

ผลของการเสริมใบพญาवानรในอาหารต่อค่าโลหิตวิทยา คุณภาพซาก และเนื้อในไก่เนื้อ

Effects of Dietary Supplemental *Pseuderatherum palatiferum* Leaf on Blood Haematology, Carcass and Meat Quality in Broilers

ณัณยุรัตน์ คุ่มครอง^{1,*} ภูวดล เหมขะรา¹ นัสวัล บุญวงศ์¹ พีรวัจน์ ชูเพ็ง¹ และ ถนอม ท่อวงศ์สกุล²
Nunyarat Koomkrong^{1,*}, Puwadon Hamchara¹, Nusawan Boonwong¹, Peerawat Choopeng¹
and Thanom Howongsakul²

¹ สาขาสัตวศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสุราษฎร์ธานี สุราษฎร์ธานี 84100

² สาขาเทคโนโลยีดิจิทัล คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสุราษฎร์ธานี สุราษฎร์ธานี 84100

¹ Department of Animal Science, Faculty of Science and Technology, Suratthani Rajabhat University, Suratthani 84100

² Department of Digital Technology, Faculty of Science and Technology, Suratthani Rajabhat University, Suratthani 84100

รับเรื่อง: 31 มกราคม 2565 Received: 31 January 2022

ปรับแก้ไข: 10 มีนาคม 2565 Revised: 10 March 2022

รับตีพิมพ์: 21 มีนาคม 2565 Accepted: 21 March 2022

* Corresponding author: niinun44@gmail.com

ABSTRACT: This research was conducted to study effects of dietary supplemental *Pseuderatherum palatiferum* leaf on blood haematology, carcass, and meat quality in broilers using 180 unisexed one-day-old Arbor Acres broilers chicks. The research was carried out in a completely randomized design (CRD) with 4 treatments. The dietary treatments were as following: treatment 1 was control diet, treatments 2, 3, and 4 were diets supplemented with 2, 4 and 6% of *Pseuderatherum palatiferum* leaf, respectively. The results showed that supplementation of *Pseuderatherum palatiferum* leaf in broiler diets resulted in a higher mean corpuscular hemoglobin concentration (MCHC) at 21 days of age compared to control group ($P < 0.01$). The broilers supplemented with *Pseuderatherum palatiferum* leaf at 2% had the highest white blood cells (WBC) and H/L ratio ($P < 0.05$) but showed the lowest lymphocytes ($P < 0.05$). At 42 days of age, MCHC of broilers fed with 4% *Pseuderatherum palatiferum* leaf was higher than broilers fed with 2% *Pseuderatherum palatiferum* leaf ($P < 0.05$), but no differences with control group. Moreover, monocytes of broilers supplemented with *Pseuderatherum palatiferum* leaf at 6% was lowest ($P < 0.05$). There were no significant differences among treatments in dressing percentage, retail cuts percentage and internal organ percentage ($P > 0.05$). However, broilers fed with 6% *Pseuderatherum palatiferum* leaf resulted in significantly decreasing slaughter weight ($P < 0.01$). Furthermore, supplementation of *Pseuderatherum palatiferum* leaf affected yellowness (b^*) of breast and thigh muscle at 24 hours postmortem. The supplementation of *Pseuderatherum palatiferum* leaf in broiler diets increased b^* value when compared to control group ($P < 0.05$). The results from this study could be concluded that supplementation of

Pseuderatherum palatiferum leaf in broiler diet had effects on MCHC and white blood cells, but no effects on carcass and meat quality.

Keywords: *Pseuderatherum palatiferum* leaf, blood haematology, carcass quality, meat quality, broiler

Agricultural Sci. J. (2022) Vol. 53(1): 1–18

ว. วิทย. กษ. (2565) 53(1): 1–18

บทคัดย่อ

งานวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของการเสริมไบพญาวานโรบในอาหารต่อค่าโลหิตวิทยา คุณภาพซาก และเนื้อในไก่เนื้อ โดยใช้ไก่เนื้อคณะแพศพันธ์ Arbor Acres อายุ 1 วัน จำนวน 180 ตัว วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์แบ่งออกเป็น 4 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มอาหารควบคุม และกลุ่มที่เสริมไบพญาวานโรบในอาหารที่ระดับ 2, 4 และ 6 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ผลการศึกษาพบว่า การเสริมไบพญาวานโรบมีผลทำให้ไก่เนื้ออายุ 21 วัน มีความเข้มข้นเฉลี่ยของฮีโมโกลบินในเม็ดเลือดแดงหนึ่งเม็ด (Mean corpuscular hemoglobin concentration; MCHC) สูงกว่ากลุ่มควบคุม ($P < 0.01$) และการเสริมที่ระดับ 2 เปอร์เซ็นต์ มีผลทำให้เม็ดเลือดขาว (White blood cell; WBC) และ H/L ratio สูงที่สุด ($P < 0.05$) แต่มีเม็ดเลือดขาวชนิดลิมโฟไซต์ (Lymphocytes) ต่ำที่สุด ($P < 0.05$) ส่วนไก่เนื้ออายุ 42 วัน พบว่า การเสริมไบพญาวานโรบที่ระดับ 4 เปอร์เซ็นต์ มีค่า MCHC สูงกว่าการเสริมที่ระดับ 2 เปอร์เซ็นต์ ($P < 0.05$) แต่ไม่แตกต่างกับกลุ่มควบคุม และการเสริมที่ระดับ 6 เปอร์เซ็นต์ มีเม็ดเลือดขาวชนิดโมโนไซต์ (Monocytes) ต่ำที่สุด ($P < 0.05$) การเสริมไบพญาวานโรบไม่มีผลต่อเปอร์เซ็นต์ซากเปอร์เซ็นต์ชิ้นส่วนตัดแต่ง และเปอร์เซ็นต์อวัยวะภายใน ($P > 0.05$) แต่การเสริมที่ระดับ 6 เปอร์เซ็นต์ มีผลทำให้น้ำหนักมีชีวิตลดลง ($P < 0.01$) นอกจากนี้ การเสริมไบพญาวานโรบมีผลต่อค่าสีเหลือง (b^*) ของเนื้ออก และเนื้อสะโพกที่ 24 ชั่วโมง ภายหลังสัตว์ตาย โดยพบว่ากลุ่มที่เสริมไบพญาวานโรบมีค่าสีเหลืองสูงกว่ากลุ่ม

ควบคุม ($P < 0.05$) จากผลการศึกษานี้ จึงสรุปได้ว่าการเสริมไบพญาวานโรบในอาหารมีผลต่อค่า MCHC และเม็ดเลือดขาว แต่ไม่มีผลต่อคุณภาพซากและคุณภาพเนื้อของไก่เนื้อ

คำสำคัญ: ไบพญาวานโรบ, ค่าโลหิตวิทยา, คุณภาพซาก, คุณภาพเนื้อ, ไก่เนื้อ

บทนำ

ประเทศไทยเป็นประเทศผู้ส่งออกเนื้อไก่เป็นอันดับ 4 ของโลก และมีแนวโน้มการส่งออกเพิ่มขึ้นทุกปี โดยในปี พ.ศ. 2555–2559 ประเทศไทยมีการส่งออกเนื้อไก่เพิ่มขึ้น 6.71 เปอร์เซ็นต์ (Department of Livestock Development, 2018) ดังนั้น อุตสาหกรรมการผลิตไก่เนื้อจึงมีการพัฒนาการเลี้ยงที่มุ่งเน้นการเพิ่มปริมาณการผลิตให้ทันกับความต้องการของตลาด โดยมีการใช้สารเคมีและยาปฏิชีวนะผสมในอาหารที่ใช้เลี้ยงไก่เนื้อ (Sittthisuang, 2016) เพื่อเร่งการเจริญเติบโต เพิ่มประสิทธิภาพการให้ผลผลิต และควบคุมโรคของสัตว์ (Tapingkae, 2014) เกษตรกรผู้เลี้ยงสัตว์จึงมีการใช้ยาปฏิชีวนะผสมในอาหารสัตว์ โดยพบว่าเกษตรกรผู้เลี้ยงสัตว์ในจังหวัดเชียงใหม่มากกว่า 80 เปอร์เซ็นต์ มีการใช้ยาปฏิชีวนะตลอดวงจรการเลี้ยงสัตว์ ซึ่งมีการใช้ยาปฏิชีวนะอย่างไม่สมเหตุผลหลายกรณีและใช้มากเกินไปจนเกิดความจำเป็น (Sooksai *et al.*, 2016) ซึ่งก่อให้เกิดปัญหาการตรวจพบสารตกค้างจากยาปฏิชีวนะในผลิตภัณฑ์จากสัตว์ ซึ่งเป็นอันตรายอย่าง

มากต่อผู้บริโภค (Chadseesuwana *et al.*, 2013) โดยเฉพาะการติดเชื้อดื้อยาปฏิชีวนะในคน ซึ่งเป็นปัญหาที่สำคัญทางด้านสาธารณสุขที่เพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง ในประเทศไทยพบผู้ติดเชื้อดื้อยามากกว่าปีละ 100,000 ราย และเสียชีวิตมากกว่าปีละ 38,000 ราย (National Antimicrobial Resistant Surveillance Center, 2013) ซึ่งในปัจจุบันมีการรณรงค์ให้มีการลดการใช้ยาปฏิชีวนะในการผลิตสัตว์เพิ่มมากขึ้น ดังนั้น พืชสมุนไพรจึงอาจเป็นทางเลือกหนึ่งที่สามารถนำมาประยุกต์ใช้ทดแทนการใช้ยาปฏิชีวนะในสัตว์ได้ เนื่องจากมีคุณสมบัติในการลดปริมาณเชื้อก่อโรคในทางเดินอาหาร (Hassan *et al.*, 2010) รวมทั้งมีผลต่อการเพิ่มน้ำหนักตัวและอัตราการเจริญเติบโต (Pongmanee, 2003) นอกจากนี้ยังพบว่ามีความสัมพันธ์ที่ดีในการต้านอนุมูลอิสระและลดการสะสมไขมันช่องท้อง (Pudpila, 2011)

พญาวันหรือฮวานร็อก (*Pseuderanthemum palatiferrum* (Nees) Radlk.) เป็นพืชสมุนไพรในวงศ์ Acanthaceae มีถิ่นกำเนิดอยู่ในประเทศเวียดนาม ซึ่งถูกนำเข้ามาในประเทศไทยและสามารถเพาะพันธุ์ได้ (Padee and Nualkaew, 2009) ใบพญาวันจัดเป็นพืชสมุนไพรที่ใช้ในทางการแพทย์พื้นบ้านเพื่อรักษาโรคต่าง ๆ เช่น ความดันโลหิตสูง โรคท้องร่วง รักษาบาดแผล มะเร็งลำไส้ใหญ่ และโรคเบาหวาน (Padee *et al.*, 2010) นอกจากนี้ยังมีการนำมาใช้ในการรักษาและป้องกันโรคในสัตว์ เช่น โรคท้องเสียในสุกร บาดแผล และโรคอหิวาต์ในไก่ (Udomsub, 2018) ใบพญาวันมีสารออกฤทธิ์ที่สำคัญ คือ flavonoids, phytosterols และ saponins (Giang *et al.*, 2003) ซึ่งมีฤทธิ์ต้านออกซิเดชัน ต้านไวรัส ต้านแบคทีเรีย และต้านมะเร็ง (Udomsub, 2018) โดยจากการศึกษาการเสริมใบพญาวันในอาหารไก่เนื้อ พบว่า การเสริมใบพญาวันในอาหารที่ระดับ 2 เปอร์เซ็นต์ ไก่เนื้อมีประสิทธิภาพการเจริญเติบโตใกล้เคียงกับการใช้ยาปฏิชีวนะในอาหาร (Koomkrong *et al.*, 2019) นอกจากนี้ การใช้สารสกัดจากใบพญาวันในหนู

พบว่า กลุ่มที่ได้รับสารสกัดจากใบพญาวันระดับ 250 และ 500 มิลลิกรัมต่อ กิโลกรัม สามารถลดระดับคอเลสเตอรอลในเลือดได้ (Padee *et al.*, 2010) ดังนั้น การใช้ใบพญาวันในอาหารเลี้ยงไก่ อาจมีศักยภาพที่ดีในการทดแทนการใช้ยาปฏิชีวนะ และอาจช่วยปรับปรุงคุณภาพซากและคุณภาพเนื้อในแง่ของผลิตภัณฑ์ไขมันต่ำ อย่างไรก็ตาม ข้อมูลในการใช้ใบพญาวันในอาหารสัตว์ต่อคุณภาพซากและคุณภาพเนื้อยังมีน้อยมาก ดังนั้น การศึกษาอิทธิพลของใบพญาวันต่อคุณภาพซาก คุณภาพเนื้อ และค่าโลหิตวิทยาในไก่เนื้อ จึงทำให้มีข้อมูลเพิ่มมากขึ้นเพื่อใช้เป็นแนวทางในการหาพืชสมุนไพรมาใช้เป็นสารทดแทนยาปฏิชีวนะในอาหารไก่เนื้อ การศึกษารังนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของการเสริมใบพญาวันต่อค่าโลหิตวิทยา คุณภาพซาก และเนื้อในไก่เนื้อ เพื่อใช้เป็นแนวทางในการหาพืชสมุนไพรมาใช้เป็นสารทดแทนการใช้ยาปฏิชีวนะในอาหารไก่เนื้อ

อุปกรณ์และวิธีการ

สัตว์ทดลอง

ใช้ไก่เนื้อคณะแพศพันธุ์ Arbor Acres อายุ 1 วัน จำนวน 180 ตัว แบ่งกลุ่มการทดลองออกเป็น 4 กลุ่ม กลุ่มละ 3 ซ้ำ ซ้ำละ 15 ตัว วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely randomized design; CRD) โดยไก่ทดลองได้รับอาหารทดลองแตกต่างกัน ดังนี้

กลุ่มทดลองที่ 1 กลุ่มอาหารควบคุม (อาหารทดลองผสมยาปฏิชีวนะ chlortetracycline 0.05 เปอร์เซ็นต์)

กลุ่มทดลองที่ 2 กลุ่มอาหารทดลองผสมใบพญาวันรอบแห้งที่ระดับ 2 เปอร์เซ็นต์

กลุ่มทดลองที่ 3 กลุ่มอาหารทดลองผสมใบพญาวันรอบแห้งที่ระดับ 4 เปอร์เซ็นต์

กลุ่มทดลองที่ 4 กลุ่มอาหารทดลองผสมใบพญาวันรอบแห้งที่ระดับ 6 เปอร์เซ็นต์

โดยไบพญาวานรินที่ใช้ในการศึกษาได้มาจากสวนที่ทำการเพาะปลูกแบบเกษตรอินทรีย์ในเขตอำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น โดยเลือกใช้เฉพาะใบแก่ นำมาตากแดดประมาณ 3 วัน และอบในตู้อบลมร้อน (Hot air oven) ที่อุณหภูมิ 65 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 วัน จนแห้ง และนำมาบดให้มีขนาด 0.5 มิลลิเมตร ซึ่งก่อนนำมาใช้ในสูตรอาหาร ไบพญาวานรอบแห้งถูกนำมาวิเคราะห์หาปริมาณโภชนะด้วยวิธี proximate analysis (Association of Official Agricultural Chemists, 2010) โดยพบว่า ไบพญาวานรมีวัตถุแห้ง 10.62 เปอร์เซ็นต์ โปรตีน 20.62 เปอร์เซ็นต์ เยื่อใย 9.21 เปอร์เซ็นต์ และพลังงานรวม 3,435.98 แคลอรีต่อกรัม

ดำเนินการทดลองเป็นระยะเวลา 42 วัน โดยแบ่งออกเป็น 2 ระยะ ให้ไก่ทุกกลุ่มทดลองได้รับอาหารที่คำนวณให้มีปริมาณโภชนะตามความต้องการของไก่เนื้อแต่ละช่วงอายุ ดังนี้ ระยะที่ 1 (1–21 วัน) ได้รับอาหารที่มีระดับโปรตีน 23 เปอร์เซ็นต์ พลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้ 3,200 กิโลแคลอรีต่อกิโลกรัม และระยะที่ 2 (22–42 วัน) ได้รับอาหารที่มีระดับโปรตีน 20 เปอร์เซ็นต์ พลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้ 3,200 กิโลแคลอรีต่อกิโลกรัม ตามคำแนะนำของ National Research Council (1994) ทำการเลี้ยงภายในโรงเรือนระบบเปิดมีอาหารกินแบบเต็มที่ (*ad libitum*) และมีน้ำสะอาดให้กินตลอดเวลา

การศึกษาค่าโลหิตวิทยาและค่าเคมีโลหิต

สุ่มเก็บตัวอย่างเลือดไก่จากหลอดเลือดดำที่ปีก (Wing vein) ที่อายุ 21 วัน และ 42 วัน กลุ่มละ 5 ตัว จำนวน 2 หลอด โดยหลอดที่ 1 ใส่สารป้องกันการแข็งตัวของเลือด (Ethylenediamine tetra-acetic acid; EDTA) เพื่อนำมาใช้วิเคราะห์ค่าทางโลหิตวิทยาตามวิธีของ Hean (1995) โดยทำการตรวจนับเม็ดเลือด

(Cell blood count; CBC) และเก็บข้อมูลปริมาณเม็ดเลือดแดง (Red blood cells; RBC) จำนวนของฮีโมโกลบิน (Hemoglobin) ปริมาตรเม็ดเลือดแดงอัดแน่นที่แยกเอาน้ำเลือดหรือซีรัมออก (Hematocrit) ปริมาตรเฉลี่ยของเม็ดเลือดแดงหนึ่งเม็ด (Mean corpuscular volume; MCV) น้ำหนักเฉลี่ยของฮีโมโกลบิน (Mean corpuscular hemoglobin; MCH) ความเข้มข้นเฉลี่ยของฮีโมโกลบินในเม็ดเลือดแดงหนึ่งเม็ด (Mean corpuscular hemoglobin concentration; MCHC) จำนวนเกล็ดเลือด (Platelets) ปริมาณเม็ดเลือดขาวทั้งหมด (White blood cells; WBC) และเปอร์เซ็นต์ของเม็ดเลือดขาวแต่ละชนิด (Neutrophils, Eosinophils, Lymphocytes และ Monocyte) หลอดที่ 2 ใช้สำหรับวิเคราะห์ค่าเคมีโลหิต ได้แก่ blood urea nitrogen (BUN), creatinine, albumin, alkaline phosphatase (ALP), total protein, triglycerides และ cholesterol ด้วยเครื่อง Olympus chemical analyzer รุ่น AU 400, BA 400 และ ABX Pantra 400

การศึกษาคุณภาพซาก

เมื่อสิ้นสุดการทดลอง สุ่มไก่กลุ่มละ 15 ตัว ทำการอดอาหารก่อนฆ่า 12 ชั่วโมง ซึ่งน้ำหนักไก่มีชีวิตก่อนฆ่า แล้วจึงนำมาชำแหละตามวิธีการของ Jaturasitha (2004) บันทึกน้ำหนักซากอุ่น น้ำหนักซากเย็น น้ำหนักอวัยวะภายใน ได้แก่ ตับ ถุงน้ำดี ม้าม กระเพาะแท้ กระเพาะพัก กระเพาะบด ลำไส้รวม และหัวใจ และน้ำหนักชิ้นส่วนเนื้อที่ได้จากการชำแหละ ได้แก่ ออ สันใน น่อง ปีก สะโพก หัว คอ แข้งและเท้า และโครงร่าง และนำมาคำนวณหาเปอร์เซ็นต์ซากอุ่น เปอร์เซ็นต์ซากเย็น เปอร์เซ็นต์ชิ้นส่วนตัดแต่ง และเปอร์เซ็นต์อวัยวะภายใน ดังสมการ

$$\text{เปอร์เซ็นต์ซากอุ่น (Hot dressing, \%)} = \frac{\text{น้ำหนักซากอุ่น (ไม่มีหัว คอ แข้ง และอวัยวะภายใน)}}{\text{น้ำหนักมีชีวิต}} \times 100 \quad \text{--- (1)}$$

$$\text{เปอร์เซ็นต์ซากเย็น (Cold dressing, \%)} = \frac{\text{น้ำหนักซากเย็น (ไม่มีหัว คอ แข้ง และอวัยวะภายใน)}}{\text{น้ำหนักมีชีวิต}} \times 100 \quad \text{--- (2)}$$

$$\text{เปอร์เซ็นต์ชิ้นส่วนตัดแต่ง (Retail cuts, \%)} = \frac{\text{น้ำหนักชิ้นส่วนตัดแต่ง}}{\text{น้ำหนักซากเย็น}} \times 100 \quad \text{--- (3)}$$

$$\text{เปอร์เซ็นต์อวัยวะภายใน (Internal organs, \%)} = \frac{\text{น้ำหนักอวัยวะภายใน}}{\text{น้ำหนักซากเย็น}} \times 100 \quad \text{--- (4)}$$

การศึกษาคุณภาพเนื้อ

เก็บตัวอย่างเนื้อหน้าอกและเนื้อสะโพกมาวัดค่า pH และค่าสีเนื้อ (L^* , a^* และ b^*) ที่ 45 นาที และ 24 ชั่วโมงภายหลังสัตว์ตาย นำตัวอย่างเนื้อที่แช่เย็นที่ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง มาวิเคราะห์ความสามารถในการอุ้มน้ำของเนื้อจากการสูญเสียน้ำขณะเก็บรักษา (Drip loss) การสูญเสียน้ำจากการทำละลาย (Thawing loss) และการสูญเสียน้ำจากการประกอบอาหาร (Cooking loss) ตามวิธีของ Honikel *et al.* (1986)

การวิเคราะห์ทางสถิติ

ทำการวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of variance) ของข้อมูลค่าโลหิตวิทยา ค่าเคมีโลหิต คุณภาพซาก และคุณภาพเนื้อของไก่เนื้อ และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยระหว่างกลุ่มทดลองโดยวิธี Duncan's new multiple range test (DMRT) โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SAS Version 9.1.3 (SAS Institute Inc., Cary, NC)

ผลการทดลองและวิจารณ์

ค่าโลหิตวิทยาและค่าเคมีโลหิต

จากการศึกษาผลของการเสริมไบพญาวานรในอาหารไก่เนื้อที่อายุ 21 วัน (Table 1) พบว่า การเสริมไบพญาวานรในอาหารมีผลทำให้ความเข้มข้นเฉลี่ยของฮีโมโกลบินในเม็ดเลือดแดงหนึ่งเม็ด (MCHC)

สูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P < 0.01$) แต่พบว่าค่าเม็ดเลือดขาว (WBC) และเม็ดเลือดขาวชนิด heterophils ของไก่เนื้อกลุ่มที่ได้รับอาหารทดลองผสมไบพญาวานรอบแห้งที่ระดับ 4 และ 6 เปอร์เซ็นต์ มีค่าต่ำกว่ากลุ่มที่ได้รับอาหารทดลองผสมไบพญาวานรอบแห้งที่ระดับ 2 เปอร์เซ็นต์ ($P < 0.05$) แต่ไม่แตกต่างจากกลุ่มควบคุม ส่วนเม็ดเลือดขาวชนิด lymphocytes พบว่า กลุ่มที่ได้รับอาหารทดลองผสมไบพญาวานรอบแห้งที่ระดับ 2 เปอร์เซ็นต์ มีค่าต่ำที่สุด ($P < 0.05$) จึงส่งผลให้ค่า H/L ratio ของกลุ่มที่ได้รับอาหารทดลองผสมไบพญาวานรอบแห้งที่ระดับ 2 เปอร์เซ็นต์ สูงที่สุด ($P < 0.05$) โดยค่า H/L ratio เป็นค่าบ่งชี้ความเครียดของสัตว์ปีก ซึ่งจะมีค่าสูงขึ้นตามระดับของความเครียดที่เกิดขึ้นภายในร่างกาย เมื่อไก่เกิดความเครียดจะทำให้เม็ดเลือดขาวชนิด lymphocytes ลดลงและเม็ดเลือดขาวชนิด heterophils เพิ่มสูงขึ้น (Zulkifli *et al.*, 2000) ซึ่งการศึกษารุ่นนี้พบว่า ไก่เนื้อทุกกลุ่มการทดลองมีเม็ดเลือดขาวชนิด heterophils สูงกว่าค่ามาตรฐาน (15–40 เปอร์เซ็นต์) และมีเม็ดเลือดขาวชนิด lymphocytes ต่ำกว่าค่ามาตรฐาน (45–70 เปอร์เซ็นต์) (Simaraks *et al.*, 2004) เนื่องจากการเลี้ยงไก่ในสภาพโรงเรือนเปิด ไม่สามารถควบคุมอุณหภูมิได้ จึงเป็นสาเหตุหลักของการเกิดความเครียดของไก่ และเมื่อไก่อยู่ในสภาวะที่เกิดความเครียด ระดับของฮอร์โมนกลูโคคอร์ติคอยด์ (Glucocorticoid) จะเพิ่มสูงขึ้น (Jain, 1993) ส่งผลต่อเม็ดเลือดขาวชนิด heterophils

โดยเม็ดเลือดขาวชนิดนี้เมื่อเจริญเต็มที่จะถูกปลดปล่อยมาจากไขกระดูก (Bone marrow) แล้วเข้าสู่กระแสเลือดมากขึ้น ในขณะที่เม็ดเลือดขาวชนิด lymphocytes จะลดปริมาณลง เนื่องจากการเคลื่อนย้ายกลับไปยังไขกระดูกและเนื้อเยื่อน้ำเหลือง (Jantarat, 1995) ซึ่งมีรายงานว่าสัตว์ที่อยู่ในสภาวะเครียดจากสภาพ

แวดล้อมที่ไม่เหมาะสม เช่น การเปลี่ยนแปลงสภาพแวดล้อม อุณหภูมิ ช่วงแสง อายุ และน้ำหนักตัว จะมีการหลั่งฮอร์โมนคอร์ติซอล (Cortisol) ไปกดภูมิคุ้มกันโรคของร่างกาย ทำให้ H/L ratio เพิ่มขึ้น (Altan *et al.*, 2000)

Table 1 Effects of *Pseuderatherum palatiferum* leaf supplementation in diets on blood haematology in broilers at 21 days of age

Parameter	Level of <i>Pseuderatherum palatiferum</i> leaf in diets (%)				P-value
	0	2	4	6	
RBC ($\times 10^6/\text{mm}^3$)	1.93 \pm 0.08	1.90 \pm 0.09	1.78 \pm 0.08	1.94 \pm 0.10	0.569
Hemoglobin (g/dL)	9.94 \pm 0.35	10.04 \pm 0.39	9.30 \pm 0.41	10.34 \pm 0.57	0.423
Haematocrit (%)	24.80 \pm 1.16	25.00 \pm 0.55	25.40 \pm 0.81	26.80 \pm 1.39	0.529
MCV (fL)	135.80 \pm 1.53	131.40 \pm 0.93	132.00 \pm 1.76	130.20 \pm 1.59	0.084
MCH (Pg)	53.26 \pm 1.56	52.92 \pm 0.58	52.16 \pm 0.69	53.34 \pm 0.53	0.805
MCHC (g/dL)	37.98 \pm 0.32 ^b	40.24 \pm 0.47 ^a	39.54 \pm 0.62 ^a	40.86 \pm 0.50 ^a	0.005
WBC ($\times 10^3/\text{mm}^3$)	7.17 \pm 1.38 ^{ab}	11.07 \pm 2.69 ^a	4.84 \pm 0.70 ^b	4.44 \pm 0.84 ^b	0.038
Heterophils (%)	62.00 \pm 2.51 ^{ab}	70.60 \pm 3.08 ^a	58.20 \pm 2.52 ^b	56.00 \pm 5.01 ^b	0.040
Basophil (%)	4.00 \pm 0.84	3.40 \pm 0.75	3.60 \pm 1.03	5.80 \pm 1.32	0.348
Lymphocytes (%)	32.60 \pm 2.62 ^a	23.40 \pm 3.09 ^b	36.80 \pm 3.10 ^a	36.40 \pm 4.01 ^a	0.034
Monocytes (%)	1.00 \pm 0.00	1.40 \pm 0.40	1.00 \pm 0.00	1.20 \pm 0.20	0.547
H/L ratio	1.98 \pm 0.25 ^b	3.28 \pm 0.51 ^a	1.64 \pm 0.19 ^b	1.67 \pm 0.31 ^b	0.010

^{a, b} Values within a row with different superscripts differ significantly at $P < 0.05$. RBC = red blood cells, MCV = mean corpuscular volume, MCH = mean corpuscular hemoglobin, MCHC = mean corpuscular hemoglobin concentration, WBC = white blood cells, H/L ratio = heterophils to lymphocytes ratio

อย่างไรก็ตาม มีรายงานการใช้กระเจี๊ยบแดง ซึ่งมีสารออกฤทธิ์ในกลุ่มสารประกอบฟีนอลิกและฟลาโวนอยด์ เสริมในน้ำดื่มของไก่เนื้อ พบว่า ทำให้ไก่เนื้อกลุ่มที่ได้รับการเสริมด้วยกระเจี๊ยบแดงมีแนวโน้มของค่า H/L ratio ลดลง (Ployraya, 2017) สอดคล้องกับรายงานของ Aengwanich and Suttajit (2010) ที่พบว่า การเสริมสารโพลีฟีนอลิกจากเปลือกหุ้มเมล็ด

มะขามที่ระดับ 300 และ 400 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ในอาหารไก่เนื้อสามารถลดความเครียดที่เกิดจากความร้อน (Heat stress) ลงได้ นอกจากนี้ Sirilaophasan *et al.* (2016) รายงานว่า การเสริมกากเม่าที่มีสารประกอบฟีนอลิกและฟลาโวนอยด์เป็นสารออกฤทธิ์ในอาหารไก่ไข่ มีผลทำให้ค่าเม็ดเลือดขาวและค่า H/L ratio มีแนวโน้มลดลง แต่จากการศึกษา

ในครั้งนี้นพบว่า ไก่เนื้อที่ได้รับอาหารทดลองผสมไบพญาวานรอบแห้งที่ระดับ 4 และ 6 เปอร์เซ็นต์ มีค่า H/L ratio ไม่แตกต่างจากกลุ่มควบคุม ($P > 0.05$) ถึงแม้ว่าสารออกฤทธิ์ที่สำคัญของไบพญาวาน คือ ฟลาโวนอยด์ และสารประกอบฟีนอลิก โดยพบว่ามีปริมาณฟลาโวนอยด์ที่สกัดได้จากไบพญาวานเท่ากับ 17.66 มิลลิกรัมต่อสารสกัดแห้ง 100 กรัม และพบสารประกอบฟีนอลิก 33.46 มิลลิกรัมต่อสารสกัดแห้ง 100 กรัม (Kongprasom *et al.*, 2019) ซึ่งมีสรรพคุณในการเป็นสารต้านอนุมูลอิสระ (Antioxidant) และช่วยลดอาการอักเสบ (Anti-inflammatory) ได้เร็วกว่าสารตั้งต้นชนิดอื่น และช่วยเพิ่มความแข็งแรงของเนื้อเยื่อเกี่ยวพันและกระดูกอ่อน ทำให้สามารถลดการทำลายจากอนุมูลอิสระได้ (Ployraya, 2017) อาจเนื่องจากการใช้ในรูปแบบอบแห้งทำให้สารออกฤทธิ์ในสมุนไพรมีปริมาณลดลงและสัตว์ไม่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ ซึ่งกลไกการทำงานของสารออกฤทธิ์ขึ้นอยู่กับโครงสร้าง ระดับการใช้ ชนิดของสัตว์ และระยะเวลาการทดลอง (Mahfuz *et al.*, 2021)

ส่วนค่าโลหิตวิทยาของไก่เนื้อ อายุ 42 วัน พบว่าการเสริมไบพญาวานในอาหารไม่มีผลต่อค่าโลหิตวิทยาเกือบทุกลักษณะ ($P > 0.05$) ยกเว้นความเข้มข้นเฉลี่ยของฮีโมโกลบินในเม็ดเลือดแดงหนึ่งเม็ด (MCHC) และเม็ดเลือดขาวชนิด monocytes ดังแสดงใน Table 2 โดยพบว่า ไก่เนื้อกลุ่มที่ได้รับอาหารทดลองผสมไบพญาวานรอบแห้งที่ระดับ 4 เปอร์เซ็นต์ มีค่า MCHC สูงกว่ากลุ่มที่ได้รับอาหารทดลองผสมไบพญาวานรอบแห้งที่ระดับ 2 เปอร์เซ็นต์ ($P < 0.05$) แต่ไม่แตกต่างจากกลุ่มที่ได้รับอาหารทดลองผสมไบพญาวานรอบแห้งที่ระดับ 6 เปอร์เซ็นต์ และกลุ่มควบคุม สอดคล้องกับการศึกษาของ Seedarak and Lokaewmanee (2019) รายงานว่าการเสริมกากเถ้าในอาหารที่ระดับ 0, 0.1, 0.2, 0.3, 0.4 และ 0.5 เปอร์เซ็นต์ ไม่มีผลต่อค่า hemoglobin, haematocrit, เม็ดเลือดขาวชนิด heterophils, basophil, lymphocytes, monocytes และค่า H/L ratio ของไก่เนื้อที่อายุ 42 วัน ($P > 0.05$) อาจเนื่องจากช่วงท้ายของการทดลองมีสภาพอากาศแปรปรวนค่อนข้างมากในแต่ละวัน จึงทำให้ทุกกลุ่มการทดลองมีค่า H/L ratio ที่ใช้บ่งบอกถึงระดับความเครียดของไก่เนื้อไม่แตกต่างกัน

Table 2 Effects of *Pseuderatherum palatiferum* leaf supplementation in diets on blood haematology in broilers at 42 days of age

Parameter	Level of <i>Pseuderatherum palatiferum</i> leaf in diets (%)				P-value
	0	2	4	6	
RBC ($\times 10^6/\text{mm}^3$)	1.90 \pm 0.13	2.17 \pm 0.04	1.99 \pm 0.07	2.02 \pm 0.06	0.184
Hemoglobin (g/dL)	9.60 \pm 0.68	10.86 \pm 0.19	10.30 \pm 0.39	10.60 \pm 0.32	0.240
Haematocrit (%)	25.20 \pm 1.32	27.00 \pm 0.45	25.80 \pm 0.73	26.60 \pm 1.36	0.625
MCV (fL)	12.44 \pm 0.28	12.88 \pm 0.16	12.40 \pm 0.11	12.60 \pm 0.10	0.248
MCH (Pg)	50.56 \pm 0.82	50.00 \pm 0.59	51.86 \pm 0.46	51.20 \pm 0.56	0.212
MCHC (g/dL)	40.82 \pm 1.12 ^{ab}	38.80 \pm 0.21 ^b	41.86 \pm 0.33 ^a	40.64 \pm 0.71 ^{ab}	0.044
WBC ($\times 10^3/\text{mm}^3$)	9.42 \pm 1.17	9.97 \pm 1.32	8.82 \pm 0.63	9.09 \pm 1.05	0.886
Heterophils (%)	52.80 \pm 2.85	54.40 \pm 1.17	62.20 \pm 3.60	64.80 \pm 4.91	0.065
Basophil (%)	9.00 \pm 1.79	8.80 \pm 1.66	5.60 \pm 1.12	5.40 \pm 1.60	0.232
Lymphocytes (%)	35.80 \pm 1.62	34.80 \pm 1.85	29.60 \pm 3.99	28.80 \pm 3.81	0.283
Monocytes (%)	2.40 \pm 0.40 ^a	2.00 \pm 0.32 ^{ab}	2.60 \pm 0.51 ^a	1.00 \pm 0.00 ^b	0.029
H/L ratio	1.49 \pm 0.12	1.59 \pm 0.11	2.28 \pm 0.34	2.53 \pm 0.53	0.103

^{a, b} Values within a row with different superscripts differ significantly at $P < 0.05$. RBC = red blood cells, MCV = mean corpuscular volume, MCH = mean corpuscular hemoglobin, MCHC = mean corpuscular hemoglobin concentration, WBC = white blood cells, H/L ratio = heterophils to lymphocytes ratio

อย่างไรก็ตาม การศึกษาครั้งนี้พบว่าเม็ดเลือดขาวชนิด monocytes ของไก่เนื้อกลุ่มที่ได้รับอาหารทดลองผสมใบพญาวานรอบแห้งที่ระดับ 6 เปอร์เซ็นต์มีค่าต่ำที่สุด ($P < 0.05$) เนื่องจากใบพญาวานรมีฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระ ต้านไวรัส ต้านแบคทีเรีย ต้านการอักเสบ และต้านมะเร็ง (Udomsub, 2018) โดยเม็ดเลือดขาวชนิด monocytes มีหน้าที่ในการกำจัดแบคทีเรีย เชื้อรา ไวรัส และปรสิต และยังช่วยเม็ดเลือดขาวชนิด lymphocytes ในการกำจัดสิ่งแปลกปลอมและช่วยชักนำให้เกิดการตอบสนองทางระบบภูมิคุ้มกัน (Mundee, 2008) ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Phamoh *et al.* (2017) รายงานว่า การเสริมใบย่านางสดผงในอาหารไก่พื้นเมืองที่ระดับ 0.15, 0.20 และ 0.25 เปอร์เซ็นต์ มีแนวโน้มเปอร์เซ็นต์เม็ดเลือดขาวชนิด monocytes ต่ำกว่ากลุ่มควบคุมและ

กลุ่มเสริมใบย่านางสดผงในอาหารไก่พื้นเมืองที่ระดับ 0.1 เปอร์เซ็นต์

การศึกษาค่าเคมีโลหิตเป็นตัวชี้วัดสภาพความสมบูรณ์ของร่างกายสัตว์ได้ และสามารถช่วยสนับสนุนการทดลองว่าสามารถใช้ใบพญาวานรเสริมในอาหารไก่ได้ในระดับใด แต่อย่างไรก็ตาม การศึกษาครั้งนี้พบว่า การเสริมใบพญาวานรในอาหารไม่มีผลต่อค่าเคมีโลหิตทุกลักษณะ ดังแสดงใน Table 3 แสดงให้เห็นว่า การใช้ใบพญาวานรในอาหารไก่เนื้อไม่ส่งผลเสียต่อการทำงานของตับ เนื่องจากการตรวจการทำงานของตับโดยศึกษาระดับเอนไซม์ alkaline phosphatase (ALP) ที่เป็นตัวบ่งบอกถึงความเสียหายของตับ และระดับโปรตีนที่สร้างจากตับ ได้แก่ albumin และ total protein ของไก่เนื้อกลุ่มที่ได้รับอาหารทดลองผสมใบพญาวานรรอบแห้งไม่มีความแตกต่างจากกลุ่มควบคุม

สอดคล้องกับการศึกษาของ Hassan *et al.* (2019) รายงานว่า การใช้สารเสริมชีวภาพรูทีนซึ่งจัดอยู่ในกลุ่มสารออกฤทธิ์ฟลาโวนอยด์ในอาหารไก่เนื้อที่ระดับ 0.25, 0.5 และ 1 กรัมต่อกิโลกรัมอาหาร ไม่มีผลต่อระดับ albumin, total protein และเอนไซม์ aspartate aminotransferase (AST) ในเลือด แต่อย่างไรก็ตาม การศึกษาครั้งนี้พบว่าไก่เนื้อกลุ่มที่ได้รับอาหารทดลองผสมใบพญาวานรอบแห้งที่ระดับ 4 และ 6 เปอร์เซ็นต์ มีแนวโน้มระดับคอเลสเตอรอลในเลือดลดลง เนื่องจากสารออกฤทธิ์ในกลุ่มฟลาโวนอยด์สามารถยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ HMG-CoA reductase และ cholesterol acyltransferase (ACAT) ในขบวนการสังเคราะห์คอเลสเตอรอล และ

ป้องกันการเกิดออกซิเดชันในร่างกาย (Bok *et al.*, 2000; Kim *et al.*, 2004) รวมทั้งสารประกอบโพลีฟีนอลิกยังสามารถช่วยลดระดับคอเลสเตอรอลชนิด LDL และไตรกลีเซอไรด์ และช่วยเพิ่มคอเลสเตอรอลชนิด HDL ซึ่งระดับคอเลสเตอรอลในเลือดของไก่ปรกติจะมีค่าระหว่าง 99.90–157.82 มิลลิกรัมต่อเดซิลิตร (Sirilaophasan *et al.*, 2016) สอดคล้องกับรายงานของ Sirilaophasan *et al.* (2016) รายงานว่าการเสริมกากเม่าซึ่งมีสารออกฤทธิ์ในกลุ่มสารประกอบฟีนอลิกและฟลาโวนอยด์ในอาหารไก่ไข่ สามารถลดระดับคอเลสเตอรอลและไตรกลีเซอไรด์ในเลือดได้โดยการเสริมกากเม่าในระดับ 0.5 เปอร์เซ็นต์ มีระดับคอเลสเตอรอลในเลือดลดลงต่ำที่สุด

Table 3 Effects of *Pseuderatherum palatiferum* leaf supplementation in diets on blood chemistry in broilers at 42 days of age

Parameter	Level of <i>Pseuderatherum palatiferum</i> leaf in diets (%)				P-value
	0	2	4	6	
BUN (mg/dL)	2.60 ± 0.40	4.80 ± 0.97	3.00 ± 0.45	4.00 ± 0.63	0.114
Creatinine (mg/dL)	0.42 ± 0.03	0.42 ± 0.03	0.42 ± 0.02	0.43 ± 0.04	0.995
Cholesterol (mg/dL)	128.60 ± 9.81	124.20 ± 2.48	98.40 ± 7.96	112.60 ± 9.36	0.068
Triglyceride (mg/dL)	23.80 ± 2.22	29.00 ± 2.39	23.80 ± 1.16	23.40 ± 2.16	0.203
Total protein (g/L)	3.06 ± 0.08	2.88 ± 0.15	3.02 ± 0.12	2.94 ± 0.24	0.857
Albumin (g/L)	1.14 ± 0.05	1.22 ± 0.04	1.28 ± 0.02	1.22 ± 0.10	0.467
ALP (U/L)	424.00 ± 33.45	556.00 ± 74.89	447.20 ± 53.70	435.40 ± 75.41	0.430

BUN = blood urea nitrogen, ALP = alkaline phosphatase

คุณภาพซากและคุณภาพเนื้อ

จากการศึกษาครั้งนี้พบว่า น้ำหนักมีชีวิตของไก่ทดลองทุกกลุ่มมีน้ำหนักต่ำกว่าเกณฑ์ ทั้งนี้ เนื่องจากสภาพการเลี้ยงเป็นระบบเปิดที่ไม่สามารถควบคุมอุณหภูมิและสภาพแวดล้อมในโรงเรือนได้ จึงส่งผลกระทบต่อ น้ำหนักมีชีวิตก่อนฆ่า ซึ่งจากการเสริมใบพญาวานรในอาหารไก่เนื้อที่ระดับ 2, 4 และ 6 เปอร์เซ็นต์ พบว่า

การเสริมใบพญาวานรไม่มีผลต่อเปอร์เซ็นต์ซากเปอร์เซ็นต์ชิ้นส่วนตัดแต่ง และเปอร์เซ็นต์อวัยวะภายใน แต่พบว่าการเสริมใบพญาวานรในอาหารที่ระดับ 6 เปอร์เซ็นต์ มีผลทำให้น้ำหนักมีชีวิตลดลงอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P < 0.01$) เมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุม และกลุ่มที่ได้รับอาหารทดลองผสมใบพญาวานรอบแห้งที่ระดับ 4 เปอร์เซ็นต์ ดังแสดงใน Table 4

เนื่องจากไบโพลีเมอร์มีสารออกฤทธิ์ คือ ฟลาโวนอยด์ และสารประกอบฟีนอลิก (Kongprasom *et al.*, 2019) ซึ่งมีฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระ ต้านไวรัส ต้านแบคทีเรีย ต้านการอักเสบ และต้านมะเร็ง (Udomsub, 2018) รวมทั้งอาหารทดลองทุกสูตรมีโปรตีนและพลังงานใกล้เคียงกัน จึงไม่ส่งผลกระทบต่อคุณภาพซากของไก่เนื้อ สอดคล้องกับการศึกษาของ Pastsart (2019) รายงานว่าการเสริมผลหมักครบชุดไปด้วยสารฟลาโวนอยด์ในน้ำดื่มของไก่เนื้อ ไม่ส่งผลต่อน้ำหนักมีชีวิต น้ำหนักซาก เพอร์เซ็นต์ซาก เพอร์เซ็นต์เนื้อส่วนอก และเปอร์เซ็นต์เครื่องในรวมของไก่ ($P > 0.05$) นอกจากนี้ Ouyang *et al.* (2016) รายงานว่า การใช้สารสกัดฟลาโวนอยด์จากหญ้าอัลฟาฟาในอาหารไก่เนื้อ ไม่มีผลต่อเปอร์เซ็นต์ซากและเปอร์เซ็นต์เนื้อ ($P > 0.05$) แต่พบว่ามีการใช้สารสกัดฟลาโวนอยด์ ($P < 0.05$) แต่จากการศึกษาครั้งนี้พบว่า ไก่เนื้อในกลุ่มที่ได้รับอาหารทดลองผสมไบโพลีเมอร์รอบแห้งมีแนวโน้มเปอร์เซ็นต์กระดูกสูงกว่ากลุ่มควบคุม ($P > 0.05$) เนื่องจากการเสริมไบโพลีเมอร์ในอาหารทำให้มีเยื่อใยเพิ่มสูงขึ้น ส่งผลให้กินทำหน้าที่ในการย่อยอาหารหนักขึ้น จึงทำให้กินมีน้ำหนักเพิ่มขึ้น ซึ่งสัตว์ปีกจะมีการตอบสนองต่อการเปลี่ยนแปลงของระดับเยื่อใยในอาหาร โดยมีการเปลี่ยนแปลงความยาวของลำไส้ น้ำหนักของอวัยวะภายใน รวมทั้งอัตราการไหลผ่านของอาหารในทางเดินอาหาร โดยพบว่า การเพิ่มขึ้นของเยื่อใยชนิดไม่ละลายน้ำในอาหาร มีผลทำให้ความยาวของลำไส้เล็กลดลง กระเพาะแต่มีน้ำหนักลดลง แต่กินมีน้ำหนักเพิ่มขึ้น (Mateos *et al.*, 2012) สอดคล้องกับการศึกษาของ Panja (2013) รายงานว่าการเสริมดอกหางนกยูงฝรั่ง ซึ่งมีสารออกฤทธิ์คือฟลาโวนอยด์และสารประกอบฟีนอลิกในสูตรอาหารที่ระดับ 0, 1, 2, 3 และ 4 เปอร์เซ็นต์ ต่อสมรรถภาพการผลิตและคุณภาพซาก

ของไก่เนื้อในช่วงอายุ 4–6 สัปดาห์ พบว่า เพอร์เซ็นต์กระดูกของไก่ที่ได้รับอาหารเสริมดอกหางนกยูงฝรั่ง สูงกว่ากลุ่มควบคุม ($P < 0.05$) แต่มีน้ำหนักซากและเปอร์เซ็นต์ซากต่ำกว่า ($P < 0.05$) ส่วนเปอร์เซ็นต์เนื้อหน้าอกและสะโพกไม่มีความแตกต่างกัน ($P > 0.05$)

สำหรับผลของการเสริมไบโพลีเมอร์ในอาหารต่อคุณภาพเนื้อ พบว่า การเสริมไบโพลีเมอร์ ไม่มีผลต่อค่า pH ค่าความสว่าง (L^*) ค่าสีแดง (a^*) ที่ 45 นาที และ 24 ชั่วโมงภายหลังสัตว์ตาย ส่วนค่าความสว่างสามารถในการอุ้มน้ำของเนื้อ พบว่า ค่าการสูญเสียน้ำจากการเก็บรักษา การสูญเสียน้ำจากการละลาย และการสูญเสียน้ำจากการปรุงสุกของเนื้ออกและเนื้อสะโพกไม่มีความแตกต่างกันระหว่างกลุ่มการทดลอง ($P > 0.05$) ดังแสดงใน Table 5 และ Table 6 แต่พบว่าการเสริมไบโพลีเมอร์มีผลต่อค่าสีเหลือง (b^*) ที่ 24 ชั่วโมงภายหลังสัตว์ตาย ทั้งในเนื้ออกและเนื้อสะโพก โดยพบว่ากลุ่มที่เสริมไบโพลีเมอร์ที่ระดับ 2, 4 และ 6 เปอร์เซ็นต์ มีค่า b^* สูงกว่ากลุ่มควบคุม ($P < 0.05$) เนื่องจากไบโพลีเมอร์มีสารออกฤทธิ์ คือ ฟลาโวนอยด์ (Padee and Nualkaew, 2009) โดยมีรายงานว่าปริมาณฟลาโวนอยด์ที่สกัดได้จากไบโพลีเมอร์เท่ากับ 17.66 มิลลิกรัมต่อสารสกัดแห้ง 100 กรัม และพบสารประกอบฟีนอลิก 33.46 มิลลิกรัมต่อสารสกัดแห้ง 100 กรัม (Kongprasom *et al.*, 2019) ซึ่งจากรายงานของ Kamboh *et al.* (2019) รายงานว่า การเสริมฟลาโวนอยด์ในอาหารสัตว์ปีก สามารถปรับปรุงปริมาณไขมัน ลักษณะทางประสาทสัมผัส และคุณภาพทางจุลชีววิทยาของเนื้อและไข่ นอกจากนี้ ยังสามารถปรับปรุงความคงตัวของสีของเนื้อสัตว์ โดยพบว่าการเสริมฟลาโวนอยด์ในอาหารสัตว์ปีกสามารถปรับปรุงค่าความสว่างของเนื้อได้ 5 เปอร์เซ็นต์

Table 4 Effects of *Pseuderatherum palatiferum* leaf supplementation in diets on carcass quality in broilers

Parameter	Level of <i>Pseuderatherum palatiferum</i> leaf in diets (%)				P-value
	0	2	4	6	
Slaughter weight (g)	1,160.38 ± 19.93 ^a	1,108.85 ± 16.52 ^{ab}	1,149.15 ± 19.48 ^a	1,062.20 ± 21.27 ^b	0.005
Hot dressing (%)	67.59 ± 1.15	67.77 ± 1.02	65.02 ± 1.20	65.67 ± 1.46	0.292
Cold dressing (%)	66.25 ± 1.12	65.61 ± 1.22	62.79 ± 1.03	64.32 ± 1.45	0.205
Breast (%)	22.50 ± 0.53	22.50 ± 0.59	21.73 ± 0.57	21.14 ± 0.42	0.216
Tenderloin (%)	6.02 ± 0.16	6.02 ± 0.14	6.04 ± 0.20	6.04 ± 0.19	0.999
Drumstick (%)	15.13 ± 0.32	15.50 ± 0.40	16.18 ± 0.80	15.39 ± 0.42	0.524
Wing (%)	12.90 ± 0.23	13.24 ± 0.29	12.88 ± 0.39	13.52 ± 0.22	0.363
Thigh (%)	13.74 ± 0.24	14.00 ± 0.28	13.04 ± 0.99	13.43 ± 0.26	0.633
Head and neck (%)	9.95 ± 0.25	10.45 ± 0.30	9.44 ± 0.37	10.16 ± 0.33	0.152
Shank (%)	6.88 ± 0.19	6.97 ± 0.25	7.10 ± 0.21	6.96 ± 0.22	0.910
Bone (%)	29.84 ± 0.58	29.95 ± 0.29	30.67 ± 0.66	30.25 ± 0.53	0.700
Internal organ (%)	21.25 ± 1.31	20.46 ± 1.92	22.56 ± 2.18	26.63 ± 1.81	0.093
Liver (%)	2.81 ± 0.17	2.91 ± 0.14	2.99 ± 0.18	3.04 ± 0.13	0.727
Spleen (%)	0.41 ± 0.14	0.34 ± 0.15	0.17 ± 0.03	0.16 ± 0.02	0.254
Stomach (%)	1.39 ± 0.22	1.19 ± 0.15	1.20 ± 0.08	1.42 ± 0.11	0.609
Gizzard (%)	5.26 ± 0.33	5.90 ± 0.42	5.62 ± 0.52	6.74 ± 0.51	0.134
Crop (%)	1.15 ± 0.25	1.15 ± 0.18	1.55 ± 0.23	1.18 ± 0.18	0.472
Intestine (%)	10.15 ± 0.97	10.53 ± 0.82	12.19 ± 0.97	13.53 ± 1.03	0.055
Heart (%)	0.87 ± 0.18	1.08 ± 0.14	0.86 ± 0.04	0.80 ± 0.04	0.409

^{a, b} Values within a row with different superscripts differ significantly at P < 0.05

อย่างไรก็ตาม จากการศึกษาครั้งนี้การเสริมใบพญาวานรในอาหารไก่เนื้อไม่มีผลต่อลักษณะคุณภาพเนื้อด้านอื่น ๆ สอดคล้องกับการศึกษาของ Ouyang *et al.* (2016) ที่รายงานว่า การใช้ฟลาโวนอยด์จากหญ้าอัลฟัลฟาในอาหารไก่เนื้อไม่มีผลต่อค่าสีเนื้อ ค่าความนุ่ม ค่า pH และค่าความสามารถในการอุ้มน้ำ (P > 0.05) ทั้งนี้ เนื่องจากสารออกฤทธิ์หลักในใบพญาวานรคือ ฟลาโวนอยด์และสารประกอบฟีนอลิก ซึ่งมีคุณสมบัติในการต้านอนุมูลอิสระและต้านแบคทีเรีย (Novelli *et al.*, 2014; Pamok *et al.*, 2014) โดย

จากการศึกษาของ Khimkem (2018) พบว่า การเสริมหญ้าขี้ดมอญใบยาวที่มีสารออกฤทธิ์ฟลาโวนอยด์ในอาหารไก่โคราชสามารถเพิ่มฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระ (Superoxide dismutase) ทั้งในพลาสมาและเนื้อส่วนอก และจากการศึกษาของ Novelli *et al.* (2014) รายงานว่า การเสริมสารสกัดบริสุทธิ์ของสารประกอบฟีนอลิกในผลิตภัณฑ์เนื้อซาลามี (75 และ 150 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม) สามารถลดปริมาณเปอร์ออกไซด์และผลผลิตจากการเกิดออกซิเดชันของไขมันได้มากกว่า 80 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุม

Table 5 Effects of *Pseuderatherum palatiferum* leaf supplementation in diets on meat quality of broiler breast meat

Parameter	Level of <i>Pseuderatherum palatiferum</i> leaf in diets (%)				P-value
	0	2	4	6	
45 minutes postmortem					
pH	6.12 ± 0.05	6.03 ± 0.05	6.15 ± 0.23	6.16 ± 0.07	0.876
L*	53.18 ± 1.51	53.46 ± 2.25	54.53 ± 2.40	54.85 ± 2.20	0.931
a*	0.35 ± 0.17	0.78 ± 0.35	0.42 ± 0.23	0.23 ± 0.37	0.582
b*	1.23 ± 0.20	1.67 ± 0.33	1.62 ± 0.41	1.17 ± 0.39	0.642
24 hours postmortem					
pH	5.78 ± 0.03	5.80 ± 0.05	5.77 ± 0.04	5.80 ± 0.04	0.929
L*	54.74 ± 0.82	53.43 ± 1.12	54.87 ± 1.11	53.56 ± 0.94	0.633
a*	0.44 ± 0.21	0.82 ± 0.25	0.41 ± 0.20	0.40 ± 0.16	0.427
b*	1.40 ± 0.26 ^b	2.50 ± 0.34 ^a	2.08 ± 0.28 ^{ab}	2.76 ± 0.37 ^a	0.020
Drip loss (%)	3.61 ± 0.64	3.65 ± 0.60	4.49 ± 0.64	3.70 ± 0.85	0.776
Thawing loss (%)	6.82 ± 1.21	8.39 ± 1.34	8.19 ± 1.11	7.15 ± 0.86	0.715
Cooking loss (%)	21.61 ± 0.68	21.15 ± 0.50	20.94 ± 0.42	21.37 ± 0.57	0.839

^{a, b} Values within a row with different superscripts differ significantly at P < 0.05

โดยจากการศึกษาครั้งนี้การเสริมใบพญาวันรอบหนึ่งในอาหารไก่เนื้อไม่ส่งผลต่อคุณภาพซากและคุณภาพเนื้อด้านต่าง ๆ อาจเนื่องจากระดับของการเสริมใบพญาวันในอาหารมีปริมาณสูงเกินไปทำให้อาหารมีปริมาณเยื่อใยสูงขึ้น จึงส่งผลกระทบต่อระบบการย่อยอาหาร และการย่อยได้ของโภชนะลดลง โดยจากการศึกษาของ Diue *et al.* (2006) พบว่า การเสริมใบพญาวันในรูปแบบอบแห้งที่ระดับ 0.2 กรัมต่อกิโลกรัมต่อวัน มีผลทำให้ประสิทธิภาพการเจริญเติบโตของลูกสุกรดีกว่าการเสริมในรูปแบบอบแห้งที่ระดับ 0.1 กรัมต่อกิโลกรัมต่อวัน และการเสริมรูปแบบสดที่ระดับ 0.5 กรัมต่อกิโลกรัมต่อวัน (P < 0.01) นอกจากนี้ สารออกฤทธิ์ที่สำคัญของใบพญาวัน คือ ฟลาโวนอยด์และสารประกอบฟีนอลิก โดยการใช้สาร

ประกอบฟีนอลิกในอาหารนำไปสู่กระบวนการหมักของอาหารที่ดีขึ้น เป็นผลให้การดูดซึมโภชนะของสัตว์ดีขึ้น อย่างไรก็ตาม กลไกการทำงานของสารประกอบฟีนอลิกขึ้นอยู่กับโครงสร้าง ระดับการใช้ ชนิดของสัตว์ และระยะเวลาการทดลอง (Mahfuz *et al.*, 2021) จากรายงานของ Rodsatian *et al.* (2021) พบว่า การเสริมสารกลุ่มฟลาโวนอยด์จากผลไม้ตระกูลส้มในอาหารไก่เนื้อที่ระดับ 300 กรัมต่อตันอาหาร มีผลทำให้อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัวดีขึ้น และอัตราการตายต่ำ สอดคล้องกับการใช้สารสกัดฟลาโวนอยด์จากสมุนไพรรากสควิลเลีย ไบคาเลนซิส (*Scutellaria baicalensis*) ที่ระดับ 120, 180 และ 240 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมอาหาร มีผลทำให้การสูญเสียน้ำจากการเก็บรักษาของเนื้อสะโพกไก่ต่ำกว่ากลุ่มควบคุม

($P < 0.01$) (Liao *et al.*, 2018) โดย Prihambodo *et al.* (2021) รายงานว่า การใช้ฟลาโวนอยด์จากพืชสมุนไพรในรูปแบบของสารสกัดและไม่สกัด มีระดับของการใช้ระหว่าง 0–60,000 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมอาหาร โดยพบว่าการใช้ฟลาโวนอยด์มีผลต่ออัตราการเจริญเติบโตของไก่เนื้อระยะแรก แต่ไม่มีผลต่อปริมาณอาหารที่กินและลักษณะซาก ในส่วนของอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัว พบว่า ระดับที่เหมาะสมของการใช้ฟลาโวนอยด์ในไก่เนื้ออยู่ที่ระดับ 0.83 เปอร์เซ็นต์ เช่นเดียวกับการใช้สารสกัดฟีนอลิกจากเปลือกหุ้มเมล็ดมะขามที่ระดับ 100–500 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม สามารถปรับปรุงการเจริญเติบโตของไก่ในช่วงสัปดาห์แรกในสภาพการเลี้ยงที่อุณหภูมิ 38 องศาเซลเซียส (Aengwanich and Suttajit, 2010) แสดง

ให้เห็นว่า การใช้ประโยชน์จากพืชสมุนไพรในรูปแบบของสารสกัดทำให้สัตว์สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้โดยตรง ทั้งนี้ เนื่องจากการใช้ในรูปแบบอบแห้งอาจทำให้สารออกฤทธิ์ในสมุนไพรมีปริมาณลดลงและสัตว์ไม่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ โดยจากรายงานของ Ho and Chun (2019) พบว่า การสกัดสารออกฤทธิ์จากใบพลูวาานรโดยการสกัดด้วยน้ำกึ่งวิกฤต (Subcritical water) ที่อุณหภูมิ 130 องศาเซลเซียส จะได้ปริมาณฟลาโวนอยด์สูงสุด คือที่ระดับ 20.71 มิลลิกรัม RE ต่อกรัม และการสกัดด้วยน้ำกึ่งวิกฤตที่อุณหภูมิ 190 องศาเซลเซียส จะได้ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกสูงสุด คือ 34.87 มิลลิกรัม CE ต่อกรัม เมื่อเปรียบเทียบกับวิธีการสกัดด้วยน้ำร้อน เครื่องสกัด soxhlet และการสกัดด้วยเมทานอล

Table 6 Effects of *Pseuderatherum palatiferum* leaf supplementation in diets on meat quality of broiler thigh meat

Parameter	Level of <i>Pseuderatherum palatiferum</i> leaf in diets (%)				P-value
	0	2	4	6	
45 minutes postmortem					
pH	6.06 ± 0.03	6.12 ± 0.03	6.08 ± 0.03	6.05 ± 0.04	0.410
L*	56.81 ± 1.48	56.11 ± 1.64	56.77 ± 1.58	56.58 ± 1.52	0.988
a*	2.29 ± 0.18	2.71 ± 0.37	1.81 ± 0.25	1.92 ± 0.41	0.183
b*	2.20 ± 0.20	2.22 ± 0.64	2.77 ± 0.50	2.70 ± 0.81	0.845
24 hours postmortem					
pH	6.04 ± 0.04	6.08 ± 0.04	6.03 ± 0.03	6.02 ± 0.02	0.608
L*	55.00 ± 0.68	54.98 ± 0.82	55.48 ± 1.14	54.01 ± 0.64	0.660
a*	1.99 ± 0.42	2.25 ± 0.30	1.98 ± 0.37	2.86 ± 0.42	0.321
b*	1.59 ± 0.37 ^c	2.69 ± 0.41 ^{bc}	3.12 ± 0.59 ^{ab}	4.19 ± 0.39 ^a	0.002
Drip loss (%)	4.83 ± 0.25	6.28 ± 1.22	5.45 ± 0.62	5.80 ± 1.23	0.731
Thawing loss (%)	5.67 ± 0.67	6.08 ± 0.76	5.78 ± 0.77	7.65 ± 1.14	0.332
Cooking loss (%)	25.23 ± 2.66	29.26 ± 2.59	29.51 ± 1.62	33.33 ± 2.58	0.140

^{a, b} Values within a row with different superscripts differ significantly at $P < 0.05$

สรุป

การเสริมไบโพลีฟีนอลในอาหารไก่เนื้อีมีผลทำให้ไก่เนื้ออายุ 21 วัน มีความเข้มข้นเฉลี่ยของฮีโมโกลบินในเม็ดเลือดแดงหนึ่งเม็ด (MCHC) สูงขึ้น แต่การเสริมไบโพลีฟีนอลในอาหารที่ระดับ 2 เปอร์เซ็นต์ ส่งผลให้ค่าเม็ดเลือดขาว (WBC) และ H/L ratio สูงที่สุด แต่มีเม็ดเลือดขาวชนิด lymphocytes ต่ำที่สุด ส่วนไก่เนื้ออายุ 42 วัน พบว่า การเสริมไบโพลีฟีนอลที่ระดับ 4 เปอร์เซ็นต์ มีค่า MCHC สูงที่สุด และการเสริมไบโพลีฟีนอลที่ระดับ 6 เปอร์เซ็นต์ มีเม็ดเลือดขาวชนิด monocytes ต่ำที่สุด การเสริมไบโพลีฟีนอลในอาหาร

ไก่เนื้อไม่มีผลต่อค่าเคมีโลหิต คุณภาพซาก และคุณภาพเนื้อ แต่การเสริมไบโพลีฟีนอลมีผลต่อการเพิ่มขึ้นของค่าสีเหลืองทั้งในเนื้ออกและเนื้อสะโพก ดังนั้น การใช้ไบโพลีฟีนอลในอาหารจึงไม่มีผลต่อคุณภาพซากและคุณภาพเนื้อของไก่เนื้อ

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยจากงบประมาณกองทุนวิจัยฯ มหาวิทยาลัยราชภัฏสุราษฎร์ธานี ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2563

เอกสารอ้างอิง

- Aengwanich, W. and M. Suttajit. 2010. Effect of polyphenols extracted from tamarind (*Tamarindus indica* L.) seed coat on physiological changes, heterophil/lymphocyte ratio, oxidative stress and body weight of broilers (*Gallus domesticus*) under chronic heat stress. Anim. Sci. J. 81(2): 264–270.
- Altan, O., A. Altan, M. Cabuk and H. Bayraktar. 2000. Effects of heat stress on some blood parameters in broilers. Turk. J. Vet. Anim. Sci. 24: 145–148.
- Association of Official Agricultural Chemists. 2010. Official Methods of Analysis of AOAC International. 17th edition. AOAC International, MD, USA.
- Bok, S.H., Y.W. Shin, K.H. Bae, T.S. Jeong, Y.K. Kwon, Y.B. Park and M.S. Choi. 2000. Effects of naringenin and lovastatin on plasma and hepatic lipids in high-fat and high-cholesterol fed rat. Nutr. Res. 20(7): 1007–1015.
- Chadseesuwana, U., T. Palaga and K. Komolpis. 2013. Determination of nitrofurantoin antibiotics in animal products and feeds. KKU Sci. J. 41(1): 36–45. (in Thai)
- Department of Livestock Development. 2018. Strategic Plan 2018–2022 of Department of Livestock Development. Available Source: http://www.dld.go.th/th/images/stories/about_us/organization_chart/2561/strategy2561_2565.pdf, July 15, 2019. (in Thai)
- Dieu, H.K., C.B. Loc, S. Yamasaki and Y. Hirata. 2006. The effects of *Pseuderanthemum palatiferum*, a new medical plant, on growth performances and diarrhea of piglets. Jpn. Agric. Res. Q. 40(1): 85–91.

- Giang, P.M., H.V. Bao and P.T. Son. 2003. Phytochemical study on *Pseuderanthemum palatiferum* (Nees) Radlk, Acanthaceae. J. Chem. 41(2): 115–118.
- Hassan, F.A.M., E.M. Roushdy, A.T.Y. Kishawy, A.W. Zagloul, H.A. Tukur and I.M. Saadeldin. 2019. Growth performance, antioxidant capacity, lipid-related transcript expression and the economics of broiler chickens fed different levels of rutin. Animals. 9(1): 7.
- Hassan, H.M.A., M.A. Mohamed, A.W. Youssef and E.R. Hassan. 2010. Effect of using organic acids to substitute antibiotic growth promoters on performance and intestinal microflora of broilers. Asian-Australas. J. Anim. Sci. 23(10): 1348–1353.
- Hean, P.J. 1995. Principles of Hematology. Wm. C. Brown Publishers, Dubuque, IA, USA.
- Ho, T.C. and B.S. Chun. 2019. Extraction of bioactive compounds from *Pseuderanthemum palatiferum* (Nees) Radlk. using subcritical water and conventional solvents: a comparison study. J. Food Sci. 84(5): 1201–1207.
- Honikel, K.O., C.J. Kim, R. Hamm and P. Roncales. 1986. Sarcomere shortening of prerigor muscles and its influence on drip loss. Meat Sci. 16(4): 267–282.
- Jain, N.C. 1993. Essential of Veterinary Hematology. 1st edition. Lea and Febiger, PA, USA.
- Jantarat, W. 1995. Avian Anatomy and Physiology. Maejo University, Chiang Mai, Thailand. 873 pp. (in Thai)
- Jaturasitha, S. 2004. Meat Management. Chiang Mai University, Chiang Mai, Thailand. 170 pp. (in Thai)
- Kamboh, A.A., R.A. Leghari, M.A. Khan, U. Kaka, M. Naseer, A.Q. Sazili and K.K. Malhi. 2019. Flavonoids supplementation - an ideal approach to improve quality of poultry products. Worlds Poult. Sci. J. 75(1): 115–126.
- Khimkem, A. 2018. Effect of Flavonoid and Hypoxanthine Phosphoribosyl Transferase Enzyme on Growth Performance, Meat Quality and Purine Accumulation in Chicken Meat. MS Thesis, Suranaree University of Technology, Nakhon Ratchasima. (in Thai)
- Kim, H.J., G.T. Oh, Y.B. Park, M.K. Lee, H.J. Seo and M.S. Choi. 2004. Naringin alters the cholesterol biosynthesis and antioxidant enzyme activities in LDL receptor-knockout mice under cholesterol fed condition. Life Sci. 74(13): 1621–1634.
- Kongprasom, U., W. Sukketsiri, P. Chonpathompikunlert, M. Sroyraya, S. Sretrirutchai and S. Tanasawet. 2019. *Pseuderanthemum palatiferum* (Nees) Radlk extract induces apoptosis via reactive oxygen species-mediated mitochondria-dependent pathway in A549 human lung cancer cells. Trop. J. Pharm. Res. 18(2): 287–294.

- Koomkrong, N., P. Hamchara, P. Khawnual, N. Boonwong, P. Choopeng and S. Boonlum. 2019. Effects of *Pseuderatherum palatiferum* leaf supplementation on growth performances in broilers. *Khon Kaen Agr. J.* 47(Suppl. 2): 947–954. (in Thai)
- Liao, X.D., Q. Wen, L.Y. Zhang, L. LU, L.Y. Zhang and X.G. Luo. 2018. Effect of dietary supplementation with flavonoid from *Scutellaria baicalensis* Georgi on growth performance, meat quality and antioxidative ability of broilers. *J. Integr. Agric.* 17(5): 1165–1170.
- Mahfuz, S., Q. Shang and X. Piao. 2021. Phenolic compounds as natural feed additives in poultry and swine diets: a review. *J. Anim. Sci. Biotechnol.* 12: 48.
- Mateos, G.G., E. Jiménez-Moreno, M.P. Serrano and R.P. Lázaro. 2012. Poultry response to high levels of dietary fiber sources varying in physical and chemical characteristics. *J. Appl. Poult. Res.* 21(1): 156–174.
- Mundee, Y. 2008. Blood and blood products. *Bull. Chiang Mai Assoc. Med. Sci.* 41: 53–61. (in Thai)
- National Antimicrobial Resistant Surveillance Center. 2013. The situation of antibiotic resistant bacteria in Thailand. Available Source: <http://narst.dmsc.moph.go.th/news001.html>, March 21, 2019. (in Thai)
- National Research Council. 1994. Nutrient Requirements of Poultry. 9th edition. National Academy Press, Washington, D.C., USA.
- Novelli, E., L. Fasolato, B. Cardazzo, L. Carraro, A. Taticchi and S. Balzan. 2014. Addition of phenols compounds to meat dough intended for salami manufacture and its antioxidant effect. *Ital. J. Food Saf.* 3: 1704.
- Ouyang, K., M. Xu, Y. Jiang and W. Wang. 2016. Effects of alfalfa flavonoids on broiler performance, meat quality, and gene expression. *Can. J. Anim. Sci.* 96(3): 332–341.
- Padee, P. and S. Nualkaew. 2009. Current information of medicinal plants : *Pseuderanthemum Palatiferum* (Nees) Radlk. *Journal of Health Science* 18(1): 131–138. (in Thai)
- Padee, P., S. Nualkaew, C. Talubmook and S. Sakuljaitrong. 2010. Hypoglycemic effect of a leaf extract of *Pseuderanthemum palatiferum* (Nees) Radlk. in normal and streptozotocin-induced diabetic rats. *J. Ethnopharmacol.* 132(2): 491–496.
- Pamok, S., S. Saenphet and K. Saenphet. 2014. Antioxidant property of aqueous extracts from leaf of *Moringa oleifera* Lam. and *Pseuderanthemum palatiferum* (Nees) Radlk. *Isan J. Pharm. Sci.* 10(3): 269–282.

- Panja, P. 2013. Effects of *Delonix regia* flower supplementation in the diets on performance and carcass quality of broilers during 4–6 weeks of age. Thai Science and Technology Journal 21(Suppl. 6): 520–525. (in Thai)
- Pastsart, U. 2019. Effect of *Melastoma malabathricum* supplementation in drinking water on growth performance, carcass and meat quality of broilers. Khon Kaen Agr. J. 47(Suppl. 1): 769–774. (in Thai)
- Phamoh, S., T. Waeothong, K. Sintala, S. Changklungdee and S. Khantaprab. 2017. Effect of *Tiliacora trindra* powder on white blood cells in three-crossbreed native chicken, pp. 1108. In Proc. the 6th National Animal Science Annual Conference of Thailand 2017, 21–24 June 2017. (in Thai)
- Ployraya, N. 2017. Effects of Roselle (*Hibiscus sabdariffa* Linn.) in Drinking Water of Broiler on Physiological Response in Stress Conditions. MS Thesis, Thammasat University, Bangkok. (in Thai)
- Pongmanee, K. 2003. Effects of Asiatic Pennywort (*Centella asiatica* (L.) Urban) Leaves, a Replacement of Antibiotics on Growth Performance, Mucosal, Enzyme Activities of the Small Intestine and Nutrient Digestibility in Broiler Chickens. MS Thesis, Chulalongkorn University, Bangkok. (in Thai)
- Prihambodo, T.R., M.M. Sholikin, N. Qomariyah, A. Jayanegara, I. Batubara, D.B. Utomo and N. Nahrowi. 2021. Effects of dietary flavonoids on performance, blood constituents, carcass composition and small intestinal morphology of broilers: a meta-analysis. Anim. Biosci. 34(3): 434–442.
- Pudpila, U. 2011. Utilization of Peppermint (*Mentha cordifolia* Opiz.) as Feed Additive in Broiler Diets. MS Thesis, Suranaree University of Technology, Nakhon Ratchasima. (in Thai)
- Rodsatian, N., O. Songserm, K. Pongmanee, N. Blanco-Pascual and Y. Ruangpanit. 2021. Effect of citrus flavonoids supplementation on growth performance and serum oxidant levels of broilers. J. Mahanakorn Vet. Med. 16(1): 1–10. (in Thai)
- Seedarak, K. and K. Lokaewmanee. 2019. Effect of mao (*Antidesma* sp.) pomace on carcass quality and some blood variables of broilers. Khon Kaen Agr. J. 47(Suppl. 2): 123–128. (in Thai)
- Simaraks, S., O. Chinrasri and W. Aengwanich. 2004. Hematological, electrolyte and serum biochemical values of the Thai indigenous chickens (*Gallus domesticus*) in northeastern, Thailand. Songklanakarin J. Sci. Technol. 26(3): 425–430.

- Sirilaophasan, S., P. Gunun, K. Sintala, P. Punyakaew and T. Kimprasit. 2016. Effects of dietary mao pomace supplementation on egg production performance, egg quality, and hematology of laying hens. *Journal of Agriculture* 32(2): 273–281. (in Thai)
- Sitthisuang, P. 2016. Effects of herbal supplements on broiler growth and meat quality. *King Mongkut's Agricultural Journal* 34(3): 117–125. (in Thai)
- Sooksai, N., N. Ratbamroong, P. Suwannaprom and H. Chowwanapoonpohn. 2016. Antibiotic use in livestock farming: a case study in Chiang Mai. *Thai J. Pharm. Prac.* 8(2): 282–294. (in Thai)
- Tapingkae, W. 2014. Alternatives to the use of antibiotics as growth promoters for livestock animals. *Journal of Agriculture* 30(2): 201–212. (in Thai)
- Udomsub, S., S. Dolvongchantong and S. Phuengwattanapanich. 2018. The botanical information, chemical composition, and pharmacological activities of *Pseuderanthemum palatiferum*. *In Proc. the 2nd Indigenous Botanical Conference of Thailand, 3–5 April 2018.* PC-07. (in Thai)
- Zulkifli, I., M.T. Che Norma, C.H. Chong and T.C. Loh. 2000. Heterophil to lymphocyte ratio and tonic immobility reactions to preslaughter handling in broiler chickens treated with ascorbic acid. *Poult. Sci.* 79(3): 402–406.