

การใช้ผลิตภัณฑ์น้ำมันหอมระเหยชนิดละลายน้ำเพื่อการป้องกัน โรคบิดในไก่เนื้อ

Using essential oil products through drinking water for coccidiosis prevention in broiler

วรรณวิภา วรรณศิริ¹, นันทวัน บุญยะประภัศร์², ทวีศักดิ์ ส่งเสริม³ และ นวลจันทร์ พารักษา^{1*}

Wanvipa Wannasiri¹, Nuntawan Bunyapraphatsara² and Thaweesak Songserm³
and Nuanchan Paraksa^{1*}

บทคัดย่อ: การศึกษาประสิทธิภาพการป้องกันโรคบิดของผลิตภัณฑ์น้ำมันหอมระเหยละลายน้ำในไก่เนื้อเพศผู้จำนวน 84 ตัว แบ่งเป็น 7 กลุ่มๆ 4 ซ้ำๆ 3 ตัว เลี้ยงแบบขังกรง โดยกลุ่ม 1-2 ไม่ได้รับเชื้อบิดและเสริมซาลิโนมายซินระดับ 0 และ 60 พีพีเอ็ม กลุ่ม 3-7 ได้รับเชื้อบิด *E. tenella* 2,500 โอโอซิสต์/ตัว และเสริมซาลิโนมายซินระดับ 0, 60 พีพีเอ็ม, น้ำมันกระชาย ไหระพา และอบเชยจีนละลายน้ำดื่มที่ 0.4, 0.6 และ 0.2 มล./มล.ตามลำดับ เก็บเนื้อเยื่อไส้ติ่งหลังจากการออกเชื้อบิด 7 และ 14 วัน เพื่อให้คะแนนรอยโรคบิดทั้งด้วยตาเปล่าและตรวจลักษณะทางจุลพยาธิวิทยา พบว่าไก่ที่ได้รับเชื้อบิดแต่ไม่เสริมสารใดๆ มีคะแนนรอยโรคบิดสูงสุด การเสริมซาลิโนมายซินมีผลให้คะแนนรอยโรคบิดต่ำสุด ส่วนการเสริมน้ำมันหอมระเหยทั้ง 3 ชนิดทำให้คะแนนรอยโรคบิดลดลงและไม่แตกต่างจากการเสริมซาลิโนมายซิน ($P>0.05$) จึงศึกษาผลของผลิตภัณฑ์น้ำมันหอมระเหยทั้ง 3 ชนิดต่อสมรรถภาพการผลิตของไก่เนื้อในสภาพการเลี้ยงปกติในการทดลองที่ 2 โดยใช้ไก่เนื้อจำนวน 672 ตัว แบ่งเป็น 7 กลุ่มๆ 24 ตัว ใช้กลุ่มทดลองเหมือนกับการทดลองที่ 1 พบว่าการได้รับเชื้อบิดมีผลให้ไก่กินอาหารลดลงแต่ไม่มีผลต่อสมรรถภาพ การผลิต และการเสริมซาลิโนมายซินและน้ำมันหอมระเหยไม่ช่วยให้สมรรถภาพการผลิตของไก่เนื้อดีขึ้น ($P>0.05$)

คำสำคัญ: กระชาย, ไหระพา, อบเชยจีน, โรคบิด, ไก่เนื้อ

ABSTRACT: Two experiments were assigned to investigate the coccidiosis preventive ability of water soluble essential oil (ES) products from *Boesenbergia pandurata*, *Ocimum basilicum* and *Cinnamomum cassia* in broilers. Anti-coccidial efficacy was investigated in experiment 1. Eighty four day-old broilers were allocated into seven groups with four replicates of three broilers each, which was kept in battery cage and was randomly assigned in one of the experimental treatments. Treatment 1-2 were non-challenged with *E. tenella* groups and supplemented with 0 and 60 ppm salinomycin, whereas treatment 3- 7 were groups challenged with 2,500 oocysts from *E. tenella* and

¹ ภาควิชาสัตวบาล คณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน นครปฐม 73140
Department of Animal Science, Faculty of Agriculture at Kamphaeng Saen, Kasetsart University, Kamphaeng Saen Campus, Nakhon Pathom, 73140

² คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล กรุงเทพฯ 10400
Faculty of Pharmacy, Mahidol University, Bangkok, 10400

³ ภาควิชาพยาธิวิทยา คณะสัตวแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน นครปฐม 73140
Department of Pathology, Faculty of Veterinary Medicine, Kasetsart University, Kamphaeng Saen Campus, Nakhon Pathom, 73140

* Corresponding author: agmupa@ku.ac.th

supplemented with 0, 60 ppm salinomycin, 0.4, 0.6 and 0.2 $\mu\text{l}/\text{ml}$. ES products from *B. pandurata*, *O. basilicum* and *C. cassia*, respectively. Caecal tissues were collected at 7 and 14 days after challenge for lesion scoring, which was evaluated by using pathogenic changes with and without microscopic examination. Results showed that no pathogenic lesion of coccidian was found in non-challenged groups, whereas the oocyst-challenged groups with and without salinomycin supplementation showed the lowest and highest scores, respectively. Application of ES products through drinking water could reduce the lesion score with non-significantly difference from salinomycin supplementation. Thus, the effects of these three ES products on performances of broiler were further investigated in experiment 2. Six hundreds and seventy two day-old chickens were divided into seven groups with four replicates which consisted of twenty four broilers (equal male and female) and was randomly received one of experimental treatments as in experiment 1. The results showed that oocysts challenge had detrimental effect on the feed intake of broiler ($P < 0.05$), but growth performance and feed utilization were not significantly affected. However, dietary supplementation with 60 ppm salinomycin and application of ES products through drinking water could not significantly improve the productive performances of *Eimeria* challenged broilers in this study.

Keywords: *Boesenbergia pandurata*, *Ocimum basilicum*, *Cinnamomum cassia*, Coccidiosis, Broiler

บทนำ

อุตสาหกรรมไก่เนื้อเป็นอุตสาหกรรมหนึ่งที่มีความสำคัญต่อเศรษฐกิจไทย ด้วยปริมาณการส่งออกที่มีมากกว่าร้อยละ 85 ในกลุ่มสินค้าปศุสัตว์ทั้งหมด (มนิสา, 2556) โดยในปี พ.ศ. 2556 ประเทศไทยมีการผลิตไก่เนื้อมากกว่า 1,000 ล้านตัว และมีมูลค่าการส่งออกผลิตภัณฑ์ไก่เนื้อมากกว่า 60,000 ล้านบาท (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2556) แต่ปัญหาที่สร้างความเสียหายต่ออุตสาหกรรมการผลิตไก่เนื้อและการผลิตสัตว์ปีกของโลก คือ โรคบิด (coccidiosis) ที่มีสาเหตุมาจากเชื้อโปรโตซัว *Eimeria* sp. ซึ่งมีหลายชนิด โดยเฉพาะ *E. tenella* ที่ทำให้เกิดความเสียหายบริเวณไส้ติ่งของไก่ โดยทำลายเยื่อเมือกของลำไส้ ก่อให้เกิดลำไส้อักเสบอย่างรุนแรง มีอาการท้องเสีย ถ่ายเป็นมูกเลือด แคระแกรน ประสิทธิภาพการให้อาหารและอัตราการเจริญเติบโตลดลง (มานพ, 2547) และจากการที่เชื้อบิดดังกล่าวระยะติดต่อ คือ โอโอซิสต์ (oocysts) ซึ่งมีความทนทานต่อสภาพแวดล้อมและยาฆ่าเชื้อโรค จึงทำให้ต้องมีการใช้สารป้องกันโรคบิด (coccidiostat) โดยเฉพาะอย่างยิ่งสารในกลุ่มไอโอโนฟอร์ (ionophores) อาทิ ซาลิโนมายซิน แต่ในปัจจุบันมีการเข้มงวดของสหภาพยุโรปที่เป็นตลาดนำเข้าผลิตภัณฑ์ปศุสัตว์ที่สำคัญ และมีการห้ามใช้สารปฏิชีวนะในการกระตุ้นการเจริญเติบโตในอาหารสัตว์

รวมทั้งสำหรับการป้องกันโรคบิด ซึ่งจะมีผลบังคับใช้เร็ว ๆ นี้ (เยาวมาลย์, 2556) ด้วยเหตุนี้ จึงมีความจำเป็นในการแสวงหาแนวทางเลือกในการควบคุมโรคบิด เช่น การใช้วัคซีน สารเสริมชนิดต่างๆ รวมทั้งน้ำมันหอมระเหยของพืชสมุนไพรบางชนิด ซึ่งมีความสามารถในการป้องกันโรคบิดและลดจำนวนโอโอซิสต์ที่ขับออกได้ (Evan et al., 2001) ซึ่งการทดสอบฤทธิ์ของน้ำมันหอมระเหยจากพืชเพื่อป้องกันโรคบิดในระดับห้องปฏิบัติการ (*In vitro*) ในไก่เนื้อของ นวลจันทร์ และคณะ (2556) พบว่า น้ำมันหอมระเหยจากกระชาย (*Boesenbergia pandurata*) โหระพา (*Ocimum basilicum*) และอบเชยจีน (*Cinnamomum cassia*) มีฤทธิ์ในการป้องกันโรคบิดได้อย่างมีประสิทธิภาพ ทั้งการยับยั้งการสปอร์ูเลชั่น (sporulation) ของโอโอซิสต์และการทำลายเชื้อบิดระยะสปอโรซอइट (sporozoite) ทั้งนี้จากการทดสอบระดับการใช้ผสมอาหารที่เหมาะสมของผลิตภัณฑ์น้ำมันหอมระเหยกระชาย โหระพา และอบเชยจีน ในการเลี้ยงไก่เนื้อ พบว่า การใช้ผลิตภัณฑ์จากน้ำมันกระชายความเข้มข้น 0.4 มก./กก.อาหาร โหระพา 0.6 มก./กก.อาหาร และอบเชยจีน 0.2 มก./กก.อาหาร ตามลำดับ มีผลทำให้เกิดรอยโรคบิดจากการตรวจสอบทางจุลพยาธิวิทยา (histopathology) ไม่แตกต่างกับสารป้องกันโรคบิดซาลิโนมายซิน สอดคล้องกับ Remmal et al. (2013) รายงานการใช้สารสำคัญในน้ำมันหอมระเหยทั้งหมด 8 ชนิด คือ ไอโซฟูลลิโกล

(isopulegol) ไทมอล (thymol) ยูจีนอล (eugenol) คาร์วอน (carvone) คาร์วาคโรล (carvacrol) ซินีโอล (cineol) คาร์วียอล (carveol) และซินนามอลดีไฮด์ (cinnamaldehyde) ที่สามารถทำลายโอโอซิสต์ของเชื้อบิดได้ อย่างไรก็ตาม น้ำมันหอมระเหยมีคุณสมบัติที่ไม่ทนร้อน ระเหยได้ง่ายภายใต้อุณหภูมิห้อง ทำให้การใช้น้ำมันหอมระเหยในรูปผงมีข้อจำกัดในการผสมอาหาร เกิดการสูญเสียได้ง่าย จนทำให้ประสิทธิภาพในการป้องกันโรคบิดลดลง (สิริลักษณ์, 2545) ดังนั้นจึงมีการพัฒนาผลิตภัณฑ์น้ำมันหอมระเหยในรูปละลายน้ำ เพื่อป้องกันการระเหย อีกทั้งสามารถควบคุมความเข้มข้นของน้ำมันหอมระเหยได้ง่ายกว่า และช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการป้องกันโรคบิด (นวลจันทร์ และคณะ, 2556)

ด้วยเหตุนี้จึงทำการศึกษาประสิทธิภาพในการใช้ผลิตภัณฑ์น้ำมันหอมระเหยจากกระชาย โหระพา และอบเชยจีน ที่มีประสิทธิภาพในการป้องกันโรคบิด โดยการละลายน้ำดื่ม อีกทั้งผลต่อสมรรถภาพการผลิตของไก่เนื้อ เพื่อเป็นการเตรียมแนวทางป้องกันการสูญเสียของอุตสาหกรรมการผลิตสัตว์ปีก หากมีการยกเลิกการใช้สารป้องกันโรคบิดในอนาคต อีกทั้งยังเป็นการพัฒนาผลิตภัณฑ์จากสมุนไพรไทยให้เกิดมูลค่าและเกิดประโยชน์ต่อการผลิตสัตว์

วิธีการศึกษา

การศึกษาประสิทธิภาพในการยับยั้งเชื้อบิดของน้ำมันหอมระเหยกระชาย โหระพา และอบเชยจีน ชนิดละลายน้ำดื่มในไก่เนื้อ แบ่งออกเป็น 2 การทดลอง ดังนี้ **การทดลองที่ 1 การศึกษาฤทธิ์ในการยับยั้งเชื้อบิดของผลิตภัณฑ์น้ำมันหอมระเหยกระชาย โหระพา และอบเชยจีนชนิดละลายน้ำ**

การทดลองใช้ไก่เนื้อสายพันธุ์ Ross 308 เพศผู้ อายุแรกเกิด จำนวน 84 ตัว เลี้ยงรวมกันบนพื้นแกลบ เมื่ออายุ 10 วัน จึงแบ่งออกเป็น 7 กลุ่มๆ 4 ซ้ำๆ 3 ตัว โดย สุ่มให้ไก่ทดลองแต่ละซ้ำได้รับกลุ่มทดลองใดกลุ่ม

ทดลองหนึ่งดังต่อไปนี้ กลุ่ม 1 และ 2 เป็นกลุ่มที่ไม่ได้รับการกรอกเชื้อบิดและเสริมสารชาลิโนมายซินที่ระดับ 0 และ 60 มก./กก.อาหาร ตามลำดับ กลุ่ม 3 ถึง 7 เป็นกลุ่มที่ได้รับการกรอกเชื้อบิดและเสริมสารชาลิโนมายซินที่ระดับ 0, 60 มก./กก.อาหาร, ผลิตภัณฑ์น้ำมันหอมระเหยกระชายละลายน้ำดื่มที่ความเข้มข้น 0.4 มคล./มล. โหระพาความเข้มข้น 0.6 มคล./มล. และอบเชยจีนความเข้มข้น 0.2 มคล./มล. ตามลำดับ โดยเลี้ยงไก่ทดลองแบบขังกรง (Battery cage) ในระบบปิด และให้ไก่ได้รับอาหารที่ประกอบด้วยข้าวโพด-กากถั่วเหลืองเป็นหลักและมีสารอาหารเพียงพอสำหรับไก่เนื้อตามคำแนะนำของ NRC (1994) อย่างเต็มที่ (*ad libitum*) ทำการกรอกโอโอซิสต์ระยะติดเชื้อจากเชื้อบิด *E. tenella* จำนวน 2,500 โอโอซิสต์/ตัว ให้กับไก่กลุ่มที่ได้รับเชื้อบิดที่อายุ 14 วัน จากนั้นทำการเก็บตัวอย่างไส้ติ่งภายหลังจากการได้รับเชื้อบิด 7 และ 14 วัน ตามลำดับ โดยสุ่มไก่ทุกกลุ่มทดลอง ซ้ำละ 1 ตัว เพื่อตรวจและให้คะแนนรอยโรคบิดด้วยตาเปล่า (Figure 1) ซึ่งมีระดับคะแนนตั้งแต่ 0 ถึง +4 ตามวิธีของ Johnson and Reid (1970) นอกจากนั้นทำการเตรียมเนื้อเยื่อเพื่อตรวจลักษณะทางจุลพยาธิวิทยา ตามวิธีของ (Luna, 1968) แล้วทำการตรวจและให้คะแนนรอยโรคบิดทางจุลพยาธิวิทยา (histopathology) (Figure 2) โดยระดับคะแนนมีตั้งแต่ 0 ถึง +4 เช่นเดียวกัน ตามวิธีของ Korver et al. (1997) ซึ่งผลิตภัณฑ์น้ำมันหอมระเหยจากกระชาย และโหระพาชนิดละลายน้ำที่ใช้ในการทดลอง ได้รับการพัฒนาให้สามารถละลายน้ำได้โดย วราภรณ์ และประภาพร (2556) ส่วนผลิตภัณฑ์น้ำมันหอมระเหยจากอบเชยจีนเป็นผลิตภัณฑ์จากบริษัทเครื่องหอมไทยจีน (Batch No: 5708824/2708) ความเข้มข้น 100% ที่ทำให้ละลายน้ำด้วย Tween 80 และ ethanol (สารธร และคณะ, 2552) การเสริมผลิตภัณฑ์น้ำมันหอมระเหยทั้ง 3 ชนิดในน้ำดื่ม โดยให้ไก่กินน้ำให้หมดภายใน 4 ชั่วโมง จากนั้นจึงให้น้ำปกติอย่างเต็มที่

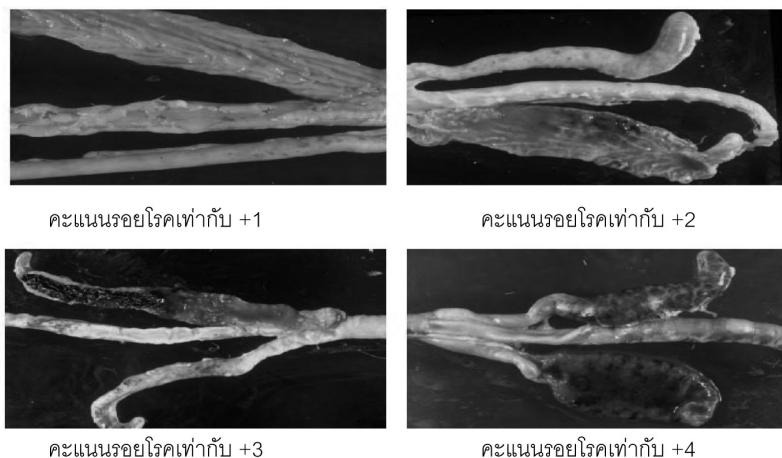


Figure 1 Lesion scoring of coccidian in caecal tissue of broiler.

Source: Conway and McKenzie (2007)

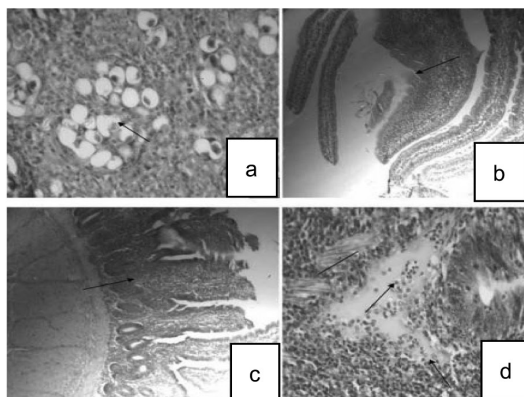


Figure 2 Section of *E. tenella*-infected broiler chicken caeca, showing cluster of large schizonts (arrow) 40× (a), necrosis and disintegration of glandular epithelial cells (arrow) 10× (b), hemorrhage in the sub-mucosa (arrow) 10× (c), merozoites (line) and oocysts (arrow) in the mucosa and tissue 40× (d). Haematoxylin and eosin (H and E) stain used.

Source: Adamu et al. (2013)

การทดลองที่ 2 การศึกษาผลการใช้ผลิตภัณฑ์น้ำมันหอมระเหยกระชาย หอระพา และอบเชยจีน ชนิดละลายน้ำต่อสมรรถภาพการผลิตของไก่เนื้อ

ใช้ไก่เนื้อสายพันธุ์ Ross 308 อายุแรกเกิด จำนวน 672 ตัว แบ่งออกเป็น 7 กลุ่มๆ 4 ซ้ำๆ 24 ตัว (เพศผู้ 12 ตัว และเพศเมีย 12 ตัว) สุ่มให้ไก่แต่ละซ้ำได้รับกลุ่มทดลองใดกลุ่มทดลองหนึ่งจาก 7 กลุ่มทดลอง เช่นเดียวกับการทดลองที่ 1 ทำการเลี้ยงไก่เนื้อแบบปล่อยพื้น ใช้

แกลบเป็นวัสดุรองพื้นภายในโรงเรือนระบบปิด ที่มีการควบคุมสภาพแวดล้อมในโรงเรือนด้วยระบบระเหยไอน้ำ (evaporative cooling system) โดยใช้ความหนาแน่น 12 ตัว/ตร.ม. และให้ไก่ได้รับอาหารที่มีข้าวโพด-กากถั่วเหลืองเป็นหลักและมีสารอาหารเพียงพอสำหรับไก่เนื้อตามคำแนะนำของ NRC (1994) อย่างเต็มที่ (*ad libitum*) ตลอดการทดลอง ทำการกรอกโอโอซิสต์ระยะติดต่อกับเชื้อบิด *E. tenella*

จำนวน 2,500 โอโอซิสต์/ตัว ให้กับไก่กลุ่มที่ได้รับเชื้อบิต เมื่ออายุ 14 วัน จากนั้นทำการเก็บตัวอย่างหลังจากกรอกเชื้อ 7 และ 14 วัน ตามลำดับ โดยสุ่มไก่ทุกกลุ่มทดลอง ซ้ำละ 2 ตัว (ตัวผู้ 1 ตัว และตัวเมีย 1 ตัว) เก็บตัวอย่างไข่ตั้งเพื่อตรวจและให้คะแนนรอยโรคบิตด้วยตาเปล่า ตามวิธีของ Johnson and Reid (1970) และการตรวจลักษณะทางจุลพยาธิวิทยา ตามวิธีของ Kover et al. (1997) นอกจากนี้ ทำการเก็บข้อมูลน้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้น และปริมาณอาหารที่กินทุกกลุ่มทดลอง เพื่อหาสมรรถภาพการผลิตของไก่เนื้อในแต่ละช่วงอายุ (1-18 วัน และ 19- 35 วัน) และตลอดการทดลอง (1-35 วัน)

ไก่เนื้อทุกตัวจะได้รับการทำวัคซีนป้องกันโรคนิวคาสเซิล (newcastle disease; ND) และหลอดลมอักเสบ (infectious bronchitis; IB) ที่อายุ 7 วัน วัคซีนป้องกันโรคกัมโบโร (infectious bursal disease; IBD) ที่อายุ 14 วัน และทำวัคซีนป้องกันโรคนิวคาสเซิล และหลอดลมอักเสบซ้ำอีกครั้งหนึ่งที่อายุ 21 วัน

การวิเคราะห์ทางสถิติ

วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely randomized design) โดยนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์หาความแปรปรวน (ANOVA) และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยระหว่างกลุ่ม ด้วยวิธี Duncan's new multiple range test

ผลการศึกษาและวิจารณ์

การทดลองที่ 1 การศึกษาฤทธิ์ในการยับยั้งเชื้อบิตของผลิตภัณฑ์น้ำมันหอมระเหยกระชาย หอระพา และอบเชยจีนชนิดละลายน้ำ

ผลการตรวจและให้คะแนนรอยโรคบิตบริเวณไข่ตั้งด้วยตาเปล่า ภายหลังการกรอกโอโอซิสต์จากเชื้อบิตเป็นเวลา 7 วัน ซึ่งเป็นระยะเวลาในวงจรชีวิตของเชื้อบิตชนิด *E. tenella* (Barbour et al., 2014) พบว่าไก่ทดลองกลุ่มที่ไม่ได้รับการกรอกเชื้อโอโอซิสต์ระยะติดต่อของเชื้อบิตไม่พบรอยโรคบิตที่เนื้อเยื่อไข่ตั้ง ซึ่ง

แสดงให้เห็นว่า ไก่ทดลองไม่ได้รับการติดเชื้อบิต *E. tenella* จากธรรมชาติ ซึ่งปกติเชื้อก่อโรคบิตในไก่นั้นมีหลายสายพันธุ์ แต่ละสายพันธุ์ทำให้เกิดรอยโรคที่ตำแหน่งเฉพาะเจาะจง เช่น *E. tenella* จะทำให้เกิดรอยโรคบริเวณไข่ตั้ง (Conway and McKenzie, 2007) และการได้รับโอโอซิสต์จำนวน 2,500 โอโอซิสต์สามารถก่อให้เกิดรอยโรคที่บริเวณเนื้อเยื่อไข่ตั้ง โดยกลุ่มที่ได้รับการกรอกโอโอซิสต์แต่ไม่มีการเสริมสารใดๆ มีคะแนนรอยโรคสูงที่สุด (1.25 จาก 4) และการเสริมสารป้องกันโรคบิตซาลิโนมายซินที่ระดับ 60 มก./กก.อาหาร สามารถลดการเกิดรอยโรคบิตได้มากที่สุด โดยมีคะแนนรอยโรคบิตต่ำสุด (0.25 จาก 4) ทั้งนี้ซาลิโนมายซินเป็นสารในกลุ่มไอโอโนฟอร์ที่มีผลทำให้เกิดช่องที่เยื่อหุ้มเซลล์ของเชื้อบิต ส่งผลให้เซลล์ไม่สามารถควบคุมปริมาณของประจุโซเดียม (Na) และโพแทสเซียม (K) ภายในเซลล์ ทำให้ความเข้มข้นของไอออนทั้งสองชนิด ภายในและภายนอกเซลล์แตกต่างกัน ส่งผลให้เซลล์บิตต้องใช้พลังงานในการขับไอออนมากขึ้น ทำให้ไมโทคอนเดรียและกระบวนการขนส่งพลังงานทำงานมากเกินไปจนเชื้อบิตตาย (Gumila et al., 1996) ส่วนการเสริมผลิตภัณฑ์น้ำมันหอมระเหยในน้ำดื่มมีผลช่วยลดคะแนนรอยโรคบิตบริเวณไข่ตั้งได้เช่นกัน ดังแสดงใน Table 1 โดยเฉพาะอย่างยิ่งผลิตภัณฑ์น้ำมันโหระพาและอบเชยจีน โดยมีคะแนนรอยโรคบิตแตกต่างจากกลุ่มที่เสริมสารซาลิโนมายซิน ($P>0.05$) เนื่องจากน้ำมันหอมระเหยมีขนาดเล็กและละลายในไขมัน จึงสามารถแทรกซึมและทำความเสียหายให้กับเยื่อหุ้มเซลล์ของเชื้อบิต ทำให้ของเหลวภายในเซลล์สามารถไหลออกสู่ภายนอกและเซลล์บิตจะตายในที่สุด (Boyom et al., 2003) นอกจากนี้ น้ำมันหอมระเหยบางชนิดสามารถรบกวนการส่งสัญญาณที่เกี่ยวข้องกับแคลเซียม (calcium-mediated signaling) ซึ่งเป็นกระบวนการที่จำเป็นสำหรับการเข้าทำลายเซลล์โฮสต์ของสปอร์โรซอยท์ของเชื้อบิต ส่งผลให้การเข้าทำลายเซลล์โฮสต์ของเชื้อบิตลดลง (Sarkozi et al., 2007)

Table 1 Effect of essential oil products application through drinking water on pathogenic lesion of coccidian in caecal tissue of broiler

Treatment	Lesion scoring at 7 day after oocyst challenge
No. <i>E. tenella</i> +0 ppm Salinomycin	0
No. <i>E. tenella</i> +60 ppm Salinomycin	0
<i>E. tenella</i> +0 ppm Salinomycin	1.25±0.500 ^a
<i>E. tenella</i> +60 ppm Salinomycin	0.25±0.500 ^b
<i>E. tenella</i> +0.4 µl/ml <i>Boesenbergia rotunda</i>	0.75±0.500 ^{ab}
<i>E. tenella</i> +0.6 µl/ml <i>Ocimum basilicum</i>	0.50±0.577 ^b
<i>E. tenella</i> +0.2 µl/ml <i>Cinnamomum cassia</i>	0.50±0.577 ^b
SEM	0.0850
P-value	0.0092

^{a,b}Means within column with no common superscript differ significantly (P<0.05)

Note: Score 0 = no gross lesion; 1 = a few scattered petechiae are found on the caecal wall, there is no thickening of the caecal walls or blood present, caecal contents appear normal; 2 = the numerous of petechiae are apparent on the serosal surface, there is thickening of the caecal wall and slighty bleeding; 3 = the serosa of the unopened cecum shows the petechiae as coalesced and eroding the entire surface, bleeding is more severe, with clotting appearing in the distal end of the pouch. Marked thickening of the caecal wall has occurred and 4 = severe bleeding, a much thickened caecal wall, and eroding of the mucosal surface, the unopened cecum is distended, with blood at the distal end, but is contracted and shortened, death may come suddenly beginning on the fifth day.

การตรวจรอยโรคด้วยตาเปล่าอาจเห็นลักษณะการเข้าทำลายของเชื้อบิดได้ไม่ชัดเจน จึงทำการตรวจยืนยันจากลักษณะทางจุลพยาธิวิทยาเพื่อให้คะแนนตามระดับการเกิดการอักเสบของเนื้อเยื่อไส้ติ่งด้วยกล้องจุลทรรศน์ พบว่า ผลสอดคล้องกับการให้คะแนนรอยโรคด้วยตาเปล่า แต่มีระดับคะแนนที่สูงกว่าเท่านั้น

ดังแสดงใน Table 2 อย่างไรก็ตาม การตรวจรอยโรคบิดบริเวณเนื้อเยื่อไส้ติ่งภายหลังการกรอกเชื้อบิด 14 วัน ทั้งการตรวจด้วยตาเปล่าและการตรวจลักษณะทางจุลพยาธิวิทยา ไม่พบรอยโรคบิดในทุกกลุ่มทดลอง เนื่องจากรอยโรคบิดที่เกิดขึ้นไม่รุนแรง ร่างกายสัตว์จึงสร้างเซลล์ใหม่ขึ้นมาทดแทนเซลล์ที่ติดเชื้อบิด

Table 2 Effect of essential oil products application through drinking water on histopathological lesion of coccidian in caecal tissue of broiler

Treatment	Lesion scoring at 7 day after oocyst challenge
No. <i>E. tenella</i> +0 ppm Salinomycin	0
No. <i>E. tenella</i> +60 ppm Salinomycin	0
<i>E. tenella</i> +0 ppm Salinomycin	2.25±0.500 ^a
<i>E. tenella</i> +60 ppm Salinomycin	0.50±1.000 ^b
<i>E. tenella</i> +0.4 µl/ml <i>Boesenbergia rotunda</i>	1.50±1.201 ^{ab}
<i>E. tenella</i> +0.6 µl/ml <i>Ocimum basilicum</i>	1.50±1.291 ^{ab}
<i>E. tenella</i> +0.2 µl/ml <i>Cinnamomum cassia</i>	1.25±0.955 ^{ab}
SEM	0.1675
P-value	0.0113

^{a,b}Means within column with no common superscript differ significantly (P<0.05)

Note: Scores: 0 = no lesions; 1 = mild inflammatory cell infiltrate in the mucosa with intact epithelium and no submucosal or muscularis involvement; 2 = extensive mucosal inflammatory cell infiltration and submucosal edema; 3 = as described in (2) above with inflammatory cell infiltration extending into the muscularis and 4 = destruction of mucosa with necrosis and hemorrhage.

เมื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการป้องกันโรค บิดของผลิตภัณฑ์น้ำมันหอมระเหยทั้ง 3 ชนิด จากการ ตรวจรอยโรคบิดด้วยตาเปล่าและลักษณะทางจุลพยาธิ วิทยา พบว่าน้ำมันอบเชยจีนมีแนวโน้มในการป้องกัน โรคบิดดีกว่าน้ำมันกระชายและโหระพา ทั้งนี้เนื่องจาก น้ำมันอบเชยจีนมีสารสำคัญ คือ ซินนามอลดีไฮด์ เป็น องค์ประกอบมากกว่า 90% ซึ่งเป็นสารที่มีคุณสมบัติ ในการต้านจุลินทรีย์ที่มีประสิทธิภาพมาก (Lee et al., 2011) โดยมีกลไกการออกฤทธิ์ด้วยการ cross-linked ตรงตำแหน่งหมู่อะมิโน ($-NH_2$) ระหว่างโมเลกุลของ โปรตีนในเซลล์จุลินทรีย์ ส่งผลให้เกิดการยับยั้ง กระบวนการเมแทบอลิซึมและการแบ่งเซลล์ของ จุลินทรีย์ (Prabuseenivasan et al., 2006) อีกทั้งซิน นามอลดีไฮด์ยังมีคุณสมบัติในการต้านการอักเสบและ ต้านอนุมูลอิสระอีกด้วย ทำให้ช่วยลดความเสียหาย ของเซลล์ที่ถูกทำลายด้วยเชื้อบิด โดยการเสริมซินนา มอลดีไฮด์ในระดับ 144 มก./กก.อาหาร หลังจากการออก เชื้อบิด *E. tenella* 20,000 โอไอซิสต์/ตัว สามารถลด การขับเชื้อบิดทางมูล และสามารถกระตุ้นอินเตอร์ ลิวคิน-1บีต้า ($IL-1\beta$) อินเตอร์ลิวคิน-6 ($IL-6$) อินเตอร์ ลิวคิน-15 ($IL-15$) และอินเตอร์เฟอรอน-แกมมา ($IFN-\gamma$) เพิ่มขึ้น ซึ่งเป็นสารกระตุ้นภูมิคุ้มกันที่ช่วย กำจัดสิ่งแปลกปลอมหรือเชื้อโรค และลดการอักเสบ ของเนื้อเยื่อต่างๆ ได้ (Lee et al., 2011) ส่วนน้ำมัน กระชายและโหระพามีประสิทธิภาพในการป้องกันโรค บิดได้เช่นกัน ทั้งนี้เนื่องจากน้ำมันกระชายประกอบด้วย สารสำคัญคือ แคมฟอร์ (camphor) และเมทิล ซินนามเอท (methyl cinnamate) (Zaeoung et al., 2005) และน้ำมันโหระพาประกอบด้วยสารเมทิล คาวิคอล (methyl chavicol) (özcan and Chalchat, 2002) ซึ่งสารดังกล่าวมีฤทธิ์ในการป้องกันโรคบิด ทั้ง การยับยั้งการสปอร์รูเลชัน ของโอไอซิสต์และการทำ ลายสปอร์โรซอยต์ภายในตัวสัตว์ (นวลจันทร์ และ คณะ, 2556) โดยสารสำคัญของน้ำมันหอมระเหยทั้ง 2 ชนิด จัดอยู่ในกลุ่มฟีนิลโพรพานอยด์ (phenylpro panoid) (Monzote et al., 2012; Xie et al., 2008) โดยมีกลไกในการยับยั้งการทำงานของโปรตีน FtsZ

และเอนไซม์ GTPase ในเชื้อแบคทีเรีย (Domadia et al., 2007) โปรตีน FtsZ มีลักษณะคล้ายกับทูบูลิน (tubulin) ในสิ่งมีชีวิตพวุกยูคาริโอต (eukaryote) ทำหน้าที่ในการแบ่งเซลล์ (Foss et al., 2013) ด้วย กลไกดังกล่าว ส่งผลต่อการยับยั้งเชื้อบิด ส่วนสารออก ฤทธิ์การบูรในกระชายเป็นสารในกลุ่มเทอร์พีน (terpene) ซึ่งเป็นสารกลุ่มเดียวกับคาร์บอน ที่สามารถ ทำลายโอไอซิสต์ของเชื้อบิด (Remmal et al., 2013) เนื่องจากสารกลุ่มนี้เป็นสารที่ไม่มีขั้วสามารถทำลาย เยื่อหุ้มเซลล์ชั้นนอก ส่งผลทำให้เกิดการสูญเสียโปรตีน ที่เยื่อหุ้มเซลล์ เยื่อหุ้มเซลล์เสื่อมสภาพเกิดการรั่วออก ของสารภายในเซลล์ ส่งผลให้เซลล์ตาย (Lopez-Romero et al., 2015)

การทดลองที่ 2 ผลการใช้ผลิตภัณฑ์น้ำมันหอม ระเหยกระชาย โหระพา และอบเชยจีนชนิด ละลายน้ำต่อสมรรถภาพการผลิตของไก่เนื้อ

ผลจากการทดลองที่ 1 แสดงให้เห็นว่า ผลิตภัณฑ์ น้ำมันหอมระเหยกระชาย โหระพา และอบเชยจีนชนิด ละลายน้ำ มีประสิทธิภาพในการป้องกันโรคบิดได้ดี ดัง นั้นจึงทำการทดสอบผลต่อสมรรถภาพการผลิตของไก่ เนื้อ เพื่อศึกษาความเป็นไปได้ในการปรับใช้ในการผลิต ไก่เนื้อ โดยพบว่าไก่เนื้อภายหลังได้รับการกรอกโอไอ ซิสต์ของเชื้อบิด *E. tenella* จำนวน 2,500 โอไอซิสต์/ ตัว มีผลทำให้ไก่มีปริมาณการกินอาหารต่ำกว่าไก่ที่ไม่ ได้รับการกรอกเชื้อบิดในทุกช่วงระยะการเจริญเติบโต (1-18 วัน และ 19-35 วัน) ดังแสดงใน Table 3 และ ตลอดจนการทดลอง (1-35 วัน) ใน Table 4 ทั้งนี้เนื่องจากการได้รับเชื้อบิดส่งผลให้ไก่เกิดอาการเบื่ออาหาร เนื่องจากเชื้อบิดมีผลต่อการทำลายเยื่อเมือกของลำไส้ ทำให้ลำไส้อักเสบ ส่งผลประสิทธิภาพการกินอาหารลด ลง (เซนทร์, 2547) ($P < 0.01$) แต่การได้รับเชื้อบิดไม่มี ผลต่อการเจริญเติบโตและประสิทธิภาพการใช้อาหาร ($P > 0.05$) ทั้งนี้เนื่องจากในการทดลองครั้งนี้ ปริมาณ เชื้อบิดไม่มากพอที่จะสร้างความเสียหายต่อลำไส้ อักเสบอย่างรุนแรง และการเลี้ยงในสภาพปกติส่งผล ให้ไก่มีสุขภาพแข็งแรง จึงสามารถสร้างเซลล์ใหม่

ทดแทนเซลล์ที่ติดเชื้อโรค ซึ่งแสดงให้เห็นว่าไก่เนื้อไม่ได้รับผลกระทบจากการได้รับโอโอซิสอย่างเด่นชัด แม้ว่าปริมาณของโอโอซิสที่ได้รับเท่ากับที่ใช้ในการทดลองที่ 1 ซึ่งสอดคล้องกับผลการตรวจรอยโรคบิดของเนื้อเยื่อไส้ติ่ง ทั้งการตรวจด้วยตาเปล่าและลักษณะทางจุลพยาธิวิทยาที่ไม่พบรอยโรคบิด ทั้งนี้ อาจเกิดจากการทดลองนี้ทำการเลี้ยงไก่ทดลองในโรงเรือนที่มีการควบคุมอุณหภูมิและความชื้นในคงที่ เหมือนกับสภาพการเลี้ยงในเชิงอุตสาหกรรม ทำให้ปัจจัยที่เหนี่ยวนำให้สัตว์เกิดความเครียดมีน้อย การติดเชื้อจึงมีน้อย ซึ่งภาวะเครียดและสภาพแวดล้อมเป็นปัจจัยสำคัญที่มีผลต่อการติดเชื้อโรค รวมทั้ง โรคบิดด้วย (Reyna et al., 1982)

การเสริมสารซาลิโนมายซินและผลิตภัณฑ์น้ำมันหอมระเหยทั้ง 3 ชนิด ไม่สามารถช่วยให้สมรรถภาพการเจริญเติบโตและอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัวของไก่เนื้อที่ได้รับการกรอกโอโอซิสจากเชื้อโรคดีขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) สอดคล้องกับ Giannenas et al. (2003) ที่รายงานการเสริมน้ำมันหอมระเหยออริกาโนในระดับ 300 มก./กก.อาหารไม่มีผลต่อน้ำหนักตัวและอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัวของไก่ที่ได้รับโอโอซิสจากเชื้อ *E. tenelle* จำนวน 50,000 โอโอซิส/ตัว เมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มที่ได้รับสารป้องกันโรคบิดลาซาลิด (lasalocid) ($P>0.05$)

Table 3 Effect of essential oil products application through drinking water on productive performances of broilers

Treatment	FI(kg)	WG (kg)	FCR	ADG (g/b/d)
Period 0-18 DOA				
No. <i>E. tenella</i> +0 ppm Salinomycin	0.743±0.006 ^{bd}	0.609±0.017	1.22±0.042	33.82±0.955
No. <i>E. tenella</i> +60 ppm Salinomycin	0.779±0.003 ^{ad}	0.633±0.050	1.23±0.088	35.19±2.798
<i>E. tenella</i> +0 ppm Salinomycin	0.702±0.017 ^{cd}	0.603±0.020	1.17±0.059	33.52±1.152
<i>E. tenella</i> +60 ppm Salinomycin	0.708±0.013 ^{bcd}	0.609±0.011	1.16±0.031	33.85±0.645
<i>E. tenella</i> +0.4 µl/ml <i>Boesenbergia rotunda</i>	0.675±0.010 ^{dd}	0.592±0.010	1.14±0.018	32.89±0.611
<i>E. tenella</i> +0.6 µl/ml <i>Ocimum basilicum</i>	0.710±0.049 ^{bc}	0.581±0.049	1.22±0.127	32.28±2.763
<i>E. tenella</i> +0.2 µl/ml <i>Cinnamomum cassia</i>	0.710±0.016 ^{bc}	0.590±0.019	1.21±0.018	32.76±1.104
SEM	0.0041	0.0056	0.0126	1.6478
P-value	<0.0001	0.2995	0.3045	0.3026
Period 19-35 DOA				
No. <i>E. tenella</i> +0 ppm Salinomycin	2.25±0.073 ^{ab}	1.36±0.073	1.66±0.042	84.76±4.562
No. <i>E. tenella</i> +60 ppm Salinomycin	2.32±0.058 ^{ad}	1.40±0.049	1.67±0.052	87.22±3.065
<i>E. tenella</i> +0 ppm Salinomycin	2.17±0.048 ^{bd}	1.32±0.068	1.65±0.067	82.48±4.302
<i>E. tenella</i> +60 ppm Salinomycin	2.21±0.093 ^{bd}	1.35±0.055	1.64±0.079	84.20±3.455
<i>E. tenella</i> +0.4 µl/ml <i>Boesenbergia rotunda</i>	2.15±0.079 ^{bd}	1.33±0.127	1.61±0.157	83.65±8.164
<i>E. tenella</i> +0.6 µl/ml <i>Ocimum basilicum</i>	2.20±0.050 ^{bd}	1.32±0.056	1.67±0.058	82.32±3.529
<i>E. tenella</i> +0.2 µl/ml <i>Cinnamomum cassia</i>	2.19±0.019 ^{bd}	1.31±0.030	1.68±0.047	81.75±1.246
SEM	0.0122	0.0135	0.0152	0.2879
P-value	0.0216	0.6552	0.8978	0.6660

^{a-d} Means within column with no common superscripts differ significantly ($P < 0.05$)

FI = feed intake, WG = weight gain, FCR = feed conversion ratio, ADG = average daily gain

DOA = day of age

Table 4 Effect of essential oil products application through drinking water on performances of broiler in the whole period (1-35 DOA)

Treatment	FI(kg)	WG (kg)	FCR	ADG (g/b/d)
No. <i>E. tenella</i> +0 ppm Salinomycin	2.99±0.075 ^{bc}	1.96±0.073	1.52±0.020	57.79±2.146
No. <i>E. tenella</i> +60 ppm Salinomycin	3.10±0.060 ^{ac}	2.03±0.055	1.53±0.016	59.68±1.756
<i>E. tenella</i> +0 ppm Salinomycin	2.88±0.034 ^{cc}	1.92±0.061	1.50±0.033	56.56±1.046
<i>E. tenella</i> +60 ppm Salinomycin	2.92±0.083 ^{bc}	1.96±0.049	1.49±0.040	57.55±2.447
<i>E. tenella</i> +0.4 µl/ml <i>Boesenbergia rotunda</i>	2.83±0.089 ^{cc}	1.92±0.111	1.47±0.073	56.69±2.658
<i>E. tenella</i> +0.6 µl/ml <i>Ocimum basilicum</i>	2.91±0.097 ^{bc}	1.90±0.063	1.53±0.017	55.83±2.859
<i>E. tenella</i> +0.2 µl/ml <i>Cinnamomum cassia</i>	2.91±0.026 ^{bc}	1.90±0.044	1.54±0.031	55.82±0.755
SEM	0.0135	0.0164	0.0113	0.4816
P-value	0.0006	0.3787	0.7105	0.3787

^{a-c}Means within column with no common superscripts differ significantly (P<0.05)

FI = feed intake, WG = weight gain, FCR = feed conversion ratio, ADG = average daily gain

DOA = day of age

สรุป

ผลิตภัณฑ์น้ำมันหอมระเหยจากกระชาย หิระพา และอบเชยจีนชนิดละลายน้ำ มีประสิทธิภาพในการป้องกันโรคบิดที่เกิดจากเชื้อ *E. tenella* ได้เทียบเท่ากับสารป้องกันโรคบิดทางการค้า (ซาลิโนมายซิน) โดยมีผลทำให้คะแนนรอยโรคบิดบริเวณไส้ติ่งของไก่เนื้อที่ได้รับการกรอกเชื้อบิด *E. tenella* ไม่มีความแตกต่างกันในทางสถิติ อย่างไรก็ตาม การเสริมสารซาลิโนมายซินในอาหารและผลิตภัณฑ์น้ำมันหอมระเหยทั้ง 3 ชนิด ในน้ำดื่มให้ไก่เนื้อที่ได้รับการกรอกเชื้อบิดที่เลี้ยงในสภาพปกติไม่มีผลต่อสมรรถภาพการผลิต แต่การเสริมซาลิโนมายซินและน้ำมันหอมระเหยกระชาย มีผลช่วยให้อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัวของไก่เนื้อดีขึ้น 2.61 และ 3.92% ตามลำดับ

เอกสารอ้างอิง

เซนทร์ ผางนุญ. 2547. ผลของการเสริมไบโอฟังและผลอ่อนผงในอาหารต่อสมรรถนะการผลิตคุณภาพซากและการควบคุมโรคในไก่เนื้อ. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

นวลจันทร์ พารักษา, ทวีศักดิ์ ส่งเสริม, สาธิต พรตระกูลพิพัฒน์, วชิร คุณกิตติ, มัลลิกา ชมนานัง, และพุทธิพร พุ่มโรจน์.

2556. การใช้ผลิตภัณฑ์น้ำมันหอมระเหยจากพืชเพื่อป้องกันโรคบิดในการผลิตไก่เนื้อ. รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์. สำนักงานกองทุนสนับสนุนงานวิจัย, กรุงเทพฯ. มานพ ม่วงใหญ่. 2547. โรคบิดไก่. สำนักพิมพ์บริษัทโนวาตีส์ จำกัด, กรุงเทพฯ.

มนิสา นวลเต็ม. 2556. บทความวิชาการ: อนาคตของไก่เนื้อไทยในอาเซียน (AEC). สำนักงานนโยบายและยุทธศาสตร์การค้า สันค้ำเกษตรกร, สำนักงานนโยบายและยุทธศาสตร์การค้า, กระทรวงพาณิชย์.

เยาวมาลย์ คำเจริญ. 2556. การใช้สมุนไพรในอาหารสัตว์ไทยมุ่งสู่มาตรฐานอาเซียน. แก่นเกษตร. 41: 369-376.

วรภรณ์ จรรยาประเสริฐ และ ประภาพร บุญมี. 2556. การพัฒนาระบบช่วยละลายของน้ำมันหิระพาและน้ำมันกระชาย. รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์. สำนักงานกองทุนสนับสนุนงานวิจัย, กรุงเทพฯ.

สาธิต พรตระกูลพิพัฒน์, พิทัย กาญจนบุตร, และประสาธพร บริสุทธิ์เพ็ชร. 2552. การพัฒนาต้นแบบการทดสอบฤทธิ์ของสมุนไพรต่อเชื้อบิดในไก่โดยใช้เซลล์เพาะเลี้ยง. รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์. สำนักงานกองทุนสนับสนุนงานวิจัย, กรุงเทพฯ.

สิริลักษณ์ มลานิยม. 2545. เกร็ดเล็กเกร็ดน้อยของน้ำมันหอมระเหยประเภทต่างๆ. สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. 28: 3-6.

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2556. ข้อมูลเศรษฐกิจการเกษตร. สำนักวิจัยเศรษฐกิจการเกษตร สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ กรุงเทพฯ.

Adama, M., C. Boonkaewwan, N. Gongruttananun, and M. Vongpakorn. 2013. Hematological, biochemical and

- histopathological changes caused by coccidiosis in chickens. *Kasetsart J. (Nat- Sci.)*. 47: 238-246.
- Barbour, E. K., D. B. Ayyash, H. Shaib, R. R. Bragg, E. Azhar, A. Iyes, S. Harakeh, Z. Kambris, and T. Kumosani. 2014. Koch's postulate in reproduction of broiler coccidiosis by co-infection with eight most common *Eimeria* spp.: a model for future evaluation of new biologics. *Intern J. Appl Res Vet Med*. 12: 76-83.
- Boyom, F. F., V. Ngouana, P. H. Amvam Zollo, C. Menut, I. M. Bessiere, I. Gut, and P. I. Rosenthal. 2003. Composition and anti-plasmodial activities of essential oils from some Cameroonian medicinal plants. *Phytochemistry*. 64: 1269-1275.
- Conway, D. P. and M. E. McKenzie. 2007. *Poultry Coccidiosis Diagnostic Testing Procedures*. 3rd ed. Blackwell Publishing Asia, Australia. 164 p.
- Domadia, P., S. Swarup, A. Bhunia, J. Sivaraman and D. Dasgupta. 2007. Inhibition of bacterial cell division protein FtsZ by cinnamaldehyde. *Biochem. Pharmacol*. 74: 831-840.
- Evan, J. W., M. S. Plunkett, and M. J. Banfield. 2001. Effect of an essential oil blend on coccidiosis in broiler chicks. *Poult. Sci*. 80 (suppl. 1): 258 (Abstract).
- Foss, M. H., Y. J. Eum, C. I. Grove, D. A. Pauw, N. A. Sorto, J. W. Rensvold, D. J. Pagliarini, J. T. Shaw and D. B. Weibel. 2013. Inhibitors of bacterial tubulin target bacterial membranes *in vivo*. *Med. Chem. Commun*. 14: 112-119.
- Giannenas, I.P, P. Florou-Paneri, M. Papazahariadou, E. Christaki, N. A. Botsoglou, and A. B. Spais. 2003. Effect of dietary supplementation with oregano essential oil on performance of broilers after experimental infection with *Eimeria tenella*. *Arch. Anim. Nutr*. 57: 99-106.
- Gumila, A. C., M. Ancelin, G. Jeminet, M. Delort, G. Miquel, and H. Vial. 1996. Differential *in vitro* activities of ionophore compounds against *Plasmodium falciparum* and mammalian cells. *Antimicrob. Agents Chemother*. 40: 602-607.
- Johnson, J. K. and W. M. Reid. 1970. Anticoccidial drugs: lesion-scoring techniques in battery and floor pen experiments with chickens. *Exp. Parasitol*. 28: 30-36.
- Korver, D. R., P. Wakenell, and K. C. Klasing. 1997. Dietary fish oil or Iofrin, a 5-lipoxygenase inhibitor, decrease the growth-suppressing effects of coccidiosis in broiler chicks. *Poult. Sci*. 76(10): 1355-1363.
- Lee, S. H., H. S. Lillehoj, S. I. Jang, K. W. Lee, M. S. Park, D. Bravo, and E. P. Lillehoj. 2011. Cinnamaldehyde enhances *in vitro* parameters of immunity and reduces *in vivo* infection against avian coccidiosis. *Br. J. Nutr* 106: 862-869.
- Lopez-Romero., J. C. H. Gonzalez-Rios, A. Borges and M. Simoes. 2015. Antibacterial effects and mode of action of selected essential oils components against *Escherichia coli* and *Staphylococcus aureus*. *eCAM*. 1: 1-9
- Luna, L. G. 1968. *Manual of Histologic Staining Methods of the Armed Forces Institute of Pathology*. 3rd ed. McGraw Hill Book Co, New York.
- Monzote, L., O. Alarcon and W. N. Setzer. 2012. Antiprotozoal activity of essential oils. *Agric. conspec. sci*. 77: 167-175.
- National Research Council (NRC). 1994. *Nutrient Requirement of Poultry*. 9th ed. National Academy Press, Washington, DC.
- Özcan, M. and I. C. Chalchat. 2002. Essential oil composition of *Ocimum basilicum* and *Ocimum minimum* in turkey. *Czech J. Food Sci*. 20: 223-228.
- Prabuseenivasan, S., M. Jayakumar, and S. Ignacimuthu. 2006. *In vitro* antibacterial activity of some plant essential oils. *BMC Complement Altern. Med*. 6: 39.
- Remmal, A., S. Achahbar, L. Bouddine, F. Chami and N. Chami. 2013. Oocysticidal effect of essential oil components against chicken *Eimeria* oocysts. *Int. J. Vet. Med*. 2013: 1-8.
- Reyna, P. S., L. R. McDougald, and G. F. Mathis. 1982. Survival of coccidian in poultry litter and reservoirs of infection. *Avian Dis*. 27: 464-473.
- Sarkozi, S., I. Almassy, B. Lukaes, N. Dobrosi, G. Nagy, and I. Jona. 2007. Effect of natural phenol derivatives on skeletal type sarcoplasmic reticulum Ca^{2+} -ATPase and ryanodine receptor. *J. Muscle Res Cell Motil*. 28: 167-174.
- Xie, Z., J. Kapteyn and D. R. Gang. 2008. A systems biology investigation of the mep/terpenoid and shikimate/phenylpropanoid pathways points to multiple levels of metabolic control in sweet basil glandular trichomes. *Plant J*. 54: 349-361.
- Zaeoung, S., A. Plubrukarn, and N. Keawpradub. 2005. Cytotoxic and free radical scavenging activity of zingiberaceous rhizome. *Songklanakarin. J. Sci. Technol*. 27: 799-812.