ผลการจัดโปรแกรมเสริมกรดอินทรีย์และไวตามินรวมในน้ำดื่มของไก่เนื้อที่เลี้ยงภายใต้สภาพโรงเรือนเปิด

Effect of Mixed Organic Acids and Multivitamins Supplementation Program in Drinking Water of Broilers Raised under Opened House Conditions

ปวีณอิศรัชต์ เคนจันทน์[1*] และ อนันทญา แสนสวัสดิ์[2]
Paweenisaras Khenjan[1*] and Ananthaya Sansawat[2]

บทคัดย่อ

การศึกษาการจัดโปรแกรมการเสริมกรดอินทรีย์รวมและไวตามินในน้ำดื่มของไก่เนื้อที่เลี้ยงภายใต้สภาพโรงเรือนเปิดต่อสมรรถภาพการผลิต คุณภาพซาก และจุลินทรีย์ในไส้ตัน ได้ใช้ไก่เนื้อเพศผู้อายุ 7 วัน จำนวน 160 ตัว วางแผนทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ แบ่งออกเป็น 4 กลุ่ม ๆ ละ 4 ซ้ำ ๆ ละ 10 ตัว โดยกลุ่มที่ 1 ไม่ได้รับสารเสริม (CO; กลุ่มควบคุม), กลุ่มที่ 2 เสริมกรดอินทรีย์รวม (OA) ในน้ำดื่ม ปริมาณ 1 มล./น้ำ 1 ลิตร, กลุ่มที่ 3 เสริมไวตามินรวม (VM) ปริมาณ 1 กรัม/น้ำ 1 ลิตร ตั้งแต่อายุ 7-35 วัน และกลุ่มที่ 4 เสริม VM ที่อายุ 7-21 วัน และ OA ที่อายุ 22-35 วัน (VO) ไก่ทุกกลุ่มจะได้รับอาหารสำเร็จรูปทางการค้าจนกระทั่งอายุ 42 วัน ผลการศึกษาพบว่า กลุ่ม VO มีน้ำหนักสุดท้ายมากกว่ากลุ่มควบคุม และกลุ่ม VM ($P<0.01$) ไก่เนื้อที่ได้รับสารเสริมของทุกกลุ่มมีน้ำหนักตัวเพิ่มขึ้น (WG) และค่าดัชนีการผลิต (PI) สูงกว่ากลุ่มควบคุม ($P<0.01$) เปอร์เซ็นต์ซากและคุณภาพซากของทุกกลุ่มไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) แต่พบเปอร์เซ็นต์ม้ามของกลุ่ม OA และVO สูงกว่ากลุ่มอื่น ๆ ($P<0.05$) การเสริมกรดอินทรีย์และไวตามินในน้ำดื่มส่งผลให้ไก่เนื้อมีปริมาณแบคทีเรียแลคติกสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P<0.01$) กลุ่ม VO และ OA ได้รับค่าตอบแทนจากการขายไก่มีชีวิตมากกว่ากลุ่มควบคุม ($P<0.01$) ดังนั้นการจัดโปรแกรมเสริม VM ที่อายุ 7-21 วัน ร่วมกับ OA ที่อายุ 22-35 วัน ในน้ำดื่ม ส่งผลให้ไก่เนื้อที่เลี้ยงในโรงเรือนเปิดมีดัชนีการผลิตและผลตอบแทนการลงทุนดีที่สุด รวมทั้งส่งผลให้ไก่เนื้อมีปริมาณเชื้อ *E. coli* ในลำไส้ตันลดลงด้วย

คำสำคัญ: กรดอินทรีย์รวม ไวตามิน สมรรถภาพการผลิต จุลินทรีย์ในไส้ตัน โรงเรือนเปิด

Abstract

The research aims to study the Effect of mixed organic acids and multivitamins supplementation program in drinking water of broilers raised under opened house conditions on performance, carcass characteristics and caecal bacteria counts of broilers. This study was conducted on 7-days-old male chicks and a total of 160 broiler chicks were randomly divided into 4 groups of 4 replicates with 10 birds/replicate. Four treatments were as follows: Group 1 had no added feed additive (CO; control), Group 2 took organic acids (OA) added into drinking water at 1 ml/L, Group 3 was supplemented with vitamins (VM) at 1 g/L, during 7 to 35 days of age. VM and OA were added to Group 4 from 7 to 21 days of age and from 22 to 35 days of age, respectively. All birds received commercial feed throughout the experiment until 42 days old. The results revealed that the VO group had a higher final weight than the control group, and the VM groups ($P<0.01$). All of the broilers that received drinking water supplements showed higher body weight gain (WG) and

[1]สาขาวิชาสัตวศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์และทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก จังหวัดชลบุรี 20110
[2]สาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก จังหวัดชลบุรี 20110
[1]Department of Animal Science, Faculty of Agriculture and Natural Resources, Rajamangala University of Technology Tawan-Ok, Chonburi, 20110, Thailand
[2]Department of Food Science and Technology, Faculty of Science and Technology, Rajamangala University of Technology Tawan-Ok, Chonburi, 20110, Thailand
*Corresponding author: paweenkhen@gmail.com

production index (PI) than those in the control group (P<0.01). The carcass percentages and carcass quality of all groups were not significantly different (P>0.05), but the spleen percentages of the OA and VO groups were higher than the other groups (P<0.05). Adding organic acids and vitamins in the drinking water resulted in the broiler chickens having significantly higher lactic acid bacteria than the control group (P<0.01). The VO and OA groups had significantly higher returns on investment than the control group (P<0.01). Therefore, under opened house conditions, the supplementation of VM at 7 to 21 days of age and OA at 22 to 35 days of age, respectively, in drinking water resulted in the best production index and return of investment. Also *E. coli* concentration in caeca reduced in the broilers.
Keywords: total organic acids, vitamin, productive performance, caecal microbial, opened house conditions

คำนำ

อุตสาหกรรมการผลิตไก่เนื้อมีความต้องการได้รับผลผลิตที่สูง จึงได้มีการนำสารเสริม (feed additives) จำพวกยาปฏิชีวนะ (antibiotic) มาเป็นสารเร่งการเจริญเติบโตในสัตว์ปีก เพื่อใช้ในการรักษาสมดุลของจุลินทรีย์ในระบบทางเดินอาหาร ป้องกันการเกิดโรค อย่างไรก็ตามการใช้สารปฏิชีวนะอาจก่อให้เกิดปัญหาสารตกค้างและเกิดการดื้อยาที่ใช้ในการรักษาในมนุษย์และสัตว์ ทำให้องค์กร European Commission (EC) มีการจำกัดการใช้สารปฏิชีวนะที่เป็นสารเร่งการเจริญเติบโตในการเลี้ยงสัตว์ (Khan & Iqbal, 2016) จึงมีการนำสารเสริมอื่นมาทดแทนการใช้สารปฏิชีวนะ โดยได้มีการใช้กรดอินทรีย์หลายชนิด ได้แก่ กรดฟอร์มิค (formic acid), กรดแลคติค (lactic acid), กรดโปรปิโอนิค (propionic acid), กรดอะซิติค (acetic acid), กรดซิตริค (citric acid) เป็นต้น เพื่อนำมาใช้เสริมในอาหารหรือน้ำดื่มให้ไก่เนื้อ กรดอินทรีย์มีผลในการช่วยรักษาค่า pH ของระบบทางเดินอาหารให้อยู่ในระดับที่ป้องกันการเจริญเติบโตของแบคทีเรียก่อโรค ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการเจริญเติบโตของสัตว์ โดยการสนับสนุนเอนไซม์ที่ย่อยอาหารภายในร่างกาย และกรดอินทรีย์ยังมีส่วนช่วยเพิ่มการตอบสนองของภูมิคุ้มกันในไก่เนื้อ (Hajati, 2018; Islam & Nishibori, 2017)

การเสริมไวตามินในการเลี้ยงไก่เนื้อสามารถช่วยเพิ่มประสิทธิภาพของกระบวนการเมทาบอลิซึม การเจริญเติบโต สร้างภูมิคุ้มกัน ลดอัตราการตาย และลดภาวะขาดไวตามินในสัตว์ปีก เนื่องจากสัตว์ปีกมีความอ่อนไหวต่อการขาดไวตามิน เพราะลำไส้ของสัตว์ปีกสามารถสังเคราะห์ไวตามินได้เพียงเล็กน้อย อีกทั้งในระบบการเลี้ยงไก่เนื้อยังพบกับปัจจัยที่เอื้อให้เกิดความเครียดมากมาย (Rahman et al., 2012) ซึ่งจะเห็นได้ว่า การใช้สารเสริมที่มีความปลอดภัยในการเลี้ยงไก่เนื้อจึงมีความจำเป็น อย่างไรก็ตามการใช้สารเสริมที่เกินความจำเป็นในกระบวนการเลี้ยงอาจส่งผลให้ผู้ประกอบการมีต้นทุนที่สูงขึ้น การศึกษาผลการจัดโปรแกรมการเสริมกรดอินทรีย์และ ไวตามินในน้ำดื่ม จึงเป็นสิ่งที่น่าสนใจและในการทราบข้อมูลด้านการใช้สารเสริมต่อสมรรถนะการผลิตและต้นทุนการผลิตยังเป็นข้อมูลทางเลือกในการลดการใช้สารปฏิชีวนะให้กับเกษตรกร ผู้ประกอบการ และผู้สนใจ เพื่อใช้เป็นแนวทางในการจัดการใช้สารเสริมกรดอินทรีย์และไวตามินในน้ำดื่มที่มีความปลอดภัยต่อไก่เนื้อและผู้บริโภคด้วย

วิธีการศึกษา

สัตว์ทดลองและการวางแผนการทดลอง

การทดลองนี้กำหนดการใช้จำนวนสัตว์ทดลองด้วยโปรแกรม G power version 3.1.9.7 (Faul et al., 2007) เพื่อให้มีความเหมาะสมและเพียงพอตามหลักจรรยาบรรณการใช้สัตว์ ใบอนุญาตใช้สัตว์ U1-03187-2559 ทำการวางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design; CRD) โดยใช้ ไก่เนื้อเพศผู้สายพันธุ์ Ross อายุ 7 วัน จำนวนทั้งหมด 160 ตัว ทำการสุ่มไก่ออกเป็น 4 กลุ่ม ๆ ละ 4 ซ้ำ ๆ ละ 10 ตัว โดยกลุ่มที่ 1 ไก่เนื้อ

ไม่ได้รับสารเสริม (CO; กลุ่มควบคุม), กลุ่มที่ 2 (OA) เสริมกรดอินทรีย์รวมปริมาณ 1 มล/น้ำ 1 ลิตร ให้ไก่ตั้งแต่อายุ 7-35 วัน, กลุ่มที่ 3 (VM) เสริมไวตามินรวมปริมาณ 1 กรัม/น้ำ 1 ลิตร ให้ไก่ตั้งแต่อายุ 7-35 วัน และกลุ่มที่ 4 (VO) เสริม VM ให้ไก่ที่อายุ 7-21 วัน และ OA ที่อายุ 22-35 วัน

สารเสริมกรดอินทรีย์รวม (Lovit acid®, Kaesler animal nutrition, Germany) ที่ใช้ในการทดลอง ปริมาณ 1 กิโลกรัมจะประกอบไปด้วย กรดฟอร์มิค (formic acid) 33.5%, กรดแลคติค (lactic acid) 20%, กรดโปรปิโอนิค (propionic acid) 10%, กรดอะซิติค (acetic acid) 8%, กรดซิตริค (citric acid) 3% และสารเสริมไวตามินสังเคราะห์ทางการค้า ปริมาณ 1 กิโลกรัม จะประกอบด้วย ไวตามินเอ 20,000,000 IU, ไวตามินดี (D3) 4,000,000 IU, ไวตามินอี 22,000 IU, ไวตามินเค (K3) 4.0 g, ไวตามินบี (B1, 2, 3, 5, 6, 12) 26.05 g, ไวตามินซี 15 g และสารเสริมอื่น ๆ

ไก่เนื้อในการทดลองจะได้รับวัคซีนในการป้องกันโรคหลอดลมอักเสบร่วมกับนิวคลาสเซิล และวัคซีนกัมโบโร่ที่ไก่อายุ 14 และ21 วัน ตามลำดับ ไก่เนื้อจะถูกเลี้ยงในโรงเรือนเปิด ขนาดคอกไก่ 2.50 ตร.ม./ซ้ำ ใช้แกลบเป็นวัสดุรองพื้น และอาหารที่ไก่เนื้อได้รับ จะใช้อาหารสำเร็จรูปทางการค้าแบ่งเป็น 2 ช่วงอายุ ได้แก่ ช่วงอายุแรกเกิดถึง 3 สัปดาห์ (มีโปรตีนหยาบ 21%) และช่วงอายุ 4 - 6 สัปดาห์ (มีโปรตีนหยาบ 18%) ไก่ทุกกลุ่มทดลองจะได้รับอาหารและน้ำดื่มอย่างเต็มที่ (*ad libitum*) โดยในแต่ละวันจะให้น้ำและอาหาร 2 ช่วง คือ เวลา 7.00 และ 17.00น.

การเก็บรวบรวมข้อมูล

ทำการบันทึกข้อมูลจากการทดลองตั้งแต่ไก่อายุ 7 วัน โดยจะบันทึกน้ำหนักไก่ น้ำหนักอาหารที่กิน และปริมาณน้ำดื่ม เพื่อคำนวณประสิทธิภาพการผลิตทุกสัปดาห์ของทุกกลุ่ม เมื่อสิ้นสุดการทดลองที่ไก่อายุ 42 วัน จะทำการสุ่มไก่กลุ่มละ 24 ตัว แบ่งเป็น 2 ชุดๆ ละ 12 ตัว;

ไก่ชุดที่ 1 จะถูกใช้เพื่อศึกษาด้านคุณลักษณะซาก โดยจะทำการชำแหละซากไก่ตามหลักสากล เพื่อคำนวณเป็นผลผลิตจากซาก ได้แก่ เปอร์เซ็นต์ซาก (dressing percentage) เปอร์เซ็นต์ชิ้นส่วนตัดแต่ง (retail cut percentage) และนำชิ้นส่วนเนื้อหน้าอกของแต่ละกลุ่มมาศึกษาวิเคราะห์ผลด้านคุณภาพเนื้อ ได้แก่ ค่าความสามารถในการอุ้มน้ำของเนื้อ (water holding capacity; WHC), ค่าแรงตัดผ่านเนื้อ (shear force value) และวิเคราะห์ผลด้านเนื้อสัมผัส (texture profile analysis; TPA) จะประเมินผลด้วยเครื่อง Texture analyzer, Stable Micro System, TA-XTPlus, UK (Jaturasitha et al., 2008; Filho et al., 2017; Gallegos et al., 2019; Khenjan et al., 2022; Weimer et al., 2022)

ไก่ชุดที่ 2 จะถูกเก็บตัวอย่างของเหลวจากบริเวณไส้ตันเพื่อตรวจนับจุลินทรีย์ โดยการเก็บตัวอย่างดัดแปลงจากวิธีการของ Khenjan et al. (2022); Erener et. al. (2011) ในการวิเคราะห์จะนำของเหลวในไส้ตันในปริมาณ 1 กรัม ทดสอบด้วยวิธี Spread plate technique ทำการตรวจนับจุลินทรีย์ Lactic acid bacteria*, Escherichia coli (E. coli)*, Enterococcus และ total bacteria ซึ่งการตรวจแบคทีเรียกรดแลคติกจะใช้อาหาร MRS agar, *Escherichia coli* ใช้อาหาร MacConkey agar*, Enterococcus* ใช้อาหาร Slanetz and Bartley medium และ total bacteria ใช้อาหาร Plate count agar (PCA) บ่มที่อุณหภูมิ 37 °C เป็นเวลา 48 ชั่วโมง จากนั้นตรวจนับจำนวนโคโลนีบนอาหารเลี้ยงเชื้อ (Log CFU/กรัม)

การวิเคราะห์ข้อมูล

ข้อมูลที่ได้จากผลการทดลองนำมาวิเคราะห์ความแปรปรวน (analysis of variance) แบบทางเดียว (one-way ANOVA) ตามแผนการทดลองแบบ completely randomized design (CRD) และเปรียบเทียบหาความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's new multiple range test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยใช้ R statistical software version 1.3.1056 (R Studio, 2020)

ผลการศึกษาและวิจารณ์

ผลสมรรถภาพการผลิตและค่าตอบแทนที่ได้รับ

ผลการจัดโปรแกรมการเสริมกรดอินทรีย์รวมและไวตามินรวมในน้ำดื่มต่อสมรรถภาพการผลิตและผลตอบแทนที่ได้รับ (Table 1) พบว่า การใช้สารเสริมในการทดลองตั้งแต่ระยะแรกที่ไก่อายุ 7 - 21 วัน ส่งผลให้ไก่เนื้อในกลุ่มที่ 2 - 4 มีค่าเฉลี่ยผลรวมน้ำหนักที่เพิ่มขึ้นมากกว่ากลุ่มควบคุมมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P<0.01$) แต่ระหว่างช่วงอายุ 22 - 42 วันไก่ในกลุ่มควบคุมมีน้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้นไม่แตกต่างกับกลุ่ม VM ($P>0.05$) อย่างไรก็ตาม เมื่อพิจารณาผลจนกระทั่งสิ้นสุดการทดลอง พบว่า ค่าเฉลี่ยน้ำหนักที่เพิ่มขึ้นของกลุ่มที่ 2 - 4 ที่ได้รับโปรแกรมสารเสริมนั้นมีค่าเฉลี่ยน้ำหนักที่เพิ่มขึ้นมากกว่ากลุ่มที่ไม่ได้รับสารเสริม (กลุ่มควบคุม) ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P<0.01$) สอดคล้องกับการศึกษาของ Ali et al. (2020) ที่พบว่า การเสริมกรดอินทรีย์รวมที่ประกอบด้วย กรดฟอร์มิค กรดแลคติค โปรปิโอนิค และกรดซิตริคผสมในน้ำดื่มส่งผลให้ไก่เนื้อมีน้ำหนักที่เพิ่มขึ้นมากกว่ากลุ่มที่ไม่ได้รับสารเสริม Phoprasit et al. (2014) พบว่า การใช้สารเสริมกรดอินทรีย์ร่วมกับไวตามินผสมในน้ำดื่มให้กับไก่เนื้อตั้งแต่อายุ 1 - 42 วันนั้น ส่งผลให้ไก่เนื้อมีน้ำหนักตัวสุดท้าย น้ำหนักที่เพิ่มขึ้น และอัตราการเจริญเติบโตสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P<0.01$) ทั้งนี้อาจเนื่องจากคุณสมบัติที่ดีของไวตามินและกรดอินทรีย์ โดยไวตามินรวมประกอบไปด้วยไวตามินที่หลากหลายชนิด ได้แก่ ไวตามิน A, D, E, K, C, B ที่เป็นสารอาหารที่จำเป็นสามารถดูดซึมที่บริเวณลำไส้เล็กได้โดยตรง ซึ่งสารอาหารเหล่านี้มีส่วนช่วยกระบวนการเมทาบอลิซึม (metabolism) ของไก่เนื้อ (Sadarman et al., 2021) และการเสริมไวตามินรวมให้กับไก่เนื้อสามารถเพิ่มน้ำหนักตัว ผลผลิตของเนื้อและป้องกันโรคขาดสารอาหาร และสามารถลดอัตราการตายของไก่ได้ (Kamalzadeh et al., 2009; Rahman et al., 2012; Islam & Nishibori, 2017) Ma et al. (2021) รายงานว่า ไก่เนื้อที่ได้รับการเสริมกรดอินทรีย์รวมปริมาณ 3,000 มก./กก.และ 6,000 มก./กก.อาหาร ให้ผลอัตราการเจริญเติบโต และน้ำหนักสุดท้ายที่อายุ 42 วันสูงกว่ากลุ่มที่ไม่ได้รับการเสริม ($P<0.01$) ค่าเฉลี่ยของปริมาณอาหารที่กินและ FCR ตลอดการทดลองของกลุ่ม VO ต่ำกว่ากลุ่มควบคุมและกลุ่ม VM ($P<0.01$) เนื่องมาจากคุณสมบัติที่ดีของกรดอินทรีย์ยังส่งเสริมการเพิ่มประสิทธิภาพการย่อยอาหารและการเจริญเติบโตของไก่ (Açıkgöz et al., 2011; Khan & Iqbal, 2016; Hamid et al., 2018; Bouassi et al., 2021) โดยเป็นไปได้ว่า กลไกออกฤทธิ์ของกรดอินทรีย์นั้นมีความเกี่ยวข้องกับลด pH ในอาหารและลด pH ของระบบทางเดินอาหารภายหลังจากที่มีอาหารเข้ามา และยังส่งเสริมการใช้ประโยชน์จากอาหารเพิ่มขึ้น (Kim et al., 2015) เมื่อวิเคราะห์ผลค่าดัชนีประสิทธิภาพผลผลิต (Performance index; PI index) ตลอดการทดลองพบว่า กลุ่มที่เสริมสารเสริมในน้ำดื่มทุกกลุ่มมีค่า PI สูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P<0.01$) สอดคล้องกับ Sadarman et al. (2021) ที่รายงานว่า การใช้สารเสริมไวตามินรวมในน้ำดื่มทำให้ PI index ของไก่เนื้อเพิ่มขึ้น ผลอัตราการรอดชีวิตของไก่กลุ่มที่ได้รับสารเสริมมีแนวโน้มอัตราการรอดชีวิตสูงกว่ากลุ่มควบคุม ($P>0.05$) สอดคล้องกับ Phoprasit et al. (2014) รายงานว่า การเสริมไวตามินและไวตามินร่วมกับกรดอินทรีย์ให้ผลอัตราการตายของไก่เนื้อต่ำกว่ากลุ่มควบคุม ($P>0.05$) ทั้งนี้อาจเนื่องมาจาก ไวตามินให้ผลการตอบสนองภูมิคุ้มกัน เป็นสารต้านอนุมูลอิสระ ต่อต้านการอักเสบ บรรเทาอาการหงอยซึม และปัญหาสุขภาพของไก่เนื้อที่เลี้ยงภายใต้สภาวะความเครียดจากความร้อน ส่งผลให้อัตราการรอดชีวิตสูง (Kim et al., 2021) อีกทั้งกรดอินทรีย์เป็นสารที่ส่งเสริมการทำงานของระบบภูมิคุ้มกัน ปกป้องระบบทางเดินอาหารปรับสมดุลจุลินทรีย์ในระบบทางเดินอาหารและช่วยส่งเสริมสุขภาพไก่ (Mustafa et al. 2021; Pham et al., 2020) กลุ่มที่มีการเสริมไวตามินรวมและกรดอินทรีย์รวมในน้ำดื่มไม่ส่งผลกระทบต่อการบริโภคน้ำดื่มเมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุม ($P>0.05$) ซึ่งสอดคล้องกับการรายงานของ Phoprasit et al. (2014) ที่พบว่า กลุ่มไก่ที่ได้รับการเสริมไวตามินรวมปริมาณ 1 กรัม/น้ำ 1 ลิตร และกลุ่มไก่ที่ได้รับการเสริมไวตามิน 1 กรัม/น้ำ 1 ลิตร ร่วมกับการเสริมกรดอินทรีย์รวมปริมาณ 1 มล./น้ำ 1 ลิตรมีผลปริมาณการดื่มน้ำไม่มีความแตกต่างกับกลุ่มควบคุม ($P>0.05$) อย่างไรก็ตามให้ผลตรงข้ามกับการทดลองของ Arce-Menocal et al. (2020) ที่รายงานว่า ไก่ที่ได้รับการเสริมกรดอินทรีย์รวมปริมาณ 0.3 และ1 ลิตร/น้ำ 1,000ลิตร ส่งผลให้มีปริมาณการบริโภคน้ำดื่มเพิ่มขึ้น 2.23 และ 2.42%

ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบกับไก่ที่ไม่ได้รับการเสริมกรดอินทรีย์ (P<0.05) แต่ในขณะที่ Ali et al. (2020) พบว่า การเสริมกรดอินทรีย์รวมในน้ำดื่มส่งผลให้การบริโภคน้ำดื่มของไก่ลดลง แต่อย่างไรก็ตามไม่ส่งผลกระทบต่อประสิทธิภาพการผลิตด้านอื่น

Table 1 Productive performance of broilers on supplemented with various mixed additive in drinking water.

Items	T1 (CO)	T2 (OA)	T3 (VM)	T4 (VO)	SEM	P-value
Initial weight (g/bird)	202.31	200.86	202.18	202.20	0.479	0.717
Final weight (g/ bird)	2816.53^{a}	2889.38^{bc}	2869.28^{b}	2904.02^{c}	9.801	0.000
Weight gain; WG (g/bird)						
7 - 21 days of age	728.14^{a}	759.58^{b}	761.12^{b}	768.83^{b}	4.688	0.001
22 - 42 days of age	1886.08^{a}	1928.93^{b}	1905.97^{ab}	1932.98^{b}	6.355	0.011
7-42 days of age	2614.22^{a}	2688.52^{b}	2667.10^{b}	2701.82^{b}	9.885	0.000
Feed in take; FI (g/bird)						
7 - 21 days of age	899.83	877.36	901.88	890.12	5.305	0.370
22 - 42 days of age	3163.28^{b}	3100.53^{ab}	3177.61^{b}	3059.65^{a}	18.473	0.062
7-42 days of age	4063.12^{b}	3977.90^{ab}	4079.50^{b}	3949.77^{a}	20.184	0.037
Feed conversion ratio; FCR						
7 - 21 days of age	1.23^{b}	1.15^{a}	1.18^{a}	1.16^{a}	0.010	0.005
22 - 42 days of age	1.68^{c}	1.61^{ab}	1.67^{bc}	1.58^{a}	0.013	0.017
7-42 days of age	1.55^{b}	1.47^{a}	1.52^{b}	1.46^{a}	0.010	0.003
Water consumption (L/bird)						
7 - 21 days of age	1.86	1.82	1.89	1.88	0.012	0.195
22 - 42 days of age	6.41	6.42	6.43	6.36	0.016	0.577
7-42 days of age	8.27	8.24	8.32	8.25	0.020	0.516
Survival rate; SR (%)						
7 - 21 days of age	96.25	98.75	100.00	100.00	0.721	0.217
22 - 42 days of age	86.66	95.00	95.00	95.00	1.547	0.132
7-42 days of age	90.50	96.50	97.00	97.00	1.062	0.061
Production index; PI[1/]	390.55^{a}	448.96^{b}	433.32^{b}	459.19^{b}	8.36	0.004

$^{a, b, c}$ indicated the difference within a row was significant (P<0.01)

[1/] Production index (PI) = $\left\{\frac{[\text{Final BW;(kg)} \times \text{SR;(\%)}] \times 100}{[\text{Feeding period (42 day of age)} \times \text{FCR}]}\right\}$

ผลด้านต้นทุนค่าอาหารรวมต้นทุนค่าสารเสริมแสดงใน Table 2 พบว่า ทุกกลุ่มมีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05) น้ำหนักเมื่อสิ้นสุดการทดลองของไก่เนื้อในกลุ่มที่ใช้สารเสริมในน้ำดื่มมีค่ามากกว่ากลุ่มควบคุม (P<0.01) ดังนั้นเมื่อขายไก่มีชีวิตหน้าฟาร์มที่ราคากิโลกรัมละ 36 บาท จึงส่งผลให้ได้รับผลตอบแทนสูงกว่ากลุ่มควบคุม (P<0.05) ซึ่งให้ผลไปในทิศทางเดียวกันกับงานทดลองของ Islam & Nishibori (2017) ที่พบว่า กลุ่มไก่เนื้อพันธุ์ Cobb-500 ที่ได้รับการเสริมไวตามินรวม และกลุ่มที่ได้รับการเสริมกรดอินทรีย์ร่วมกับไวตามินรวม ตั้งแต่อายุ 1 - 35 วัน ส่งผลให้ได้รับผลกำไรจากการขายไก่มีชีวิตมากกว่ากลุ่มควบคุม และเมื่อวิเคราะห์ผลกำไรและเปอร์เซ็นต์ผล

กำไรจากการขายไก่มีชีวิตหักลบจากต้นทุนค่าอาหาร ค่าสารเสริม และค่าลูกไก่ในการทดลองครั้งนี้ พบว่า กลุ่ม VO และ OA ได้รับผลกำไรและเปอร์เซ็นต์กำไรต่อการลงทุนมากกว่ากลุ่มควบคุม (P<0.05) สอดคล้องกับรายงานของ Ndelekwute et al., (2015) ที่พบว่า การเสริมกรดอินทรีย์ในน้ำดื่มให้ไก่เนื้อพันธุ์ Abor acres จนกระทั่งอายุ 56 วัน ส่งผลให้ได้รับผลกำไรจากการขายไก่เนื้อมีชีวิตมากกว่ากลุ่มที่ไม่ได้เสริมกรดอินทรีย์ (P<0.05) นอกจากนี้ Ózsvári et al. (2017) ยังพบว่า การเสริมไวตามินและแร่ธาตุในการเลี้ยงส่งผลให้ไก่เนื้อมีอัตราการตายต่ำ มีน้ำหนักมีชีวิตก่อนฆ่าสูง จึงทำให้ได้รับผลตอบแทนกำไรสูงกว่ากลุ่มที่ไม่ได้ใช้สารเสริม

Table 2 Cost benefits of broiler on supplemented with various mixed additive in drinking water.

Items	T1 (CO)	T2 (OA)	T3 (VM)	T4 (VO)	SEM	P-value
Selling prices of final weight (36 THB/kg)	101.39^{a}	104.01^{bc}	103.29^{b}	104.54^{c}	0.352	0.000
Feed cost per gain; FCG[1/] (THB/kg/bird)	63.95^{b}	62.61^{ab}	64.21^{b}	62.18^{a}	0.316	0.037
Cost of feed additives; CFD (THB/bird)	0.00^{a}	1.33^{d}	0.84^{b}	1.17^{c}	0.133	0.000
Total FCG and CFD (THB/bird)	63.95	63.94	65.05	63.36	0.275	0.171
Returns from investment; RFI[2/](THB/bird)	19.43^{a}	22.07^{bc}	20.23^{ab}	23.18^{c}	0.494	0.011
Returns on investment; ROI[3/] (%)	30.39^{a}	34.53^{ab}	31.13^{a}	36.65^{b}	0.893	0.022

[1/]FCG = (FCR × WG × Feed cost)

[2/]Returns from investment (RFI) = [Selling prices of live chicken – (Total FCG and CFD + Price of live chick; 18 THB/chick)]

[3/]Returns of investment; ROI (%) = [(RFI/ Total FCG and CFD) × 100]

$^{a, b, c, d}$ indicated the difference within a row was significant (P<0.05).

ผลคุณลักษณะซากและคุณภาพเนื้อ

คุณลักษณะซากของไก่เนื้อจากการทดลองแสดงผลใน Table 3 พบว่า กลุ่มที่ใช้สารเสริมไวตามินและกรดอินทรีย์ในน้ำดื่มมีผลปริมาณเปอร์เซ็นต์ซาก ชิ้นส่วนซาก และอวัยวะภายใน ได้แก่ ตับ หัวใจ กึ๋น กระเพาะแท้ และลำไส้แตกต่างกับกลุ่มควบคุมอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05) สอดคล้องกับ Adil et al., (2010) ที่รายงานว่า ไก่เนื้อที่ได้รับการเสริมกรดอินทรีย์ในอาหารให้ผลเปอร์เซ็นต์ซาก กึ๋น ตับ หัวใจ ไม่แตกต่างกับกลุ่มควบคุม (P>0.05) Phoprasit et al. (2014) พบว่า ไก่เนื้อที่ได้รับการเสริมไวตามินรวมและกรดอินทรีย์รวมในน้ำดื่มให้ผลเปอร์เซ็นต์ซากและชิ้นส่วนซากไม่แตกต่างกับกลุ่มควบคุม (P>0.05) แต่ในการทดลองครั้งนี้พบว่า กลุ่ม OA และ VO มีเปอร์เซ็นต์น้ำหนักม้ามมากกว่ากลุ่มควบคุม (P<0.05) เช่นเดียวกับ Ndelekwute et al., (2019) ได้รายงานว่า ไก่ที่ไม่ได้รับสารเสริมกรดอินทรีย์ มีเปอร์เซ็นต์น้ำหนักม้ามน้อยกว่ากลุ่มที่เสริมกรดอินทรีย์ในอาหาร ทั้งนี้ม้ามจัดว่าเป็นอวัยวะในระบบภูมิคุ้มกัน (lymphoid organ) ซึ่งอวัยวะนี้ถือว่าเป็นเครื่องบ่งชี้ถึงสุขภาพของไก่ได้ และน้ำหนักของม้ามที่เพิ่มขึ้นมีความสัมพันธ์กับกิจกรรมการตอบสนองของภูมิคุ้มกันที่จะพัฒนาไปเป็นทีลิมโฟร์ไซต์ (T-lymphocytes) ต่อไป (Martínez et al., 2021) นอกจากนี้ Lohaka et al., (2005) ให้ข้อมูลว่า การเสริมกรดอินทรีย์ให้ไก่เนื้อสามารถส่งเสริมการทำงานของวิถีเฮกโซส โมโนฟอสเฟต (hexose monophosphate pathway) มีส่วนเพิ่มการหมุนเวียนของภูมิคุ้มกันภายในเลือด (circulating antibody) สามารถกระตุ้นให้มีการสังเคราะห์สารภูมิคุ้มกันอีกหลายชนิด เช่น Interleukin-2, CD4, CD8, natural killer (NK) cells, TCR-II lymphocytes และ B cells ให้มีการตอบสนองต่อแอนติเจนจากภายนอก (exogenous antigen) ที่เข้าสู่ร่างกายได้อย่างรวดเร็ว (Khan & Iqbal, 2016)

Table 3 Carcass traits and retail cuts of broiler on supplemented with various mixed additive in drinking water.

Items	T1 (CO)	T2 (OA)	T3 (VM)	T4 (VO)	SEM	P-value
Live weight (g/head)	2531.68	2569.16	2579.16	2557.50	21.334	0.899
Dressing (g $100g^{-1}$ BW)	76.06	77.18	76.69	76.90	0.330	0.714
Retail meat cuts (g $100g^{-1}$ BW)						
Wing	9.46	9.72	9.54	9.80	0.090	0.571
Drumstick	13.56	13.34	13.80	13.25	0.123	0.424
Thigh	17.17	16.39	17.31	17.10	0.258	0.638
Pectoralis major	29.64	30.30	29.82	29.72	0.341	0.925
Pectoralis minor	5.56	5.57	5.53	5.58	0.079	0.998
Neck and head	5.46	5.48	5.28	5.25	0.156	0.946
Feet and shank	3.55	3.44	3.49	3.59	0.055	0.798
Liver	1.83	1.88	1.77	1.81	0.032	0.709
Spleen	0.12^{a}	0.25^{b}	1.99^{ab}	0.21^{b}	0.017	0.039
Heart	0.49	0.43	0.44	0.47	0.011	0.173
Gizzard and proventriculus	2.32	2.09	2.26	2.10	0.054	0.366
Intestine	3.04	2.58	2.76	2.92	0.072	0.121
Skeleton bone	22.23	24.37	23.45	23.44	0.502	0.560
$pH_{45\ min.}$	6.47	6.45	6.48	6.42	0.016	0.683
$pH_{24\ Hrs.}$	6.03	6.11	6.12	6.09	0.025	0.651
Water Holding Capacity; WHC (%)						
Drip loss (DL)	4.91	4.42	4.60	4.95	0.208	0.795
Grilling loss (GL)	25.78	22.79	25.41	22.96	0.655	0.233
Thawing loss (TL)	3.30	3.69	3.81	3.32	0.281	0.903
Boiling loss (BL)	17.40	16.81	16.16	17.03	0.298	0.540
Total loss[1/]	20.71	20.50	19.97	20.36	0.407	0.942

[a, b] indicated the difference within a row was significant ($P<0.05$)

[1/]Thawing loss and Boiling loss.

การศึกษาผลด้านคุณภาพเนื้อของไก่จากการทดลอง พบว่า pH หลังฆ่า ค่าเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำในการเก็บรักษา การละลายน้ำแข็ง และจากการประกอบอาหารของทุกกลุ่มทดลองไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) แสดงผลในทิศทางเดียวกับ Nguyen & Kim (2020) ที่พบว่า การเสริมกรดอินทรีย์ที่ระดับ 0.25, 0.5, 0.75 และ 1 กรัม/กก.อาหาร ให้ผลค่า pH ลักษณะสีของเนื้อ ความสามารถในการอุ้มน้ำของเนื้อไม่แตกต่างจากกลุ่มควบคุม ($P>0.05$) ซึ่งให้ผลตรงข้ามกับ Phoprasit et al. (2014) ที่พบว่า การเสริมไวตามินรวม และไวตามินรวมร่วมกับการเสริมกรดอินทรีย์ให้กับไก่เนื้อตั้งแต่อายุ 1 - 42 วัน ส่งผลให้สูญเสียน้ำในเก็บรักษาต่ำกว่ากลุ่มที่ไม่ได้รับการเสริม ทั้งนี้อาจเนื่องจากระยะเวลาการจัดโปรแกรมการใช้สารเสริมไวตามินรวม และกรดอินทรีย์ในไก่เนื้อในการทดลองครั้งนี้ใช้ระยะเวลาสั้น (อายุ 7 - 35 วัน) แต่ทำการฆ่าเพื่อศึกษาคุณภาพซากที่อายุ 42 วันจึงทำให้ปริมาณของกรดอินทรีย์ และไวตามินที่ร่างกายเคยได้รับมีการสะสมในเนื้อเยื่อปริมาณลดน้อยลง จึงส่งผลให้คุณภาพเนื้อหลังฆ่าไม่แตกต่างกับกลุ่ม

ควบคุม ส่วนผลการวิเคราะห์เนื้อสัมผัส (TPA) ค่าแรงตัดผ่านเนื้อ ค่าความแข็ง ค่าความสามารถยืดหยุ่นของเนื้อ ของทุกกลุ่มไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) (แสดงใน Table 3 & 4)

Table 4 Meat quality of broilers on supplemented with various mixed additive in drinking water.

Items	T1 (CO)	T2 (OA)	T3 (VM)	T4 (VO)	SEM	P-value
Textural profile analysis test						
WB Shear force (g)	2693.49	2526.43	2688.53	2536.48	103.02	0.909
Hardness (g)	7711.98	5376.94	7198.85	6104.60	462.51	0.283
Springiness (ratio)	0.42	0.38	0.40	0.39	0.008	0.525
Cohesiveness (ratio)	0.31	0.33	0.32	0.30	0.009	0.736
Gumminess (g)	2409.73	1778.37	2329.77	1791.60	152.437	0.307
Chewiness (g mm)	978.07	655.58	961.86	678.92	71.352	0.214

ผลปริมาณจุลินทรีย์ในไส้ตัน

ไก่เนื้อที่ได้รับสารเสริมในน้ำดื่มมีปริมาณแบคทีเรียแลคติก (Lactic acid bacteria) ในไส้ตันสูงกว่ากลุ่มควบคุม (P<0.01) สอดคล้องกับการรายงานของ Nosrati et al. (2017) ที่พบว่า ไก่ที่ได้รับการเสริมไวตามินซี (0.1 กรัม/ลิตร) และไก่ที่ได้รับการเสริมกรดอินทรีย์ butyric acid (5 ซีซี/ลิตร) ส่งผลให้มีปริมาณแบคทีเรียแลคติกกลุ่ม Lactobacilli มีปริมาณสูงกว่ากลุ่มที่ไม่ได้รับสารเสริม (P<0.05) โดยแบคทีเรียแลคติกจัดว่าเป็นจุลินทรีย์โปรไบโอติก (probiotic) ในระบบทางเดินอาหาร ซึ่งเป็นจุลินทรีย์ที่มีความสำคัญต่อการพัฒนาภูมิคุ้มกันและส่งเสริมสุขภาพของไก่ (Fajardo et al., 2012) ผลปริมาณ Total bacteria และ *Enterococcus* ในการทดลองครั้งนี้ไม่แตกต่างกับกลุ่มควบคุม (P>0.05) แต่อย่างไรก็ตามผลปริมาณจุลินทรีย์ *E. coli* ในกลุ่มที่ใช้สารเสริมกรดอินทรีย์ในน้ำดื่มมีจำนวนน้อยกว่ากลุ่มควบคุม (P<0.01) ให้ผลไปในทิศทางเดียวกับ Hassan et al. (2010) ที่พบว่า การเสริมกรดอินทรีย์ให้ไก่เนื้อปริมาณ 0.06 และ 0.1 เปอร์เซ็นต์ ส่งผลให้ปริมาณ *E. coli* ในลำไส้ลดลงกว่ากลุ่มที่ใช้ยาปฏิชีวนะ Enramycin 0.02 เปอร์เซ็นต์ และกลุ่มควบคุม (P<0.01) และการศึกษาของ Nosrati et al. (2017) ยังรายงานว่า การเสริมไวตามินซีและเสริมกรดอินทรีย์ butyric acid ในน้ำดื่มไก่ทำให้ปริมาณแบคทีเรีย *E. Coli* บริเวณลำไส้เล็กส่วนปลายมีจำนวนน้อยกว่ากลุ่มควบคุม (P<0.05) ทั้งนี้เนื่องมาจากการเพิ่มปริมาณกรดอินทรีย์ให้กับไก่นั้น มีประโยชน์ต่อประสิทธิภาพการผลิตและสามารถลดจำนวนแบคทีเรียก่อโรค (pathogenic bacteria) (Khan & Iqbal, 2016)

Table 5 Caecal bacteria counts of broiler on supplemented with various mixed additive in drinking Water.

Items	T1 (CO)	T2 (OA)	T3 (VM)	T4 (VO)	SEM	P-value
Caecal microbiota type						
Lactic acid bacteria (Log CFU/g)	8.42^{a}	8.83^{b}	8.82^{b}	8.96^{b}	0.064	0.001
Escherichia coli (Log CFU/g)	6.66^{b}	6.19^{a}	6.31^{a}	6.07^{a}	0.073	0.009
Enterococcus (Log CFU/g)	4.77	4.50	4.52	4.56	0.119	0.878
Total Bacteria (Log CFU/g)	9.47	9.27	9.23	9.29	0.046	0305

$^{a, b}$ indicated the difference within a row was significant (P<0.01).

สรุปผลการศึกษา

การจัดโปรแกรมการเสริมไวตามินรวมตั้งแต่อายุ 7-21 วัน ร่วมกับการเสริมกรดอินทรีย์รวมที่อายุ 22-35 วัน ในน้ำดื่ม ส่งผลให้ไก่เนื้อมีดัชนีการผลิตสูงที่สุด และยังให้ผลด้านต้นทุนการผลิตต่ำ ทำให้ได้รับผลกำไรการจากการขายไก่มีชีวิตสูงที่สุด รวมทั้งยังส่งผลให้มีปริมาณแบคทีเรียแลคติกสูงขึ้น และลดปริมาณแบคทีเรีย *E. coli* ในไส้ตันด้วย

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบคุณบริษัทยูเนี่ยนแคสแทป จำกัด ที่สนับสนุนสารเสริมกรดอินทรีย์ที่ในการวิจัย ขอขอบคุณคณาจารย์ เจ้าหน้าที่ และนักศึกษารายวิชาการผลิตสัตว์ปีก สาขาวิชาสัตวศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์และทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก รวมทั้งผู้สนับสนุนทุกท่านและครอบครัวที่ให้ร่วมมือและช่วยเหลือเสมอมา

เอกสารอ้างอิง

Açıkgöz, Z., Bayraktar, H., & Altan, Ö. (2011). Effects of formic acid administration in the drinking water on performance, intestinal microflora and carcass contamination in male broilers under high ambient temperature. Asian-Aust. **Journal of Animal Science**. 24(1), 96-102. doi:10.5713/ajas.2011.10195.

Adil, S., Banday, T., Bhat, G. A., Mir, M. S., & Rehman, M. (2010). Effect of dietary supplementation of organic acids on performance, intestinal histomorphology, and serum biochemistry of broiler chicken. **Veterinary medicine international** 1-7. doi:10.4061/2010/479485.

Ali, A. M., Elagrb, H. M., Hamoud, M. M., Gamal, A. M., Mousa, M. R., Nasr, S. A. E., El-Shater, M. A. H., Laban, S. F., Zahran, O. K., & Ali, M. M. (2020). Effect of acidified drinking water by organic acids on broiler performance and gut health. **Advances in Animal and Veterinary Sciences**. 8(12) , 1301- 1309. doi:10.17582/journal.aavs/2020/ 8.12.1301.1309.

Arce-Menocal, J., Roa-Flores, M., López-Coello, C., Ávila-González, E., Herrera-Camacho, J., & Cortes-Cuevas, A. (2020). Organic acids employment in water and its effect on productive performance in broiler chicks. **Abanico Veterinario.** 10, 1-17. doi:10.21929/abavet2020.36.

Bouassi, T., Libanio, D., Mesa, M. D., Oke, O. E., Gil A. H., Tona, K., & Ameyapoh, Y. (2021). Supplementation with liquid whey and ACIDAL® ML in drinking water affect gut pH and microflora and productive performance in laying hens. **British Poultry Science**. 62(1), 138-146. doi:10.1080/00071668.2020.1824291.

Erener, G., Ocak, N., Altop, A., Cankaya, S., Aksoy, M. H., & Ozturk, E. (2011). Growth performance, meat quality and caecal coliform bacteria count of broiler chicks fed diet with green tea extract. **Asian-Australasian Journal of Animal Sciences**. 24(8), 1128-1135. doi:10.5713/ajas.2011.10434.

Fajardo, P., Pastrana, L., Méndez, J., Rodríguez, I., Fuciños, C., & Guerra, P.N. (2012). Effects of feeding of two potentially probiotic preparations from lactic acid bacteria on the performance and faecal microflora of broiler chickens. **The Scientific World Journal**. 2012, 1-9. doi:10.1100/2012/562635.

Faul, F., Erdfelder E., Lang, A. G., & Buchner A. (2007). G*Power 3: A flexible statistical power analysis program for the social, behavioral, and biomedical sciences. **Behavior Research Methods**. 39(2), 175-191.

Filho, J. A. B., Almeida, M., Shimokomaki, M., Pinheiro, W. J., Silva, A. C., Filho, T. M., Bueno, R. F., & Oba, A. (2017). Growth performance, carcass characteristics and meat quality of Griller- Farsani type broilers of four genetic lines**. Brazilian Journal of Poultry Science**. 19(1), 109-114. doi:10.1590/1806-9061-2016-0261.

Gallegos, R. C., Vázquez, R. S., Martínez, A. H. C., Soto, G. G. J., Garza, R. K. J., Hume, E. M., & Zamora, M. M. G. (2019). Performance, carcass variables, and meat quality of broilers supplemented with dietary Mexican oregano oil. **Brazilian Journal of Poultry Science**. 21(1), 001-010. doi:10.1590/1806-9061-2018-0801.

Hajati, H. (2018). Application of organic acids in poultry nutrition. **International Journal of Avian & Wildlife Biology**. 3(4), 324-329. doi:10.15406/ijawb.2018.03.00114.

Hamid, H., Shi, H. Q., Ma, G. Y., Fan, Y., Li, W. X., Zhao, L. H., Zhang, J. Y., Ji, C., & Ma, Q. G. (2018). Influence of acidified drinking water on growth performance and gastrointestinal function of broilers. **Poultry Science**. 97(10), 3601-3609. doi: 10.3382/ps/pey212.

Hassan, H. M. A., Mohamed, M. A., Youssef, Amani W., & Hassan, Eman R. (2010). Effect of using organic acids to substitute antibiotic growth promoters on performance and intestinal microflora of broilers. **Asian-Australasian Journal of Animal Sciences**. 23(10), 1348-1353. doi:10.5713/ajas.2010.10085.

Islam, A. M. & Nishibori M. (2017). Use of multivitamin, acidifier and Azolla in the diet of broiler chickens. **Asian-Australasian Journal of Animal Sciences**. 30(5), 683-689. doi:10.5713/ajas.16.0395.

Jaturasitha, S., Kayan, A., & Wicke, M. (2008). Carcass and meat characteristics of male chickens between Thai indigenous compared with improved layer breeds and their crossbred. **Archives Animal Breeding**. 51(3), 283-294.

Kamalzadeh, A., Ila, N., & Heydarnejad, O. (2009). Effects of emulsified vitamins on broiler performance. **World Journal of Zoology**. 4(1), 42-46.

Khan, S. H. & Iqbal, J. (2016). Recent advances in the role of organic acids in poultry nutrition. **Journal of Applied Animal Research**. 44(1), 359-369. doi:10.1080/09712119.2015.1079527.

Khenjan, P., Sansawat, A., Chainam, J., Senkwankaew, C., & Sabangban, C. (2022). Effects of supplementing herb mixed drinking water on productive performance, carcass quality, and caecal microbial population. **Khon Kaen Agriculture Journal.** 50(3): 625-635. doi:10.14456/kaj.2022.54. (In Thai).

Kim, D. Y., Kim, J. H., Choi, W. J., Han, G. P., & Kil, D. Y. (2021). Comparative effects of dietary functional nutrients on growth performance, meat quality, immune responses, and stress biomarkers in broiler chickens raised under heat stress conditions. **Animal Bioscience**. 34(11), 1839-1848. doi: 10.5713/ab.21.0230.

Kim, J. W., Kim, H. J., & Kil, Y. D. (2015). Dietary organic acids for broiler chickens: a review. **Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias**. 28, 109-123.

Lohakare, J. D., Ryu, M. H., Hahn, T. W., Lee, J. K., & Chae, B. J. (2005). Effects of supplemental ascorbic acid on the performance and immunity of commercial broilers. **Journal of Applied Poultry Research**. 14(1), 10-19. doi:10.1093/japr/14.1.10.

Ma, J., Wang, J. Mahfuz, S., Long, S., Wu, D., Gao, J., & Piao, X. (2021). Supplementation of mixed organic acids improves growth performance, meat quality, gut morphology and volatile fatty acids of broiler chicken. **Animals**. 11(11), 1-16. doi: 10.3390/ani11113020.

Martínez, Y., Almendares, C. I., Hernández, C. J., Avellaneda, M. C., Urquía, A. M., & Valdivié, M. (2021). Effect of acetic acid and sodium bicarbonate supplemented to drinking water on water quality, growth performance, organ weights, cecal traits and hematological parameters of young broilers. **Animals**. 11(1865), 1-15. doi:10.3390/ani11071865.

Mustafa, A., Bai, S., Zeng, Q., Ding, X., Wang, J., Xuan, Y., Su, Z., & Zhang, K. (2021). Effect of organic acids on growth performance, intestinal morphology, and immunity of broiler chickens with and without coccidial challenge. **AMB Express**. 11(1), 140. doi:10.1186/s13568-021-01299-1.

Ndelekwute, E. K., Essien, B. E., & Mbaba, N. E. (2019). Comparative effect of fish meal, acetic acid and enzymes on meat yield and economics of broiler chickens. **Approaches in Poultry, Dairy & Veterinary Science**. 5(4), 466-470. doi: 10.31031/APDV.2019.05.000619.

Ndelekwute, E.K., Okereke, C.O., Uzegbu, H.O & Amaefule, K.U. (2015). Economics of feeding drinking water containing organic acids to broiler chickens. **Nigeria Agricultural Journal**. 46(1), 133-138.

Nguyen, D. H. & Kim, I. H. (2020). Protected organic acids improved growth performance, nutrient digestibility, and decreased gas emission in broilers. **Animals**. 10(3), 1-11. doi:10.3390/ani10030416.

Nosrati, M., Javandel, F., Camacho, L. M., Khusro, A., Cipriano, M., Seidavi, A., & Salem, Z. M. A. (2017). The effects of antibiotic, probiotic, organic acid, vitamin C, and *Echinacea purpurea* extract on performance, carcass characteristics, blood chemistry, microbiota, and immunity of broiler chickens. **Journal of Applied Poultry Research**. 26(2), 295-306. doi:10.3382/japr/pfw073.

Ózsvári, L., Tisóczki R., Bartha, A., & ÍHorváth, M. K. (2017). The cost-benefit analysis of application of vitamin and mineral supplements in broiler chicken production. **Hungarian Agricultural Engineering**. 31, 45-51. doi: 10.17676/HAE. 2017.31.45.

Pham, V. H., Kan, L., Huang, J., Geng Y., Zhen, W., Guo, Y., Abbas, W., & Wang, Z. (2020). Dietary encapsulated essential oils and organic acids mixture improves gut health in broiler chickens challenged with necrotic enteritis. **Journal of Animal Science and Biotechnology**. 11(18), 1-18. doi:10.1186/s40104-019-0421-y.

Phoprasit, P., Bunchasak, C., Rakangthong, C., & Poeikhampha, T. (2014). Effects of adding vitamins and organic acids into the drinking water on growth performance, carcass yield and meat quality of broilers raised under tropical condition. **Journal of Applied Sciences**. 14(24), 3493-3499. doi: 10.3923/jas.2014.3493.3499.

R studio. (2020). R Studio version 1.3.1056. Retrieved from: https://www.rstudio.com/.

Rahman, A. M., Parvin, S. M., Sarker, R. R. & Islam, T. M. (2012). Effects of growth promoter and multivitamin-mineral premix supplementation on body weight gain in broiler chickens. **Journal of the Bangladesh Agricultural University**. 10(2), 245-248.

Sadarman, A., R., Hamid, A., Saleh, E., Zain, N. H. W., Sholikin, M. M., Prihambodo, R. T., Harahap, P. R., Solfaine R., Sofyan, A., & Irawan A. (2021). The effects of mixed vitamins, minerals, fatty acids and amino acids supplementation into drinking water on broiler chickens' performance and carcass traits. **Journal of World's Poultry Research**. 11(1), 47-52. https://doi.org/10.36380/jwpr.2021.7.

Weimer, S. L., Zuelly, S., Davis, M., Karcher, D. M., & Erasmus, M. A. (2022). Differences in carcass composition and meat quality of conventional and slow-growing broiler chickens raised at 2 stocking densities. **Poultry Science**. 101(6), 1-9. doi:10.1016/j.psj.2022.101833.

วันรับบทความ (Received date) : 20 มิ.ย. 65
วันแก้ไขบทความ (Revised date) : 4 ต.ค. 65
วันตอบรับบทความ (Accepted date) : 7 เม.ย. 66