การเสริม *Bacillus* sp. ผสมหลายชนิดในน้ำดื่มของไก่เนื้อต่อสมรรถนะการผลิตลักษณะซาก คุณภาพเนื้อ คอเลสเตอรอลและกรดไขมันในเนื้อ

The Effects of Multi-Strain *Bacillus* Species Supplementation in Drinking Water of Broilers Chickens on Performance, Carcass Characteristics, Meat Quality, Cholesterol and Fatty Acid in Meat

มนัสนันท์ นพรัตน์ไมตรี[1*] ,วรางคณา กิจพิพิธ[1], จิรัฏฐวัฒน์ ศรีอ่อนเลิศ[1],
ศักดา ประจักษ์บุญเจษฎา[2], ชวลิต ผึ้งปฐมภรณ์[1], ศราวุธ ม่วงเผือก[1],
เอกกมล กมลลาภวรกุล[1], เสาวภา เขียนงาม[1]
Manatsanun Nopparatmaitree[1*], Warangkana Kitpipit[1], Jirathawat Sri-onlerd[1],
Sakda Prajukboonjatsada[2], Chawalit Phuengpathomphorn[1/], Sarawut Mongphuank[1],
Ekkamon Kamonlapworakul[1], Saowapar Khianngam[1]
Received: 15 August 2017 ; Accepted: 25 October 2017

บทคัดย่อ

การศึกษาผลของการเสริม *Bacillus* sp. ผสมหลายชนิดในน้ำดื่มของไก่เนื้อต่อสมรรถนะการผลิต ลักษณะซาก คุณภาพเนื้อ คอเลสเตอรอลและกรดไขมันในเนื้อ ไก่เนื้อพันธุ์ Ross 308 จำนวน 240 ตัว อายุ 1 วัน (เพศผู้ 120 ตัว และ เพศเมีย 120 ตัว) สุ่มเข้าสู่ 3 กลุ่มการทดลอง กลุ่มการทดลอง 4 ซ้ำ โดยให้แต่ละหน่วยทดลองมีน้ำหนักตัวใกล้เคียงกันภายใต้แผนการทดลองสุ่มสมบูรณ์ โดยกลุ่มการทดลองประกอบด้วยน้ำดื่มของไก่เนื้อที่ทำการเสริม *Bacillus* sp. ผสมที่ระดับ 0 (ควบคุม), 1 และ 2 กรัมต่อลิตร และการทดลองนี้แบ่งการให้อาหารเป็น 2 ระยะ คือ ระยะแรก (0–21 วัน) และระยะเติบโต (22–35 วัน) ผลการทดลองพบว่า การเสริม *Bacillus* sp. ผสมในน้ำดื่มของไก่เนื้อไม่มีผลต่อสมรรถนะการผลิต ลักษณะซาก คุณภาพเนื้อ และผลตอบแทนทางเศรษฐกิจ (P>0.05) เมื่ออายุ 35 วัน การเสริม *Bacillus* sp. ผสมทั้งสองระดับในน้ำดื่มสามารถลดปริมาณคอเลสเตอรอลในเนื้อ (quadratic, P<0.01) อีกทั้งการเสริม *Bacillus* sp. ผสม ทั้งสองระดับในน้ำดื่มสามารถเพิ่มปริมาณกรดไขมันไม่อิ่มตัวเชิงเดี่ยวและเชิงซ้อน รวมทั้งเพิ่มการสะสมกรดไขมันชนิดโอเมก้า 3 และโอเมก้า 9 (quadratic, P<0.01) รวมทั้งกรดไขมันชนิด โอเมก้า 6 (linear, P<0.01) ในเนื้อไก่

คำสำคัญ: *Bacillus* sp. น้ำดื่ม เนื้อไก่ กรดไขมัน สมรรถนะการผลิต

Abstract

The Present study investigated the effect of multi-strain *Bacillus* species supplementation as direct feed in drinking water, on productive performance, carcass characteristics, meat quality, cholesterol, and fatty acids in meat of broiler chickens. Two hundred and forty one day-old Ross broiler chicks (120 male and 120 female) were randomly allotted to three treatments and four replications per treatment on the basis of body weight in a completely randomized design.

---

[1] *คณะสัตวศาสตร์และเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยศิลปากร วิทยาเขตสารสนเทศเพชรบุรี ต.สามพระยา อ.ชะอำ จ.เพชรบุรี 76120*

[2] *ศูนย์วิจัยและพัฒนาอาหารสัตว์เพชรบุรี ตำบลสามพระยา อำเภอชะอำ จังหวัดเพชรบุรี 76120*

[1] *Faculty of Animal Science and Agricultural Technology, Silpakorn University, Phetchaburi IT Campus, Samphraya, Cha-am, Phetchaburi, 76120. Thailand.*

[2] *Phetchaburi Animal Research and Development Center, Samphraya, Cha-am, Phetchaburi, 76120. Thailand.*

* *Corresponding author E-mail: HYPERLINK "mailto:Nopparatmaitree_m@su.ac.th" Nopparatmaitree_m@su.ac.th or Nopparatmaitree_m@silpakorn.edu, Tel: +66-032594037-8*

Treatments were drinking water supplemented with 0% (control), 1, and 2 g/l multi-strain *Bacillus* Species. Experimental diets were fed in two phases: starter (d 0–21) and finisher (d 22–35). Supplementation of increasing levels of multi-strain *Bacillus* species had no effect on productive performance, carcass characteristics, meat quality, and economic benefit return (P>0.05). At d 35, birds supplemented with increasing levels of multi-strain *Bacillus* species showed decrease in cholesterol content in meat. (quadratic, P<0.01). Moreover, supplementation of supplementing 2 level of *Bacillus* sp. increased (quadratic, P< 0.01) increasing of MUFA, PUFA omega-3 and omega-9 enrich in meat and increasing of omega-6 (linear, P<0.01).

Keywords: *Bacillus* sp., Water, Chicken meat, Fatty acid, Performance.

บทนำ

โปรไบโอติกส์ หมายถึง จุลินทรีย์ที่มีชีวิตที่ไม่ก่อให้เกิดโรค (nonpathogenic organism) เช่น *Bacillus* sp., *Lactacillus* sp., *Bifidobacterium* และ ยีสต์ เป็นต้น ที่เมื่อสัตว์กินเข้าไปแล้วมีประโยชน์ต่อตัวสัตว์หลายด้าน เช่น ช่วยกระตุ้นการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์และสร้างสมดุลของกลุ่มจุลินทรีย์ในลำไส้[1,2] ส่งเสริมสุขภาพของสัตว์[3] การสร้างความแข็งแรงให้กับเซลล์ดูดซึมในลำไส้ ช่วยเพิ่มการย่อยได้ของโภชนะ[4] ปริมาณการกินได้เพิ่มมากขึ้น[5] และพัฒนาการเจริญเติบโต[6] ปัจจุบันมีการใช้โปรไบโอติกส์โดยเฉพาะอย่างยิ่งการใช้ *Bacillus* sp. ในหลายรูปแบบ เช่น *Bacillus subtilis* ที่ระดับ0 ถึง 1 กิโลกรัมต่อตันอาหาร [7,8] และ *Bacillus amyloliquefaciens* ที่ระดับ 0 ถึง 1 กิโลกรัมต่อตันอาหาร [9] โดย *Bacillus* sp. สามารถสร้างสปอร์ในสภาวะแวดล้อมที่ ไม่เอื้ออำนวยและมีความต้านทานต่อกรดด่างและความร้อน ดังนั้นสปอร์จึงสามารถเจริญเติบโตในลำไส้และขยายพันธุ์หลังจากการย่อยอาหารและการสัมผัสกับสภาพที่เป็นกรด ในกระเพาะอาหารของสัตว์ อย่างไรก็ตาม *Bacillus* sp. เป็นแบคทีเรียที่ใช้ออกซิเจนจำนวนมากในการสืบพันธุ์ภายในท่อทางเดินอาหาร ซึ่งทำให้ความเข้มข้นของออกซิเจนภายในลดลงส่งผลต่อกระบวนการออกซิเดชั่นและรีดักชั่น ในลำไส้ที่ลดลงซึ่งส่งผลดีต่อการเจริญเติบโตของ *Lactobacillus* sp. ยีสต์ และ *Bifidobacterium* sp.[10] และสามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของแบคทีเรียก่อโรค แม้ว่าโปรไบโอติกส์จะมีข้อดี อยู่มาก แต่การเสริมโปรไบโอติกส์ลงในอาหารสัตว์ยังพบข้อด้อยของการใช้ กล่าวคือ ในการผลิตอาหารสัตว์จะมีการใช้เทคโนโลยีการอัดเม็ดด้วยความร้อนแรงดันร่วมกับความชื้น ซึ่งมีอุณหภูมิประมาณ 88 ถึง 90 องศาเซลเซียส[11] ที่อาจส่งผลต่อการเสียสภาพของโปรไบโอติกส์ที่เสริมลงในอาหาร ดังนั้นจึงได้มีแนวคิดและความพยายามในการค้นหาจุลินทรีย์ทนร้อนรวมถึงการห่อหุ้ม (costing) จุลินทรีย์เพื่อให้มีความสามารถในการทนความร้อนได้เพื่อลดข้อจำกัดในการใช้ประโยชน์ดังที่กล่าวมาข้างต้น หากแต่ก็เป็นวิธีการที่ค่อนข้างยุ่งยาก ซับซ้อน และเป็นการเพิ่มต้นทุนการผลิตปศุสัตว์ จึงนำสู่การคิดค้นและพัฒนาผลิตภัณฑ์สารเสริมชีวนะรวมถึงผลิตภัณฑ์โปรไบโอติกส์รวมเพื่อใช้เป็นสารเติมแต่งในน้ำดื่ม (water additive) ของไก่เนื้อ เช่น โปรไบโอติกส์ชนิดเหลว[12] และ ซินไบโอติกส์ ชนิดผงละลายน้ำ[13] เป็นต้น เพื่อเป็นทางเลือกใหม่ในการประยุกต์ใช้โปรไบโอติกส์ที่ง่าย สะดวก รวมทั้ง ลดข้อจำกัดในการใช้งานเพื่อหลีกเลี่ยงและลดปัญหาการเสื่อมสภาพของจุลินทรีย์ที่ต้นทุนต่ำ กอปรกับในปัจจุบันนโยบายไทยแลนด์ 4.0 ที่มีการส่งเสริมให้ภาคการเกษตรยุคใหม่ ในการยกระดับและพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารให้มีมูลค่าสูง โดยเฉพาะอย่างยิ่งแนวทางการเสริมโปรไบโอติกส์ลงในอาหารสัตว์เพื่อพัฒนาคุณภาพของเนื้อ[14,15] การลดระดับคอเลสเตอรอล[16,17] และการปรับองค์ประกอบของกรดไขมันในเนื้อให้มีความเหมาะสมสำหรับผู้บริโภค เพื่อผลิตผลิตภัณฑ์เนื้อไก่เป็นอาหารที่มีประโยชน์ต่อสุขภาพ (functional food)

การทดลองครั้งนี้มุ่งศึกษาการใช้ประโยชน์ได้ของหัวเชื้อบาซิลัสผสมที่ประกอบด้วย *Bacillus licheniformis, Bacillus polymyxa* และ *Bacillus subtilis* ต่อสมรรถนะการผลิต ลักษณะซาก คุณภาพเนื้อ และองค์ประกอบของกรดไขมันในเนื้อเพื่อเป็นแนวทางในการประยุกต์ใช้กับการผลิตสัตว์ปีกเพื่อเพิ่มความสามารถในการแข่งขันของประเทศ

วิธีการศึกษา

1. แผนการทดลอง สัตว์ น้ำ อาหารและ การเลี้ยงสัตว์ทดลอง

การทดลองครั้งนี้ได้รับการอนุมัติจากคณะกรรมการกำกับดูแลการเลี้ยงและใช้สัตว์ คณะสัตวศาสตร์และเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยศิลปากร โดยใช้แผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (completely randomized design: CRD) แบ่งเป็น 3 กลุ่มการทดลอง กลุ่มการทดลองละ 4 ซ้ำ รวม 12 หน่วยทดลอง คือ กลุ่มการทดลองที่ 1 คือ กลุ่มไก่เนื้อที่ได้รับน้ำสะอาด (กลุ่มควบคุม) กลุ่มการทดลองที่ 2 และ

3 คือ กลุ่มไก่เนื้อที่ได้รับน้ำสะอาดเสริม *Bacillus* sp. ผสมที่ระดับ 1 และ 2 กรัมต่อลิตร ตามลำดับ การทดลองนี้ใช้ไก่เนื้อทางการค้า Ross 308 อายุ 1 วัน จำนวน 240 ตัว (เพศผู้ 120 ตัว และ เพศเมีย 120 ตัว) สุ่มเข้าสู่การทดลองจำนวน 20 ตัวต่อหน่วยทดลอง ทำการการเลี้ยงไก่เนื้อในคอกขนาด 2.0 x 3.0 เมตร ภายในโรงเรือนแบบเปิดที่มีการจัดการแสงและอุณหภูมิตามสภาพแวดล้อมและใช้ระยะเวลาในการเลี้ยง 35 วัน และให้อาหารแบบเต็มที่ตลอดเวลา (*ad libitum*) โดยใช้อาหารไก่เนื้อเชิงการค้า 2 ระยะ คือ ระยะแรก (1 ถึง 21 วัน) มีโปรตีนหยาบ (crude protein) 23 เปอร์เซ็นต์ และพลังงานใช้ประโยชน์ได้ (metabolizable energy) 3,200 กิโลแคลอรี่ต่อกิโลกรัม และระยะสอง (22 ถึง 35 วัน) มีโปรตีนหยาบ 20 เปอร์เซ็นต์ และพลังงานใช้ประโยชน์ได้ 3,200 กิโลแคลอรี่ต่อกิโลกรัมตามคำแนะนำของ NRC (1994) [18] การทดลองนี้จัดการให้น้ำแบบเต็มที่ตลอดเวลา ร่วมกับการใช้หัวเชื้อ *Bacillus* sp. ผสมชนิดผงละลายน้ำสำเร็จรูป ที่ประกอบด้วย *Bacillus licheniformis, Bacillus polymyxa* และ *Bacillus subtilis* ชนิดละ 1.0 x 10^9 (colony forming unit: cfu) และเติมสื่อจนครบ 1 กิโลกรัมเพื่อเติมลงในน้ำดื่มสำหรับไก่เนื้อที่ใช้น้ำสะอาดจากระบบน้ำภายในศูนย์วิจัยและพัฒนาอาหารสัตว์เพชรบุรี อำเภอชะอำ จังหวัดเพชรบุรี

2. สมรรถนะการผลิตของไก่เนื้อ

การวัดสมรรถนะการผลิตใช้เวลาทั้งหมด 35 วัน แบ่งเป็น 2 ช่วง คือ 0 ถึง 21 วัน และ 22 ถึง 35 วัน โดยจะให้อาหารสะอาดอย่างเต็มที่ จดบันทึกปริมาณอาหารที่กินได้ น้ำหนักของไก่เนื้อ และจำนวนไก่ตายตลอดช่วงการทดลอง แล้วคำนวณหาค่าสมรรถนะการผลิต คือ ปริมาณการกินได้เฉลี่ยต่อวัน (average daily feed intake: ADFI) หาจาก ADFI หาจาก [ปริมาณอาหารที่กินทั้งหมด/(จำนวนไก่xจำนวนวันที่เลี้ยง)] น้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้นเฉลี่ย (average body weight gain: BWG) BWG หาจาก [(น้ำหนักตัวสุดท้าย-น้ำหนักตัวเริ่มต้น)/จำนวนไก่] อัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวัน (average daily gain: ADG) หาจาก [BWG/(จำนวนไก่xจำนวนวันที่เลี้ยง)] และประสิทธิภาพการใช้อาหาร (feed conversion ratio: FCR (feed/ gain)) หาจาก [ADFI/ADG] ตามวิธีของ Zhao *et al*. (2003)[19] รวมถึงคำนวณหาอัตราการเลี้ยงรอด (viability) หาจาก [(จำนวนไก่ที่เหลือ x 100)/จำนวนไก่เริ่มต้น] และดัชนีประสิทธิภาพการผลิต (productive index: PI)) หาจาก [(อัตราการเลี้ยงรอด x น้ำหนักตัว ที่เพิ่มขึ้น x 100)/(FCR x จำนวนวันที่เลี้ยง)] ตามวิธีของ Khaksefidi *et al*. (2005) [20] คำนวณหาผลตอบแทนทางเศรษฐกิจ (economic benefit return) คือ ต้นทุนค่าอาหารต่อตัว (feed cost per gain: FCG) หาจาก FCG = (FCR x feed cost x BWG) มูลค่าจากการขายต่อตัว (salable bird return: SBR) หาจาก SBR= (price of live chicken (40 THB) x BW) กำไรสุทธิต่อตัว (net profits return per bird: NPR) หาจาก NPR = (SBR – FCG) และอัตราส่วนผลตอบแทนต่อการลงทุน (return of investment: ROI) หาจาก ROI= (NPR /FCG) x 100 ตามวิธีของมนัสนันท์ และคณะ (2558) [13]

3. เปอร์เซ็นต์ซากและคุณภาพเนื้อของไก่เนื้อ

การวัดเปอร์เซ็นต์ซากของไก่เนื้อทำในวันสุดท้ายของการทดลอง โดยการอดอาหารอย่างน้อย 6 ชั่วโมง แล้วสุ่มไก่เนื้อ เพศผู้ 2 ตัว และเพศเมีย 2 ตัว ต่อหน่วยทดลอง เพื่อฆ่าชำแหละและตัดแต่งชิ้นส่วน แล้วคำนวณเปอร์เซ็นต์ซาก (carcass percentage) และเปอร์เซ็นต์ซากเย็น (chilled carcass percentage) ตามวิธีของสัญชัย (2553)[21] และคำนวณหาเปอร์เซ็นต์ชิ้นส่วนตัดแต่ง (cutting percentage) ตามวิธีของ Hossain *et al*. (2012)[22] ทั้งนี้ทำการวัดคุณภาพเนื้อโดยวัดค่าความเป็นกรด-ด่างของเนื้อหน้าอกในที่ 45 นาที และหลังเก็บรักษาที่ 24 ชั่วโมง ตามวิธีของ Zhou *et al*. (2010)[15] รวมทั้งทำการวัดค่าสีของเนื้อไก่หลังเก็บรักษาเนื้ออกไก่ที่ 4 องศาเซลเซียสนาน 24 ชั่วโมง คือ ความสว่าง (lightness: L*), สีแดง (redness: a*) และ สีเหลือง (yellowness: b*) ตามวิธีของ Ao *et al*. (2011)[23] และวัดค่าความสามารถในการอุ้มน้ำ (water holding capacity) คือ drip loss, boiling loss, trawling loss และ roasting loss ตามวิธีของ Liu *et al*. (2012)[9] จากตัวอย่างเนื้ออกและการรวบรวม เนื้ออกเพื่อวิเคราะห์หาปริมาณคอเลสเตอรอล(total cholesterol) ด้วยวิธี C45,994.10 ตามวิธีของ AOAC (1995)[24] และการวิเคราะห์องค์ประกอบของกรดไขมัน (individual fatty acid content) ด้วย Gas Liquid Chromatography (GLC) ตามวิธีของ Lepage (1986) [25]

4. การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ค่าความแปรปรวน (analysis of variance: ANOVA) ด้วย general linear model (GLM) โดยใช้แบบหุ่น $\mathbf{Y}_{ij} = m + t_i + e_{ij}$ เมื่อ $\mathbf{Y}_{ij}$ แทน ค่าสังเกตจาก กลุ่มการทดลองที่ i = 1, 2, 3 ซ้ำที่ j, เมื่อ j = 1, 2, 3, 4 โดย m คือ ค่าเฉลี่ยร่วม (common mean) ส่วน t_i คือ อิทธิพลของกลุ่มการทดลอง (treatment effect) ที่ i เมื่อ i =การเสริม *Bacillus* sp. ผสม ในน้ำดื่ม 0, 1, 2 กรัมต่อลิตร และe_{ij} คือ ความคลาดเคลื่อน และเปรียบเทียบความแตกต่างค่าเฉลี่ยระหว่างกลุ่มข้อมูลด้วย Tukey' s studentized range test

(HSD) ตามวิธีของ Steel and Torrie (1992)[26] และวิเคราะห์แนวโน้มของข้อมูล (trend analysis) ด้วย Orthogonal polynomial โดยใช้โปรแกรม R-Studio 8.3 ตามวิธีของ R core team (2013)[27] กำหนดค่านัยสำคัญที่ใช้ในการทดสอบที่ $P<0.05$ และ $P<0.01$

ผลการศึกษาและวิจารณ์ผล

1. การเสริม *Bacillus* sp. ผสมในน้ำดื่มต่อสมรรถนะการผลิตของไก่เนื้อ

ผลการเสริม *Bacillus* sp. ผสมในน้ำดื่มต่อต่อสมรรถนะการผลิตของไก่เนื้อทั้ง 3 ช่วง คือ ช่วงอายุ 0 ถึง 21 วัน ช่วงอายุ 22 ถึง 35 วัน และช่วง 0 ถึง 35 วัน พบว่าการเสริม *Bacillus* sp. ผสมทั้ง 3 ระดับคือ ที่ระดับ 0, 1 และ 2 กรัมต่อลิตรไม่มีผลต่อน้ำหนักไก่เฉลี่ย น้ำหนักไก่ที่เพิ่มขึ้น จำนวนอาหารที่กินทั้งหมด อัตราการเจริญเติบโตต่อตัวต่อวันปริมาณการกินได้ต่อตัวต่อต้นทุนค่าอาหารต่อการผลิตเนื้อ 1 กิโลกรัม อัตราการเลี้ยงรอด อัตราการตาย และ ดัชนีประสิทธิภาพการผลิตของไก่เนื้อ ($P>0.05$) ดังตารางที่ 1 ซึ่งผลการทดลองในครั้งนี้สอดคล้องกับการทดลองของ Lee *et al.* (2014)[28] และ Afsharmanesh *et al.* (2013)[29] แต่ขัดแย้งกับการทดลองของ Huang *et al.* (2012)[30,] Hu *et al.* (2012)[31,] และ Tan *et al.* (2012)[32] เป็นที่ทราบกันดีอยู่แล้วว่าประสิทธิภาพของ โปรไบโอติกส์มีความแตกต่างกันอย่างมากและขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายอย่าง เช่น ส่วนประกอบของอินทรียสาร ชนิดของความเครียด ระดับ การใช้ (ปริมาณ) วิธีการและความถี่ของการใช้สุขภาพของสัตว์ ระบบสุขศาสตร์ของการเลี้ยง และสิ่งแวดล้อมในฟาร์ม[33] อีกทั้งการใช้ พรีไบโอติกส์อาจช่วยให้จุลินทรีย์สามารถสร้างประสิทธิภาพภายในท่อทางเดินอาหารได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้นและทำให้สามารถปรับปรุงสมรรถนะการผลิตสัตว์ปีกได้ดียิ่งขึ้น[34] นอกจากนี้ประสิทธิภาพของโปรไบโอติกส์ใน ไก่เนื้ออาจเกี่ยวข้องกับภาวะความเครียด[7] การศึกษาครั้งนี้สนับสนุนทฤษฎีเหล่านี้เนื่องจาก ไก่เนื้อเลี้ยงในอุณหภูมิเฉลี่ยที่หนาวเย็นหรือร้อนมากเกินไปถือเป็นความเครียดและเป็นอันตรายต่อไก่เนื้อ[35] แม้ว่าผลการทดลองครั้งนี้จะไม่ได้แสดงให้เห็นความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติของค่าเฉลี่ยระหว่างกลุ่มการทดลอง แต่จากการสังเกต พบว่าสมรรถนะการผลิตโดยรวมในช่วงอายุ 0-35 วัน ของไก่เนื้อที่ได้รับ *Bacillus* sp. ผสมในน้ำดื่มที่ระดับ 1 และ 2 กรัมต่อลิตรมีประสิทธิภาพการใช้อาหารสูงกว่ากลุ่มควบคุม 3.3 และ 6.6 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (1.50 vs. 1.45 และ1.40) อีกทั้งยังพบว่ามีดัชนีประสิทธิภาพการผลิตสูงกว่ากลุ่มควบคุม 1.43 และ 4.67 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (278.94 vs. 282.58 และ 391.65) ซึ่งค่าประสิทธิภาพการใช้อาหารและดัชนีประสิทธิภาพการผลิตเป็นตัวชี้วัดสำคัญถึงสมรรถนะการผลิตของไก่เนื้อ เชิงอุตสาหกรรมโดยมีหลายข้อสันนิษฐาน ที่น่าเชื่อถือที่สนับสนุนการพัฒนาสมรรถนะ การผลิตของไก่เนื้อด้วยการเติม *Bacillus* sp. ผสมในน้ำดื่ม กล่าวคือ Edens (2003)[36] พบว่าความสามารถของโปรไบโอติกส์ในการพัฒนาการย่อยอาหาร การดูดซึม และประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์ของอาหารโดยการเพิ่ม กิจกรรมในลำไส้และเพิ่มเอนไซม์ในการย่อยอาหาร ส่วนประโยชน์ของโปรไบโอติกส์ต่อการพัฒนาดัชนีประสิทธิภาพการผลิตสอดคล้องกับงานวิจัยจำนวนมากที่อ้างถึงผลของใช้โปรไบโอติกส์ใน ไก่เนื้อ[37] และการค้นพบนี้ให้ข้อมูลที่มีคุณค่าของโปรไบโอติกส์สำหรับการผลิตไก่เนื้อแม้ว่าผลการทดลองจะไม่แสดงผลอย่างเด่นชัดตามสมมติฐาน หากแต่ยังพอสังเกตเห็นแนวโน้มของความเป็นไปได้ในการพัฒนาการเลี้ยงไก่เนื้อด้วย *Bacillus* sp. ผสมตัวอย่าง ดังนั้นจึงควรทำการศึกษาและพัฒนาต่อยอดสู่การใช้ประโยชน์ในอนาคต

Table 1 Effect of multi-strain *Bacillus* sp. supplementation in drinking water on productive performance

Productive performance	Multi-strain *Bacillus* sp. supplementation level (g/l)			SEM
	Control	1	2	
0-21 day				
BWG (g/bird)	764.50±42.54	753.56±14.49	725.03±32.69	10.70
FI (g/bird)	990.79±77.05	959.21±16.49	901.31±81.67	32.69
ADFI (g/bird/day)	47.18±3.67	45.68±0.79	42.92±3.89	1.04
ADG (g/bird/day)	36.41±2.03	35.03±0.63	34.53±1.56	0.51
FCR (Feed /Gain)	1.30±0.03	1.30±0.02	1.24±0.06	0.01
Viability (%)	100.00	100.00	100.00	-

Table 1 Effect of multi-strain *Bacillus* sp. supplementation in drinking water on productive performance (continue)

Productive performance	Multi-strain *Bacillus* sp. supplementation level (g/l)			SEM
	Control	1	2	
Productive index: PI	281.03±10.57	268.65±8.67	278.10±2.62	2.68
22-35 day				
BWG (g/bird)	838.72±13.07	835.98±33.48	842.66±20.36	7.95
FI (g/bird)	1,636.48±1,553.63	1,553.63±62.30	1,524.60±149.56	32.38
ADFI (g/bird/day)	116.86±3.25	110.97±4.45	108.90±10.68	2.31
ADG (g/bird/day)	60.19±1.45	59.71±2.39	60.19±1.45	0.61
FCR (Feed/Gain)	1.95±0.07	1.86±0.02	1.81±0.13	0.03
Viability (%)	91.11±3.40	88.89±3.85	91.11±3.40	1.28
Productive index: PI	279.68±2.52	285.33±6.32	340.57±26.83	5.33
0-35 day				
BWG (g/bird)	1,603.23±52.65	1,571.54±44.90	1,567.69±32.23	14.69
FI (g/bird)	2,451.87±54.33	2,337.84±98.58	2,250.92±128.24	32.84
ADFI (g/bird/day)	70.05±1.55	66.80±2.82	64.31±3.66	0.94
ADG (g/bird/day)	46.87±1.50	45.97±1.28	45.86±0.92	0.42
FCR (Feed /Gain)	1.50±0.02	1.45±0.02	1.40±0.06	0.01
Viability (%)	91.11±3.40	88.89±3.85	91.11±3.40	1.28
Productive index: PI	278.94±4.13	282.58±8.07	291.65±22.68	4.70

Table 2 Effect of multi-strain *Bacillus* sp. supplementation in drinking water on carcass and cutting percentage

Carcass percentage and cutting percentage (%)	Multi-strain *Bacillus* sp. supplementation level (g/l)			SEM
	Control	1	2	
Thai carcass percentage	83.19±3.21	81.31±1.85	80.37±1.48	0.77
Carcass percentage	74.87±1.00	74.34±1.54	73.09±0.08	0.46
Chilled carcass percentage	72.68±1.04	72.17±1.25	70.95±1.14	0.28
Breast	26.87±1.66	27.02±1.06	28.46±2.15	0.56
Fillets	5.19±0.26	4.99±0.27	5.68±0.46	0.11
Wing	12.23±0.27	12.56±0.03	12.95±0.52	0.11
Thigh	17.86±0.68	17.91±0.42	18.18±0.96	0.24
Drum stick	12.50±0.49	13.43±0.40	13.37±0.46	0.15
Head	3.19±0.19	3.24±0.16	3.33±0.14	0.15
Neck	4.38±0.37	4.50±0.50	4.78±0.68	0.05
Shank	4.68±0.05	4.91±0.18	5.00±0.04	0.06
Skeletal bone	23.59±0.90	24.87±2.51	23.07±1.06	0.55

Table 3 Effect of multi-strain *Bacillus* sp. supplementation in drinking water on meat quality

Meat quality	Multi-strain *Bacillus* sp. supplementation level (g/l)			SEM
	Control	1	2	
pH 45 min.	5.53±0.10	5.85±0.04	5.71±0.18	0.05
pH 24 h	5.47±0.21	5.52±0.10	5.49±0.16	0.05
Color at 24 hour after chilled storage at 4 °C				
L* (lightness)	54.83±1.55	53.90±1.59	54.41±1.89	0.56
a* (redness)	0.67±0.23	0.47±0.13	0.47±0.26	0.07
b* (yellowness)	13.34±0.75	13.35±1.87	13.28±1.06	0.44
Water holding capacity (%)				
Drip loss	5.52±0.90	4.44±0.98	4.57±4.50	0.27
Cooking Loss	22.88±0.73	19.93±1.36	21.46±0.56	0.33
Trawling Loss	9.08±2.07	5.25±2.02	6.72±2.07	0.68
Roasting Loss	33.24±2.05	32.08±1.17	33.96±1.69	0.56

2. การเสริม *Bacillus* sp. ผสมในน้ำดื่มต่อลักษณะซากและคุณภาพเนื้อของไก่เนื้อ

ผลการเสริม *Bacillus* sp. ผสมในน้ำดื่มต่อเปอร์เซ็นต์ซากและเปอร์เซ็นต์ชิ้นส่วนตัดแต่งของไก่เนื้อ พบว่า การเสริม *Bacillus* sp. ทั้ง 3 ระดับคือ ที่ระดับ 0, 1 และ 2 กรัมต่อลิตรไม่มีผลต่อค่าเปอร์เซ็นต์ซากและเปอร์เซ็นต์ชิ้นส่วน (*P>0.05*) ดังตารางที่ 2 จากการทดลองครั้งนี้สังเกตเห็นว่าการเสริม *Bacillus* sp. ผสมในน้ำดื่มไม่มีผลต่อน้ำหนักของไก่เนื้อ ดังนั้นจึง ไม่แสดงผลต่อลักษณะซาก ซึ่งสอดคล้องกับผลการทดลองของเบญญาและคณะ (2557)[38] ทำการทดลองเสริมโปรไบโอติกส์จากแบคทีเรียกลุ่มแลคติกในอาหารไก่เนื้อ พบว่า ไม่มีผลต่อการเพิ่มน้ำหนักตัว เปอร์เซ็นต์ซากและเปอร์เซ็นต์ชิ้นส่วนต่างๆ (*P>0.05*) ซึ่งให้ผลการทดลองในแนวทางเดียวกันกับ Cengiz *et al.* (2015)[39] ที่ทำการทดลองเสริมโปรไบโอติกส์ ในอาหารไก่เนื้อที่เลี้ยงบนความหนาแน่นของ การเลี้ยงที่ต่างกัน พบว่า การเสริมโปรไบโอติกส์ไม่มีผลต่อเปอร์เซ็นต์ซาก และน้ำหนักอวัยวะ ที่ผลิตน้ำเหลือง (*P>0.05*) ส่วนผลการเสริม *Bacillus* sp. ในน้ำดื่มต่อคุณภาพเนื้อของไก่เนื้อพบว่าการเสริม *Bacillus* sp. ทั้ง 3 ระดับ คือ ที่ระดับ 0, 1 และ 2 กรัมต่อลิตรไม่มีผลต่อความเป็นกรดด่างที่ 45 นาทีและที่ 24 ชั่วโมง รวมถึงค่าสีและค่าการสูญเสียน้ำ ของเนื้อ (*P>0.05*) ดังแสดงในตารางที่ 3 โดยการเสริมโปรไบโอติกส์สำหรับพัฒนาคุณภาพเนื้อในไก่เนื้อจากหลายงานวิจัยให้ผลการทดลองที่แตกต่างกันค่อนข้างมาก คือ การพัฒนาคุณภาพเนื้อไก่ เมื่อเสริมโปรไบโอติกส์[40,41] และการใช้โปรไบโอติกส์แล้วไม่แสดงผลต่อการพัฒนาคุณภาพเนื้อ[42, 43,44] โดยการวัดค่าคุณภาพเนื้อ คือ ความสามารถในการอุ้มน้ำ และ การสูญเสียน้ำจากการแช่เย็นเป็นตัวชี้วัดที่สำคัญเนื่องจากสามารถอธิบายได้ถึงการสูญเสียโภชนะในเนื้อออกมาพร้อมกับน้ำที่สูญเสียไป ซึ่งจะมีผลกระทบโดยตรงต่อค่าความฉ่ำน้ำ (juiciness) ความเหนียว (tenderness) และ รสชาติของเนื้อ[43] แม้ว่าการทดลองครั้งนี้ไม่พบผลของ *Bacillus* sp. ผสมต่อ ความสามารถในการอุ้มน้ำ หากแต่ พบข้อสังเกต คือ มีค่าการสูญเสียน้ำจากการแช่เย็นของเนื้ออกที่ลดลงของไก่เนื้อที่ได้รับ *Bacillus* sp. ผสมในน้ำดื่มอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ดังนั้นการศึกษาเพิ่มเติมเป็นสิ่งจำเป็นอย่างยิ่งในการประเมินถึงผลของ *Bacillus* sp. ผสมต่อคุณภาพเนื้อในลักษณะอื่นๆที่ลึกซึ้ง เนื่องจากมีงานวิจัยที่ได้ทำการศึกษาก่อนหน้าของ Zhou *et al.* (2010)[15] พบว่า การเสริม *Bacillus* sp. มีผลต่อการพัฒนาคุณภาพเนื้อหน้าอกของไก่เนื้อได้

3. การเสริม *Bacillus* sp. ผสมในน้ำดื่มต่อองค์ประกอบกรดไขมันในเนื้อของไก่เนื้อ

ผลการเสริม *Bacillus* sp. ในน้ำดื่มต่อคุณภาพเนื้อของไก่เนื้อพบว่าการเสริม *Bacillus* sp. ทั้ง 3 ระดับ คือ ที่ระดับ 0, 1 และ 2 กรัมต่อลิตรมีผลต่อการลดลงของคอเลสเตอรอลในเนื้ออย่างเป็นเส้นตรงแปรผันต่อระดับของ *Bacillus* sp. ที่เพิ่มขึ้นในน้ำดื่ม (*P<0.05*) ดังตารางที่ 4 จากการทดลองของ Fukushima and Nakano (1995)[46] พบว่า โปรไบโอติกส์สามารถยับยั้ง การสังเคราะห์เอนไซม์ Hydroxymethyl-glutarylcoen-

zyme A reductase ซึ่งเป็นเอนไซม์ที่เกี่ยวข้องกับ กระบวนการสังเคราะห์คอเลสเตอรอล เนื่องจากคอเลสเตอรอลเป็นสารตั้งต้นในการสังเคราะห์กรดน้ำดี เมื่อมีการเพิ่มการขับออกของน้ำดีก็จะทำให้มีการกระตุ้นให้มีการนำเอาคอเลสเตอรอลมาใช้ในการสังเคราะห์น้ำดีเพิ่มมากขึ้นโดยจุลินทรีย์จะมีเอนไซม์ที่สามารถจับกับกรดน้ำดีและทำให้กรดน้ำดีถูกขับออกทางอุจจาระเพิ่มขึ้นจึงส่งผลให้สามารถ ลดระดับคอเลสเตอรอลในเลือดได้

Table 4 Effect of multi-strain *Bacillus* sp. supplementation in drinking water on fatty acid composition in meat

Fatty acid composition in meat (g/100 g total fat)	Multi-strain *Bacillus* sp. supplementation level (g/l)			SEM	Trend analysis***	
	Control	1	2		L	Q
Cholesterol	68.67^{A}±2.12	60.99^{B}±1.89	63.65^{B}±1.97	0.67	*	*
Monounsaturated fatty acid	0.97^{B}±0.03	1.08^{A}±0.03	0.90^{C}±0.03	0.01	*	**
Palmitoleic acid	0.10^{C}±0.003	0.12^{B}±0.004	0.13^{A}±0.004	0.001	**	NS
Veccenic acid	0.05^{A}±0.002	0.05^{A}±0.002	0.04^{B}±0.001	0.0004	**	**
Oleic acid	0.82^{B}±0.03	0.91^{A}±0.03	0.74^{C}±0.02	0.01	**	**
Polyunsaturated fatty acid	0.49±0.02	0.52±0.02	0.51±0.02	0.01	NS	NS
Linoleic acid	0.43^{b}±0.01	0.47^{a}±0.01	0.48^{a}±0.01	0.005	*	NS
Eleostearic acid	0.02^{A}±0.001	0.02^{A}±0.001	0.01^{B}±0.001	0.0002	**	**
Eicosatrienoic acid	0.04^{A}±0.001	0.04^{A}±0.001	0.03^{B}±0.001	0.0003	**	**
Saturated fatty acid	0.78^{a}±0.02	0.80^{a}±0.02	0.71^{b}±0.02	0.01	*	*
Myristic acid	0.02±0.001	0.02±0.001	0.02±0.001	0.0002	NS	NS
Palmitic acid	0.56±0.02	0.55±0.02	0.52±0.02	0.01	NS	NS
Stearic acid	0.18^{B}±0.01	0.21^{A}±0.01	0.16^{C}±0.01	0.002	**	**
Heneicosanoic acid	0.01±0.001	0.01±0.001	0.01±0.001	0.0002	NS	NS
Omega 3 fatty acid	0.02^{A}±0.001	0.02^{A}±0.001	0.01^{B}±0.001	0.0002	**	**
Omega 6 fatty acid	0.47^{B}±0.01	0.50^{A}±0.02	0.50^{A}±0.02	0.005	*	NS
Omega 9 fatty acid	0.82^{B}±0.03	0.91^{A}±0.03	0.74^{C}±0.02	0.01	**	**

NS= not significantly (P>0.05),

$^{a \text{ and } b}$ with in row, mean with symbol no common superscript differ significantly (P<0.05),

$^{A \text{ and } B}$ with in row, mean with symbol no common superscript differ significantly (P<0.01),

* with in row, mean with symbol no common superscript differ significantly (P<0.05),

** with in row, mean with symbol no common superscript differ significantly (P<0.01),

*** L = Linear and Q = Quadratic

นอกจากนี้จุลินทรีย์สายพันธุ์ *Lactobacillus* sp. สามารถนำคอเลสเตอรอลไปใช้ได้ โดยตรงและรวมตัวกับคอเลสเตอรอลภายในผนังเซลล์ของจุลินทรีย์ได้อีกด้วย จึงทำให้มีคอเลสเตอรอลเพียงเล็กน้อยที่สามารถผ่านเข้าสู่กระแสเลือด ส่งผลให้ระดับคอเลสเตอรอลในเลือดลดลง[16] ผลของการเสริมโปรไบโอติกส์รวมต่อระดับไตร-กลีเซอไรด์ในพลาสมามีความแตกต่างกันในทางสถิติ (quadratic, *P<0.05*) เมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุม ซึ่งการเสริมโปรไบโอติกส์ที่ระดับ 0.5 กิโลกรัมต่อตัน จึงน่าจะเป็นระดับที่มีควรแนะนำใน การเสริม เนื่องจากคอเลสเตอรอล มีความสัมพันธ์โดยตรงกับไลโพโปรตีน ชนิด (high density lipoprotein: HDL) และ (low density lipoprotein: LDL) ตลอดจน ไตรกลีเซอไรด์ ทั้งนี้ระดับไตรกลีเซอไรด์ในเลือดบ่งบอกถึงการเคลื่อนย้ายไตรกลีเซอไรด์จากตับสู่ไข่และเนื้อเยื่อไขมัน การเสริมโปรไบโอติกส์จึงเป็นแนวทางในการลดคอเลสเตอรอลในไข่ได้สอดคล้องกับงานทดลองเสริมโปรไบโอติกส์ใน ไก่ไข่[47,17] สามารถลดคอเลสเตอรอลในไข่แดงได้ ซึ่งหนึ่งในกลไกที่อ้างถึงในการลดระดับคอเลสเตอรอล คือ การที่โปรไบโอติกส์ อาจส่งผลต่อการมีระดับคอเลสเตอรอลในระดับต่ำ (hypocholesterolemic action) ผ่านกรดน้ำดี[48] กล่าวคือ กรดน้ำดีโคลิค (cholic) และดีออกซีโคลิค (deoxy-

cholic) ถูกผลิตขึ้นจากคอเลสเตอรอลในเซลล์ตับโดยจับกับไกลซีน (glycine) และ ทอรีน (taurine) กรดน้ำดีที่ผลิตได้ถูกปล่อยเข้าสู่สำไส้เล็กส่วนต้นเพื่อช่วยในการย่อยอาหาร หลังจากนั้นจะมีกรดน้ำดีบางส่วนจะถูกดูดซึมกลับไปยังตับเพื่อสังเคราะห์เป็นกรดไขมันกลับมาใช้ใหม่อีกครั้ง ส่งผลทำให้คอเลสเตอรอลในซีรั่มลดลงเนื่องจากคอเลสเตอรอลถูกนำไปใช้สังเคราะห์เป็นกรดน้ำดี[49] หรือเหตุผลที่น่าเชื่อถือต่อการมีระดับคอเลสเตอรอลในระดับต่ำอาจเกิดจากการที่จุลินทรีย์ที่มีประโยชน์ต่อสุขภาพเจริญจำนวนมากขึ้นสามารถช่วยย่อยสลายคอเลสเตอรอลและยับยั้ง การดูดซึมผ่านผนังลำไส้รวมถึง อาจเนื่องจากผลจากกระบวนการหมักที่ได้ กรดไขมันสายสั้นบางชนิดโดยเฉพาะกรด โพรพิโอนิก (propionic acid) ซึ่งสามารถไปยับยั้งการสังเคราะห์ไขมันรวมทั้งคอเลสเตอรอล ส่วนการเพิ่มการสะสมกรดไขมันไม่อิ่มตัวเชิงเดี่ยวและเชิงซ้อนรวมทั้งการเพิ่มขึ้นของกรดไขมันชนิด Omega 3, 6, และ 9 ที่สะสมใน เนื้อไก่

Table 5 Effect of multi-strain *Bacillus* sp. supplementation in drinking water on economic benefit return

Economic benefit return	Multi-strain *Bacillus* sp. supplementation level (g/l)			SEM
	Control	1	2	
Feed cost per gain (THB/bird)	43.28±0.02	41.00±0.02	39.48±0.06	0.01
Salable bird return (THB/bird)	57.70±5.42	55.55±4.92	56.41±4.82	3.34
Net profits return per bird (THB/bird)	14.42±1.49	14.55±1.58	16.93±1.67	1.58
Return of investment (%)	33.31±4.35	35.48±5.12	42.88±4.89	2.67

4. การเสริม *Bacillus* sp. ผสมในน้ำดื่มต่อผลตอบแทนทางเศรษฐกิจของการเลี้ยง ไก่เนื้อ

การเสริม *Bacillus* sp. ผสมในน้ำดื่มของไก่เนื้อด้วยโปรแกรมการเสริมที่แตกต่างกัน 3 ระดับ ต่อผลตอบแทนทางเศรษฐกิจ พบว่า การเสริม *Bacillus* sp. ผสมในน้ำดื่มของไก่เนื้อไม่มีผลต่อผลตอบแทนทางเศรษฐกิจ คือ ต้นทุนค่าอาหารต่อตัว การเพิ่มมูลค่าจากการขายต่อตัว การเพิ่มกำไรสุทธิต่อตัว และผลตอบแทนจากการลงทุน (*P>0.05*) ดัง Table 5 แม้ว่าผลตอบแทนทางเศรษฐกิจของการเลี้ยงไก่เนื้อไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ หากแต่เมื่อพิจารณาถึงต้นทุนและอัตรากำไรตอบแทนจากการเลี้ยง พบว่า ไก่เนื้อที่ได้รับการเสริม *Bacillus* sp. ผสมในน้ำดื่มทั้ง 2 ระดับมีต้นทุนค่าอาหารต่อการเติบโตต่ำกว่าไก่เนื้อกลุ่มควบคุมทั้งนี้ยัง พบว่า ไก่เนื้อที่ได้รับการเสริม *Bacillus* sp. ผสมในน้ำดื่มทั้ง 2 ระดับมีอัตราผลกำไรตอบแทน จากการเลี้ยงสูงกว่าไก่เนื้อกลุ่มควบคุม ดังนั้นจึงเป็นอีกหนึ่งแนวทางสำหรับการเลี้ยงไก่เนื้อ เพื่อลดต้นทุนและเพิ่มผลกำไรสำหรับผู้เลี้ยง ไก่เนื้อ

สรุปผล

การเสริม *Bacillus sp.* ผสมในน้ำดื่มสามารถช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการย่อยได้ ของวัตถุแห้ง ไขมันรวม และเยื่อใยหยาบในอาหารไก่เนื้อ นอกจากนี้ยังพบว่าการเสริม *Bacillus sp.* ผสมในน้ำดื่มของไก่เนื้อไม่มีผลต่อสมรรถนะการผลิต ลักษณะซากคุณภาพเนื้อ และผลตอบแทนทางเศรษฐกิจ แต่การเสริม *Bacillus sp.* ผสมทั้งสองระดับในน้ำดื่มของ ไก่เนื้อสามารถลดปริมาณคอเลสเตอรอล แต่จะเพิ่มปริมาณกรดไขมันไม่อิ่มตัวเชิงเดี่ยวและเชิงซ้อน รวมทั้งจะทำให้มีกรดไขมันชนิดโอเมก้า 3, 6 และ 9 ที่สะสมในเนื้อไก่สูงสุด โดยสรุปการเสริม *Bacillus* sp. ที่ระดับ 1 กรัมต่อลิตรในน้ำดื่มของไก่เนื้อมีศักยภาพในการผลิตไก่เนื้อให้มีประสิทธิภาพสูงสุด

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบพระคุณกองทุนวิจัยและสร้างสรรค์ คณะสัตวศาสตร์และเทคโนโลยี การเกษตร มหาวิทยาลัยศิลปากรที่สนับสนุนทุนอุดหนุนการวิจัยประจำปีงบประมาณ 2557 และ รวมถึงขอขอบพระคุณศูนย์วิจัยและพัฒนาอาหารสัตว์เพชรบุรีที่เอื้อเฟื้อสถานที่เลี้ยงสัตว์ทดลอง

เอกสารอ้างอิง

1. Teo AY, Tan HM. Evaluation of the performance and intestinal gut microflora of broilers fed on corn-soy diets supplemented with *Bacillus subtilis* PB6 (CloSTAT), J App Poult Res 2007;16:296-303
2. Mountzouris KC, Tsirsikos P, Palamidi I, Arvanniti A, Mohnl M, Schatmayr G, Fegeros K. Effect of probiotic inclusion level in broiler nutrition on growth

performance, nutrient digestibility, plasma immunoglobulin, and cecal microflora composition, Poult Sci 2010;89:588-593

3. Reid G, Jass J, Sebulsky MT, Mc Cormick JK. Potential uses of Probiotics in clinical practice, Clin Microbiol Rev 2003;16:658-672
4. Li LL, Hou ZP, Li TJ, Wu GY, Huang RL, Tang ZR, Yang CBB, Gong J, Yu H, Kong XF. Effects of dietary probiotic supplementation on ileal digestibility of nutrients and growth performance in 1 to 42 day old broilers, J Sci Food and Agri 2008;88:35-42
5. สาโรช ค้าแจริญ. อาหารและการให้อาหารสัตว์. ขอนแก่น: ภาควิชาสัตวศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น; 2547.
6. Niba AT, Beal JD, Kudi AC, Brooks PH. Potential of bacterial fermentation as a biosafe method of improving feeds for pigs and poultry, Afri J Biotech 2009;8(9):1758-1767
7. Al-Fataftah AR, Abdelqader A. Effects of dietary *Bacillus subtilis* on heat-stressed broilers performance, intestinal morphology and microflora composition, Anim Feed Sci Technol 2014;198:279-285
8. Sen S, Ingale SL, Kim WY, Kim JS, Kim KH, Lohakare JD, Chae BJ. Effect of supplementation of *Bacillus subtilis* LS 1-2 to broiler diets on growth performance, nutrient retention, caecal microbiology and small intestinal morphology, Res Vet Sci 2012;93(1):264–268
9. Liu X, Yan H, Lv L, Xu Q, Yin C, Zhang K, Wang P, Hu J. Growth performance and meat quality of broiler chickens supplemented with *Bacillus licheniformis* in drinking water, Asian-Aust J Anim Sci 2012;25(5):682-689
10. Gao Z, Haohao W, Lin S, Xiaohui Z, Ran S, Fuquan Y, Gooneratn R. Study of *Bacillus subtilis* on growth performance, nutrition metabolism and intestinal microflora of 1 to 42 d broiler chickens, Anim Nutri 2017;3(2):109-113
11. Amerah AM, Quiles A, Medel P, Sanchez J, Lehtinen MJ, Gracia MI. Effect of pelleting temperature and probiotic spplementation on growth performance and immune function of broilers fed maize/soy-based diets, Anim Feed Sci and Tech 2013;180:55-63
12. Timmerman HM, Veldman A, Elsen EVD, Rombouts FM, Beynen AC. Mortality and growth performance of broilers given drinking water supplemented with chicken-specific probiotics, Poult Sci 2006;85(8):1383-1388
13. มนัสนันท์ นพรัตน์ไมตรี วรางคณา กิจพิพิธชวลิต ผึ้งปฐมภรณ์ ศราวุธ ม่วงเผือก เอกกมล กมลลาภวรกุล นาฏยา แบ่งลาภ เสาวภา เขียนงาม. ผลของการเสริมซินไบโอติกส์ต่อสมรรถนะการผลิตไก่เนื้อและผลตอบแทนทางเศรษฐกิจ, วารสารเกษตร 2558;31(3):221-230
14. Zhang AW, Lee BD, Lee SK, Lee KW, An GH, Song KB, Lee C.H. Effects of yeast (Saccharomyces cerevisiae) cell components on growth performance, meat quality, and ileal mucosa development of broiler chicks, Poult Sci 2005;84:1015-1021
15. Zhou X, Wang Y, Gu Q, Li W. Effect of dietary probiotic*, Bacillus coagulans*, on growth performance, chemical composition, and meat quality of Guangxi Yellow chicken, Poult Sci 2010;89:588-593
16. Ooi LG, Liong MT. Cholesterol- Lowering effects of probiotics and prebiotics: A review of in vivo and in vitro findings, Int J Mol Sci 2010;11:2499-2522
17. Yousefi M, Karkoodi K. Effect of probiotic Thepax® and *S. cerevisiae* supplementation on performance and egg quality of laying hens, Int J Poul Sci 2007;6:52-54
18. National Research Council. Nutrient requirement of poultry. 9th Edn. Washington, DC: National Academy Press; 1994.
19. Zhao L, Zhang X, Cho F, Sun D, Wang T, Wang G. Effects of dietary supplementation with fermented Ginkgo-leaves on performance, egg quality, lipid metabolism, and egg-yolk fatty acid composition in laying hens, Livest Sci 2003;155:77-85

[20] Khaksefidi A, Rahimi Sh. Effect of probiotic inclusion in the diet of broiler chicken on performance, feed efficiency and carcass quality, Asian-Aust J Anim Sci 2005;18(8):1153-1156

21. สัญชัย จตุรสิทธา. เทคโนโลยีเนื้อสัตว์. พิมพ์ครั้งที่ 3. เชียงใหม่: ภาควิชาสัตวศาสตร์และสัตว์น้ำ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่;2553.
22. Hossain ME, Kim GW, Lee SK, Yang CJ. Growth performance, meat yield, oxidative stability, and

fatty acid composition of meat from broiler fed diets supplemented with a medicinal plant and probiotics, Asian-Aust J Anim Sci 2012;25(8):1159-1168

23. Ao XJ, Yoo S, Zhou TX, Wang JJP, Meng QW, Yan L, Cho JH,. Kim HI. Effects of fermented garlic powder supplementation on growth performance, blood profile and breast meat quality in broilers, Livest Sci 2011;141:85-89
24. AOAC. Official Method of Analysis. 19th Edition. Washington, DC: Association of Official Analytical Chemist; 1995.
25. Lepage G, Roy CC. Direct transesterification of all classes of lipids in a one-step reaction, J Lipid Res 1986;27:114–120
26. Steel, RGD, and JH Torrie. Principles and procedure statistic. 2nd Edn. Singapore: McGrew-Hill Book Co Inc; 1992.
27. R Core Team. R. A language and environment for statistical computing. Austria: R Foundation for Statistical Computing; 2013.
28. Lee KW, Lillehoj HS, Sung IJS, Lee SH. Effect of salinomycin and Bacillus stbtilis on growth performance and immune responses in broiler chickens, Res Vet Sci 2014;97:305-309
29. Afsharmanesh M, Sadaghi B, Silversides F.G. Influence of supplementation of prebiotic, probiotic and antibiotic to wet wheat-based diets on growth, ileal nutrient digestibility, blood parameters and gastrointestinal characteristics of broiler chickens, Comp Clin Pathol 2013; 22:245-251
30. Huang JH. Effect of *Bacillus subtilis* on growth performance of broilers chicken. Heilongjiang, Anim Sci Vet Med 2012;2:78-79
31. Hu CQ, Zhao JY, Yang JF, Xiong SL, Chen ZF, Hao B. The effect of Bacillus on the grow performance and the cecum bacteria clones in chickens, Chin Anim Husb Vet 2008;35:10
32. Tan L, Yuan D, Chen YB, Zhan XA Differ Bacillus-probiotics affect growth perform Ammon emission excreta broilers, 2012;24(5):877-885
33. Patterson JA, Burkholderm KM. Application of prebiotics and probiotics in poultry production, Poult Sci 2013;82:627-631
34. Mookiah CC, Sieo K, Ramasamy N, Abdullah, Ho YW. Effects of dietary prebiotics, probiotic and synbiotics on performance, caecal bacterial populations and caecal fermentation concentrations of broiler chickens, J Sci Food Agric 2014;94:341-348
35. Blajman JE, Olivero CA, Fusari ML, Zimmermann JA, Rossler E, Berisvil AP, Scharpen AR, Astesana DM, Soto LP, Signorini ML, Zbrun MV, Frizzo LS. Impact of lyophilized *Lactobacillus salivarius* DSPV 001P administration on growth performance, microbial translocation, and gastrointestinal microbiota of broiler reared under low ambient temperature, Res Vet y Sci 2017;114:388-394
36. Edens F. An alternative for antibiotic se in poultry: probiotics, Braz J Poult Sci 2003;5:75-97
37. Blajman JE, Gaziano C, Zbrun MV, Soto LP, Astesana DM, Berisvil AP, Romero Scharpen A, Signorini ML, Frizzo LS. In vitro and in vivo screening of native lactic acid bacteria towards their selection as a probiotic in broiler chickens, Res Vet Sci 2015;101:50-56
38. เบญญา แสนมหายักษ์, เสมอใจ บุรีนอก เกศรา อำภาภรณ์. ผลของการเสริม โปรไบโอติกจากแบคทีเรียกรดแลคติกต่อคุณภาพซากของไก่เนื้อ, แก่นเกษตร 2557; 42 (ฉบับพิเศษ 1):307-312
39. Cengiz Ö, Köksal BH, Tatlı O, Sevim Ö, Ahsan U, Üner AG, Ulutaş PA, Beyaz D, Büyükyörük S, Yakan A, Önol ATG. Effect of dietary probiotic and high stocking density on the performance, carcass yield, gut microflora, and stress indicators of broilers, Poult Sci 2015;94(10):2395-2403
40. Mahajan P, Sahoo J, Panda PC. Effect of probiotic (Lacto-Sacc) feeding, packaging methods and season on the microbial and organoleptic qualities of chicken meat balls during refrigerated storage, J. Food Sci. Technol 2000;37:67-71
41. Kim KS, Lee JH, Shin MS, Cho MS, Kim YP, Cho SK, Kang YJ. Effect of dietary probiotics supplementation contained with astaxanthin produced by Phaffia rhodozymaon the productivity and meat quality of ducks, Kor J Poult Sci 2005;32:73-80

42. Kim YJ. Effect of dietary supplementation with probiotics, illite, active carbon and hardwood vinegar on the performance and carcass characteristics of broiler, Kor J Poult Sci 2007;34:165-172
43. Kim YJ, Yoon YB. Effect of the feeding probiotics, illite, activated carbon, and hardwood vinegar on the meat quality and shelf-life in chicken thigh, Kor J Food Sci Anim Resour 2008;28:480-485
44. Zhang ZF, Zhou TX, Ao X, Kim IH. Effects of β-glucan and *Bacillus subtilis* on growth performance, blood profiles, relative organ weight and meat quality in broiler fed maize–soybean meal based diets, Livest Sci 2012;150 (1–3):419-424
45. Chen H, Dong X, Yao Z, Xu B, Zhen S, Li C, Li X. Effects of prechilling parameters on water-holding capacity of chilled pork and optimization of prechilling parameters using response surface methodology, J Anim Sci 2012;90:2836-2841
46. Fukushima M, Nakano M. The effects of a probiotic on faecal and liver lipid classes in rats, British J Nutr 1995;73:701-710
47. Mikulski D, Jankowski J, Naczmanski J, Mikulska M, Demey V. Effects of dietary probiotic (*Pediococcus acidilactici*) supplementation on performance, nutrient digestibility, egg traits, egg yolk cholesterol, and fatty acid profile in laying hens, Poult Sci 2012;91:2691-2700
48. St-Onge MP, Farnworth ER, Jones PPJH. Consumption of fermented and nonfermented dairy products: effects on cholesterol concentrations and metabolism, American J Clin Nutr 2000;71:674-681
49. Yalcin S, Yalcin S, Cakin K, Eltan O, Dagasan L. Effects of dietary yeast autolysate (*Saccharomyces cereviceae*) on performance, egg trait, egg cholesterol content, egg yolk fatty acid composition and humeral immune response of laying hens, J Sci and Food Agri 2010;90:1695-1701