ผลการใช้สมุนไพรผสมฟ้าทะลายโจร ไพล และเปลือกมังคุดต่อสุขภาพในลำไส้เล็กของไก่กระทง

นางสาวจุฬาพร ศรีหนา[1*] และ นางสาวกนกกาญจน์ ภู่สุวรรณ[2]

บทคัดย่อ

การศึกษาผลของการใช้สมุนไพรผสมฟ้าทะลายโจร ไพล และเปลือกมังคุดต่อสุขภาพในลำไส้เล็กของไก่กระทง โดยแบ่งออกเป็น 2 การทดลอง การทดลองที่ 1 ศึกษาผลการใช้สมุนไพรผสมฟ้าทะลายโจร ไพล และเปลือกมังคุดต่อสุขภาพในระบบทางเดินของไก่กระทง วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์โดยใช้ไก่กระทงเพศเมียสายพันธุ์ Arbor Acres อายุ 1 วัน จำนวน 80 ตัว แบ่งเป็น 4 กลุ่มๆ ละ 4 ซ้ำๆ ละ 5 ตัว คือ กลุ่มที่ 1 กลุ่มควบคุม (Control group) ได้รับอาหารที่ไม่มีส่วนผสมของสมุนไพร กลุ่มที่ 2 3 และ 4 ที่ได้รับอาหารเสริมสมุนไพรผสม 500 1,000 และ 2,000 กรัม/อาหาร 1,000 กิโลกรัม ตามลำดับ จากผลการทดลองพบว่าการเสริมสมุนไพรส่งผลให้ประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัวของไก่กลุ่มที่ได้รับอาหารเสริมสมุนไพรดีกว่ากลุ่มควบคุม (p<0.05) และพบว่ากลุ่มที่ได้รับอาหารเสริมสมุนไพร 500 กรัม มีความเครียดเกิดขึ้นน้อยที่สุดในส่วนสุขภาพทางเดินอาหารพบว่าการเสริมสมุนไพรส่งผลให้วิลลัส มีแนวโน้มยาวขึ้น และความลึกคริบท์มีแนวโน้มลดลงในลำไส้เล็กส่วนต้น (Duodenum) และในลำไส้เล็กส่วนกลาง (Jejunum) พบว่าการเสริมสมุนไพรในอาหารส่งผลทำให้ความกว้างวิลลัส ความยาววิลลัสต่อความลึกคริบท์ และพื้นที่ผิวสัมผัสของวิลลัสสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p<0.05) การทดลองที่ 2 ทดสอบการใช้สมุนไพรผสมฟ้าทะลายโจร ไพล และเปลือกมังคุดต่อสมรรถภาพการผลิตไก่กระทงที่เลี้ยงในระบบการเลี้ยงแบบอุตสาหกรรม จำนวน 68,000 ตัว โดยแบ่งไก่เป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มที่ 1 กลุ่มควบคุม (Control group) เป็นไก่ที่ได้รับอาหารที่ไม่มีส่วนผสมของสมุนไพร และกลุ่มที่ 2 กลุ่มทดลอง เป็นไก่ที่ได้รับอาหารเสริมสมุนไพรผสม 500 กรัม/อาหาร 1,000 กิโลกรัม พบว่าการเสริมสมุนไพรในอาหารส่งผลให้ไก่มีอัตราการเลี้ยงรอดร้อยละ 98.77 สูงกว่ากลุ่มควบคุมซึ่งมีอัตราการเลี้ยงรอดร้อยละ 96.80 ไก่ที่ได้รับอาหารเสริมสมุนไพรผสมมีน้ำหนักตัวเฉลี่ย 3.04 กิโลกรัม สูงกว่าไก่กลุ่มควบคุมซึ่งมีน้ำหนักตัวเฉลี่ย 2.97 กิโลกรัม และเมื่อคำนวณประสิทธิภาพการใช้อาหาร (Feed Conversion Ratio; FCR) จากจำนวนอาหารที่กินต่อน้ำหนักไก่สุทธิพบว่าไก่กลุ่มควบคุมและไก่กลุ่มทดลองมี FCR เท่ากับ 1.71 และ 1.70 ตามลำดับ นอกจากนี้พบว่ากลุ่มควบคุมมีดัชนีการผลิต (Production Index; PI) เท่ากับ 382.11 ซึ่งต่ำกว่ากลุ่มทดลองที่มีดัชนีการผลิตเท่ากับ 392.50 ดังนั้นการใช้สมุนไพรผสม 500 กรัม/อาหาร 1,000 กิโลกรัม จึงมีความเหมาะสมในการใช้เสริมในอาหารไก่กระทง จากการศึกษานี้ทำให้ทราบถึงประสิทธิภาพการใช้สมุนไพรผสมฟ้าทะลายโจร ไพล และเปลือกมังคุดในอาหารสัตว์ ต่อการส่งเสริมสุขภาพในทางเดินอาหาร (Intestinal health) ของไก่กระทง ซึ่งถือเป็นอีกหนึ่งทางเลือก (Alternatives) สำคัญของสมุนไพรในการนำมาใช้เป็นสารเสริม (Feed additive) ในการเลี้ยงสัตว์ และทดแทนหรือลดการใช้ยาปฏิชีวนะในการเลี้ยงสัตว์ระดับอุตสาหกรรม

คำสำคัญ: ไก่กระทง สมุนไพรผสม สุขภาพในทางเดินอาหาร

---

1. สำนักพัฒนาระบบและรับรองมาตรฐานสินค้าปศุสัตว์ กรมปศุสัตว์

2. สำนักพัฒนาอาหารสัตว์ กรมปศุสัตว์

Effects of the combination of herbs (*Andrographis paniculata*, *Zingiber cassumunar* and *Garcinia mangostana*) on the intestinal health of broiler

Julaporn Srinha [1] Kanookarn Poosuwan [2]

Abstract

The effects *Andrographis paniculata, Zingiber cassumunar,* and *Garcinia mangostana* were studied on the intestinal health of broilers. The first experiment was conducted to determine the effect of an herbal mix of *Andrographis paniculata, Zingiber cassumunar,* and *Garcinia mangostana* in terms of production performance and intestinal health of the broiler. Eighty of one day old chicks of Arbor Acres were assigned to 4 dietary treatments in a completely randomized design with 4 replicates; each replicate consisted of 5 chicks. The dietary treatments were as the following: group 1 as the control group received no herbal supplementation; groups 2, 3, and 4 received herbal supplemented at 500, 1,000, and 2,000 grams/1,000 kilograms feed, respectively. The result indicated that herbal supplementation had the feed conversion ratio (FCR) better than the control group ($p<0.05$). In addition, the group of 500 grams/1,000 kilograms feed had the lowest stress level. For intestinal health, the result showed that duodenum villus length trend to increase while crypt depth trend to decrease because of the herbal mixed supplementation. At jejunum, villus width, villus length per crypt depth and villus surface area of herbals mixed supplementation groups were higher than those of the control group ($p<0.05$). The second experiment aimed to study the effect of the herbals mixed supplantation on the production performance of broilers which were raised in an industrial system where 68,000 chicks were divided into two groups. Group 1 was fed with general commercial feed as the control group and group 2 was fed with general commercial feed and supplemented with 500 grams of the herbals mixed/1,000 kilograms feed as the treatment group. The results revealed that the survival rate of group 2 (98.77%) was higher than that of group 1 (96.80%). The treatment group had an average body weight of 3.04 kilogram per head which was higher than the control group with an average body weight of 2.97 kilogram. In addition, the treatment and control groups had feed conversion ratios of 1.70 and 1.71 respectively when the FCR was calculated by the feed intake per total weight of all chickens. Consequently, the production index (PI) of the control group was 382.11 which was lower than that of the treatment group showing a PI of 392.50. Therefore, using 500 grams of mixed herbs/1,000 kilograms feed was appropriate for supplementation in broiler feed. From this study, we are aware of the effectiveness of herbs mixed with *Andrographis paniculata, Zingiber cassumunar and Garcinia mangostana* in animal feed in terms of promoting the intestinal health of broiler chickens. Essentially, herbal supplementation could be used as an alternative to dietary supplements for animal health and a replacement or reduction of the use of antibiotics in industrial animal farming.

Keywords: Broiler, Herb combination, Intestinal health

1. Bureau of Livestock Standards and Certification, Department of Livestock Development
2. Bureau of Animal Nutrition Development, Department of Livestock Development

บทนำ

สมุนไพรสามารถใช้เป็นอาหารเสริมสำหรับสัตว์ (Feed supplements) และเป็นอีกหนึ่งเครื่องมือที่จะช่วยส่งเสริมสุขภาพสัตว์ ปัจจุบันได้มีการนำสมุนไพรมาใช้ในการเลี้ยงสัตว์ เพื่อเพิ่มสมรรถภาพการผลิต ได้แก่ ฟ้าทะลายโจร ไพล และเปลือกมังคุด สำหรับฟ้าทะลายโจร (*Andrographis paniculate*) มีสรรพคุณ แก้ไข้ ขับเสมหะ รักษาอาการปวดท้อง ท้องเสีย บิด และแก้กระเพาะลำไส้อักเสบ ใบฟ้าทะลายโจร มีสารเคมีประกอบอยู่หลายประเภท แต่ที่เป็นสารสำคัญในการออกฤทธิ์ คือ สารกลุ่ม Lactone คือ สารแอนโดรกราโฟไลด์ (Andrographolide) สารนีโอ-แอนโดรกราโฟไลด์ (Neo-andrographolide) และ 14-ดีอ๊อกซี่-แอนโดรกราโฟไลด์ (14-Deoxy-andrographolide) (กลุ่มงานวิจัย สถาบันมะเร็งแห่งชาติ, ม.ป.ป.; Jayakumar et al., 2013) ไพล (*Zingiber cassumunar roxb*) เป็นไม้ล้มลุก มีลำต้นใต้ดินลักษณะเป็นเหง้ามีขนาดใหญ่และเป็นข้อ มีสรรพคุณลดอาการอักเสบ ต่อต้านอนุมูลอิสระ และยับยั้งเชื้อแบคทีเรีย มีสารสีเหลืองเป็นสารกลุ่มเคอร์คูมินอยด์ และมีน้ำมันหอมระเหยที่มี Sabinene เป็นองค์ประกอบหลัก มีฤทธิ์ขยายหลอดลม ลดอาการอักเสบและต้านอนุมูลอิสระ ต้านฮิสตามีน และยับยั้งเชื้อแบคทีเรีย *Bacillus substilis* (แบคทีเรียแกรมบวก) และ *Pseudomonas aeruginosa* (แบคทีเรียแกรมลบ) (Han et al., 2021) มังคุด (*Garcinia mangostana*) เป็นพืชในวงศ์ Gutiferae นำมาใช้ประโยชน์ใช้ได้ทั้งต้น ผล เปลือกผลมังคุด และเปลือกลำต้นโดยในส่วนของเปลือกมังคุดจะมีรสฝาดและมีฤทธิ์ทางยาใช้รักษาอาการท้องเสีย รักษาแผลพุพองต่างๆ และมีฤทธิ์ฆ่าเชื้อโรค เปลือกมังคุดมีสารเคมีประกอบอยู่หลายประเภท แต่ที่เป็นสารสำคัญในการออกฤทธิ์ คือ แทนนิน และสารกลุ่มแซนโทน ซึ่งมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ ต้านแบคทีเรีย ต้านไวรัส ต้านเชื้อรา ต้านเนื้องอก ต้านภูมิแพ้ และต้านอักเสบ (Pedraza-Chaverriet al., 2008) ที่ผ่านมามีรายงานผลการวิจัยมากมายในการใช้สมุนไพรทั้งสามชนิด ทั้งในรูปสมุนไพรชนิดเดี่ยว หรือสมุนไพรผสม (รัชดาวรรณ และคณะ, 2548; เอกสิทธิ์ และคณะ, 2558; จรรยา และคณะ, 2562; Sonwane et al., 2017) การศึกษาของ Laing et al. (2013) รายงานว่า การใช้สมุนไพรที่มีส่วนผสมของฟ้าทะลายโจร และไพล เสริมในอาหารไก่กระทงที่เลี้ยงในโรงเรือนระบบเปิดที่ระดับ 500-2,000 กรัม/อาหาร 1,000 กิโลกรัม ส่งผลให้ไก่กระทงมีประสิทธิภาพการผลิตมีแนวโน้มที่ดีขึ้น ปริมาณไขมันในช่องท้อง และอวัยวะภายในมีน้ำหนักไม่แตกต่างจากกลุ่มควบคุมที่ได้รับอาหารไม่เสริมส่วนผสมของสมุนไพรดังกล่าว อย่างไรก็ตาม พบว่าการเสริมส่วนผสมของฟ้าทะลายโจร และไพลในอาหารไก่กระทงที่ระดับ 500 กรัม/อาหาร 1,000 กิโลกรัม ให้ผลตอบแทนการลงทุน (Return of Investment: ROI) สูงสุด เมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มอื่นๆ และการศึกษาของอุมาพร แพทย์ศาสตร์ และโอภาส พิมพา (2559) พบว่าการใช้สารสกัดเปลือกมังคุดเสริมในอาหารเลี้ยงไก่กระทงในระบบโรงเรือนเปิดไม่มีผลต่อสมรรถภาพการผลิต แต่อาจช่วยปรับปรุงคุณภาพเนื้อ และเพิ่มความสามารถในการอุ้มน้ำของเนื้อไก่ อย่างไรก็ตาม ยังไม่พบรายงานผลการเสริมส่วนผสมของสมุนไพรฟ้าทะลายโจร ไพล และเปลือกมังคุดในอาหารต่อสมรรถภาพการผลิตของไก่กระทงที่เลี้ยงในระบบโรงเรือนปิดและควบคุมอุณหภูมิด้วยระบบระเหยไอน้ำ (Evaporative Cooling Closed House System) ในแบบระบบอุตสาหกรรม

เนื่องจากการดื้อยาต้านจุลชีพเป็นวิกฤตซึ่งกระทบต่อความมั่นคงทางสังคม เศรษฐกิจ และสิ่งแวดล้อมของประเทศ ทุกภาคส่วนได้ร่วมกันแก้ไขปัญหาดังกล่าวภายใต้แนวคิดเรื่องสุขภาพหนึ่งเดียว (One Health) (Velazquez-Meza et al., 2022) โดยในภาคอุตสาหกรรมการผลิตปศุสัตว์ได้ยกเลิกการใช้ยาปฏิชีวนะเพื่อกระตุ้นการเติบโตของสัตว์ (Growth promoter) ผลักดันนโยบายเรื่องการใช้ยาปฏิชีวนะเพื่อการผลิตปศุสัตว์อย่างสมเหตุสมผลและตามความจำเป็น (ประกาศกระทรวงเกษตรและสหกรณ์ พ.ศ. 2558, 2558) ส่งผลให้ผู้ผลิตต้องหาทางเลือกอื่นๆ เพื่อทดแทนการใช้ปฏิชีวนะดังกล่าว การใช้สมุนไพรผสมลงในอาหารสัตว์เพื่อใช้เป็นสารทางเลือก (Alternatives) ทดแทนหรือลดการใช้ยาปฏิชีวนะในการเลี้ยงสัตว์ระดับอุตสาหกรรม จำเป็นต้องมีข้อมูลเพื่อให้มั่นใจถึงประสิทธิภาพของการใช้สมุนไพร และลดการสูญเสียในการเลี้ยงสัตว์ จึงต้องมีการศึกษา

เพื่อใช้เป็นข้อมูลในการพิจารณาให้สมุนไพร ซึ่งเป็นอีกทางเลือกสำคัญที่จะนำมาใช้เป็นอาหารเสริมสุขภาพลำไส้ (Gut health) ในการเลี้ยงสัตว์ได้ สอดคล้องกับยุทธศาสตร์ชาติด้านสมุนไพรที่กระทรวงเกษตรและสหกรณ์รับผิดชอบในการผลักดันให้มีการส่งเสริมการใช้สมุนไพรในการเลี้ยงสัตว์ และการผลักดันผลิตภัณฑ์สมุนไพรของประเทศไทยให้มีมูลค่าเพิ่ม ส่งเสริมเศรษฐกิจภาพรวมของประเทศ รวมถึงเป้าหมายที่จะเพิ่มการผลิตสินค้าเกษตรและปศุสัตว์ที่มีความปลอดภัยจากสารพิษตกค้างต่างๆ ทั้งจากสารเคมีอันตรายและยาต้านจุลชีพ (กรมพัฒนาการแพทย์แผนไทยและการแพทย์ทางเลือก, 2559; กองสมุนไพรเพื่อเศรษฐกิจ, 2566; สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2560)

การศึกษาทดลองครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อศึกษาผลของการใช้สมุนไพรผสมฟ้าทะลายโจร ไพล และเปลือกมังคุดต่อสุขภาพในระบบทางเดินอาหารของไก่กระทง และทดสอบการใช้ต่อสมรรถภาพการผลิตไก่กระทงที่เลี้ยงในระบบการเลี้ยงแบบอุตสาหกรรม

อุปกรณ์และวิธีการ

สมุนไพรที่ใช้ในการทดลอง

สมุนไพรผสมฟ้าทะลายโจร ไพล และเปลือกมังคุด ที่ใช้ในการทดลองเป็นผลิตภัณฑ์ที่ขึ้นทะเบียนตามพระราชบัญญัติยา พ.ศ. 2510 ที่เป็นยาแผนโบราณสำหรับสัตว์ ภายใต้ชื่อ “ยาผงสมุนไพรสำหรับสัตว์ มู-พลัส (Mu-Plus) มีสมุนไพรหลัก 3 ชนิดเป็นส่วนประกอบ รายละเอียดดังตารางผนวกที่ 1

การทดลองที่ 1 ศึกษาผลการใช้สมุนไพรผสมฟ้าทะลายโจร ไพล และเปลือกมังคุดต่อสุขภาพในระบบทางเดินอาหารของไก่กระทง

แผนการทดลอง วางแผนการทดลองแบบ Completely Randomized Design โดยใช้ไก่กระทง เพศเมีย สายพันธุ์ทางการค้า Arbor Acres อายุ 1 วัน จำนวน 80 ตัว แบ่งเป็น 4 กลุ่มๆ ละ 4 ซ้ำๆ ละ 5 ตัว โดยแต่ละกลุ่มมีน้ำหนักเฉลี่ยและค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของกลุ่มใกล้เคียงกัน สุ่มแต่ละกลุ่มให้ได้รับสิ่งทดลองดังนี้

กลุ่มที่ 1 กลุ่มควบคุม (Control group) ได้รับอาหารที่ไม่มีส่วนผสมของสมุนไพร
กลุ่มที่ 2 กลุ่มทดลอง ที่ได้รับอาหารเสริมสมุนไพรผสม 500 กรัม/อาหาร 1,000 กิโลกรัม
กลุ่มที่ 3 กลุ่มทดลอง ที่ได้รับอาหารเสริมสมุนไพรผสม 1,000 กรัม/อาหาร 1,000 กิโลกรัม
กลุ่มที่ 4 กลุ่มทดลอง ที่ได้รับอาหารเสริมสมุนไพรผสม 2,000 กรัม/อาหาร 1,000 กิโลกรัม

สัตว์ทดลอง อาหารและการจัดการ ลูกไก่อายุ 1 วัน ทุกตัวจะได้รับเชื้อ *Salmonella typhimurium* ที่เลี้ยงอยู่ในสารละลาย Tryptone soya broth จำนวน 1 ml ซึ่งจะมีปริมาณเชื้อ *Salmonella typhimurium* อยู่ประมาณ 7.5×10^6 cfu/ml ผ่านทางปาก ตั้งแต่เริ่มต้นการทดลอง เนื่องจากเชื้อนี้เป็นเชื้อแบคทีเรียก่อโรคที่ทำให้เกิดภาวะลำไส้อักเสบในไก่ถือเป็นการกระตุ้นสภาวะเครียดในไก่ โดยอาหารที่ใช้ในการทดลองใช้อาหารไก่กระทงระยะเล็กลักษณะเป็นเม็ดบี้ เป็นอาหารพื้นฐานตลอดการทดลอง โดยไก่ได้รับระดับของสมุนไพรผสมแตกต่างกัน 4 ระดับ คือ 0 500 1,000 และ 2,000 กรัม โดยได้รับอาหารอย่างเต็มที่ตลอดการทดลอง 41 วัน และได้รับการทำวัคซีนป้องกันโรคตามมาตรฐานการผลิตไก่กระทง

การบันทึกข้อมูลสมรรถภาพการผลิต ทำการบันทึกสัตว์ป่วย สัตว์ตายทุกวัน ทำการบันทึกปริมาณอาหารที่กินและน้ำหนักตัวของสัตว์ทดลองแต่ละกลุ่มทุกๆ สัปดาห์

การเก็บตัวอย่างเลือดและซีรัม เมื่อสิ้นสุดการทดลองทำการสุ่มไก่ที่มีน้ำหนักใกล้เคียงกับน้ำหนักเฉลี่ยของกลุ่มๆ ละ 1 ตัว โดยสุ่ม 1 ตัวในแต่ละซ้ำของกลุ่มทดลอง เพื่อเก็บเลือดจากหลอดเลือดดำใต้ปีก

- เจาะเลือดจำนวน 2 มิลลิลิตร ใส่ลงในหลอดเก็บเลือด EDTA blood เพื่อตรวจค่าโลหิตวิทยา
- เจาะเลือดจำนวน 2 มิลลิลิตร ใส่ลงในหลอดเลือดชนิดที่ไม่มีสารกันเลือดแข็งเพื่อตรวจหา
  - ปริมาณของเอนไซม์กลูตาไธโอนเปอร์ออกซิเดส
  - ปริมาณไตรกลีเซอร์ไรด์และโคเลสเตอรอล

การการุณยฆาตเพื่อเก็บอวัยวะภายในและลำไส้เล็ก เมื่อสิ้นสุดการทดลองที่ไก่อายุครบ 41 วัน ทำการการุณยฆาตเพื่อทำการบันทึกน้ำหนักอวัยวะภายใน ได้แก่ ตับ (Liver) ม้าม (Spleen) ต่อมเบอร์ซ่า (Bursa of fabricius) และไขมันช่องท้อง รวมทั้งเก็บลำไส้ ประกอบด้วย ลำไส้เล็กส่วนต้น (Duodenum) ลำไส้เล็กส่วนกลาง (Jejunum) และลำไส้เล็กส่วนปลาย (Ileum) เก็บในขวดเก็บตัวอย่างที่มีสารละลาย Buffer formalin 10% เพื่อศึกษาลักษณะสัณฐานวิทยาในลำไส้เล็กความสูงวิลลัส (Villous height) ความลึกคริบท์ (Crypt dept) และหาสัดส่วนของความสูงของวิลลัสต่อความลึกของคริบท์ และพื้นที่ผิวสัมผัสของวิลลัส

การตอบสนองทางระบบภูมิคุ้มกัน เก็บม้าม (Spleen) และ ต่อมเบอร์ซ่า (Bursa of Fabricius) วัดผลการตอบสนองทางระบบภูมิคุ้มกันแบบเซลล์ (Cell-mediated immunity) โดยประเมินค่า Spleen and Bursa index ด้วยการคำนวณตามวิธีการของ Latif et al. (2014).

$$\text{Bursa Index} = \frac{\text{Bursa Weight x 100}}{\text{Body Weight}}$$

$$\text{Spleen Index} = \frac{\text{Spleen Weight x 100}}{\text{Body Weight}}$$

การตอบสนองต่อความเครียด (Oxidative stress)

นำตัวอย่างเลือดครบส่วน (Whole blood) ที่มีส่วนผสมของสารป้องกันการแข็งตัวของเลือด Ethylene Diaminetetracetrate (EDTA – Whole blood) มาศึกษาค่าโลหิตวิทยา โดยการตรวจนับเม็ดเลือด (Complete Blood Count; CBC) ได้แก่ เม็ดเลือดแดง (Red Blood Cell; RBC) ฮีมาโทคริต (Hematocrit; Hct) ฮีโมโกลบิน (Hemoglobin; Hb) เม็ดเลือดขาว (White Blood Cell; WBC) การจำแนกชนิดของเม็ดเลือดขาว (Differential blood count) รูปร่างของเม็ดเลือด (Blood morphology) จำนวนเกล็ดเลือด (Platelet Count) และวิเคราะห์การตอบสนองต่อภาวะความเครียดจากสัดส่วนของจำนวนเม็ดเลือดขาวชนิดเฮทเทอโรฟิล (Heterophile; H) ลิมโฟไซต์ (Lymphocyte; L) ตามวิธีการของ Muhammad et al. (2020)

นำซีรัมปริมาณ 0.5 มิลลิลิตร ไปศึกษากลไกการลดหรือต้านการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชัน จากปริมาณเอนไซม์ในกลุ่ม Antioxidant โดยการวิเคราะห์ปริมาณของเอนไซม์กลูตาไธโอนเปอร์ออกซิเดส (Glutathione peroxidase) โดยวิธี Spectrophotometry

การสะสมไขมันในร่างกาย

นำซีรัมปริมาณ 1.0 มิลลิลิตร ไปศึกษาผลของสมุนไพรผสมต่อกระบวนการเมตาบอลิซึมของไขมัน ทำการวิเคราะห์หาปริมาณไตรกลีเซอร์ไรด์และโคเลสเตอรอล โดยวิธี Enzymatic (OXI/PER)

นำตับ (Liver) และไขมันช่องท้อง มาศึกษาการสะสมไขมันในตับ ตามวิธีการของ วธิพร (2547) โดยการสุ่มเก็บเนื้อเยื่อตับไปทำสไลด์เนื้อเยื่อด้วยเครื่อง Cryo-Tissue Section Machine และย้อมสีด้วยสารละลาย Oil red O วัดจำนวนไขมันในตับจากพื้นที่ติดสีแดง จากภาพที่ถ่ายด้วยกล้อง Olympus fluorescent microscope BX53 เชื่อมต่อกับ DP74 Microscope digital camera ที่กำลังขยาย 400 เท่า (400x) ทำการวัดการสะสมของไขมันโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป Cell Sense Dimension3 Imaging software (Olympus Tokyo, Japan) โดยทำการวัดจำนวน 10 จุด ต่อ 1 สไลด์ต่อ 1 ตัวอย่าง โดยแต่ละจุดจะวัดพื้นที่สีแดง (ไขมันที่ย้อมติดสีแดง) และพื้นที่สีฟ้า (เนื้อเยื่อตับปกติ) แสดงจำนวนพื้นที่ไขมันที่สะสมในเนื้อเยื่อตับ

สัณฐานวิทยาลำไส้เล็ก

นำเนื้อเยื่อบริเวณลำไส้เล็กส่วนต้น (Duodenum) ลำไส้เล็กส่วนกลาง (Jejunum) และลำไส้เล็กส่วนปลาย (Ileum) วางฝังลงในพาราฟินบล๊อค และตัดที่ความหนาประมาณ 4 ไมโครเมตร วางลงสไลด์แก้ว ย้อมสีด้วย Haematoxylin-Eosin และบันทึกภาพด้วยกล้อง Olympus BX53 microscope เชื่อมต่อกับ Olympus DP74 digital camera เพื่อศึกษาลักษณะสัณฐานวิทยาในลำไส้เล็กจากความยาววิลลัส (Villus length; VL) โดยวัดจากส่วนยอดถึงฐานวิลลัส ความลึกของคริบท์ (Crypt dept) เพื่อหาสัดส่วนของความยาวของวิลลัสต่อความลึกของคริบท์ คำนวณพื้นที่ผิวสัมผัสของวิลลัส จากสมการ $(2\pi)(VW/2)(VL)$ ตามวิธีการของ Sakamoto et al. (2000) โดยการวัดความกว้างของวิลลัส (Villus width; VW) เฉลี่ยจาก 3 ตำแหน่งที่ส่วนฐาน ตรงกลาง และส่วนปลาย ทั้งนี้ทำการวัดวิลลัสจำนวน 10 จุด ต่อ 1 สไลด์ต่อ 1 ตัวอย่าง โดยวัดระยะทั้งหมดในทุกๆ ภาพ ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป Cell Sense Dimension 3 Imaging software (Olympus Tokyo, Japan)
โดยรายละเอียดขั้นตอนการทดลองดังภาพผนวกที่ 1

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

การทดลองใช้แผนการทดลองแบบสุ่มแบบสมบูรณ์ (Completely Randomized Design, CRD) วิเคราะห์ความแปรปรวนโดยใช้ Analysis of variance (ANOVA) เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยระหว่างกลุ่มโดยวิธี Duncan's new multiple rang test

การทดลองที่ 2 ทดสอบการใช้สมุนไพรผสมฟ้าทะลายโจร ไพล และเปลือกมังคุดต่อสมรรถภาพการผลิตไก่กระทงที่เลี้ยงในระบบการเลี้ยงแบบอุตสาหกรรม

แผนการทดลอง ใช้ไก่กระทงจำนวน 68,000 ตัวโดยแบ่งไก่ออกเป็น 2 กลุ่ม แต่ละกลุ่มแยกเลี้ยงกลุ่มละ 1 โรงเรือน ได้รับสิ่งทดสอบ ดังนี้

กลุ่มที่ 1 กลุ่มควบคุม (Control group) ได้รับอาหารที่ไม่มีส่วนผสมของสมุนไพร จำนวน 34,080 ตัว
กลุ่มที่ 2 กลุ่มทดลองได้รับอาหารเสริมสมุนไพรผสม 500 กรัม/อาหาร 1,000 กิโลกรัม จำนวน 33,920 ตัว

สัตว์ทดลอง และการจัดการ ใช้ลูกไก่กระทงเพศเมียอายุ 1 วัน สายพันธุ์ทางการค้า Arbor Acres จำนวน 68,000 ตัว เลี้ยงในโรงเรือนระบบปิดควบคุมสภาพแวดล้อมภายในโรงเรือนด้วยระบบระเหยไอน้ำ (Evaporative Cooling Closed House System) ขนาด 25 x 120 ตารางเมตร จำนวน 2 โรงเรือน ภายในโรงเรือนมีสภาพแวดล้อม เช่น อุณภูมิเฉลี่ยและความชื้นสัมพัทธ์ และมีโปรแกรมการทำวัคซีนตามคำแนะนำของคู่มือมาตรฐานการผลิตของสายพันธุ์

อาหารและการจัดการ เลี้ยงด้วยอาหารไก่กระทงระยะแรกลักษณะเป็นเม็ดบี้ (Crumble feed) ที่อายุ 1-21 วัน อาหารไก่กระทงอัดเม็ดระยะสอง ที่อายุ 22-35 วัน และอาหารไก่กระทงอัดเม็ดระยะสุดท้าย ที่อายุ 36-44 มีองค์ประกอบของโภชนะและพลังงานใช้ประโยชน์ได้ตามมาตรฐานของสายพันธุ์ อาหารที่ใช้ในการทดลองแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มที่ 1 กลุ่มควบคุม ได้รับอาหารที่ไม่มีส่วนผสมของสมุนไพร และกลุ่มที่ 2 ได้รับ

อาหารเสริมสมุนไพรผสมฟ้าทะลายโจร ไพล และเปลือกมังคุดที่ระดับ 500 กรัม/อาหาร 1,000 กิโลกรัม ไก่ทุกตัวจะได้รับอาหารและน้ำอย่างเต็มที่ (*ad libitum*) ตลอดการทดลอง

การบันทึกข้อมูล ในทุกๆ วันทำการบันทึกข้อมูลจำนวนไก่ตาย จำนวนไก่ที่มีความผิดปกติและคัดทิ้ง ปริมาณอาหารที่กิน และในทุกๆ สัปดาห์ทำการสุ่มชั่งน้ำหนักไก่ เพื่อคำนวณและประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัวและดัชนีการผลิต ในรอบระยะการผลิตเมื่อสิ้นสุดการเลี้ยงและจับไก่ขายที่ไก่อายุประมาณ 44 วัน ดังนี้

1) อัตราการเลี้ยงรอด (Survival Rate; SR)
= 100 – ((จำนวนไก่ตาย/จำนวนไก่เริ่มเลี้ยง) x 100))
2) เปอร์เซ็นต์การสูญเสีย (Lost Percentage)
= 100 - ((จำนวนไก่ตาย + จำนวนไก่คัดทิ้ง) /จำนวนไก่เริ่มเลี้ยง) x 100)
3) ปริมาณอาหารที่กิน (Feed Intake; FI) = น้ำหนักอาหารที่ให้ - น้ำหนักอาหารที่เหลือ
4) น้ำหนักตัว (Body Weight; BW กิโลกรัม/ตัว) = น้ำหนักตัวไก่ 100 ตัว/100
5) ประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัว (Feed Conversion Ratio; FCR)
= ปริมาณอาหารที่กิน/ (จำนวนไก่คงเหลือ x น้ำหนักตัว)
6) ดัชนีการผลิต (Production Index; PI)
= ((อัตราการเลี้ยงรอด x น้ำหนักตัว) ÷ (Age x FCR)) x 100

โดยรายละเอียดขั้นตอนการทดลองดังภาพผนวกที่ 2

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

รายงานผลการทดลองในรูปแบบสถิติเชิงพรรณนา (Descriptive Statistics) ในรูปแบบของข้อมูล (Data) ค่าเฉลี่ย (Mean) ความถี่สัมพัทธ์ในรูปแบบเปอร์เซ็นต์หรือร้อยละ

ผลการทดลองและวิจารณ์

การทดลองที่ 1 ศึกษาผลการใช้สมุนไพรผสมฟ้าทะลายโจร ไพล และเปลือกมังคุดต่อสุขภาพในระบบทางเดินอาหารของไก่กระทง

สมรรถภาพการผลิต

การเสริมสมุนไพรผสมฟ้าทะลายโจร ไพล และเปลือกมังคุดในอาหารไก่กระทงระยะเล็ก ช่วงอายุ 1-21 วัน ไม่ส่งผลต่อสมรรถภาพการผลิต โดยพบว่าค่าสังเกตของน้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้น อัตราการเติบโต ปริมาณอาหารที่กิน ประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัว และอัตราการเลี้ยงรอดไม่แตกต่างกัน (p>0.05)

ในช่วงอายุ 22-41 วัน พบว่าไก่กลุ่มที่ได้รับอาหารเสริมสมุนไพร 500 กรัม/อาหาร 1,000 กิโลกรัม มีน้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้นและอัตราการเติบโตน้อยกว่าไก่กลุ่มที่ได้รับอาหารเสริมสมุนไพร 1,000 และ 2,000 กรัม/อาหาร 1,000 กิโลกรัม อย่างไรก็ตามน้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้นและอัตราการเติบโตของไก่กลุ่มที่ได้รับอาหารเสริมสมุนไพร 500 กรัม/อาหาร 1,000 กิโลกรัม ไม่แตกต่างจากไก่กลุ่มควบคุม (p<0.05) พบว่าไก่กลุ่มทดลองที่ได้รับอาหารเสริมสมุนไพรมีปริมาณอาหารที่กินน้อยกว่าไก่กลุ่มควบคุม ซึ่งได้รับอาหารที่ไม่มีส่วนผสมของสมุนไพรอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และไม่พบความแตกต่างของปริมาณอาหารที่กินในระหว่างกลุ่มที่ได้รับอาหารเสริมสมุนไพรระดับต่างๆ (p<0.05) นอกจากนี้ประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัวของไก่กลุ่มควบคุมด้อยกว่าไก่กลุ่มอื่นๆ โดยไก่กลุ่มที่ได้รับอาหารเสริมสมุนไพร 1,000 และ 2,000 กรัม/อาหาร 1,000 กิโลกรัม มีประสิทธิภาพ การเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัวไม่แตกต่างกัน และดีกว่าไก่กลุ่มที่ได้รับอาหารเสริมสมุนไพร 500 กรัม/อาหาร 1,000 กิโลกรัม (p<0.05)

ตลอดระยะการเวลาการทดลอง 1-41 วัน ไก่กลุ่มที่ได้รับอาหารเสริมสมุนไพร 1,000 กรัม/อาหาร 1,000 กิโลกรัม มีน้ำหนักตัวเมื่อสิ้นสุดการทดลองสูงที่สุดและไม่แตกต่างจากไก่กลุ่มที่ได้รับอาหารเสริมสมุนไพร 2,000 กรัม/อาหาร 1,000 กิโลกรัม โดยไก่กลุ่มที่ได้รับอาหารเสริมสมุนไพร 500 กรัม/อาหาร 1,000 กิโลกรัม มีน้ำหนักตัวเมื่อสิ้นสุดการทดลองต่ำกว่ากลุ่มอื่นๆ แต่ไม่แตกต่างจากไก่กลุ่มควบคุม (p<0.05) พบว่าไก่กลุ่มที่ได้รับอาหารเสริมสมุนไพร 1,000 กรัม/อาหาร 1,000 กิโลกรัม มีน้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้นและอัตราการเติบโตสูงกว่ากลุ่มอื่นๆ และไม่แตกต่างจากไก่กลุ่มที่ได้รับอาหารเสริมสมุนไพร 2,000 กรัม/อาหาร 1,000 กิโลกรัม อย่างไรก็ตาม ไก่กลุ่มที่ได้รับอาหารเสริมสมุนไพร 500 กรัม และ 2,000 กรัม/อาหาร 1,000 กิโลกรัม มีน้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้นและอัตราการเติบโตไม่แตกต่างจากไก่กลุ่มควบคุม (p<0.05) พบว่าไก่กลุ่มทดลองที่ได้รับอาหารเสริมสมุนไพรมีปริมาณอาหารที่กินน้อยกว่าไก่กลุ่มควบคุม โดยระดับสมุนไพรที่แตกต่างกันไม่มีผลต่อปริมาณอาหารที่กิน (p<0.05) ซึ่งผลจากปริมาณอาหารที่กิน และน้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้นของไก่กลุ่มที่ได้รับการเสริมสมุนไพรในอาหารที่ระดับต่างๆ ส่งผลให้ประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัวของไก่กลุ่มที่ได้รับอาหารเสริมสมุนไพร 1,000 กรัม/อาหาร 1,000 กิโลกรัม ดีกว่ากลุ่มควบคุมแต่ไม่แตกต่างจากไก่กลุ่มที่ได้รับอาหารเสริมสมุนไพร 2,000 กรัม/อาหาร 1,000 กิโลกรัม (p<0.05) นอกจากนี้ไก่กลุ่มที่ได้รับอาหารเสริมสมุนไพร 1,000 กรัม/อาหาร 1,000 กิโลกรัม มีดัชนีการผลิตสูงที่สุด และไก่กลุ่มควบคุมมีดัชนีการผลิตต่ำที่สุด ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ผลของการใช้สมุนไพรผสมฟ้าทะลายโจร ไพล และเปลือกมังคุดต่อสมรรถภาพการผลิตไก่กระทง

ค่าสังเกต	ระดับสมุนไพรที่เสริมในอาหาร (กรัม/อาหาร 1,000 กิโลกรัม)				P-value	Pool SEM
	0	500	1,000	2,000		
1 - 21 วัน						
น้ำหนักตัวเริ่มต้นทดลอง (กรัม)	45.75	46.75	45.75	47.10	0.32	0.30
น้ำหนักตัว (กรัม)	1,020.55	1,027.20	1,032.80	1,007.65	0.80	8.70
น้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้น (กรัม)	974.80	980.45	986.95	960.55	0.78	8.68
อัตราการเติบโต (กรัม/ตัว/วัน)	46.42	46.69	47.00	45.74	0.78	0.41
ปริมาณอาหารที่กิน (กรัม/ตัว)	1,120.15	1,143.10	1,126.85	1,136.30	0.89	10.32
ประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัว	1.15	1.17	1.14	1.18	0.57	0.01
อัตราการเลี้ยงรอด (%)	100	100	100	100	1.00	0.00
22 - 41 วัน						
น้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้น (กรัม)	1,465.60^{ab}	1,434.25^{b}	1,510.45^{a}	1,505.60^{a}	0.03	11.22
อัตราการเติบโต (กรัม/ตัว/วัน)	97.71^{ab}	95.61^{b}	100.70^{a}	100.37^{a}	0.03	0.75
ปริมาณอาหารที่กิน (กรัม/ตัว)	2,843.40^{a}	2,741.70^{b}	2,759.30^{b}	2,750.10^{b}	0.03	21.42
ประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัว	2.00^{a}	1.91^{b}	1.83^{c}	1.83^{c}	0.002	0.02
อัตราการเลี้ยงรอด (%)	100	100	100	100	1.00	0.00
1 - 41 วัน						
น้ำหนักตัวเมื่อสิ้นสุดการทดลอง (กรัม)	2,486.15^{cb}	2,461.45^{c}	2,543.25^{a}	2,513.25^{ab}	0.02	10.62
น้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้น (กรัม)	2,440.40^{b}	2,414.70^{b}	2,497.40^{a}	2,466.15^{ab}	0.02	10.71
อัตราการเติบโต (กรัม/ตัว/วัน)	59.52^{b}	58.90^{b}	60.91^{a}	60.15^{ab}	0.02	0.26

ค่าสังเกต	ระดับสมุนไพรที่เสริมในอาหาร (กรัม/อาหาร 1,000 กิโลกรัม)				P-value	Pool SEM
	0	500	1,000	2,000		
1 - 41 วัน (ต่อ)						
ปริมาณอาหารที่กิน (กรัม/ตัว)	4,039.73[a]	3,884.80[b]	3,886.15[b]	3,886.40[b]	0.004	21.77
ประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัว	1.65[a]	1.60[b]	1.56[c]	1.57[bc]	0.002	0.01
อัตราการเลี้ยงรอด (%)	100	100	100	100	1.00	0.00
ดัชนีการผลิต	361.24[c]	366.21[bc]	391.48[a]	381.72[ab]	0.006	3.91

หมายเหตุ: [a, b] และ [c] ค่าเฉลี่ยในแถวเดียวกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

จากผลการทดลอง พบว่า การเสริมสมุนไพรผสมฟ้าทะลายโจร ไพล และเปลือกมังคุดในอาหารไก่กระทงส่งผลทำให้ประสิทธิภาพการผลิตดีขึ้น โดยพิจารณาจากค่าดัชนีการผลิต (Production Index; PI) ที่เพิ่มขึ้นเมื่อไก่ได้รับอาหารเสริมสมุนไพร เนื่องจากสมุนไพรผสมมีผลทำให้ไก่มีประสิทธิภาพการใช้อาหาร (FCR) ที่ดีขึ้น ทั้งนี้ อาจเป็นผลมาจากสมุนไพรผสมออกฤทธิ์โดยสารทุติยภูมิหลายกลุ่มที่คลอบคลุมการทำงานของร่างกาย มีสรรพคุณออกฤทธิ์หลายทาง (Multifunctional) เช่น สารกลุ่ม Lactone ในฟ้าทะลายโจร ช่วยกระตุ้นการสร้างภูมิคุ้มกันในร่างกาย ยับยั้งและฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ก่อโรคในทางเดินอาหาร สารกลุ่ม Curcuminoids และ Sabinene มีฤทธิ์ขยายหลอดลม ลดอาการอักเสบและต้านอนุมูลอิสระ ต้านฮิสตามีน และยับยั้งเชื้อแบคทีเรีย สารกลุ่ม Tannin และ Xanthone ซึ่งมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ ต้านแบคทีเรีย ต้านไวรัส ต้านเชื้อรา ต้านเนื้องอก ต้านภูมิแพ้ และต้านอักเสบ (Pedraza-Chaverri et al., 2008) เป็นต้น ส่งผลให้ไก่ที่ได้รับสมุนไพรผสมกลุ่มดังกล่าว มีสุขภาพของระบบทางเดินอาหารที่ดี สามารถย่อยอาหารและดูดซึมสารอาหารไปใช้ประโยชน์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

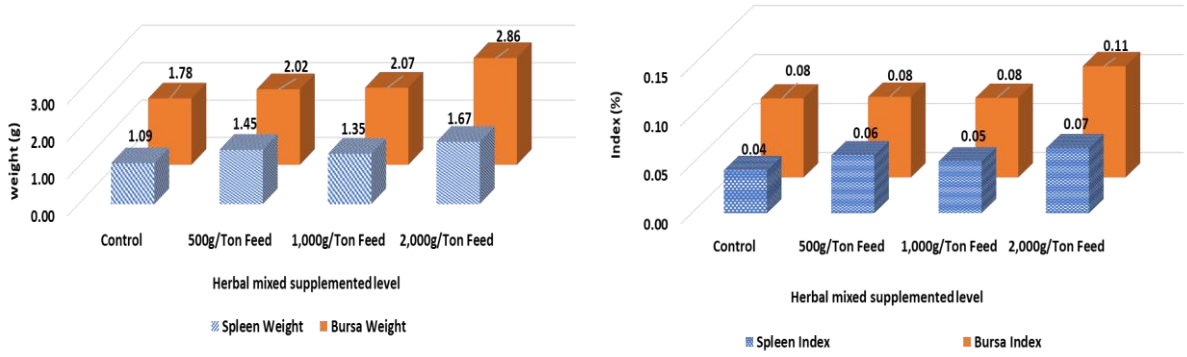
สอดคล้องกับ รัชดาวรรณ พูนพิพัฒน และคณะ (2548) รายงานผลการเสริมสมุนไพรสารสกัดจากฟ้าทะลายโจรและยาปฏิชีวนะในอาหารไก่เนื้อ พบว่าการเสริมฟ้าทะลายโจรทุกระดับในอาหาร ทำให้มีอัตราการเลี้ยงรอดถึงร้อยละ 100 เมื่อเทียบกับกลุ่มควบคุม ทั้งนี้เนื่องจากฟ้าทะลายโจรมีสารออกฤทธิ์ที่สำคัญหลายชนิด สารออกฤทธิ์หลัก คือ แอนโดรกราโฟไลด์ ที่จะออกฤทธิ์ต่อระบบต่าง ๆ ของร่างกายโดยเฉพาะระบบทางเดินอาหารส่วนบน นอกจากนี้ยังมีสารดีออกซีแอนโดรกราโฟไลด์ ที่มีประสิทธิภาพในการยับยั้งเชื้อแบคทีเรียที่เป็นสาเหตุของโรคท้องร่วง เช่น เชื้อแบคทีเรีย *E.coli* (ศุภยางค์ วรวุฒิคุณชัย และสุกัลญา หลีแจ, 2560) รวมไปถึงการมีคุณสมบัติเป็นสารต้านอนุมูลอิสระหรือสารต้านออกซิเดชันด้วย (Koul and Kapil, 1994) ซึ่งพบว่าตลอดการทดลอง ไก่ที่ได้รับอาหารที่เสริมด้วยฟ้าทะลายโจรที่ระดับต่าง ๆ มีสุขภาพดีไม่มีการตายจากโรค

Laing et al. (2013) รายงานว่าการใช้สมุนไพรที่มีส่วนผสมของฟ้าทะลายโจรและไพล เสริมในอาหารไก่กระทงที่เลี้ยงในโรงเรือนระบบเปิดที่ระดับ 500-2,000 กรัม/อาหาร 1,000 กิโลกรัม ส่งผลให้ไก่กระทงมีประสิทธิภาพการผลิตมีแนวโน้มที่ดีขึ้น และพบว่าการเสริมส่วนผสมของฟ้าทะลายโจร และไพลในอาหารไก่กระทงที่ระดับ 500 กรัม/อาหาร 1,000 กิโลกรัม ให้ผลตอบแทนการลงทุน (Return of Investment: ROI) สูงสุด เมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มอื่นๆ

การตอบสนองทางระบบภูมิคุ้มกัน

ผลการเสริมสมุนไพรผสมฟ้าทะลายโจร ไพล และเปลือกมังคุดในอาหารไก่กระทงต่อการตอบสนองทางภูมิคุ้มกัน พบว่ากลุ่มควบคุมมีน้ำหนักม้ามต่ำที่สุด คือ 1.09 กรัม การเสริมสมุนไพรในอาหารที่ 500 1,000 และ 2,000 กรัม/อาหาร 1,000 กิโลกรัม ส่งผลให้ม้ามมีขนาดใหญ่ขึ้น คือ มีน้ำหนัก 1.45 1.35 และ 1.67 กรัม ตามลำดับ

ซึ่งผลจากการเสริมสมุนไพรดังกล่าว ส่งผลไปในทิศทางเดียวกันต่อขนาดของต่อมเบอร์ซ่า ซึ่งกลุ่มควบคุมมีน้ำหนักต่อมเบอร์ซ่าต่ำที่สุด คือ 1.78 กรัม การเสริมสมุนไพรในอาหารที่ 500 1,000 และ 2,000 กรัม/อาหาร 1,000 กิโลกรัม ส่งผลให้ต่อมเบอร์ซ่ามีขนาดใหญ่ขึ้น คือมีน้ำหนัก 2.02 2.07 และ 2.86 กรัม ตามลำดับ ทั้งนี้การประเมินค่า Spleen and Bursa Index พบว่า การเสริมสมุนไพรส่งผลให้ Spleen and Bursa Index มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นและมีค่าสูงกว่ากลุ่มควบคุม (p>0.05) ดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1 ผลการเสริมสมุนไพรผสมฟ้าทะลายโจร ไพล และเปลือกมังคุดต่อน้ำหนักม้ามและต่อมเบอร์ซ่าและต่อ Spleen and Bursa Index

ม้ามและต่อมเบอร์ซ่าเป็นอวัยวะในระบบภูมิคุ้มกันในสัตว์ปีก ซึ่งน้ำหนักหรือขนาดของม้ามและต่อมเบอร์ซ่ามีความสัมพันธ์กับการตอบสนองทางภูมิคุ้มกันระดับเซลล์ (Cell-mediated immunity) โดยม้ามและต่อมเบอร์ซ่าที่มีขนาดใหญ่จะแสดงถึงความแข็งแรงของระบบภูมิคุ้มกันที่ดี (Smith, 2004) จากผลการทดลองนี้พบว่า การเสริมสมุนไพรในอาหารไก่กระทง ส่งผลให้น้ำหนักม้ามและต่อมเบอร์ซ่ามีขนาดใหญ่กว่ากลุ่มควบคุม ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Liu et al. (2023) ที่ทำการทดลองในเป็ดโดยให้ฟ้าทะลายโจรผสมในอาหารสัตว์ พบว่าฟ้าทะลายโจรช่วยเพิ่มอัตราการเจริญเติบโต และส่งผลดีต่อระบบภูมิคุ้มกัน จากค่าของ Bursa Index และ Thymus Index ที่สูงขึ้นอันจะส่งผลให้สัตว์มีสุขภาพดี สามารถต้านทานการเกิดโรคได้ดี

การตอบสนองต่อภาวะความเครียด

ผลการเสริมสมุนไพรผสมฟ้าทะลายโจร ไพล และเปลือกมังคุดในอาหารไก่กระทงส่งผลให้จำนวนเม็ดเลือดแดง ค่าฮีมาโทคริต จำนวนเม็ดเลือดขาว เปอร์เซ็นต์เฮทเทอโรฟิล (Heterophils; H) เปอร์เซ็นต์ลิมโฟไซต์ (Lymphocytes; L) และอัตราส่วน H : L แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (p>0.05) อย่างไรก็ตามพบว่าค่าจำนวนเม็ดเลือดขาว เปอร์เซ็นต์เฮทเทอโรฟิล และอัตราส่วน H : L ของไก่กลุ่มควบคุมมีแนวโน้มสูงกว่ากลุ่มที่ได้รับอาหารเสริมสมุนไพร นอกจากนี้พบว่าการเสริมสมุนไพรผสมฟ้าทะลายโจร ไพล และเปลือกมังคุดในอาหารมีผลทำให้ค่ากลูตาไธโอนเปอร์ออกซิเดสแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p<0.05) โดยพบว่ากลุ่มควบคุมมีค่ากลูตาไธโอนเปอร์ออกซิเดสสูงที่สุด คือ 191.95 หน่วยเอนไซม์/มิลลิลิตร ไม่แตกต่างจากกลุ่มที่ได้รับอาหารเสริมสมุนไพรที่ระดับ 1,000 กรัม/อาหาร 1,000 กิโลกรัม ซึ่งมีค่ากลูตาไธโอนเปอร์ออกซิเดสเท่ากับ 178.16 หน่วยเอนไซม์/มิลลิลิตร และกลุ่มที่ได้รับอาหารเสริมสมุนไพรที่ระดับ 2,000 กรัม/อาหาร 1,000 กิโลกรัม ซึ่งมีค่ากลูตาไธโอนเปอร์ออกซิเดสเท่ากับ 166.84 หน่วยเอนไซม์/มิลลิลิตร และพบว่ากลุ่มที่ได้รับอาหารเสริมสมุนไพรที่ระดับ 500 กรัม/อาหาร 1,000 กิโลกรัม มีค่ากลูตาไธโอนเปอร์ออกซิเดสต่ำที่สุด คือ 154.45 หน่วยเอนไซม์/มิลลิลิตร ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ผลของการใช้สมุนไพรผสมฟ้าทะลายโจร ไพล และเปลือกมังคุดต่อการทดสอบทางระบบภูมิคุ้มกันไก่กระทง

ค่าสังเกต	ระดับสมุนไพรที่เสริมในอาหาร (กรัม/อาหาร 1,000 กิโลกรัม)				*p*-value	Pool SEM
	0	500	1,000	2,000		
จำนวนเม็ดเลือดแดง ($\times 10^6$ เซลล์/มิลลิลิตร)	2.21	2.11	2.27	2.30	0.70	0.033
ฮีมาโทคริต (กรัม/เดซิลิตร)	27.87	28.75	29.37	28.50	0.55	0.352
จำนวนเม็ดเลือดขาว (เซลล์/มิลลิลิตร)	9,226.3	8,607.5	8882.5	8745.9	0.86	255.78
เฮทเทอโรฟิล (H; %)	39.50	33.12	30.625	32.75	0.39	1.444
ลิมโฟไซต์ (L;%)	52.50	62.75	65.25	62.50	1.25	1.761
อัตราส่วน H : L	0.77	0.53	0.48	0.53	0.12	0.048
กลูตาไธโอนเปอร์ออกซิเดส (หน่วยเอนไซม์/มิลลิลิตร)	191.95^{a}	154.45^{c}	178.16^{ab}	166.84^{bc}	0.01	4.434

หมายเหตุ: $^{a, b}$ และ ^{c} ค่าเฉลี่ยในแถวเดียวกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

เฮทเทอโรฟิล (Heterophils; H) เป็นกลุ่มของเม็ดเลือดขาวที่ร่างกายสร้างขึ้นเพื่อต่อต้านการรุกรานของเชื้อแบคทีเรีย ค่าจำนวนเม็ดเลือดขาวเฮทเทอโรฟิลที่เพิ่มขึ้นในสัตว์ปีกหรือไก่กระทงเป็นผลมาจากพันธุกรรม ภาวะความเครียด สภาพแวดล้อม และอาหาร ในขณะที่เมล็ดเลือดขาว ลิมโฟไซต์ (Lymphocytes; L) มีหน้าที่ในการสร้างภูมิคุ้มกันหมุนเวียนในกระแสเลือดรวมถึงภูมิคุ้มกันในระดับเซลล์ ซึ่งภาวะความเครียดในสัตว์จะส่งผลทำให้เกิดการหลั่งฮอร์โมนกลูโคคอร์ติคอยด์เพิ่มขึ้น ซึ่งจะมีผลไปยับยั้งการสร้างภูมิคุ้มกันและมีจำนวนเม็ดเลือดขาวลิมโฟไซต์น้อยลง โดยค่าสัดส่วน H : L ถูกนำมาเป็นดัชนีการวัดความเครียดที่เกิดขึ้นในสัตว์ปีก ค่า H : L มีระดับดังนี้ ค่า 0.2 หมายถึงการเกิดความเครียดในระดับต่ำ ค่า 0.5 หมายถึงการเกิดความเครียดในระดับปกติ และค่า 0.8 หมายถึงการเกิดความเครียดในระดับสูง (Muhammad et al., 2020) ซึ่งจากผลการทดลองพบว่าการเสริมสมุนไพรในอาหารส่งผลให้ไก่มีค่าระดับความเครียดอยู่ในระดับปกติ คือ 0.48 -0.53 ในขณะที่กลุ่มควบคุมมีค่า H : L ใกล้เคียงค่าระดับสูง คือ 0.77

ภาวะเครียดออกซิเดชัน (Oxidative stress) ส่งผลให้รบกวนการทำงานของเอนไซม์ต้านอนุมูลอิสระ (Antioxidant Enzyme Activities) เช่น ซุปเปอร์ออกไซด์ดิสมิวเตส (Superoxide Dismutase; SOD) คาตาเลส (Catalase; CAT) และกลูตาไธโอนเปอร์ออกซิเดส (Glutathione Peroxidase, GPX) (Zhang et al., 2011; Pimson et al., 2018) ซึ่งสาเหตุเกิดจากระบบการเลี้ยงสัตว์ปีกแบบอุตสาหกรรม แม้จะมีการควบคุมอุณหภูมิสภาพแวดล้อมในโรงเรือนด้วยระบบอัตโนมัติเพื่อให้สัตว์อยู่สบาย แต่สัตว์มักจะมีความเครียดเกิดขึ้น ซึ่งเป็นผลมาจากสิ่งแวดล้อมอื่นๆ เช่น ความหนาแน่นในการเลี้ยง ปัจจัยทางโภชนาการ และการจัดการเลี้ยงดู รวมถึงการคัดเลือกปรับปรุงพันธุกรรมให้โตเร็ว เนื้อหน้าอกใหญ่ น้ำหนักตัวสูง (Fellenberg and Speisky, 2006; Sihvo et al., 2013) นอกจากนี้ความร้อนและอาหาร เป็นปัจจัยที่ทำให้เกิดภาวะ Oxidative stress กระตุ้นการสร้างอนุมูลอิสระ (Free radicals) ในไก่มากขึ้นได้ (Papadopoulou et al., 2017) อนุมูลอิสระเหล่านี้ก่อให้เกิด

ความเสียหายกับเซลล์ รวมถึงสภาวะความสมดุลของร่างกาย (Akbarian et al., 2016) ดังนั้น การเสริมสมุนไพรที่สามารถลดกลูตาไธโอนเปอร์ออกซิเดส จะช่วยลดภาวะเครียดในการเลี้ยงไก่ได้ ซึ่งจากการทดลองนี้พบว่ากลุ่มที่ได้รับอาหารเสริมสมุนไพรที่ระดับ 500 กรัม/อาหาร 1,000 กิโลกรัม มีค่ากลูตาไธโอนเปอร์ออกซิเดสต่ำที่สุด ดังนั้นการเสริมด้วยสมุนไพรจะส่งผลให้สามารถลดความเครียดในการเลี้ยงสัตว์ได้ โดยเฉพาะการเลี้ยงในระดับอุตสาหกรรม

การสะสมไขมัน

การเสริมสมุนไพรผสมฟ้าทะลายโจร ไพล และเปลือกมังคุดในอาหารไก่กระทงไม่มีผลต่อการสะสมไขมันช่องท้อง น้ำหนักตับ เปอร์เซ็นต์น้ำหนักไขมันช่องท้อง เปอร์เซ็นต์น้ำหนักตับ ปริมาณไตรกลีเซอร์ไรด์ และปริมาณโคเลสเตอรอล (p>0.05) แต่พบว่าการเสริมสมุนไพรดังกล่าว ส่งผลให้ไก่แต่ละกลุ่มมีจำนวนพื้นที่ไขมันในตับที่ย้อมติดสี Oil Red O แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p<0.05) โดยพบว่าไก่กลุ่มควบคุมมีพื้นที่ไขมันในตับที่ย้อมติดสี Oil Red O สูงมากกว่ากลุ่มอื่นๆ คือ 5,808.4 ตารางไมโครเมตร แตกต่างจากกลุ่มที่ได้รับการเสริมสมุนไพร 500 กรัม/อาหาร 1,000 กิโลกรัม ซึ่งมีพื้นที่พื้นที่ไขมันในตับที่ย้อมติดสี Oil Red O 3,485.3 ตารางไมโครเมตร ในขณะที่การเสริมสมุนไพรในอาหารที่ระดับ 1,000 และ 2,000 กรัม/อาหาร 1,000 กิโลกรัม มีพื้นที่ไขมันในตับที่ย้อมติดสี Oil Red O ไม่แตกต่างกันทางสถิติ และมีจำนวนน้อยกว่ากลุ่มอื่นๆ คือ 1,342.5 และ 1,446.8 ตารางไมโครเมตร ตามลำดับ ดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ผลของการใช้สมุนไพรผสมฟ้าทะลายโจร ไพล และเปลือกมังคุดต่อการสะสมไขมัน

ค่าสังเกต	ระดับสมุนไพรที่เสริมในอาหาร (กรัม/อาหาร 1,000 กิโลกรัม)				P-value	Pool SEM
	0	500	1,000	2,000		
น้ำหนักไขมันช่องท้อง (กรัม)	33.16	30.85	27.34	26.41	0.77	2.45
น้ำหนักตับ (กรัม)	46.80	43.44	43.03	44.16	0.05	0.61
น้ำหนักไขมันช่องท้อง/น้ำหนักตัว (เปอร์เซ็นต์)	1.33	1.25	1.075	1.05	0.73	0.10
น้ำหนักตับ/น้ำหนักตัว (เปอร์เซ็นต์)	1.95	1.71	1.66	1.76	0.09	0.03
จำนวนพื้นที่ไขมันในตับที่ย้อมติด Oil Red O (ตารางไมโครเมตร)	5,808.4^{a}	3,485.3^{b}	1,342.5^{c}	1,446.8^{c}	0.001	501
ปริมาณไตรกลีเซอร์ไรด์ (มิลลิกรัม/เดซิลิตร)	79.63	75.13	74.88	69.63	0.83	3.65
ปริมาณโคเลสเตอรอล (มิลลิกรัม/เดซิลิตร)	130.37	128.75	128.50	104.37	0.009	3.35

หมายเหตุ: $^{a, b}$ และ ^{c} ค่าเฉลี่ยในแถวเดียวกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p<0.05)

จากการทดลองพบว่า เปอร์เซ็นต์ไขมันช่องท้องมีแนวโน้มลดลงเมื่อได้รับอาหารเสริมสมุนไพรผสมฟ้าทะลายโจร ไพล และเปลือกมังคุด สอดคล้องกับรายงานของ จรรยา และคณะ (2562) ซึ่งรายงานว่าเปอร์เซ็นต์ไขมันในช่องท้องมีแนวโน้มลดลงในกลุ่มที่ใช้ไพลผง เนื่องจากไพลมีสารกลุ่มเคอร์คูมินที่มีฤทธิ์ช่วยลดการสะสมไขมันและมีฤทธิ์ต้านสารอนุมูลอิสระ (Xie et al. 2019; Cui et al. 2022)

สัณฐานวิทยาลำไส้เล็ก

ผลของการใช้สมุนไพรผสมฟ้าทะลายโจร ไพล และเปลือกมังคุดต่อสัณฐานวิทยาลำไส้เล็ก รายละเอียดเป็นดังนี้

ลำไส้เล็กส่วนต้น (Duodenum) พบว่าระดับของสมุนไพรในอาหารไม่มีผลต่อความยาววิลลัส ความลึกคริบท์ ความกว้างวิลลัส และความยาววิลลัสต่อความลึกคริบท์ (p>0.05) แต่พบว่าความยาวและความกว้างวิลลัสของไก่กลุ่มที่ได้รับอาหารเสริมสมุนไพรมีแนวโน้มมากกว่ากลุ่มควบคุม ความลึกคริบท์ของไก่กลุ่มที่เสริมสมุนไพรมีความลึกน้อยกว่ากลุ่มควบคุม พบว่ากลุ่มที่ได้รับอาหารเสริมสมุนไพรมีค่าความยาววิลลัสต่อความลึกคริบท์ที่มีแนวโน้มเพิ่มมากขึ้น และมีพื้นที่ผิวสัมผัสของวิลลัสมากกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p<0.05) ดังตารางที่ 4 และภาพที่ 2

ลำไส้เล็กส่วนกลาง (Jejunum) พบว่าความยาววิลลัส และความลึกคริบท์แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (p>0.05) แต่พบว่าการเสริมสมุนไพรในอาหารทำให้ความกว้างวิลลัส ความยาววิลลัสต่อความลึกคริบท์ และพื้นที่ผิวสัมผัสของวิลลัสมากกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p<0.05) ดังตารางที่ 4 และภาพที่ 3

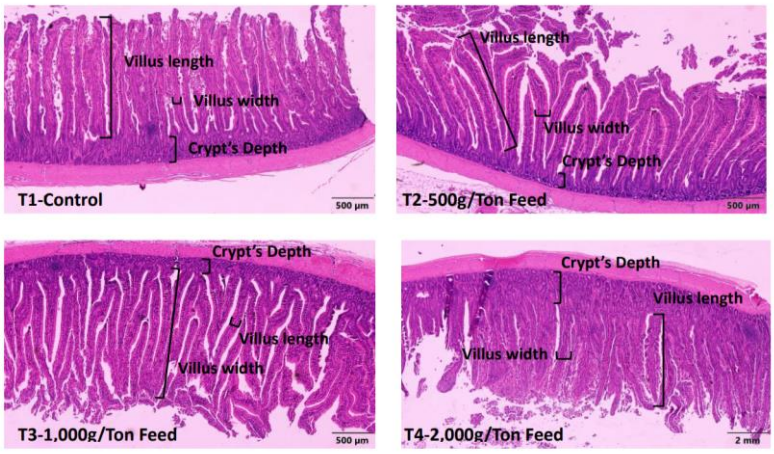
ลำไส้เล็กส่วนท้าย (Ileum) พบว่าแต่ละกลุ่มมีความยาววิลลัส ความลึกคริบท์ ความยาววิลลัสต่อความลึกคริบท์ และพื้นที่ผิวสัมผัสของวิลลัสไม่แตกต่างกันทางสถิติ (p>0.05) แต่การเสริมสมุนไพรในอาหารทำให้วิลลัสมีความกว้างเพิ่มขึ้น และมากกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p<0.05) โดยไก่กลุ่มที่ได้รับอาหารเสริมสมุนไพรมีแนวโน้มความยาววิลลัสต่อความลึกคริบท์และพื้นที่ผิวสัมผัสของวิลลัสเพิ่มมากขึ้น ดังตารางที่ 4 และภาพที่ 4

ตารางที่ 4 ผลของการใช้สมุนไพรผสมฟ้าทะลายโจร ไพล และเปลือกมังคุดต่อสัณฐานวิทยาลำไส้เล็ก

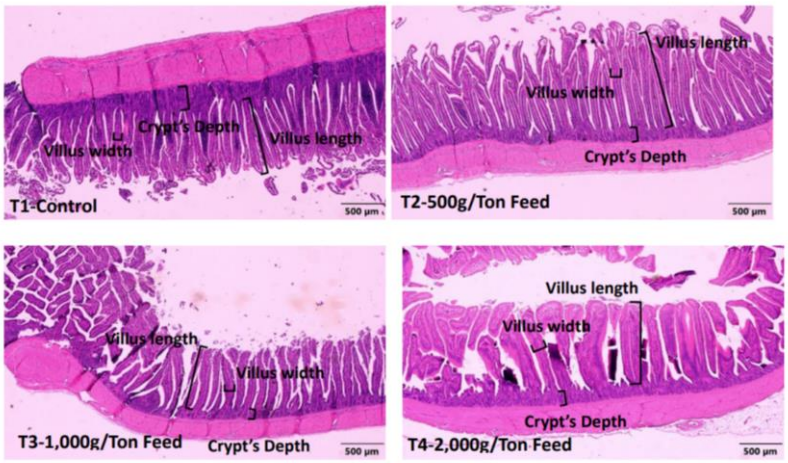
ค่าสังเกต	ระดับสมุนไพรที่เสริมในอาหาร (กรัม/อาหาร 1,000 กิโลกรัม)				P-value	Pool SEM
	0	500	1,000	2,000		
Duodenum						
ความยาววิลลัส (ไมโครเมตร) (Villus length; VL)	1,026.33	1,155.87	1,264.28	1,219.55	0.08	36.01
ความลึกคริบท์ (ไมโครเมตร) (Crypt dept)	236.47	197.25	192.73	190.10	0.37	10.53
ความกว้างวิลลัส (ไมโครเมตร) (Villus width; VW)	110.04	131.60	134.05	133.25	0.23	4.82
ความยาววิลลัสต่อความลึกคริบท์	4.65	6.05	6.61	6.51	0.24	0.38
พื้นที่ผิวสัมผัสของวิลลัส ($x10^6$ตารางไมโครเมตร)	0.34^a	0.48^b	0.53^b	0.51^b	0.001	0.023
Jejunum						
ความยาววิลลัส (ไมโครเมตร) (Villus length; VL)	974.07	1154.06	1240.02	1109.07	0.06	36.77
ความลึกคริบท์ (ไมโครเมตร) (Crypt dept)	160.10	125.49	140.62	136.18	0.52	8.05
ความกว้างวิลลัส (ไมโครเมตร) (Villus width; VW)	93.267^a	118.11^b	114.74^b	112.56^b	0.01	3.42

ค่าสังเกต	ระดับสมุนไพรที่เสริมในอาหาร (กรัม/อาหาร 1,000 กิโลกรัม)				P-value	Pool SEM
	0	500	1,000	2,000		
Jejunum (ต่อ)						
ความยาววิลลัสต่อความลึกคริบท์	6.45[b]	9.12[a]	8.83[a]	8.155[ab]	0.04	0.39
พื้นที่ผิวสัมผัสของวิลลัส ($x10^6$ตารางไมโครเมตร)	0.28[b]	0.42[a]	0.45[a]	0.39[a]	0.007	0.02
Ileum						
ความยาววิลลัส (ไมโครเมตร) (Villus length; VL)	874.4	851.6	938.8	1,026.4	0.78	62.36
ความลึกคริบท์ (ไมโครเมตร) (Crypt dept)	147.56	110.78	105.48	139.35	0.24	8.59
ความกว้างวิลลัส (ไมโครเมตร) (Villus width; VW)	79.43[b]	113.97[a]	114.61[a]	118.09[a]	0.009	4.92
ความยาววิลลัสต่อความลึกคริบท์	6.38	7.68	8.86	7.45	0.47	0.51
พื้นที่ผิวสัมผัสของวิลลัส ($x10^6$ตารางไมโครเมตร)	0.22	0.30	0.33	0.38	0.15	0.03

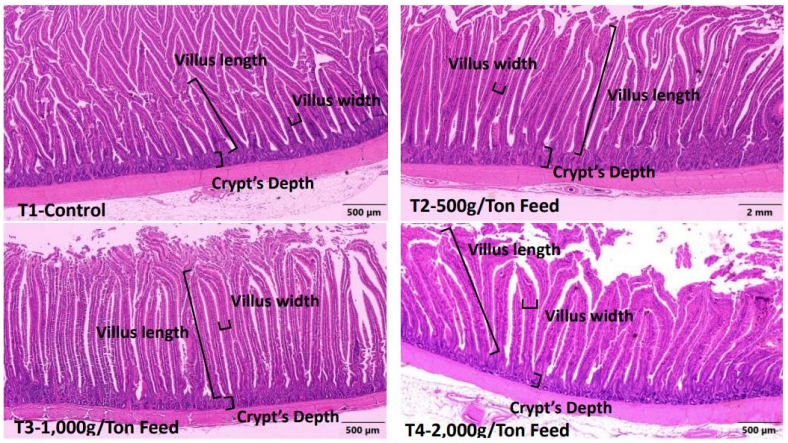
หมายเหตุ: [a] และ [b] ค่าเฉลี่ยในแถวเดียวกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)



ภาพที่ 2 สัณฐานวิทยาลำไส้เล็กส่วนต้น (Duodenum)



ภาพที่ 3 สัณฐานวิทยาลำไส้เล็กส่วนกลาง (Jejunum)



ภาพที่ 4 สัณฐานวิทยาลำไส้เล็กส่วนปลาย (Ileum)

การเติบโตของวิลลัสที่ดีและมีความยาวมาก มีความสัมพันธ์กับกระบวนการย่อยและดูดซึมสารอาหารของลำไส้เพิ่มมากขึ้น นำไปสู่การเพิ่มพื้นที่การดูดซึมและการทำงานของเอนไซม์ต่างๆ ในขณะที่ความลึกของคริบที่ลดลง ส่งผลให้เกิดปฏิกิริยาของเอนไซม์ในลำไส้เล็กทำงานได้มากขึ้นซึ่งจะส่งผลต่อความสามารถในการดูดซึมสารอาหารด้วยเช่นกัน นอกจากนั้นอัตราส่วนของความยาววิลลัสต่อความลึกของคริบที่เพิ่มมากขึ้น ส่งผลให้ตัวสัตว์มีความต้องการสารอาหาร และพลังงานในกระบวนการสร้างและสลายเซลเยื่อบุผิวลำไส้ที่น้อยลง นำไปสู่ความต้องการสารอาหารและพลังงานเพื่อรักษาสภาพสมดุลหรือดำรงชีพน้อยลง ส่งผลให้สัตว์มีประสิทธิภาพการเติบโตที่ดีขึ้น (Nguyen et al. 2021) การกินอาหาร กระบวนการย่อยอาหาร และกระบวนการดูดซึมสารอาหารในลำไส้ มีการผลิตอนุมูลอิสระขึ้นและความไม่สมดุลของระบบต้านอนุมูลอิสระในเยื่อบุทางเดินอาหารทำให้เกิดภาวะเครียดออกซิเดชัน หรือ Oxidative stress (Liu et al., 2014) และภาวะความเครียดดังกล่าวทำลายเยื่อบุผิวในลำไส้ ลดประสิทธิภาพการย่อยอาหารและดูดซึมสารอาหารส่งผลกระทบต่อการเติบโตของสัตว์ (Yala et al., 2013) ดังนั้น อาหารที่มีสารต้านอนุมูลอิสระ เช่น สารประกอบโพลีฟีนอล (Gerasopoulos et al. 2015) จะช่วยลดการเกิดอนุมูลอิสระในลำไส้และช่วยรักษาเยื่อบุลำไส้ไม่ให้ถูกทำลาย (Min et al. 2018) ซึ่งสมุนไพรผสมฟ้าทะลายโจร ไพล และเปลือกมังคุด ประกอบไปด้วยสารสำคัญที่มีฤทธิ์

ต่อต้านการอักเสบ มีสารต้านอนุมูลอิสระ ดังนั้นการเสริมสมุนไพรผสมดังกล่าวข้างต้นในอาหารสัตว์ จะส่งผลดีต่อเซลล์เยื่อบุทางเดินอาหาร เกิดภาวะเครียดออกซิเดชันน้อยลง โดยเห็นได้จากปริมาณของเอนไซม์กลูตาไธโอนเปอร์ออกซิเดสที่มีแนวโน้มลดลง นอกจากนี้ผลจากความเครียดที่น้อยลงจะทำให้ลำไส้เล็กของไก่มีแนวโน้มความยาวของวิลลัสที่มากกว่ากลุ่มควบคุมที่ไม่ได้เสริมด้วยสมุนไพร การมีพื้นที่ผิวสัมผัสของวิลลัสที่มากกว่าและมีสัดส่วนความยาวของวิลลัสต่อความลึกของคริบท์ที่ดีกว่า แสดงถึงภาวะสุขภาพในทางเดินอาหารที่ดีเมื่อไก่ได้รับอาหารที่เสริมด้วยสมุนไพร

การทดลองที่ 2 ทดสอบการใช้สมุนไพรผสมฟ้าทะลายโจร ไพล และเปลือกมังคุดต่อสมรรถภาพการผลิตไก่กระทงที่เลี้ยงในระบบการเลี้ยงแบบอุตสาหกรรม

จากผลการทดลองที่ 1 พบว่าการเสริมสมุนไพรดังกล่าวในอาหารไก่กระทงที่ระดับ 500 1,000 และ 2,000 กรัม ในอาหาร 1,000 กิโลกรัม ที่ระยะเติบโต 22-41 วัน และตลอดช่วงการทดสอบ 1-41 วัน ส่งผลต่อประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัว (Feed Conversion Ratio; FCR) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) แม้ว่าการเสริมสมุนไพรที่ระดับ 1,000 กรัม/อาหาร 1,000 กิโลกรัม จะมีอัตราการเติบโต (Average Daily Gain; ADG) ดีที่สุด แต่การทดสอบทางสถิติพบว่า ไก่ที่ได้รับอาหารเสริมสมุนไพร 2,000 กรัม/อาหาร 1,000 กิโลกรัม มี ADG ไม่แตกต่างจากกลุ่มที่ได้รับอาหารเสริมสมุนไพร 500 และ 1,000 กรัม/อาหาร 1,000 กิโลกรัม แม้ว่าผลการเสริมสมุนไพรที่ระดับต่างๆ จะทำให้ไก่มีค่าปริมาณอาหารที่กินน้อยลงเมื่อเทียบกับกลุ่มควบคุม ($p<0.05$) อย่างไรก็ตามพบว่า ไก่ที่ได้รับอาหารเสริมสมุนไพรที่ระดับต่างๆ มีค่าปริมาณอาหารที่กินไม่แตกต่างกันทางสถิติ การศึกษาของ Laing et al. (2013) พบว่าการเสริมส่วนผสมของฟ้าทะลายโจรและไพลในอาหารไก่กระทงที่ระดับ 500 กรัม/อาหาร 1,000 กิโลกรัม ให้ผลตอบแทนการลงทุน (Return of Investment: ROI) สูงสุด เมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มอื่นๆ ดังนั้น การทดลองนี้จึงเลือกการเสริมสมุนไพรในอาหารที่ระดับ 500 กรัม/อาหาร 1,000 กิโลกรัม เพื่อทดสอบการใช้สมุนไพรผสมฟ้าทะลายโจร ไพล และเปลือกมังคุดต่อสมรรถภาพการผลิตไก่กระทง ที่เลี้ยงในระบบการเลี้ยงแบบอุตสาหกรรม โดยผลการทดลองดังตารางที่ 5

ผลการทดลองการเสริมสมุนไพรในอาหารไก่กระทง ที่เลี้ยงในโรงเรือนระบบปิดควบคุมสภาพแวดล้อมภายในโรงเรือนด้วยระบบระเหยไอน้ำ (Evaporative Cooling Closed House System) แบบอัตโนมัติตามคำแนะนำของคู่มือมาตรฐานการผลิตของสายพันธุ์ โดยจำนวนไก่ที่เริ่มต้นเข้าเลี้ยงในโรงเรือนที่ 1 (กลุ่มควบคุม) ซึ่งได้รับอาหารที่ไม่มีส่วนผสมของสมุนไพรจำนวน 34,080 ตัว และโรงเรือนที่ 2 (กลุ่มทดลอง) ซึ่งได้รับอาหารเสริมสมุนไพรผสมที่ระดับ 500 กรัม/อาหาร 1,000 กิโลกรัม จำนวน 33,920 ตัว ผลการทดลองพบว่าไก่ที่ได้รับการเสริมสมุนไพรมีอัตราการสูญเสีย ที่เป็นผลรวมจากจำนวนไก่ตายและจำนวนไก่คัดทิ้ง คิดเป็นร้อยละ 1.23 ในขณะที่กลุ่มควบคุมมีอัตราการสูญเสียรวมร้อยละ 3.20 ดังนั้น ส่งผลให้อัตราการเลี้ยงรอดของไก่กลุ่มที่ได้รับการเสริมสมุนไพรสูงถึงร้อยละ 98.77 ซึ่งสูงกว่ากลุ่มควบคุมที่มีอัตราการเลี้ยงรอดร้อยละ 96.80

ในขั้นตอนการจับไก่เพื่อส่งตลาด เมื่อนำน้ำหนักไก่สุทธิหารด้วยจำนวนไก่คงเหลือสุทธิ พบว่าไก่กลุ่มควบคุมและไก่กลุ่มทดลองมีน้ำหนักตัวเฉลี่ย 2.97 และ 3.04 กิโลกรัม ตามลำดับ สำหรับประสิทธิภาพการใช้อาหาร (Feed Conversion Ratio; FCR) พบว่าไก่กลุ่มควบคุมและไก่กลุ่มทดสองมี FCR เท่ากับ 1.71และ 1.70 ตามลำดับ เมื่อประเมินสมรรถภาพการผลิตโดยรวมในระดับฟาร์มแล้ว พบว่าการเสริมสมุนไพรในอาหารที่ระดับ 500 กรัม/อาหาร 1,000 กิโลกรัม มีดัชนีการผลิตเท่ากับ 392.50 ซึ่งสูงกว่ากลุ่มควบคุมซึ่งมีดัชนีการผลิตเท่ากับ 382.11

ตารางที่ 5 ผลการใช้สมุนไพรผสมฟ้าทะลายโจร ไพล และเปลือกมังคุดต่อสมรรถภาพการผลิตไก่กระทงที่เลี้ยงในระบบการเลี้ยงแบบอุตสาหกรรม

สมรรถภาพการผลิต (Performance of production)	กลุ่มควบคุม (ไม่เสริมสมุนไพร)	กลุ่มทดลอง (เสริมสมุนไพร)
จำนวนไก่ที่เข้าเลี้ยงและได้รับอาหารทดสอบ (ตัว)	34,080	33,920
อายุไก่เมื่อจับขายส่งตลาด (วัน)	44	45
จำนวนไก่ตาย (ร้อยละ)	2.07	0.71
จำนวนไก่คัดทิ้ง (ร้อยละ)	1.13	0.52
อัตราการสูญเสีย (ร้อยละ)	3.20	1.23
อัตราการเลี้ยงรอด (ร้อยละ)	96.80	98.77
จำนวนไก่คงเหลือสุทธิ (ตัว)	32,991	33,503
ปริมาณอาหารที่กิน (กิโลกรัม)	167,160	172,350
น้ำหนักไก่สุทธิ (กิโลกรัม)	97,519.06	101,367.18
ความหนาแน่น (กิโลกรัม/ตารางเมตร)	11.36	11.31
น้ำหนักตัวเฉลี่ย (กิโลกรัม/ตัว)	2.97	3.04
อัตราการเติบโต (กรัม/ตัว/วัน)	67.15	67.21
ประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัว (FCR)	1.71	1.70
ดัชนีการผลิต (Production Index; PI)	382.11	392.50

จากข้อมูลสมรรถภาพการผลิตในระดับฟาร์มที่เลี้ยงในระบบการผลิตแบบอุตสาหกรรม พบว่าการเสริมสมุนไพรในอาหารมีผลดีต่อสมรรถภาพการผลิต อย่างไรตาม สิ่งสำคัญอีกหนึ่งปัจจัยที่เกษตรกรหรือผู้ประกอบการจำเป็นต้องคำนึงถึงคือราคาของสมุนไพร ที่จะส่งผลต่อต้นทุนค่าอาหารต่อการเพิ่มน้ำหนักตัวไก่ 1 กิโลกรัม (Feed Cost per Gain: FCG) และค่าใช้จ่ายอื่นๆ เช่น เวชภัณฑ์ เป็นต้น

สรุปและข้อเสนอแนะ

การทดลองที่ 1 ผลการใช้สมุนไพรผสมฟ้าทะลายโจร ไพล และเปลือกมังคุดต่อสุขภาพในระบบทางเดินอาหารของไก่กระทง พบว่าการเสริมสมุนไพรส่งผลให้ประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัวของไก่กลุ่มที่ได้รับอาหารเสริมสมุนไพรดีกว่ากลุ่มควบคุม (p<0.05) และพบว่ากลุ่มที่ได้รับอาหารเสริมสมุนไพร 500 กรัม มีความเครียดเกิดขึ้นน้อยที่สุด ในส่วนสุขภาพทางเดินอาหารพบว่าการเสริมสมุนไพรส่งผลให้วิลลัส มีแนวโน้มยาวขึ้น และความลึกคริบท์มีแนวโน้มลดลงในลำไส้เล็กส่วนต้น (Duodenum) และในลำไส้เล็กส่วนกลาง (Jejunum) พบว่าการเสริมสมุนไพรในอาหารส่งผลทำให้ความกว้างวิลลัส ความยาววิลลัสต่อความลึกคริบท์ และพื้นที่ผิวสัมผัสของวิลลัสสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p<0.05)

การทดลองที่ 2 ผลการใช้สมุนไพรผสมฟ้าทะลายโจร ไพล และเปลือกมังคุดต่อสมรรถภาพการผลิตไก่กระทงที่เลี้ยงในระบบการเลี้ยงแบบอุตสาหกรรม พบว่าการเสริมสมุนไพรในอาหารส่งผลให้ไก่มีอัตราการเลี้ยงรอดร้อยละ 98.77 สูงกว่ากลุ่มควบคุมซึ่งมีอัตราการเลี้ยงรอดร้อยละ 96.80 ไก่ที่ได้รับอาหารเสริมสมุนไพรผสม

มีน้ำหนักตัวเฉลี่ย 3.04 กิโลกรัม สูงกว่าไก่กลุ่มควบคุมซึ่งมีน้ำหนักตัวเฉลี่ย 2.97 กิโลกรัม และเมื่อคำนวณประสิทธิภาพการใช้อาหาร (Feed Conversion Ratio; FCR) จากจำนวนอาหารที่กินต่อน้ำหนักไก่สุทธิพบว่าไก่กลุ่มควบคุมและไก่กลุ่มทดลองมี FCR เท่ากับ 1.71 และ 1.70 ตามลำดับ นอกจากนี้พบว่ากลุ่มควบคุมมีดัชนีการผลิต (Production Index; PI) เท่ากับ 382.11 ซึ่งต่ำกว่ากลุ่มทดลองที่มีดัชนีการผลิตเท่ากับ 392.50

ดังนั้นการใช้สมุนไพรผสม 500 กรัม/อาหาร 1,000 กิโลกรัม จึงมีความเหมาะสมในการใช้เสริมในอาหารไก่กระทง จากการศึกษานี้ทำให้ทราบถึงประสิทธิภาพการใช้สมุนไพรผสมฟ้าทะลายโจร ไพล และเปลือกมังคุดในอาหารสัตว์ ต่อการส่งเสริมสุขภาพในทางเดินอาหาร (Intestinal health) ของไก่กระทง ซึ่งถือเป็นอีกหนึ่งทางเลือก (Alternatives) สำคัญของสมุนไพรในการนำมาใช้เป็นสารเสริม (Feed additive) ในการเลี้ยงสัตว์ และทดแทนหรือลดการใช้ยาปฏิชีวนะในการเลี้ยงสัตว์ระดับอุตสาหกรรม อย่างไรก็ตาม ในการใช้สมุนไพรให้ได้ประสิทธิภาพสูงสุด ทั้งในด้านสุขภาพสัตว์และผลตอบแทนด้านเศรษฐกิจในการเลี้ยง จำเป็นต้องคำนึงถึงราคาของสมุนไพรที่นำมาใช้เสริมในอาหารสัตว์ รวมถึงราคาต้นทุนอาหารต่อการเพิ่มน้ำหนักตัวของสัตว์ เพื่อให้ได้รับผลตอบแทนสูงสุดต่อไป

กิตติกรรมประกาศ

ผู้เขียนขอขอบคุณ รศ.สพ.ญ.ดร.ศยามณ ศรีสุวัฒนาสกุล หัวหน้าภาควิชากายวิภาคศาสตร์ คณะสัตวแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ที่ให้คำปรึกษาในด้านสัณฐานวิทยาลำไส้ สพ.ญ.วชิรา ลิมตราจิตต์ และ น.สพ.วิทูรย์ เสงี่ยมสมบูรณ์ จากบริษัท ลิลลี่ ฟู้ดแอนซายน์ จำกัด ที่ให้การสนับสนุนผลิตภัณฑ์สมุนไพรที่ใช้ในการทดลองและข้อมูลอันเป็นประโยชน์ของสมุนไพร คุณชัญญ์ชญา นีลวัฒนานนท์ น.สพ.ปฏิภาณ ไชยปัญญา และคุณจิรพันธุ์ วิทยผโลทัย จากฟาร์มรถไฟไก่งาม อ.เมือง จ.สระแก้ว ที่สนับสนุนฟาร์มเพื่อใช้ทดลอง สพ.ญ.สุชนา สุขกลัด นายสัตวแพทย์ชำนาญการพิเศษ กองควบคุมอาหารและยาสัตว์ที่ให้ข้อมูลและข้อเสนอแนะทางวิชาการสำหรับการวิจัย และ สพ.ญ.บุณิกา จุลละโพธิ ผู้อำนวยการกองควบคุมอาหารและยาสัตว์ ที่ให้ข้อเสนอแนะ อันเป็นประโยชน์อย่างยิ่งสำหรับการเขียนงานวิจัยทำให้ผลงานวิจัยนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

กรมพัฒนาการแพทย์แผนไทยและการแพทย์ทางเลือก กระทรวงสาธารณสุข. (2559). *แผนแม่บทแห่งชาติว่าด้วยการพัฒนาสมุนไพรไทย ฉบับที่ 1 (พ.ศ. 2560 – 2564)*. นนทบุรี: บจก.ทีเอส อินเตอร์ พริ้นท์. https://www.dtam.moph.go.th/images/ download/dl0021/ MasterPlan-Thaiherb.pdf

กลุ่มงานวิจัย สถาบันมะเร็งแห่งชาติ, (ม.ป.ป.). ฟ้าทะลายโจร https://www.nci.go.th/en/research /researhdivision/ research_informationfarthalai.html

กองสมุนไพรเพื่อเศรษฐกิจ กรมการแพทย์แผนไทยและการแพทย์ทางเลือก กระทรวงสาธารณสุข. (2566). *แผนปฏิบัติการด้านสมุนไพรแห่งชาติ ฉบับที่ 2 พ.ศ. 2566-2570*. นนทบุรี: บริษัท เปเปอรี่ จำกัด. https://www.dtam.moph.go.th/index.php/th/download/9995-dl0146.html

จรรยา คงฤทธิ์, ณหทัย วิจิตโรทัย, และ รณชัย สิทธิไกรพงษ์. (2562). ผลของไพลและขิงในอาหารต่อสมรรถภาพการผลิตและคุณภาพซากของไก่เนื้อ. *แก่นเกษตร*, *47*(ฉบับพิเศษ 2), 1023-1028.

ประกาศกระทรวงเกษตรและสหกรณ์ เรื่อง กำหนดชื่อ ประเภท ชนิด ลักษณะหรือคุณสมบัติของวัตถุที่ห้ามใช้ผสมในอาหารสัตว์ พ.ศ.2558 (2558, 21 สิงหาคม). *ราชกิจจานุเบกษา*. เล่ม 132 ตอนพิเศษ 193 ง. หน้า 3.

รัชดาวรรณ พูนพิพัฒน์, สุภาพร อิสริโยดม, สวัสดิ์ ธรรมบุตร, และ พัฒนา สุขประเสริฐ. (2548). ผลของการเสริมสมุนไพรฟ้าทะลายโจรในอาหารไก่กระทง. เรื่องเต็มการประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 37: สาขาสัตว์ สาขาสัตวแพทยศาสตร์. *การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 37*. (น. 108-112). ทบวงมหาวิทยาลัย.

วธิพร เย็นฉ่ำ. 2547. จุลพยาธิวิทยาของตับปลาตะเพียน Puntius gonionotus บริเวณพื้นที่เกษตรกรรมคลอง 7 จังหวัดปทุมธานี. วิทยานิพนธ์มหาบัณฑิต. วิทยาศาสตร์ (สัตววิทยา) จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. บัณฑิตวิทยาลัย. 125 น.

ศุภยางค์ วรวุฒิคุณชัย และสุกัลญา หลีแจ้. (2560). *สมุนไพรไทยต้านจุลินทรีย์*. สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. กรุงเทพมหานคร.

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2566. สารสนเทศเศรษฐกิจการเกษตรรายสินค้า ปี 2565. สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. https://www.oae.go.th/asse ts/portals/1/files/jounal/2566/commodity2565.pdf

อุมาพร แพทย์ศาสตร์ และ โอภาส พิมพา. (2559). *การเสริมสารสกัดหยาบจากเปลือกมังคุดในอาหารไก่เนื้อต่อสมรรถภาพการผลิต และคุณภาพเนื้อไก่*. มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์. http://kb.psu.ac.th/psukb/handle/2016/12875

เอกสิทธิ์ สมคุณา, ชาญณรงค์ ทิพย์เกียรติกุล, และ กนกวรรณ สายกระสุน. (2558). ผลการเสริมกวาวเครือขาวขมิ้นชัน และฟ้าทะลายโจรในอาหารต่อสมรรถนะการผลิตของไก่กระทง. *แก่นเกษตร*, *43* (ฉบับพิเศษ 1), 478-483.

Akbarian, A., Michiels, J., Degroote, J., Majdeddin, M., Golian, A., & De Smet, S. (2016). Association between heat stress and oxidative stress in poultry; mitochondrial dysfunction and dietary interventions with phytochemicals. *Journal of Animal Science and Biotechnology*, *7*(1). https://doi.org/10.1186/s40104-016-0097-5

Cui, Y., Yu, S., Gao, W., Zhao, Z., Wu, J., Xiao, M., & An, L. (2022). Dietary curcumin supplementation regulates the lipid metabolism in laying hens. *Italian Journal of Animal Science*, *21*(1), 1106–1116. https://doi.org/10.1080/1828051x.2022.2071774

Fellenberg, M. A., & Speisky, H. (2006). Antioxidants: Their effects on broiler oxidative stress and its meat oxidative stability. *World's Poultry Science Journal*, *62*(1), 53–70. https://doi.org/10.1079/wps200584

Gerasopoulos, K., Stagos, D., Kokkas, S., Petrotos, K., Kantas, D., Goulas, P., & Kouretas, D. (2015). Feed supplemented with byproducts from olive oil mill wastewater processing increases antioxidant capacity in broiler chickens. *Food and Chemical Toxicology*, *82*, 42–49. https://doi.org/10.1016/j.fct.2015.04.021

Han, A.-R., Kim, H., Piao, D., Jung, C.-H., & Seo, E. K. (2021). Phytochemicals and bioactivities of Zingiber Cassumunar Roxb. *Molecules*, *26*(8), 2377. https://doi.org/ 10.3390/ molecules26082377

Jayakumar, T., Hsieh, C.-Y., Lee, J.-J., & Sheu, J.-R. (2013). Experimental and clinical pharmacology of *Andrographis paniculate* and its major bioactive phytoconstituent andrographolide. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*, *2013*, 1–16. https://doi.org/10.1155/2013/ 846740

Koul, I.B. and Kapil, A. (1994). Effect of diterpenes from *Andrographis paniculata* on antioxidant defense system and lipid peroxidation. *Indian Journal of Pharmacology*, *26*(4), 296-300.

Latif IK, Majed HM, Sahar H. 2014. Determine the weight of thymus, bursa of Fabricius and spleen and its ratio to body weight in some diseases of broilers. Mirror of Research in Veterinary Sciences and Animals *3*(1), 8-14.

Laing, D.; Wongtangtintharn, S., Tungjarernkul, B., Sirilaophaisan, S., & Khajarern, J. (2013). Effects of *Andrographis Paniculata* and *Zingiber Cassumunar* Mixture on Productive Performance and Carcass Quality of Broiler Chickens. *International Conference on Agriculture and Biotechnology (IPCBEE)*, *60*, 34-37.

Liu, M., Gao, R., Meng, Q., Zhang, Y., Bi, C., & Shan, A. (2014). Toxic effects of maternal zearalenone exposure on intestinal oxidative stress, barrier function, immunological and morphological changes in rats. *PLoS ONE*, *9*(9). https://doi.org/10.1371/ journal. pone.0106412

Liu, Z., Lei, X., Li, J., Zhong, Y., Tan, D., Zhang, Q., & Kong, Z. (2023). Effects of fermented andrographis paniculata on growth performance, carcass traits, immune function, and intestinal health in Muscovy Ducks. *Poultry Science*, *102*(3), 102461. https://doi.org/ 10.1016/j.psj.2022.102461

Min, Y. N., Niu, Z. Y., Sun, T. T., Wang, Z. P., Jiao, P. X., Zi, B. B., Chen, P. P., Tian, D. L., & Liu, F. Z. (2018). Vitamin E and vitamin C supplementation improves antioxidant status and immune function in oxidative-stressed breeder roosters by up-regulating expression of GSH-px gene. *Poultry Science*, *97*(4), 1238–1244. https://doi.org/ 10.3382/ps/pex417

Muhammad A. W., Rudi A., Tuti S. 2020. Heterophile lymphocyte ratio and weight loss of broiler chicken at different transport duration. *AIP Conference Proceedings* 16 November 2020; 2296 (1): 020037.

Nguyen, D. T. N., Le, N. H., Pham, V. V., Eva, P., Alberto, F., & Le, H. T. (2021). Relationship between the ratio of villous height:crypt depth and gut bacteria counts as well production parameters in broiler chickens. *The Journal of Agriculture and Development*, *20*(03), 1–10. https://doi.org/10.52997/jad.1.03.2021

Papadopoulou, A., Petrotos, K., Stagos, D., Gerasopoulos, K., Maimaris, A., Makris, H., Kafantaris, I., Makri, S., Kerasioti, E., Halabalaki, M., Brieudes, V., Ntasi, G., Kokkas, S., Tzimas, P., Goulas, P., Zakharenko, A. M., Golokhvast, K. S., Tsatsakis, A., & Kouretas, D. (2017). Enhancement of antioxidant mechanisms and reduction of oxidative stress in chickens after the administration of drinking water enriched with polyphenolic powder from Olive Mill Waste Waters. *Oxidative Medicine and Cellular Longevity*, *2017*, 1–10. https://doi.org/10.1155/2017/8273160

Pedraza-Chaverri, J, Cárdenas-Rodríguez, N, Orozco-Ibarra, M, & Pérez-Rojas, JM. (2008). Medicinal properties of mangosteen (*Garcinia mangostana*). *Food and Chemical Toxicology*, *46*(10), 3227-3239. https://doi.org/10.1016/j.fct.2008.07.024

Pimson, C., P. Bakban., S. Suwanrat and N. Chanutsa. 2018. The effect of Curcumin on growth performance, blood biochemistry and antioxidant activities in broiler chickens. Veterinary Integrative Science; *16*(2), 95-107. https://he02.tci-thaijo.org/index.php/vis/article/view/141603/105471

Sakamoto, K., Hirose, H., Onizuka, A., Hayashi, M., Futamura, N., Kawamura, Y., & Ezaki, T. (2000). Quantitative study of changes in intestinal morphology and mucus gel on total parenteral nutrition in rats. *Journal of Surgical Research*, *94*(2), 99–106. https://doi.org/10.1006/jsre.2000.5937

Sihvo, H.-K., Immonen, K., & Puolanne, E. (2013). Myodegeneration with fibrosis and regeneration in the pectoralis major muscle of broilers. *Veterinary Pathology*, *51*(3), 619–623. https://doi.org/10.1177/0300985813497488

Smith, K.G., & Hunt, J.L. (2004). On the use of speen mass as a measure of avian immune system strength. *Oecologia*, *138*, 28-31. https://doi.org/10.1007/s00442-003-1409-y

Sonwane, S., Ingole, RS, Hedau, M., Rathod, P.R., Hajara, S.W., & Ingawate, M.V. (2 0 1 7). Ameliorative effect of *Andrographis paniculata* on hematobiochemical parameters in *Escherichia coli* induced broilers. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*, *6*(6), 1284-1288.

Velazquez-Meza, M. E., Galarde-López, M., Carrillo-Quiróz, B., & Alpuche-Aranda, C. M. (2022). Antimicrobial resistance: One health approach. *Veterinary World*, *15*(3), 743–749. https://doi.org/10.14202/ vetworld.2022.743-749

Xie, Z., Shen, G., Wang, Y., & Wu, C. (2019). Curcumin supplementation regulates lipid metabolism in broiler chickens. *Poultry Science*, *98*(1), 422–429. https://doi.org/10.3382/ps/pey315

Yara, S., Lavoie, J.-C., Beaulieu, J.-F., Delvin, E., Amre, D., Marcil, V., Seidman, E., & Levy, E. (2013). Iron-ascorbate-mediated lipid peroxidation causes epigenetic changes in the antioxidant defense in intestinal epithelial cells: Impact on inflammation. *PLoS ONE*, *8*(5). https://doi.org/10.1371/journal.pone.0063456

Zhang, W., Xiao, S., Lee, E. J., & Ahn, D. U. (2011). Consumption of oxidized oil increases oxidative stress in broilers and affects the quality of breast meat. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, *59*(3), 969–974. https://doi.org/10.1021/jf102918z

ภาคผนวก

ตารางผนวกที่ 1 สมุนไพรที่ใช้ในการทดลอง

มู-พลัส (Mu-Plus): สมุนไพรผสมฟ้าทะลายโจร ไพล และเปลือกมังคุด

สมุนไพรผสมฟ้าทะลายโจร ไพล และเปลือกมังคุด ที่ใช้ในการทดลองเป็นผลิตภัณฑ์ที่ขึ้นทะเบียนตามพระราชบัญญัติยา พ.ศ. 2510 ที่เป็นยาแผนโบราณสำหรับสัตว์ ภายใต้ชื่อ “ยาผงสมุนไพรสำหรับสัตว์ มู-พลัส (Mu-Plus) โดยผู้ผลิตคือ บริษัท แก้วมังกรเภสัช จำกัด เป็นผลิตภัณฑ์ที่ผลิตแบบ Crude โดยมีสมุนไพรหลัก 3 ชนิดเป็นส่วนประกอบ

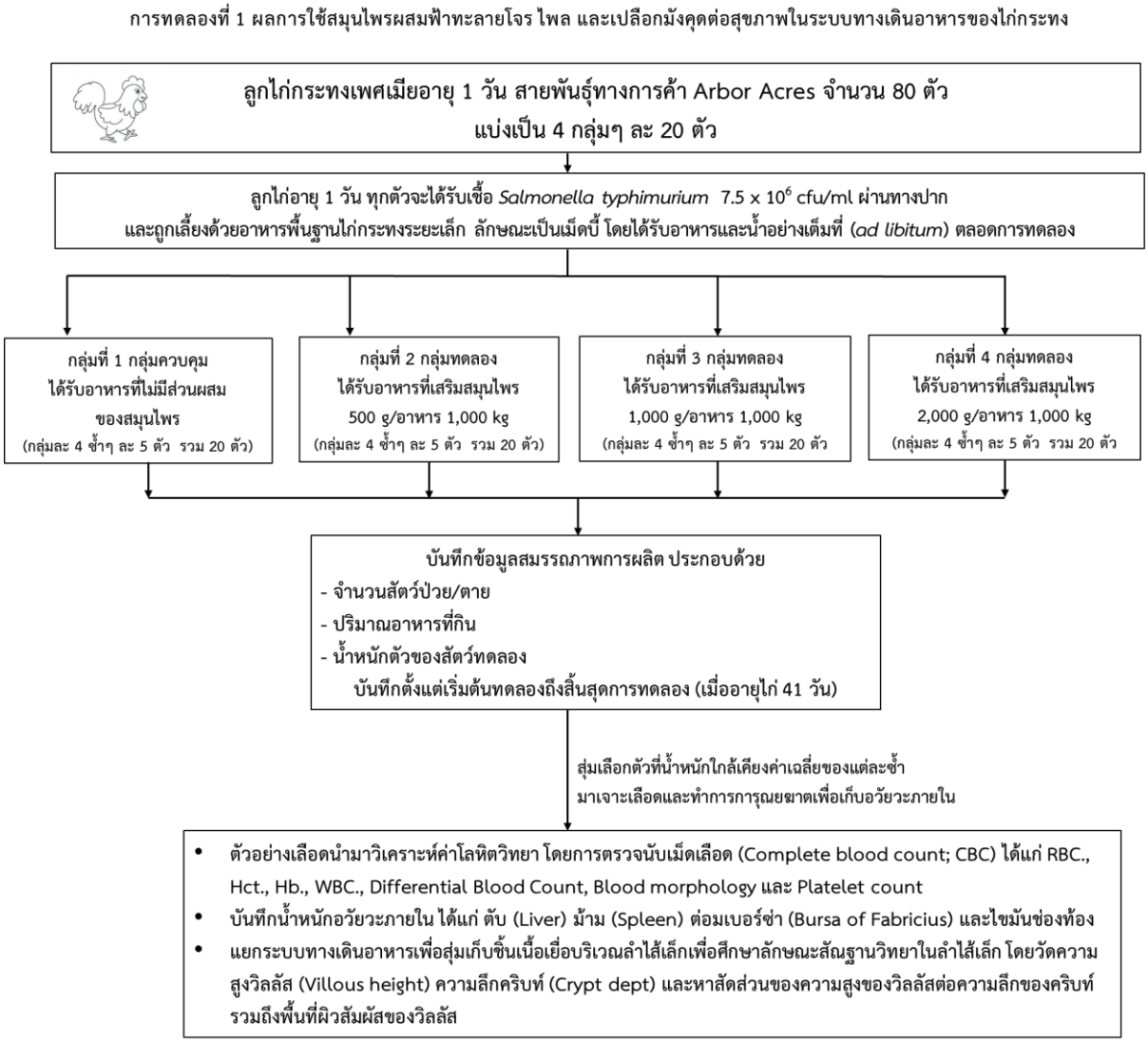
ส่วนที่ 1. การคัดเลือกวัตถุดิบแต่ละตัว

- **การคัดเลือกเปลือกมังคุด** โรงงานผู้ผลิตสมุนไพรจะเลือกวัตถุดิบที่มีคุณภาพจากโรงงานส่งออกมังคุดทั้งจากภาคตะวันออกและภาคใต้ โดยโรงงานส่งออกมังคุดจะมีการแยกเนื้อมังคุดเพื่อไปผลิตเป็นน้ำมังคุด ซึ่งโรงงานได้ทำการคัดเลือกมังคุดที่มีคุณภาพแล้ว เช่น มังคุดมีอายุที่ไม่อ่อนหรือแก่จนเกินไป ผลไม่เน่าเสีย และต้องไม่มีการใช้สารเคมีหรือยาฆ่าแมลง ทั้งนี้ โรงงานผลิตมังคุดเพื่อการส่งออกจะมีการตรวจสารตกค้างก่อนรับมังคุดเข้าระบบโรงงาน จากนั้นโรงงานผู้ผลิตสมุนไพรจะรับวัตถุดิบเปลือกมังคุดเข้ามาเพื่อเข้าสู่กระบวนการผลิตภายในโรงงานสมุนไพร
- **การคัดเลือกไพล** โรงงานผู้ผลิตสมุนไพรผสม จะทำสัญญา (contract) กับเกษตรกรผู้เพาะปลูกไพลในเขตภาคตะวันตก โดยใช้หลัก Good Agricultural Practice (GAP) ในการเพาะปลูก และหลัก Good Harvesting Practices (GHP) ในการเก็บเกี่ยวเพื่อควบคุมคุณภาพของไพล ซึ่งใช้หลักการเดียวกันในการผลิตยาสมุนไพรสำหรับคน คือจะต้องเป็นไพลแก่ที่อายุไม่ต่ำกว่า 1 ปี เนื่องจากไพลแก่จะมีการสะสมน้ำมันไพลที่หัว
- **การคัดเลือกฟ้าทะลายโจร** กำหนดจากปริมาณ Total Lactones ตามเกณฑ์ของ Thai herbal pharmacopoeia (THP) คือต้องมีสารสำคัญคือ แลกโทนรวม (total lactone) โดยคำนวณเป็น Andrographolide (AP) ไม่น้อยกว่า 6% w/w และมี Andrographolide ไม่น้อยกว่าร้อยละ 1 % w/w

ส่วนที่ 2. การผลิต

- หลังจากที่คัดเลือกวัตถุดิบเข้ามาภายในโรงงานผลิตสมุนไพรแล้ว วัตดิบสมุไพรจะมีการล้างทำความสะอาด และนำวัตถุดิบเข้าสู่กระบวนการอบแห้งด้วยลมร้อน ที่อุณหภูมิไม่เกิน 60 องศาเซลเซียส เพื่อให้วัตถุดิบมีความชื้นไม่เกิน 10%
- ทำการบดวัตถุดิบแต่ละชนิด ให้มีขนาด 60 mesh และทำการตรวจสอบคุณภาพ ทั้งคุณภาพทางกายภาพ คุณภาพทางเคมี และคุณภาพทางชีวภาพ
- นำวัตถุดิบแต่ละชนิดมาผสมรวมกันตามสูตรตำรับยาฉพาะ โดยทำตามขั้นตอนที่ได้มาตรฐาน PIC/S GMP ของโรงงานแก้วมังกรเภสัช ซึ่งเป็นโรงงานผลิตสมุนไพร จากนั้นทำการตรวจวัดคุณภาพสมุนไพรตำรับที่ผ่านการผสมแล้ว ก่อนจะทำการบรรจุลงในบรรจุภัณฑ์

ภาพผนวกที่ 1 ขั้นตอนการทดลองที่ 1



ภาพผนวกที่ 2 ขั้นตอนการทดลองที่ 2

การทดลองที่ 2 ผลการใช้สมุนไพรผสมฟ้าทะลายโจร ไพล และเปลือกมังคุดต่อสมรรถภาพการผลิตไก่กระทงที่เลี้ยงในระบบการเลี้ยงแบบอุตสาหกรรม