาหารพื้นฐานเสริมผงเปลือกมังคุดที่ระดับ 1%
- กลุ่มการทดลองที่ 3 อาหารพื้นฐานเสริมผงเปลือกมังคุดที่ระดับ 3%
- กลุ่มการทดลองที่ 4 อาหารพื้นฐานเสริมผงเปลือกมังคุดที่ระดับ 5%

ทำการเตรียมผงเปลือกมังคุดจากการนำเศษเปลือกมังคุดเหลือทิ้งมาล้างให้สะอาด เอาเนื้อและเมล็ดออก นำเปลือกมาหั่นเป็นชิ้นเล็ก ๆ เข้าตู้อบ 50 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 72 ชั่วโมง จากนั้นนำไปคั่วเป็นผงแห้งเก็บในภาชนะปิดสนิทเพื่อจะนำมาผสมในอาหารไก่ โดยสูตรอาหาร ประกอบด้วยอาหารพื้นฐานข้าวโพดและกากถั่วเหลืองเป็นอาหารสำเร็จรูปทางการค้า โดยมีคุณค่าอาหารตรงตามความต้องการของไก่เนื้อ ตามคำแนะนำของ NRC (1994) แบ่งเป็น 2 ช่วงอายุ คือ ช่วงอายุ 1-21 วัน ที่มีโปรตีนหยาบ (crude protein) 23% และพลังงานใช้ประโยชน์ได้ 3,200 กิโลแคลอรี/กิโลกรัม ช่วงอายุ 22-42 วัน ที่มีโปรตีนหยาบ (crude protein) 20% และพลังงานใช้ประโยชน์ได้ 3,200 กิโลแคลอรี/กิโลกรัม ผสมผงเปลือกมังคุดตามกลุ่มการทดลองและวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี ได้แก่ วัตถุแห้ง โปรตีน ไขมัน เถ้า เยื่อใย พลังงาน แคลเซียม และฟอสฟอรัสของอาหารทดลอง ด้วยวิธี Proximate analysis (AOAC, 1990) แสดงใน Table 1

2. การศึกษาด้านสมรรถภาพการผลิต

ทำการเลี้ยงภายในโรงเรือนระบบปิด ทำความสะอาดโรงเรือนรวมทั้งบริเวณรอบโรงเรือน พื้น ผนังเพดาน พ่นน้ำยาฆ่าเชื้อภายในคอกและผนังภายนอกโรงเรือน โรยปูนขาวรอบๆ โรงเรือน ควบคุมการจัดการแสงและอุณหภูมิภายในโรงเรือนให้เหมาะสมตามมาตรฐานของแต่ละช่วงไก่อายุ แบ่งออกเป็นคอกย่อยขนาด 1.5x1.5 เมตร จำนวน 16 คอก ในแต่ละคอกรองพื้นด้วยแกลบหนาประมาณ 2-3 นิ้ว ทั้งนี้ไก่เนื้อที่มีความสม่ำเสมอและคัดลูกไก่ที่ไม่สมบูรณ์ออก โดยได้รับการทำวัคซีนป้องกันโรคมารีกซีในวันที่ 0 ที่โรงฟัก วัคซีนนิวคาสเซิลและหลอดลมอักเสบในวันที่ 3 และ วัคซีนกัมโบโรในวันที่ 12 ของการทดลอง ระยะเวลาในการเลี้ยง 28 วัน โดยการให้น้ำสะอาดและอาหารทดลองแบบเต็มที่ตลอดเวลา (*ad libitum*) ทำการบันทึกโดยการชั่งน้ำหนักไก่เนื้อในแต่ละหน่วยการทดลอง ทุกช่วงการทดลอง ประกอบด้วยข้อมูลด้านสมรรถภาพการผลิต ได้แก่ น้ำหนักเริ่มต้น น้ำหนักสุดท้าย ปริมาณอาหารที่กิน เพื่อคำนวณปริมาณกินได้เฉลี่ยต่อวัน (average daily feed intake: ADFI) จากสูตรปริมาณอาหารที่กิน (กรัม)/จำนวนวันที่เลี้ยง น้ำหนักตัวเพิ่มเฉลี่ย (average body weight gain: BWG) จากสูตรน้ำหนักตัวสุดท้าย-น้ำหนักเริ่มต้น (กรัม) อัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวัน (average daily gain: ADG) จากสูตรน้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้น (กรัม)/จำนวนวันที่เลี้ยง และอัตราแลกน้ำหนัก (feed conversion ratio: FCR) จากสัดส่วนของอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวันและปริมาณที่กินได้เฉลี่ยต่อวัน และอัตราการตาย (mortality, %) นอกจากนี้คำนวณต้นทุนอาหารในการผลิตเนื้อไก่ 1 กิโลกรัม (feed cost per gain: FCG) หาจากสูตร [FCR x ราคาอาหาร 1 กิโลกรัม] รวมถึง

ดัชนีประสิทธิภาพการผลิต (productive index: PI) หาจาก [(อัตราการรอด x น้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้น x 100)/(FCR x จำนวนวันที่เลี้ยง)] ตามวิธีของ มนัสนันท์ และคณะ (2558)

Table 1 Chemical composition (%) of experimental diets by laboratory analysis

composition (%)	Starter phase (1-21 days)				Finisher phase (22-28 days)			
	Control	Level of MPP in diet (%)			Control	Level of MPP in diet (%)		
		1%	3%	5%		1%	3%	5%
Dry matter	90.35	90.73	90.65	91.02	91.25	91.33	91.54	91.64
Crude protein	23.10	22.85	23.02	22.67	20.32	20.54	20.15	20.28
Ether extract	5.10	4.95	4.55	3.89	5.06	5.22	4.97	4.68
Crude fiber	3.45	3.62	4.76	5.68	3.39	3.26	4.56	6.07
Ash	6.12	6.88	6.89	7.05	6.37	5.95	5.98	6.94
Calcium	1.26	1.57	1.38	1.42	1.24	1.10	0.98	1.11
Phosphorus	0.87	0.94	0.76	0.90	0.78	0.72	0.95	0.78
Gross energy	3,855.10	3,742.45	3,809.50	3,773.65	3,894.87	3,861.21	3,845.76	3,895.07

3. การศึกษาองค์ประกอบของซาก

เมื่อครบกำหนดการทดลองที่ไก่อายุ 28 วัน ทำการสุ่มไก่ 4 ตัวต่อหน่วยทดลอง (เพศผู้และเพศเมีย) ชั่งน้ำหนักเพื่อบันทึกน้ำหนัก ที่ฟาร์ม และขนส่งสู่โรงฆ่าสัตว์ อดอาหารเป็นเวลา 6 ชั่วโมง จากนั้นทำการฆ่าและชำแหละ โดยเอาเลือด ถอนขน และเอาเครื่องในออก ทำการบันทึกน้ำหนักซากอุ่น (hot carcass weight) นำซากที่ได้ไปแช่เย็นที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง บันทึกน้ำหนักซากเย็น (cold carcass weight) จากนั้นทำการตัดแต่งชิ้นส่วนย่อย ชั่งน้ำหนักและจดบันทึกชิ้นส่วนต่าง ๆ เช่น สะโพก น่อง ปีก อก หัว คอ และแข้ง เป็นต้น นำข้อมูลที่ได้มาคำนวณเปอร์เซ็นต์ซาก (carcass percentage) จากสูตรเปอร์เซ็นต์ซาก = (น้ำหนักซาก x 100) / น้ำหนักมีชีวิต และเปอร์เซ็นต์ชิ้นส่วนตัดแต่ง (retail cut percentage) จากสูตรเปอร์เซ็นต์ชิ้นส่วนตัดแต่ง = (น้ำหนักชิ้นส่วนตัดแต่ง x 100) / น้ำหนักซากอุ่น ตามวิธีของ สัญชัย (2550)

4. การศึกษาคุณภาพเนื้อ

ทำการเก็บตัวอย่างเนื้อส่วนอก (*pectoralis major*) เพื่อวิเคราะห์คุณภาพเนื้อ ได้แก่ ค่า pH ที่เวลา 45 นาทีหลังฆ่า ด้วยเครื่อง pH-meter (Model 191, Knick, D -Berlin) ค่าสีของเนื้อด้วยเครื่อง Hunter Lab Color Flex EZ บันทึกค่าความสว่าง (lightness, L*) ค่าสีแดง (redness, a*) และค่าสีเหลือง (yellowness, b*) วิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี (ความชื้น โปรตีน และไขมัน) ตามวิธีการของ AOAC (1990) ค่าความสามารถในการอุ้มน้ำของเนื้อ โดยทำการศึกษาค่าการสูญเสียน้ำขณะเก็บรักษา (drip loss) ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง ค่าการสูญเสียน้ำจากการทำละลายน้ำแข็ง (thawing loss) ค่าการสูญเสียน้ำจากการปรุงสุก (cooking loss) และค่าแรงตัดผ่านเนื้อโดยการเตรียมเนื้อตัวอย่างที่ทำให้สุกโดยการประกอบอาหารแบบร้อนชื้น (moist cooked meat) จากนั้นเจาะตามแนวเส้นใยกล้ามเนื้อด้วยเหล็กกลวงชนิดกลม (core) ที่มีเส้นผ่านศูนย์กลาง 1.27 เซนติเมตร จำนวน 5 ชิ้น จากนั้นทำการต่อหัว Warner-Bratzler blade attachment เข้ากับเครื่อง Texture analyzer (model TA.XT plus) บันทึกค่าแรงตัดผ่านเนื้อสูงสุดต่อความหนาของตัวอย่าง (force/distance) นอกจากนี้ทำการวัดค่าการทึบของเนื้อ (thiobarbituric acid reactive substances; TBARS analysis) จากตัวอย่างเนื้อไก่ที่บดละเอียดแบ่งใส่ถุงพลาสติกผนึกปากถุงเก็บที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส ตามระยะเวลาการเก็บรักษาวันที่ 0, 3, 6 และ 9 (Rossell, 1994)

5. การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ค่าความแปรปรวน (analysis of variance:) โดยใช้แผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design) และเปรียบเทียบความแตกต่างค่าเฉลี่ยของทรีทเมนต์ด้วยวิธี Duncan's new multiple range test โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ Statistical Analysis System (SAS, 1996)

ผลการศึกษาและวิจารณ์

สมรรถภาพการผลิตของไก่เนื้อ

ผลของการเสริมผงเปลือกมังคุดในอาหารไก่เนื้อที่ระดับ 1, 3 และ 5% ต่อสมรรถภาพการผลิตของไก่เนื้อเป็นเวลา 28 วัน เทียบกับกลุ่มควบคุมที่มีการเสริมยาเกินขีด แสดงใน Table 2 พบว่า กลุ่มที่เสริมผงเปลือกมังคุดระดับ 1% มีน้ำหนักตัวเพิ่ม อัตราการเจริญเติบโตต่อตัวต่อวัน และอัตราแลกน้ำหนักดีกว่าการเสริมผงเปลือกมังคุดที่ระดับ 3 และ 5% ($P < 0.05$) แต่ไม่แตกต่างจากกลุ่มควบคุม ($P > 0.05$) สอดคล้องกับรายงานของ ศรีสุตา (2549) ทำการเสริมฟริกป่นในระดับ 0.1 และ 0.2% และเสริมเปลือกมังคุดป่นในระดับ 0.1 และ 0.15% เปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุม กลุ่มเสริมยาเกินขีดซาลิโนไมซิน 60 ppm ร่วมกับสารเสริมปฏิชีวนะคลอเตตราซัยคลิน 0.01% ในอาหารไก่เนื้อ พบว่ากลุ่มที่เสริมผงเปลือกมังคุดระดับ 1.5% ในอาหารไก่เนื้อ ทำให้ไก่เนื้อมีสมรรถภาพการผลิตไม่แตกต่างกับกลุ่มที่มีการใช้ยาเกินขีด ($P > 0.05$) หรือกลุ่มที่เสริมฟริกป่น 0.1% ร่วมกับผงเปลือกมังคุด 1.5% ส่งผลให้ไก่เนื้อมีน้ำหนักตัวเพิ่มสูงขึ้น และกลุ่มที่เสริมฟริกป่น 0.2% ร่วมกับผงเปลือกมังคุดระดับ 1.5% ทำให้ไก่เนื้อมีอัตราแลกน้ำหนักดีขึ้นเมื่อเทียบกับกลุ่มควบคุม ($P < 0.05$) และ Hidanah et al. (2017) ศึกษาการเสริมผงเปลือกมังคุดและผงซิงในอาหารต่อสมรรถภาพการผลิตของไก่เนื้อภายใต้สภาวะความเครียดแบ่งออกเป็น 4 กลุ่ม คือ กลุ่มควบคุม กลุ่มเสริมผงเปลือกมังคุดหรือกลุ่มเสริมผงซิงระดับ 5% และกลุ่มที่เสริมผงเปลือกมังคุด 2.5% ร่วมกับผงซิง 2.5% ในอาหาร พบว่ากลุ่มที่เสริมผงเปลือกมังคุด 2.5% ร่วมกับผงซิง 2.5% ในอาหารไก่เนื้อ มีน้ำหนักมีชีวิตเท่ากับ 1,494 กรัม ซึ่งมีค่าสูงกว่ากลุ่มควบคุมและกลุ่มเสริมผงซิงระดับ 5% ที่มีค่าเท่ากับ 1,404 และ 1388 กรัม ตามลำดับ ($P < 0.05$) แต่ให้ผลไม่แตกต่างกับกลุ่มเสริมผงเปลือกมังคุดระดับ 5% ที่มีค่าเท่ากับ 1,420 กรัม ($P > 0.05$) อีกทั้ง Widjastuti et al. (2018) ทำการเสริมผงเปลือกมังคุดระดับ 0, 2.5, 5 และ 7.5% ในอาหารของไก่พันธุ์ Sentul พบว่า กลุ่มที่เสริมผงเปลือกมังคุดระดับ 5 และ 7.5% มีน้ำหนักสุดท้ายที่อายุ 10 สัปดาห์สูงกว่ากลุ่มควบคุม ($P < 0.05$) แต่ไม่แตกต่างกับกลุ่มที่เสริมผงเปลือกมังคุดที่ระดับ 2.5% ($P > 0.05$) เนื่องจากสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพที่พบในเปลือกมังคุดเป็นสารต้านอนุมูลอิสระ ป้องกันการอักเสบของเซลล์ สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของแบคทีเรียก่อโรค เพิ่มพื้นที่ผิวในการดูดซึมสารอาหาร ส่งผลให้สัตว์สามารถดูดซึมอาหารไปใช้ประโยชน์ได้ดีขึ้น มีอัตราการเจริญเติบโตและน้ำหนักตัวเพิ่มขึ้น (Widjastuti et al., 2018) จากรายงานของ Ele et al. (2018) พบว่า ศึกษาการเสริมผงเปลือกมังคุดในอาหารต่อระบบภูมิคุ้มกันของไก่เนื้อ โดยแบ่งเป็น 5 กลุ่มทดลอง คือ กลุ่มควบคุม กลุ่มที่เสริมสารต้านอนุมูลอิสระ และกลุ่มที่เสริมผงเปลือกมังคุดระดับ 3.3, 6.6 และ 10% ตามลำดับ พบว่า กลุ่มที่เสริมผงเปลือกมังคุดระดับ 6.6 และ 10% สามารถกระตุ้นระบบภูมิคุ้มกันในไก่เนื้อ โดยเพิ่มจำนวนเซลล์เม็ดเลือดขาวชนิดลิมโฟไซต์ และชนิดเฮทโทโรฟิลมากกว่ากลุ่มควบคุม ($P < 0.05$) ซึ่งการเสริมผงเปลือกมังคุดในอาหารไก่เนื้อสามารถกระตุ้นระบบภูมิคุ้มกันป้องกันการเกิดโรคและส่งผลให้สัตว์มีสุขภาพดี กลุ่มที่เสริมผงเปลือกมังคุดทุกระดับ (1-5% ในอาหาร) ไม่มีผลทำให้อัตราการตายและปริมาณอาหารที่กินแตกต่างจากกลุ่มควบคุม ($P > 0.05$) ยกเว้นการเสริมผงเปลือกมังคุดที่ระดับ 5% ส่งผลให้ไก่เนื้อมีปริมาณกินได้ต่ำกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) จากการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของผงเปลือกมังคุดในการทดลองครั้งนี้ พบว่าผงเปลือกมังคุดมีปริมาณวัตถุแห้ง 90.85% โปรตีนหยาบ 3.46% ไขมันรวม 2.18 % เยื่อใยหยาบ 25.23% เถ้า 3.38% แคลเซียม 0.22% และฟอสฟอรัสรวม 0.09% ซึ่งใกล้เคียงกับรายงานของ ศรีสุตา (2549) รายงานว่า ผงเปลือกมังคุดมีค่าความชื้น โปรตีน ไขมัน เถ้า และเยื่อใยเท่ากับ 8.30, 2.99, 2.23, 2.89 และ 30.77% ตามลำดับ การทดลองนี้อาหารทุกสูตรมีโปรตีนและพลังงานใกล้เคียงกัน แสดงดัง Table 1 ผลการทดลองในครั้งนี้ชี้ให้เห็นถึงการเพิ่มระดับของการเสริมผงเปลือกมังคุดในสูตรอาหาร ทำให้ระดับเยื่อใยในสูตรอาหารสูงขึ้น ซึ่งมีผลต่ออัตราการเจริญเติบโตของไก่เนื้อ โดยเยื่อใยจะไปขัดขวางความสามารถในการย่อยได้ของสัตว์กระเพาะเดี่ยว และการดูดซึมโภชนาต่างๆ ไปใช้ประโยชน์ ทำให้อัตราการเจริญเติบโต อัตราแลกน้ำหนักด้อยลงเช่นกัน (นิราภรณ์ และคณะ, 2562) ดังนั้นไก่เนื้อกลุ่มที่เสริมผงเปลือกมังคุด 5% มีปริมาณการกินได้ลดลง ส่งผลให้สัตว์ชะงักการเจริญเติบโตและน้ำหนักลดลงได้

ขัดแย้งกับ Siska et al. (2014) ที่ศึกษาการเสริมผงเปลือกมังคุดในอาหารไก่เนื้อต่อสมรรถภาพการผลิต โดยใช้ไก่เนื้อจำนวน 90 ตัว อายุ 7 วัน แบ่งออกเป็น 5 กลุ่ม คือ กลุ่มควบคุม และกลุ่มที่เสริมผงเปลือกมังคุดระดับ 0.5, 1, 1.5 และ 2% ตามลำดับ พบว่าการเสริมผงเปลือกมังคุดในอาหารไก่เนื้อไม่ส่งผลต่อสมรรถภาพการผลิต ปริมาณอาหารที่กิน น้ำหนักที่เพิ่มขึ้น อัตราแลกน้ำหนักอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) นอกจากนี้ยังพบว่าผงเปลือกมังคุดมีสารแทนนิน ประมาณ 7-14% (นพ และสมพร, 2545: ศรีสุตา, 2549) ถ้าสัตว์ปีกได้รับอาหารที่มีปริมาณแทนนินระดับ 0.5-2% มีผลในการลดการเจริญเติบโตและการให้ผลผลิตลดลง เนื่องจากแทนนินเป็นสารต่อต้านการย่อยได้ในสัตว์กระเพาะเดี่ยว มีผลทำให้การย่อยได้และการดูดซึมของโปรตีนลำไส้เล็กลดลง การขับโปรตีนและอะมิโนที่จำเป็นออกจากร่างกายเพิ่มขึ้น ถ้าได้รับในปริมาณ 3-5% สัตว์อาจตายได้ (สกล, 2548 อ้างโดย กัญญาภัก, 2553) การศึกษาครั้งนี้ พบว่ากลุ่มที่เสริมเปลือกมังคุด 1% มีต้นทุนค่าอาหารเปลี่ยนเป็นน้ำหนักตัว 1 กิโลกรัมต่ำ และดัชนีประสิทธิภาพการผลิตสูงกว่ากลุ่มที่เสริมผงเปลือกมังคุดระดับ 3 และ 5% แต่ไม่แตกต่างจากกลุ่มควบคุม ($P>0.05$) ในการเลี้ยงไก่เนื้อตลอดการทดลอง (1-28 วัน)

Table 2 Effect of Mangosteen (*Garcinia mangostana* L.) peel powder (MPP) supplementation in broiler diet on growth performance during 1-28 days of age

Parameters	Control	Level of MPP in diet (%)			SEM	P-value
		1	3	5		
Body weight gain (g/bird)	1,635.09 ^a	1,603.84 ^a	1,485.09 ^b	1,422.59 ^b	19.07	0.006
Average daily feed intake g/bird/day)	77.18 ^a	74.42 ^{ab}	73.87 ^{ab}	71.01 ^b	0.57	0.019
Average daily gain (g/bird/day)	58.40 ^a	57.28 ^a	53.04 ^b	50.81 ^b	0.68	0.007
Feed conversion ratio	1.32 ^b	1.30 ^b	1.36 ^a	1.40 ^a	0.01	0.017
Mortality (%)	0.00	3.13	3.13	0.00	2.07	0.589
Feed cost per gain	19.93 ^{ab}	19.40 ^b	20.81 ^a	20.86 ^a	0.33	0.023
Productive index	442.09 ^a	431.43 ^a	377.95 ^b	363.76 ^b	14.37	0.004

^{abc} The means with different superscripts within the same row are significantly different ($P<0.05$).

องค์ประกอบซาก

จากการทดลองใน **Table 3** พบว่า ไก่เนื้อกลุ่มที่เสริมผงเปลือกมังคุดที่ระดับ 1, 3 และ 5% มีเปอร์เซ็นต์ซาก และเปอร์เซ็นต์ชิ้นส่วนตัดแต่งส่วนกล้ามเนื้ออก สะโพก ปีก น่อง หัว คอ แข้ง และกระดูกซี่โครงของไก่เนื้อแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) สอดคล้องกับ Hidanah et al. (2017) ศึกษาการเสริมผงเปลือกมังคุดและผงขิงในอาหารต่อสมรรถภาพการผลิตของไก่เนื้อภายใต้สภาวะความเครียด แบ่งออกเป็น 4 กลุ่ม คือ กลุ่มควบคุม กลุ่มเสริมผงเปลือกมังคุดหรือผงขิงระดับ 5% และกลุ่มที่เสริมผงเปลือกมังคุด 2.5% ร่วมกับผงขิง 2.5% ในอาหาร พบว่ากลุ่มเสริมผงเปลือกมังคุดระดับ 5% ไม่มีผลต่อเปอร์เซ็นต์ซาก และไขมันในช่องท้องของไก่เนื้อเมื่อเทียบกับกลุ่มทดลองอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) และกลุ่มที่เสริมผงเปลือกมังคุด 2.5% ร่วมกับผงขิง 2.5% ในอาหาร ส่งผลให้ไก่เนื้อมีน้ำหนักมีชีวิตก่อนฆ่าสูงกว่ากลุ่มควบคุมและกลุ่มเสริมผงขิงระดับ 5% ($P<0.05$) แต่ไม่แตกต่างกับกลุ่มเสริมผงเปลือกมังคุดระดับ 5% อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) และ Siska et al. (2014) ศึกษาการเสริมผงเปลือกมังคุดในอาหารไก่เนื้อต่อสมรรถภาพการผลิตและการผลิตซากของไก่เนื้อ โดยใช้ไก่เนื้อ 90 ตัว อายุ 7 วัน แบ่งออกเป็น 5 กลุ่ม คือ กลุ่มควบคุม และกลุ่มที่เสริมผงเปลือกมังคุดระดับ 0.5, 1, 1.5 และ 2% ตามลำดับ พบว่าการเสริมผงเปลือกมังคุดในอาหารไก่เนื้อไม่ส่งผลต่อน้ำหนักมีชีวิต น้ำหนักซาก และเปอร์เซ็นต์ซากอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) นอกจากนี้ยังมีการศึกษาการเสริมผงเปลือกมังคุดในอาหารไก่เนื้อต่อคุณภาพซาก จากรายงานของ ศรีสุตา (2549) ทำการเสริมฟริกป่นในระดับ 0.1 และ 0.2% และเสริมเปลือกมังคุดป่นในระดับ 0.1 และ 0.15% เปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุม กลุ่มเสริมยาต้านบิตซาลิโนมายซิน 60 ppm ร่วมกับสารเสริมปฏิชีวนะคลอเตตราซัยคลิน 0.01% ในอาหารไก่เนื้อ ส่งผลให้เกรดซากและเปอร์เซ็นต์ซากหลังตัดแต่งของไก่เนื้ออายุ 42 วัน ไม่มีความแตกต่างกัน ($P>0.05$)

เช่นเดียวกับ กัญญาภัค (2553) รายงานว่า ไก่เนื้อกลุ่มที่เสริมไบฟริง 1.2% กลุ่มที่เสริมผงเปลือกมังคุด 0.15% และกลุ่มเสริมไบฟริงผง 1% ร่วมกับผงเปลือกมังคุดผง 0.1% ไม่มีผลต่อคุณภาพซาก ด้านเกรตซาก เปอร์เซ็นต์ซากหลังตัดแต่ง เปอร์เซ็นต์เนื้ออก น่อง และปีกของไก่เนื้ออายุ 42 วัน เมื่อเทียบกับกลุ่มที่มีการใช้ยาปฏิชีวนะหรือกลุ่มควบคุม ($P>0.05$) ดังนั้นการทดลองนี้จึงพบว่าการเสริมผงเปลือกมังคุดในอาหารไก่เนื้อ ไม่ส่งผลกระทบต่อเปอร์เซ็นต์ซาก องค์ประกอบของซากไก่เนื้อ มีการศึกษาการนำผลมังคุดที่มีสีชมพูหรือสีม่วง โดยผลและเมล็ด มีสารฟลาโวนอยด์ โดยเฉพาะสารแอนโทไซยานินที่ทำหน้าที่เป็นสารต้านอนุมูลอิสระจำนวนมาก เช่นเดียวกับเปลือกมังคุด โดยเสริมผลมังคุดบดในน้ำดื่มของไก่เนื้อต่อสมรรถภาพการเจริญเติบโต แบ่งออกเป็น 3 กลุ่ม ๆ ประกอบด้วยกลุ่มเสริมผลมังคุดแห้งบดละเอียด 0, 1 และ 2% ตามลำดับ พบว่า น้ำหนักไก่มีชีวิต น้ำหนักซาก เปอร์เซ็นต์ซาก เปอร์เซ็นต์เนื้อส่วนอก และเปอร์เซ็นต์เครื่องในรวมของไก่แต่ละกลุ่มทดลองไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) (อุมพร, 2562) อย่างไรก็ตามมีการศึกษาเสริมผงเปลือกมังคุดระดับ 0, 2.5, 5 และ 7.5% ในอาหารไก่พื้นเมืองพันธุ์ Sentul เป็นเวลา 10 สัปดาห์ พบว่า กลุ่มที่เสริมผงเปลือกมังคุดระดับ 5.0 และ 7.5% มีเปอร์เซ็นต์ซากสูงกว่ากลุ่มควบคุม (0%) และกลุ่มที่เสริมผงเปลือกมังคุดที่ระดับ 2.5% แต่ทุกกลุ่มการทดลองไม่มีความแตกต่างกันในส่วนของเปอร์เซ็นต์ตับและเปอร์เซ็นต์กึ้น (Widjastuti et al., 2018)

คุณภาพเนื้อ

จาก **Table 3** แสดงผลการเสริมผงเปลือกมังคุดในอาหารไก่เนื้อต่อคุณภาพเนื้อ พบว่า เนื้ออกของไก่กลุ่มที่เสริมผงเปลือกมังคุดระดับ 1, 3 และ 5% มีปริมาณโปรตีนสูงกว่า ในขณะที่มีไขมันในเนื้อส่วนอกต่ำกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (21.52, 21.95 และ 21.37 vs 20.88% และ 1.37, 1.38 และ 1.23 vs 1.50% ตามลำดับ) ($P<0.05$) เนื่องจากผงเปลือกมังคุดอาหารที่มีเยื่อใยสูง มีลักษณะฟาม ทำให้สัตว์กินอาหารได้น้อยลง ซึ่งจากการทดลองนี้กลุ่มที่เสริมผงเปลือกมังคุดที่ระดับ 5% ไก่เนื้อที่มีปริมาณกินได้ต่ำกว่ากลุ่มควบคุม ระดับพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้จึงลดลง ซึ่งอาจไม่เพียงพอต่อความต้องการของร่างกาย ส่งผลให้ไก่เนื้อดึงพลังงานที่เก็บไว้ออกมาใช้ จึงเกิดการสูญเสียพลังงานในร่างกาย นอกจากนี้ยังมีรายงานของ Park et al. (1997) รายงานว่า การออกฤทธิ์ของสารต้านอนุมูลอิสระ สามารถยับยั้งการกิจกรรมของเอนไซม์ไลเปส ส่งผลทำให้ความสามารถในการย่อยและดูดซึมไขมันเข้าสู่ร่างกายลดลง ยับยั้งการทำงานของน้ำดีที่หลั่งออกมาจากตับ ทำให้ไขมันไม่สามารถแตกตัว จึงทำให้ไม่ถูกดูดซึมไปใช้ประโยชน์ในร่างกาย ดังนั้นจึงส่งผลให้ปริมาณไขมันในเนื้อลดลง ยับยั้งการสังเคราะห์คอเรอเตอรอล จึงส่งผลทำให้ระดับไขมันลดลง Smith and Pesti (1998) รายงานว่า การเพิ่มขึ้นของปริมาณโปรตีนและกรดอะมิโนในเนื้อจะแปรผกผันต่อปริมาณไขมันในเนื้อไก่อันจะส่งผลต่อคุณภาพเนื้อ อย่างไรก็ตามปริมาณโปรตีนในเนื้อส่วนอกของกลุ่มที่เสริมผงเปลือกมังคุดที่ระดับ 5% มีแนวโน้มที่ลดลง แต่ไม่แตกต่างกับกลุ่มที่เสริมผงเปลือกมังคุดที่ระดับ 1 และ 3% ($P>0.05$) อาจเป็นผลมาจากปริมาณเยื่อใยที่สูงในอาหารไก่เนื้อ ส่งผลให้การเคลื่อนที่ของอาหารในระบบทางเดินอาหาร ชัดขวางการย่อยของโปรตีนในอาหาร เกิดการสูญเสียโปรตีนและกรดอะมิโนในร่างกาย

Table 3 Effect of Mangosteen (*Garcinia mangostana* L.) peel powder (MPP) supplementation in broiler diet on carcass composition during 1-28 days of age

Parameters	Control	Level of MPP in diet (%)			SEM	P-value
		1	3	5		
Hot carcass percentage (%)	77.32	74.80	74.89	75.52	1.59	0.659
Carcass composition (% hot carcass wt)						
Breast	27.69	27.81	26.83	26.79	0.95	0.804
Wing	9.25	9.27	9.48	9.57	0.26	0.771
Thigh	14.53	14.39	14.19	13.77	0.52	0.578
Drumstick	11.48	11.74	11.09	11.52	0.47	0.805
Neck	4.55	4.38	4.69	4.50	0.23	0.819
Head	2.65	2.84	2.94	3.00	0.11	0.121
Shank	4.53	4.33	4.74	4.63	0.20	0.554
Skeleton	22.73	22.81	21.46	22.66	1.11	0.802

^{abc} The means with different superscripts within the same row are significantly different ($P < 0.05$)

ผลการทดลองด้านค่าแรงตัดผ่านเนื้อ พบว่าเนื้อไก่กลุ่มที่เสริมผงเปลือกมังคุด 5% มีค่าแรงตัดผ่านเนื้อเท่ากับ 30.61 นิวตัน แตกต่างจากกลุ่มควบคุมและกลุ่มที่เสริมระดับ 1 และ 3% อย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($P < 0.01$) โดยความแตกต่างของค่าแรงตัดผ่านเนื้อขึ้นอยู่กับปัจจัยภายในของเนื้อ เช่น การหดเกร็งตัวภายหลังฆ่า ปริมาณไขมันแทรกในเนื้อ ปริมาณเนื้อเยื่อเกี่ยวพัน ความสามารถในการอุ้มน้ำ และขนาดเส้นใยกล้ามเนื้อ เป็นต้น ถ้ามีปริมาณไขมันในเนื้อสูงส่งผลให้เนื้อนุ่มและมีค่าแรงตัดผ่านต่ำ ซึ่งค่าแรงตัดผ่านเนื้อยังเกี่ยวข้องกับความสามารถในการอุ้มน้ำ การสูญเสียน้ำออกจากเนื้อในระหว่างการเก็บรักษาและในระหว่างการปรุงสุก ความสามารถในการอุ้มน้ำเป็นตัวชี้วัดคุณภาพเนื้อที่สำคัญเนื่องจากส่งผลกระทบต่อค่าความฉ่ำน้ำ และความนุ่มเหนียว เนื้อมีลักษณะแห้งและเหนียว จึงทำให้ค่าแรงตัดผ่านและพลังงานที่ใช้ในการตัดเนื้อสูงขึ้นด้วย (ชัยณรงค์, 2529) สำหรับความสามารถในการอุ้มน้ำของเนื้อ พบว่ากลุ่มที่เสริมผงเปลือกมังคุดที่ระดับ 5% มีค่าการสูญเสียน้ำจากการเก็บรักษาสูงกว่ากลุ่มทดลองอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) สัตยชัย (2555) รายงานว่า ความสามารถในการอุ้มน้ำจะแตกต่างกันไปตามขนาดและชนิดของกล้ามเนื้อ องค์ประกอบทางเคมีในเนื้อ ความหนาแน่นและการอัดเรียงตัวของเซลล์กล้ามเนื้อ รวมทั้งค่า pH ของเนื้อ Warriss (2010) รายงานว่า ค่า pH ของเนื้อและความสามารถในการอุ้มน้ำมีความสัมพันธ์ในทางตรงกันข้ามกัน กล่าวคือถ้าเนื้อมีค่า pH สูงก็จะส่งผลให้มีการสูญเสียน้ำจากการเก็บรักษาต่ำ หรือความสามารถในการอุ้มน้ำสูง ในทางตรงกันข้ามถ้าเนื้อมีค่า pH ต่ำจะส่งผลให้มีการสูญเสียน้ำจากการเก็บรักษาสูง หรือความสามารถในการอุ้มน้ำต่ำ การทดลองครั้งนี้ พบว่ากลุ่มที่เสริมผงเปลือกมังคุด 5% มีค่า pH 45 นาทีหลังฆ่าซึ่งมีแนวโน้มต่ำกว่ากลุ่มการทดลองอื่น ($P > 0.05$) โดยทั่วไปค่า pH ในเนื้อจะลดลงจากประมาณ 7.0 เหลือประมาณ 5.6-5.7 ในเวลาประมาณ 6-8 ชั่วโมงหลังจากสัตว์ตาย แล้วจึงลดลงสู่จุด pH สุดท้ายระหว่าง 5.3-5.7 ภายในระยะเวลา 24 ชั่วโมงหลังสัตว์ตาย (ชัยณรงค์, 2529) เนื่องจากสะสมของกรดแลคติกในเนื้อ การลดลงของ pH อาจจะทำให้โปรตีนบางส่วนในกล้ามเนื้อเกิดการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติ โดยเฉพาะซาร์โคพลาสมิคโปรตีนซึ่งเป็นโปรตีนชนิดที่ละลายในน้ำและน้ำเกลือได้ โดยซาร์โคพลาสมิคโปรตีนจะตกตะกอนทับลงบนโปรตีนที่เป็นองค์ประกอบของเส้นใยกล้ามเนื้อ (myofibrillar protein) ซึ่งจะมีผลทำให้โปรตีนจับตัวกับน้ำได้ต่ำ และเนื้อมีความสามารถในการอุ้มน้ำลดลงเกิดการสูญเสียน้ำจากการเก็บรักษาสูงขึ้น (Scheffler et al., 2007) เช่นกัน

ค่าการหีนของเนื้อ พบว่าเนื้อไก่กลุ่มที่มีการเสริมผงเปลือกมังคุดในอาหารที่ระดับ 0, 1, 3, และ 5% ระหว่างการเก็บรักษาในวันที่ 0, 3, 6 และ 9 วัน ตามลำดับ พบว่าทุกกลุ่มทดลองไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$) แต่อย่างไรก็ตามค่าการหีนของเนื้อไก่มีแนวโน้มลดลง เมื่อระดับการเสริมผงเปลือกมังคุดที่เพิ่มขึ้นตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา 9 วัน สัตยชัย (2555) รายงาน

ว่าเนื้อและผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์ จะเกิดการเสื่อมเสียจากกลิ่น รส และสีที่เปลี่ยนไปในระหว่างการเก็บรักษา ซึ่งเกิดจากการเปลี่ยนแปลงของกรดไขมันโดยปฏิกิริยาออกซิเดชันของกรดไขมันไม่อิ่มตัวในอาหารกับออกซิเจน ทำให้เกิดสารประกอบคีโตนและแอลดีไฮด์ที่ทำให้เกิดกลิ่นหืนและรสที่ไม่พึงประสงค์ ส่งผลต่อการอายุการเก็บรักษาและคุณภาพเนื้อ คุณภาพด้านประสาทสัมผัสของผู้บริโภคและคุณค่าทางโภชนาการ อูมาพร และโอภาส (2560) ศึกษาเสริมสารสกัดหยาบจากเปลือกมังคุดในอาหารไก่เนื้อต่อสมรรถภาพการผลิต คุณภาพซากและคุณภาพเนื้อไก่ ทำการเสริมที่ระดับ 0, 0.2, 0.4 และ 0.8 % พบว่า กลุ่มที่เสริมสารสกัดหยาบจากเปลือกมังคุดในอาหารของไก่เนื้อที่ระดับ 0.8% มีผลทำให้กิจกรรมของเอนไซม์กลูตาไรโอนเปอร์ออกซิเดส และความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระโดยวิธี DPPH ในเนื้อสูงขึ้น ซึ่งสารสกัดหยาบจากเปลือกมังคุด เป็นสารต้านอนุมูลอิสระจากธรรมชาติที่อาจส่งผลดีในการยับยั้งการเกิดอนุมูลอิสระ และช่วยป้องกันการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันในเนื้อสัตว์ ทำให้ยืดอายุการเก็บรักษาเนื้อสัตว์ได้นานขึ้น อีกทั้งยังทำให้เนื้อสัตว์และผลิตภัณฑ์ที่ได้มีความปลอดภัยต่อผู้บริโภค อย่างไรก็ตามในส่วนของปริมาณความชื้น ค่าสีของเนื้อ (L*, a*, และ b*) ค่าการสูญเสียน้ำจากการละลายน้ำแข็ง และในระหว่างการปรุงสุกไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05)

Table 4 Effect of Mangosteen (*Garcinia mangostana* L.) peel powder (MPP) supplementation in broiler diet on meat quality during 1-28 days of age

Parameters	Control	Level of MPP in diet (%)			SEM	P-Value
		1	3	5		
pH 45 min. post-mortem	5.87	5.93	5.84	5.80	0.06	0.426
Meat color						
Lightness (L*)	43.36	43.28	46.18	42.75	0.73	0.268
Redness (a*)	2.46	2.91	2.12	3.05	0.18	0.202
Yellowness (b*)	11.40	13.02	12.25	12.89	0.39	0.352
Chemical composition (%)						
Moisture	75.47	75.67	75.16	75.65	0.21	0.811
Protein	20.88 ^b	21.52 ^a	21.95 ^a	21.37 ^a	0.07	0.004
Fat	1.50 ^a	1.37 ^b	1.38 ^b	1.23 ^c	0.00	0.004
Drip loss (%)	2.39 ^b	2.41 ^b	2.64 ^b	3.49 ^a	0.12	0.002
Thawing loss (%)	6.34	6.93	6.90	7.43	0.21	0.096
Cooking loss (%)	27.60	26.90	25.74	23.42	0.59	0.063
Shear force (N)	20.43 ^b	22.38 ^b	22.33 ^b	30.61 ^a	1.25	0.007
TBARs value, (mg malonylaldehyde/ kg meat sample)						
Day 0	0.52	0.46	0.48	0.46	0.16	0.727
Day 3	1.32	1.27	1.25	1.08	0.22	0.066
Day 6	2.60	2.41	2.14	2.04	0.58	0.087
Day 9	4.47	4.22	4.18	4.09	0.68	0.556

^{abc} The means with different superscripts within the same row are significantly different (P<0.05).

สรุป

การเสริมผงเปลือกมังคุดที่ระดับ 1% ในอาหารไก่เนื้อ ช่วยเพิ่มน้ำหนักตัวเพิ่มขึ้น อัตราการเจริญเติบโตต่อตัวต่อวัน และปรับปรุงอัตราแลกน้ำหนักรัสที่ขึ้นเมื่อเทียบกับกลุ่มควบคุม โดยไม่ส่งผลกระทบต่อองค์ประกอบของซาก นอกจากนี้การเสริมผงเปลือกมังคุดใน

ระดับที่สูงเกินไป (5%) ทำให้ปริมาณการกินได้ลดลง รวมถึงปริมาณไขมันในเนื้อลดลง ส่งผลให้มีความสูญเสียจากการเก็บรักษาและค่าแรงตัดผ่านเนื้อสูงที่สุด การทดลองนี้แนะนำการเสริมผงเปลือกมังคุดที่ระดับ 1% สามารถเพิ่มน้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้น อัตราการเจริญเติบโต อัตราแลกน้ำหนัก ต้นทุนค่าอาหารต่อการเพิ่มน้ำหนัก 1 กิโลกรัมลดลง และปรับปรุงดัชนีประสิทธิภาพการผลิต อีกทั้งยังปรับปรุงคุณภาพเนื้อ ด้านปริมาณโปรตีนและไขมันในเนื้อส่วนอกให้ดีขึ้น และสามารถนำมาทดแทนการใช้กากมันบดในอาหารไก่เนื้อได้

เอกสารอ้างอิง

- กัญญาภัก อุตรินทร์. 2553. ผลการเสริมใบฝรั่งและเปลือกมังคุดผงในอาหารต่อสมรรถภาพการผลิต คุณภาพซาก และการควบคุมโรคบิดในไก่เนื้อ. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- ชัยณรงค์ คันธพนิต. 2529. วิทยาศาสตร์เนื้อสัตว์. สำนักพิมพ์วัฒนาพานิช, กรุงเทพฯ.
- นพ ศักดิ์เศรษฐ์ และ สมพร ณ นคร. 2545. มังคุด (Mangosteen). โรงพิมพ์ไร่ไทย เพรส, กรุงเทพฯ.
- นิริมา ตติยอภิรดี, เขียวพร นาวานุเคราะห์, วรัญญา จตุพรประเสริฐ และกนกวรรณ จารุกาจร. 2561. การหาปริมาณแอลฟาแมงโกสทินในสารสกัดเปลือกมังคุดและสมรรถภาพการต้านออกซิแดนทีในหลอดทดลองของสารสกัด. วารสารเภสัชศาสตร์อีสาน. 14(2): 83-93.
- นิราภรณ์ ชัยวัง, ญัฐวดี ครูชไทย์, วัชรพงษ์ วัฒนกุล, ทิตา สุนทรวิภาต, จินดา กลิ่นอุบล และธนาพร บุญมี. 2562. ผลของการเสริมใบเมี่ยงต่อสมรรถภาพการผลิตและคุณภาพซากของไก่เนื้อ. วารสารแก่นเกษตร. 47(2): 335-340.
- มนิรัตน์ รัตนผล และนิพนธ์ รัตนผล. 2551. ผลของการเสริมใบฝรั่งและสารสกัดใบฝรั่งต่อสมรรถภาพการผลิตและควบคุมโรคบิดในไก่เนื้อ. น. 234- 242. ใน: ประชุมวิชาการมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์วิทยาเขตกำแพงแสน ครั้งที่ 5. 8-9 ธันวาคม 2551 มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน, จังหวัดนครปฐม.
- มนัสนันท์ นพรัตน์ไมตรี, วรางคณา กิจพิพิธ, จิรัฏฐวัฒน์ ศรีอ่อนเลิศ, ศักดา ประจักษ์บุญเจษฎา, ชวลิต ผึ้งปฐมภรณ์, ศราวุธ ม่วงเผือก, เอกกมล กมลลาภกุล และ เสาวภา เขียนงาม. 2561. การเสริม *Bacillus sp.* ผสมหลายชนิดในน้ำดื่มของไก่เนื้อต่อสมรรถภาพการผลิตลักษณะซาก คุณภาพเนื้อ คอเลสเตรอลและกรดไขมันในเนื้อ. วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยมหาสารคาม. 37(2): 191-201.
- มนต์ชัย ดวงจินดา. 2544. การใช้โปรแกรม SAS เพื่อวิเคราะห์งานวิจัยทางสัตว. พิมพ์ครั้งที่ 2. โรงพิมพ์คลังนานาวิทยา, ขอนแก่น.
- วิศิษย์ เกตุปัญญาพงศ์. 2550. การใช้สมุนไพรเพื่อลดสารตกค้างอันตรายในเนื้อสัตว์. วารสารมหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา. 2(1): 82-94.
- ศรีสุดา สุทธิมัน. 2549. การเสริมพริกป่นและเปลือกมังคุดป่นในอาหาร ต่อสมรรถนะการเจริญเติบโต คุณภาพซาก และการควบคุมโรคบิดในไก่เนื้อ. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- สัญญา จตุรสิทธา. 2550. การจัดการเนื้อสัตว์. พิมพ์ครั้งที่ 4. โรงพิมพ์มีงเมือง, เชียงใหม่.
- สัญญา จตุรสิทธา. 2555. เทคโนโลยีเนื้อสัตว์. พิมพ์ครั้งที่ 4. โรงพิมพ์มีงเมือง, เชียงใหม่.
- อุมาพร แพทย์ศาสตร์ และโอภาส พิมพา. 2560. รายงานวิจัยการเสริมสารสกัดหยาบจากเปลือกมังคุดในอาหารไก่เนื้อต่อสมรรถภาพการผลิตและคุณภาพเนื้อไก่. สุราษฎร์ธานี : คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตสุราษฎร์ธานี.
- อุมาพร แพทย์ศาสตร์. 2562. ผลของการเสริมผลมังคุดในน้ำดื่มต่อสมรรถภาพการเจริญเติบโต คุณภาพซากและเนื้อของไก่เนื้อ. วารสารแก่นเกษตร. 47(1): 769-774.
- อรุษา เขวานลิขิต และอรัญญา มีงเมือง. 2550. ปริมาณแอนโทไซยานินและปริมาณฟีนอลิกทั้งหมดของมังคุดและน้ำมังคุด. วารสารวิทยาศาสตร์ มศว. 23(1): 68-78.
- AOAC. 1990. Official Methods of Analysis of the Association of Official Analysis Chemists. 15th ed. Washington, D.C.: Association of Official Analytical Chemists, Inc.

- Chomnawang, M., S. Surassmo, V. Nukoolkarn, and W. Gritsanapan. 2007. The effects of *Garcinia mangostana* on inflammation caused by *Propionibacterium acnes*. *Fitoterapia*. 78(2): 401-408.
- Ele, J.J.G., J.R. Migalbin, E.G. Sepelagio, V.B. Jimenez, and P.G.F. Lacia. 2018. Immune response of broiler chickens fed diets with different levels of mangosteen (*Garcinia mangostana* Linn.) rind powder. *Asia Pacific Journal of Multidisciplinary Research*. 6(2): 35-44.
- Farhadi, D., and S.M. Hosseini. 2016. Evaluation of growth performance, carcass characteristics, litter quality and foot lesions of broilers reared under high stocking densities. *Iranian Journal of Applied Animal Sciences*. 6: 187-194.
- Hidanah, S., H.S. Warsito, T. Nurhajati, P.W. Lokapirnasari, and A. Malik. 2017. Effects of mangosteen peel (*Garcinia mangostana*) and ginger rhizome (*Curcuma xanthorrhiza*) on the performance and cholesterol levels of heat-stressed broiler chickens. *Pakistan Journal of Nutrition*. 16(1): 28-32.
- NRC. 1994. Nutrient Requirements of poultry. 9th ed., National Academy press Washington, D.C.
- Park, H., P.A. Seib, and O.K. Chung. 1997. Fortifying bread with a mixture of wheat fiber and psyllium husk fiber plus three antioxidants. *Cereal Chemistry*. 74(3): 207-211.
- Rossell, J.B. 1994. Measurement of Rancidity. *In: Rancidity in Foods*. J.C Allen. and R.J. Hamilton (eds) Blackie Academic and Professional, London, UK.
- Scheffler, T.L., and D.E. Gerrard. 2007. Mechanisms controlling pork quality development: The biochemistry controlling postmortem energy metabolism. *Meat Science*. 77: 7-16.
- Siska F, M. Sinta, and D. Z. Supadmo. 2014. The effect of mangosteen (*Garcinia mangostana*) pericarp meal as feed additive on growth and carcass production of broiler chicken. *Buletin Peternakan*. 38(2): 83-89.
- Smith, E.R., and G.M. Pesti. 1998. Influence of broiler strain cross and dietary protein on performance of broilers. *Poultry Science*. 77: 276-281.
- Widjastuti, T., Abun, R., Wiradimadja, H. Setiyatwan, and D. Rusmana. 2018. The effect of ration containing mangosteen peel meal (*Garcinia mangostana*) on final body weight, carcass composition and cholesterol content of Sentul chicken, pp 1-5. In *Proceeding of the 3rd International Conference of Integrated Intellectual Community*. 28th- 29th April 2018. Hannover, Germany.
- Warriss, P.D. 2010. Meat science: An introductory text. 2nd Edition. CABI Publishing, Oxford.