

ผลของการเสริมซินไบโอติกส์ ต่อสมรรถภาพการผลิตไก่เนื้อ และผลตอบแทนทางเศรษฐกิจ

Effects of Synbiotics Supplementation on Broiler Productive Performance and Economic Return

มนัสนันท์ นพรัตน์ไมตรี^{1/*} วรางคณา กิจพิพิธ^{1/} ชวลิต ผึ้งปฐมภรณ์^{1/} ศราวุธ ม่วงเผือก^{1/}
เอกกมล กมลลาภวรกุล^{1/} นาฏยา แบ่งลาภ^{2/} และ เสาวภา เขียนงาม^{1/}

Manatsanun Nopparatmaitree^{1/*}, Warangkana Kitpipit^{1/}, Chawalit Phuengpathomphorn^{1/},
Sarawut Mongphuank^{1/}, Ekkamon Kamonlapworaku^{1/}, Nattaya Banglarp^{2/} and Saowapar Khiangnam^{1/}

(Received: 14 January 2015; Accepted: 12 June 2015)

Abstract: The experiment was conducted to examine the utilization of synbiotics (Synbac[®]) supplementation in drinking water of broiler chickens on productive performance, apparent nutrient digestibility, small intestinal histomorphology, cecal microbiology, carcass characteristics, meat quality, fatty acid composition and economic benefit return. One hundred and eighty boilers (Ross 308[®]; 90 male and 90 female) of one day-old were used in this study. Chicks were raised under ambient temperature and assigned to complete randomized design (CRD) with three treatments and three replications per treatment. Drinking water treatment were, synbiotics supplementation program with control, program 1, and program 2. During experiment, diets and drinking water were offered *ad libitum* to the birds. Results show that the inclusion of the synbiotics increase apparent digestibility of crude fiber and gross energy ($P<0.05$) also effected to apparent crude protein and ether extract digestibility ($P<0.01$). Supplementation of synbiotic had effect on villous height and surface area in duodenum ($P<0.05$). In addition, bird from different treatment shows increasing significant on lactic acid bacteria (*Lactobacillus* + *Bifidobacterium* spp.) and *Enterococci* in cecum ($P<0.05$). However, Experiment diet did not affect other productive performance, carcass percentage, cutting percentage, physical meat quality and economic benefit return ($P>0.05$). In addition, supplementing synbiotics in drinking water of broiler resulted in

^{1/} สาขาสัตวศาสตร์และเทคโนโลยีการเกษตร คณะสัตวศาสตร์และเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยศิลปากร วิทยาเขตสารสนเทศ
เพชรบุรี ตำบลสามพระยา อำเภอชะอำ จังหวัดเพชรบุรี 76120

^{1/} Faculty of Animal Science and Agricultural Technology, Silpakorn University, Phetchaburi IT Campus, Sampraya, Cha-am,
Phetchaburi, 76120

^{2/} บริษัท เคเอ็มพีไบโอเทค จำกัด ตำบลคลองตำหรุ อำเภอเมืองชลบุรี จังหวัดชลบุรี

^{2/} K.M.P. Biotech Co., LTD. 188/9 Moo.2, Klongtumru, Muang-Chunburi, Chunburi, 20000, Thailand

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

significantly decreasing of cholesterol content in meat. Furthermore, a result also shows that synbiotics has effect on increasing of MUFA, PUFA omega-6 and omega-9 enrich in meat. The highest essential fatty acids were obtained from program 2 supplementation of synbiotics in drinking water. This study shows that synbiotics (Synbac[®]) has the beneficial effects on nutrient digestibility, duodenum morphology development, improved cecal microbiology, decreased cholesterol content and increased omega-6 and omega-9 fatty acid enrich in meat of chickens fed program 2 of synbiotics in drinking water.

Keywords: Synbiotics, drinking water, productive performance, and broilers

บทคัดย่อ: การทดลองนี้ศึกษาผลของการเสริมซินไบโอติกส์ (ซินแบค[®]) ในน้ำดื่มของไก่เนื้อต่อสมรรถนะการผลิต การย่อยได้ปรากฏของโภชนา สารฐานวิทยาของลำไส้เล็ก จุลินทรีย์ในลำต้น ลักษณะซาก คุณภาพเนื้อ องค์ประกอบ ของกรดไขมันและผลตอบแทนทางเศรษฐกิจ โดยใช้ไก่พันธุ์ Ross 308[®] จำนวน 180 ตัว (เพศผู้ 90 ตัว และ เพศเมีย 90 ตัว) วางแผนการทดลองสุ่มสมบูรณ์ (completely randomized design: CRD) มีทั้งหมด 3 ทรีทเมนต์ ทรีทเมนต์ละ 3 ซ้ำ รวมทั้งหมด 9 หน่วยทดลอง ตามโปรแกรมการเสริมซินไบโอติกส์ (ซินแบค[®]) ในน้ำดื่มของไก่เนื้อ ได้แก่ โปรแกรมควบคุม โปรแกรมที่ 1 และ โปรแกรมที่ 2 โดยไก่เนื้อจะได้รับน้ำและอาหารอย่างเต็มที่ ผลการทดลองพบว่าการ ย่อยได้ปรากฏของเยื่อใยหยาบและพลังงานรวมในอาหารไก่เนื้อแปรผันตรงกับระดับเสริมซินไบโอติกส์ในน้ำดื่มของไก่เนื้อ ที่เพิ่มขึ้น ($P < 0.05$) อีกทั้งยังช่วยเพิ่มการย่อยได้ปรากฏของโปรตีนรวมและไขมันรวมในอาหารไก่เนื้อ ($P < 0.01$) นอกจากนี้ ยังพบว่าการเสริมซินไบโอติกส์ในน้ำดื่มของไก่เนื้อสามารถช่วยเพิ่มความสูงและเพิ่มพื้นที่ผิววิลลัสของลำไส้เล็กส่วนต้น ของไก่เนื้อ ($P < 0.05$) รวมทั้งการเพิ่มจำนวน Lactic acid bacteria (*Lactobacillus* + *Bifidobacterium* spp.) และ *Enterococci* ในลำต้น หากแต่การเสริมซินไบโอติกส์ในน้ำดื่มของไก่เนื้อไม่มีผลต่อสมรรถนะการผลิต ($P > 0.05$) รวมถึงไม่มี ผลต่อเปอร์เซ็นต์ซาก เปอร์เซ็นต์ชิ้นส่วน คุณภาพทางกายภาพของเนื้อไก่ และผลตอบแทนทางเศรษฐกิจ ($P > 0.05$) การ เสริมซินไบโอติกส์ด้วยโปรแกรมที่ 2 ในน้ำดื่มของไก่เนื้อสามารถลดปริมาณคอเลสเตอรอล แต่จะเพิ่มการสะสมกรดไขมัน ไม่อิมตัวเชิงเดี่ยว กรดไขมันไม่อิ่มตัวเชิงเดี่ยวเชิงซ้อน รวมทั้งกรดไขมันชนิด omega-6 และ omega-9 ในเนื้อไก่สูงสุด ($P < 0.01$) การทดลองนี้สรุปได้ว่าเสริมซินไบโอติกส์ด้วยโปรแกรมที่ 2 ในน้ำดื่มของไก่เนื้อ มีศักยภาพในการเพิ่มการย่อยได้ ของโภชนาในอาหาร ช่วยพัฒนาสารฐานวิทยาของลำไส้เล็กส่วนต้น ปรับนิเวศวิทยา ของจุลินทรีย์ในลำต้น ลดระดับ คอเลสเตอรอล และเพิ่มการสะสมกรดไขมันชนิด omega-6 และ 9 ในเนื้อ

คำสำคัญ: ซินไบโอติกส์ น้ำดื่ม สมรรถนะการผลิต และไก่เนื้อ

คำนำ

ซินไบโอติกส์ (synbiotic) หมายถึง การรวมกัน ของโปรไบโอติกส์ (probiotic) และพรีไบโอติกส์ (prebiotic) (de Verse and Screzenmeir, 2008) โดย โปรไบโอติกส์หรือสารเสริมชีวนะ คือ เชื้อจุลินทรีย์มีชีวิต (live microorganism) เช่น *Lactobacillus acidophilus*, *Lactobacillus plantalum*, *Pidicoccus pentosacius*, *Saccoromyces cereviceae*, *Bacilus subtilis*, *Bacillus*

likemifermis เป็นต้น ที่สัตว์กินเข้าไปแล้วจะช่วยปรับปรุง และสร้างสมดุลจุลินทรีย์ในทางเดินอาหารให้เหมาะสม โดยโปรไบโอติกส์จะเจริญเติบโตและสามารถยับยั้ง เชื้อจุลินทรีย์ที่ก่อโรค เพื่อมิให้เชื้อเหล่านั้นเจริญเติบโตได้ ในบริเวณเยื่อบุผิวลำไส้ของทางเดินอาหาร อีกทั้งยังทำ หน้าที่ช่วยกระตุ้นระบบภูมิคุ้มกันของร่างกายเพื่อต่อสู้กับ เชื้อจุลินทรีย์ที่เป็นอันตราย อันนำไปสู่การส่งเสริมสุขภาพ ของสัตว์ช่วยให้ตัวสัตว์มีปริมาณการกินได้ ประสิทธิภาพ การใช้อาหาร และการเจริญเติบโตเพิ่มมากขึ้น ส่วนพรีไบ-

โอดีคส์หรืออาหารเสริมชีวนะ คือ วัตถุอาหารสัตว์ที่ไม่สามารถย่อยได้ (non digestible) (Ghasemi *et al.*, 2014) ส่วนมากจะเป็นสารในกลุ่มของโอดีโกแซคคาไรด์ (oligosaccharide) เช่น อินนูลิน (inulin) ฟรุคโตโอดีโกแซคคาไรด์ (fructo-oligosaccharide) กาแลคโตโอดีโกแซคคาไรด์ (galacto-oligosaccharide) แมนแนนโอดีโกแซคคาไรด์ (manno-oligosaccharide) และ ไชโลโอดีโกแซคคาไรด์ (xylo-oligosaccharide) เป็นต้น โดยโอดีโกแซคคาไรด์จะพบในผลิตภัณฑ์ธรรมชาติมีโครงสร้างที่จำเพาะที่เอนไซม์ในลำไส้เล็กของสัตว์กระเพาะเดียวไม่สามารถย่อยได้ในส่วนของลำไส้เล็กตอนบน (upper intestine) (Jung *et al.*, 2008) แต่สามารถให้ประโยชน์ในการเลือกกระตุ้นการเจริญเติบโต (Gibson and Roberfroid, 1995) และการทำงานของแบคทีเรียบางชนิดที่มีประโยชน์ในท่อนำทางเดินอาหาร เช่น ไบฟิโดแบคทีเรีย (*bifidobacteria*) ที่เรียกว่า Bifidogenic factor (Gomes and Malcata, 1999) โดยไบฟิโดแบคทีเรียและแบคทีเรียกรดแลคติก (*lactic acid bacteria*) ชนิดอื่นจะสามารถแก่งแย่งในการเกาะจับผนังลำไส้ (competitive exclusion) กับจุลินทรีย์ก่อโรค ช่วยกระตุ้นภูมิคุ้มกัน การเพิ่มการผลิตกรดไขมันสายสั้น และการควบคุมการทำงานของลำไส้ (Sako *et al.*, 1999) อันเป็นการช่วยส่งเสริมสุขภาพของสัตว์ (Hassanpour *et al.* 2013) ปัจจุบันมีการประยุกต์ใช้โอดีโกแซคคาไรด์หลายชนิดที่นิยมใช้ในการเป็นผลิตภัณฑ์เพื่อสุขภาพที่เคลือบตัวย่อย และการใช้เป็นสารโภชนเภสัชภัณฑ์ ดังนั้นจึงเป็นแรงผลักดันให้มีความวิจัยเกี่ยวกับการเติมสารกระตุ้นการเจริญเติบโตธรรมชาติ (natural growth promoter) (วรรณพร, 2557) และซินไบโอติกส์จึงเป็นอีกหนึ่งทางเลือกที่น่าสนใจการนำมาผลิตเลี้ยงสัตว์ เพื่อช่วยในการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตและส่งเสริมสุขภาพ (Famworth, 2001; Hassanpour *et al.* 2013; Zubillaga *et al.*, 2001; Silzewska *et al.*, 2010) อย่างไรก็ตามแม้ว่าซินไบโอติกส์จะมีข้อดีอยู่มาก หากแต่เมื่อนำซินไบโอติกส์มาใช้ประกอบสูตรอาหารสัตว์แล้วนำไปผลิตเป็นอาหารสัตว์อัดเม็ด พบว่า การผลิตอาหารไก่เนื้ออัดเม็ดจะมีการใช้เทคโนโลยีการอัดเม็ดด้วยความร้อนร่วมกับความชื้นในการอัดเม็ด ซึ่งมีอุณหภูมิประมาณ 88-90 องศาเซลเซียส

ส่งผลให้โปรไบโอติกส์ที่เติมลงในอาหารเสื่อมสภาพเนื่องจากความร้อนในกระบวนการผลิตได้ (Amerah *et al.*, 2013) ปัจจุบันได้มีความพยายามในการค้นหาโปรไบโอติกส์ทนร้อน รวมถึงการห่อหุ้ม (costing) โปรไบโอติกส์เพื่อให้มีความสามารถในการทนความร้อนได้เพื่อลดข้อจำกัดในการใช้ประโยชน์ดังที่กล่าวมาข้างต้น แต่ก็ยังเป็นวิธีการที่ค่อนข้างยุ่งยากซับซ้อน และเป็นการเพิ่มต้นทุนการผลิตปศุสัตว์ ดังนั้นการเสริมซินไบโอติกส์ชนิดเหลว ในน้ำดื่มจึงเป็นอีกหนึ่งทางเลือกที่ง่าย สะดวก รวมทั้งลดข้อจำกัดในการใช้งาน เพื่อหลีกเลี่ยงและลดปัญหาการเสื่อมสภาพของโปรไบโอติกส์ได้เช่นเดียวกัน

การทดลองครั้งนี้เป็นการศึกษาโปรแกรมการใช้ประโยชน์ได้ของผลิตภัณฑ์ ซินแบค® ที่ผสมในน้ำดื่มของไก่เนื้อต่อสมรรถนะการผลิต การย่อยได้ปรากฏของโภชนเภสัชภัณฑ์ของลำไส้เล็ก จุลินทรีย์ในลำไส้ต้น ลักษณะซาก คุณภาพและองค์ประกอบของกรดไขมันในเนื้อ อันนำไปสู่การพัฒนาและประยุกต์ใช้ผลิตภัณฑ์อย่างเหมาะสมและใช้ประโยชน์สูงสุดในการผลิตสัตว์ปีกในอนาคตเพื่อเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขันของประเทศต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการ

สิ่งทดลอง

ซินแบค® ซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์สารเสริมซินไบโอติกส์ชนิดผงประกอบด้วย โปรไบโอติกส์ คือ ไชโลโอดีโกแซคคาไรด์ (xylo-oligosaccharide) 100 กรัม ร่วมกับโปรไบโอติกส์รวม 4 ชนิด (*Bacillus subtilis* 1.0 x10⁹ CFU *Pediococcus acidilacticii* 1.0 x10⁹ CFU *Streptococcus faecium* 1.0 x10⁹ CFU และ *Saccoromyces cereviceae* 1.0 x10⁹ CFU) ผสมสื่อให้ครบ 1 กิโลกรัม ผลิตโดยบริษัทเคเอ็มพีไบโอเทคจำกัด

แผนการทดลอง

การทดลองครั้งนี้จะใช้แผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (completely randomized design: CRD) มี 3 ทรีทเมนต์ ทรีทเมนต์ละ 3 ซ้ำ จำนวนหน่วยทดลองมีทั้งหมด 9 หน่วยทดลอง ดังนี้

ทรีทเมนต์ที่ 1 โปรแกรมให้น้ำสะอาดที่ปราศจากสารคลอรีน (โปรแกรมควบคุม)

ทรีทเมนต์ที่ 2 โปรแกรมให้น้ำสะอาดที่ปราศจากสารคลอรีนผสมกับซินไบโอติกส์ (ซินแบค®) ที่ระดับ 1 กรัมต่อน้ำ 5 ลิตร (0-14 วัน) และที่ระดับ 1 กรัมต่อน้ำ 10 ลิตรต่อวัน จำนวน 3 วันต่อสัปดาห์ (ในช่วงตั้งแต่ 15-42 วัน คือ วันที่ 19-21, วันที่ 26-28, วันที่ 32-34, และ วันที่ 38-40 ของการเลี้ยง) (โปรแกรมที่ 1)

ทรีทเมนต์ที่ 3 โปรแกรมให้น้ำสะอาดที่ปราศจากสารคลอรีนผสมกับซินไบโอติกส์ (ซินแบค®) ที่ระดับ 2 กรัมต่อน้ำ 5 ลิตร (0-14 วัน) และที่ระดับ 2 กรัมต่อน้ำ 10 ลิตรต่อวัน จำนวน 3 วันต่อสัปดาห์ (ในช่วงตั้งแต่ 15-42 วัน คือ วันที่ 19-21, วันที่ 26-28, วันที่ 32-34, และ วันที่ 38-40 ของการเลี้ยง) (โปรแกรมที่ 2)

สัตว์ อาหาร และการเลี้ยงสัตว์ทดลอง

การทดลองครั้งนี้ใช้ไก่เนื้อสายพันธุ์การดำ Ross 308® อายุ 1 วัน จำนวน 180 ตัว (ตัวผู้ 90 ตัว และ ตัวเมีย 90 ตัว) สุ่มเข้าสู่นวตทดลอง จำนวน 20 ตัวต่อหน่วยทดลอง โดยถูกไก่เนื้อทำวัคซีนควบคุมโรคมาเร็กซ์ กัมโบโร หลอดลมอักเสบและนิวคลีอัสเซลล์จากโรงพักในวันที่ 0 และทำวัคซีนรวมหลอดลมอักเสบและนิวคลีอัสเซลล์ในวันที่ 7 รวมถึงทำวัคซีนกัมโบโรโรในวันที่ 14 ของการทดลองตามลำดับ โดยจัดการเลี้ยงไก่เนื้อในคอก ขนาด 2.0 x 3.0 เมตร ภายในโรงเรือนแบบเปิดที่มีการจัดการแสงและอุณหภูมิตามสภาพแวดล้อมในช่วงเดือนมิถุนายนถึงกรกฎาคม 2557 โดยไก่เนื้อจะได้รับอาหารและน้ำสะอาดให้กินแบบเต็มที่ตลอดเวลา (*ad libitum*) จะให้แสง 23:1 ชั่วโมง โดยแบ่งการให้อาหารไก่เนื้อเป็นสองระยะ คือ ระยะแรก (1-21 วัน) โปรตีนหยาบ 22 เปอร์เซ็นต์ พลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้ 3,200 กิโลแคลอรีต่อกิโลกรัมอาหาร ระยะสอง (21-35 วัน) โปรตีนหยาบ 20 เปอร์เซ็นต์ พลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้ 3,200 กิโลแคลอรีต่อกิโลกรัมอาหารและ ระยะสาม (35-42 วัน) โปรตีนหยาบ 18 เปอร์เซ็นต์ พลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้ 3,200 กิโลแคลอรีต่อกิโลกรัมอาหารตามคำแนะนำของ NRC (2003)

สมรรถนะการผลิตของไก่เนื้อ

ทำการเลี้ยงเนื้อโดยใช้เวลาทั้งหมด 42 วัน แบ่งเป็น 3 ช่วง คือ 0-21 วัน 22-35 วัน และ 35-42 วัน โดยจะให้อาหารและน้ำสะอาดอย่างเต็มที่ตามโปรแกรมจัดบันทึกปริมาณอาหารที่กินได้ น้ำหนักของไก่เนื้อ และจำนวนสัตว์ ตายตลอดช่วงการทดลอง แล้วคำนวณหาปริมาณการกินได้เฉลี่ยต่อวัน (average daily feed intake: ADFI) น้ำหนักตัว ที่เพิ่มขึ้นเฉลี่ย (average body weight gain: BWG) อัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวัน (average daily gain: ADG) ประสิทธิภาพการใช้อาหาร (feed conversion ratio: FCR) หาจาก (ADFI/ADG) Zhao *et al.* (2003) รวมถึงคำนวณหาอัตราการเลี้ยงรอด (viability) หาจาก [(จำนวนไก่ที่เหลือ x 100)/จำนวนไก่เริ่มต้น] และดัชนีประสิทธิภาพการผลิต (productive index: PI) หาจาก [(อัตราการเลี้ยงรอด x น้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้น x 100)/(FCR x จำนวนวันที่เลี้ยง)] ตามวิธีของ Khaksefidi and Rahimi (2005) อีกทั้งคำนวณหาผลตอบแทนทางเศรษฐกิจ (economic benefit return) ตามวิธีของสุจิตราและคณะ (2558)

การย่อยได้ของโภชนะในอาหารไก่เนื้อ

การวัดค่าการย่อยได้ของโภชนะในอาหารไก่เนื้อ ทำในช่วงวันที่ 14-21 ของการทดลอง ผสมโครมิกซ์ออกไซด์ (Cr_2O_3) 0.3 เปอร์เซ็นต์ ลงในอาหารไก่เนื้อเพื่อทดสอบการย่อยได้ของโภชนะในอาหารไก่เนื้อ แบ่งการทดลองออกเป็น 2 ช่วงโดยช่วงที่ 1 คือ วันที่ 14-18 ของการทดลอง เป็นช่วงปรับสัตว์ (adjustment period) โดยไก่เนื้อได้รับอาหารทดลองผสมโครมิกซ์ออกไซด์ 0.3 เปอร์เซ็นต์ ช่วงที่ 2 คือ วันที่ 19-21 ของการทดลองเป็นเก็บตัวอย่าง (sampling period) สุ่มเก็บอาหารและมูลของไก่เนื้อที่ได้รับอาหารทดลองผสมโครมิกซ์ออกไซด์ 0.3 เปอร์เซ็นต์ โดยเก็บตัวอย่างมูลลงในถุง ที่มีกรดซัลฟิวริก (H_2SO_4) ความเข้มข้น 3 เปอร์เซ็นต์ ตามวิธีของ Mountzouris *et al.* (2010) จากนั้นนำตัวอย่างอาหารและมูลที่ได้มาอบที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส และบดเพื่อนำไปวิเคราะห์หาค่าวัตถุแห้ง โปรตีนหยาบ เยื่อใยรวม ไขมันรวม เถ้า และพลังงาน ตามวิธีของ AOAC (1995) และวิเคราะห์หาปริมาณโครมิกซ์ออกไซด์ ตามวิธีของ

AOAC (1995) แล้วนำมาคำนวณหาค่าการย่อยได้ของ
วัตถุดิบทั้งหมด (apparent dry matter digestibility) หาจาก
[[(% Cr₂O₃ ในมูล - % Cr₂O₃ ในอาหาร) x 100]/[% Cr₂O₃
ในมูล]] และค่าการย่อยได้ของโภชนาการรวม (apparent
nutrient digestibility) หาจาก 100-[100x{(% Cr₂O₃ ใน
อาหาร/% Cr₂O₃ ในมูล) x (% โภชนะในมูล/% โภชนะใน
อาหาร)}]] ตามวิธีของ Sharifi *et al.* (2012)

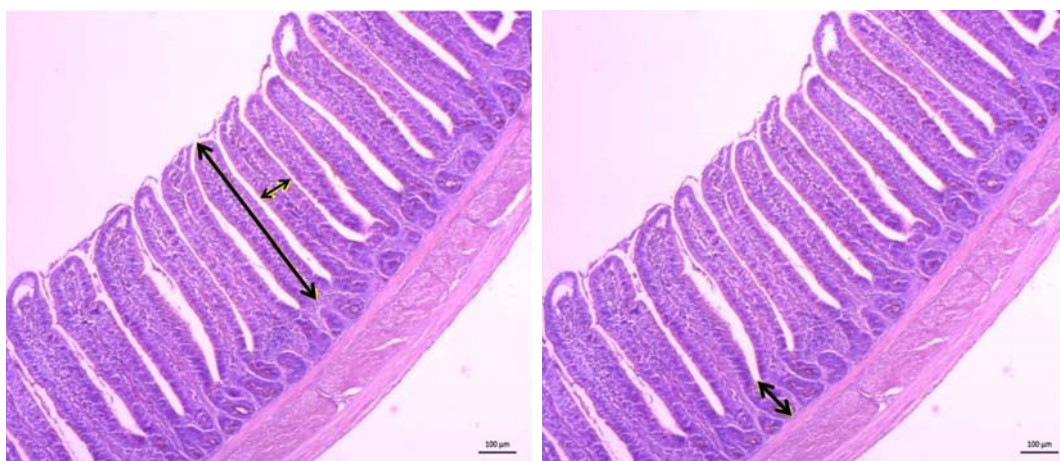
สัณฐานวิทยาลำไส้เล็กของไก่เนื้อ

การวัดสัณฐานวิทยาลำไส้เล็กของไก่เนื้อ เมื่อไก่
อายุ 21 วัน ให้ถอดอาหารอย่างน้อย 6 ชั่วโมง สุ่มไก่เนื้อ
2 ตัว ต่อหน่วยทดลอง เพื่อฆ่าชำแหละและเก็บตัวอย่าง
ลำไส้เล็ก 3 ส่วน คือ ลำไส้เล็กส่วนต้น (duodenum) ลำไส้
เล็กส่วนกลาง (jejunum) และลำไส้เล็กส่วนปลาย (ileum)
ตามวิธีของ Danshmand *et al.* (2011) โดยการเก็บ
ตัวอย่างลำไส้เล็กนั้น จะตัดลำไส้แต่ละส่วนยาวประมาณ
2 เซนติเมตร แล้วแช่ใน 4 เปอร์เซ็นต์ buffered formalin
เป็นเวลา 48 ชั่วโมง ตามวิธีของ Awad *et al.* (2006) และ
เก็บรักษาตัวอย่างใน 50 เปอร์เซ็นต์ Ethyl alcohol ตามวิธี
ของ Sharifi *et al.* 2012 เพื่อนำไปวิเคราะห์ทาง
ห้องปฏิบัติการต่อไป ดังนั้น เก็บตัวอย่างลำไส้เล็กส่วนต้น
บริเวณจุดกึ่งกลางของลำไส้เล็กส่วนต้น เก็บตัวอย่างลำไส้
เล็กส่วนกลางบริเวณจุดกึ่งกลางระหว่าง Bile duct entry
กับ Mackel 's diverticulum และเก็บตัวอย่างลำไส้เล็ก
ส่วนท้ายบริเวณ Distal end of lower ileum จากนั้นจะ

เตรียมตัวอย่างเพื่อวิเคราะห์โดยจะทำการ serial
dehydration ตัดชิ้นเนื้อหนา 5 ไมโครเมตร (จำนวน 6 ชิ้น
ต่อแต่ละส่วนลำไส้) ด้วย microtome และวางชิ้นเนื้อบน
แผ่นสไลด์แล้วย้อมสีด้วย Hematoxylin และ Eosin ตาม
วิธีของ Awad *et al.* (2009) การวัดความสูงของวิลไล
(villi) ความลึกของคริปต์ของไฟเบอร์คูน (crypt of
lieberkuhn) โดยวิเคราะห์ทั้งหมด 10 วิลไลต่อสไลด์ โดย
ใช้กล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง รุ่น Olympus BX 50, 20 x
optical magnification) และใช้วิธีการวิเคราะห์ภาพถ่าย
ด้วยโปรแกรม Image-Pro plus Version 3.1, Media
Cybernetics ตามวิธีของ Tsirtsikos *et al.* (2012) โดย
การวัดความสูงของวิลไลส์ (villous height) วัดจาก Villus
tip ถึง Villus-crypt junction วัดความกว้างของวิลไลส์
(villous width) บริเวณกึ่งกลางของความสูงของวิลไลส์
และวัดความลึกของคริปต์ของไฟเบอร์คูน (cryptal
depth) โดยวัดความลึกระหว่าง 2 วิลไลที่อยู่ติดกันดัง
แสดงในภาพที่ 1 แล้วคำนวณพื้นที่ผิวของวิลไลส์ (Villus
surface area) ตามวิธีของ Sakamoto *et al.* (2000) โดย
พื้นที่ผิวของวิลไลส์ = π x ความกว้างของวิลไลส์ x ความสูง
ของวิลไลส์

จุลินทรีย์ในไส้ตันของไก่เนื้อ

การวิเคราะห์จำนวนจุลินทรีย์ในไส้ตัน (cecum)
ของไก่เนื้อ เมื่อไก่เนื้ออายุ 21 วัน ให้ถอดอาหารอย่างน้อย
6 ชั่วโมงแล้วสุ่มไก่เนื้อ 2 ตัวต่อหน่วยทดลอง(ตัวผู้และ



A. Villous height and villous width

B. Cryptal depth

Figure 1 Morphometric analysis of small intestine

ตัวเมีย) เพื่อฆ่าเชื้อและ แล้วเก็บตัวอย่างของเหลวในไส้ตัน เพื่อนับจำนวนจุลินทรีย์โดยใช้วิธี Conventional microbiology techniques โดยใช้ Selective agar media ตามวิธีของ Giannenas *et al.*, 2010 โดยใช้ Lactic acid bacteria (*Lactobacillus* sp.+ *Bifidobacterium* sp.) ใช้ MRS agar + 0.02 เปอร์เซ็นต์ NaH_2PO_4 + 0.05 เปอร์เซ็นต์ L-Cystine hydrochloride monohydrate, *Enterococci* ใช้ m *Enterococci* agar, *E.coli* ใช้ EMB agar, และ *Salmonella* ใช้ XLD agar จำนวนของจุลินทรีย์ที่ได้จากการนับทางห้องปฏิบัติการต้องทำการแปลงข้อมูล (transformed) ด้วย log argralithm ฐาน 10 ก่อนที่จะนำข้อมูลไปวิเคราะห์ทางสถิติ (statistical analysis) ตามวิธีการของ Abdalqader *et al.* (2013)

ลักษณะซาก คุณภาพทางกายภาพของเนื้อ และ องค์ประกอบของกรดไขมัน

วัดลักษณะซาก คุณภาพทางกายภาพของเนื้อ และ องค์ประกอบของกรดไขมัน โดยเมื่อไก่เนื้อทดลองอายุ 42 วัน อดอาหารอย่างน้อย 6 ชั่วโมง แล้วสุ่มไก่เนื้อ 2 ตัวต่อหน่วยทดลอง (ตัวผู้และตัวเมีย) เพื่อฆ่าเชื้อและตัดแต่งชิ้นส่วนเพื่อวัดค่าเปอร์เซ็นต์ซากและคุณภาพเนื้อ โดยชั่งน้ำหนักซาก น้ำหนักชิ้นส่วน เพื่อกำหนดค่าเปอร์เซ็นต์ซาก (carcass percentage) และค่าเปอร์เซ็นต์ซากเย็น (chill carcass percentage) รวมทั้งคำนวณหา ค่าเปอร์เซ็นต์ชิ้นส่วนตัดแต่ง (cutting percentage) ตามวิธีของ Hossain *et al.* (2012) เก็บตัวอย่างเนื้ออกของไก่เนื้อเพื่อวิเคราะห์คุณภาพเนื้อ โดยการวัดค่าความเป็นกรด-ด่าง ของเนื้อหน้าอกที่ 45 นาที (pH 45 min.) และที่ 24 ชั่วโมง (pH 24 h) โดยใช้ pH meter รุ่น pH 211, Hanna, Padua, Italy ตามวิธีของ Zhou *et al.* (2010) เก็บรักษาเนื้ออกไก่ที่ 4 องศาเซลเซียส นาน 24 ชั่วโมง เพื่อวัดค่าสีของเนื้อไก่ ได้แก่ ความสว่าง (lightness: L^*) สีแดง (redness: a^*) และสีเหลือง (yellowness: b^*) ตามวิธีของ Ao *et al.* (2011) นอกจากนี้ยังวัดค่าความสามารถในการอุ้มน้ำ (water holding capacity) ประกอบด้วย dip loss, boiling loss, thawing loss และ roasting loss หา ตามวิธีของ Ao *et al.* (2011) และ Liu *et al.* (2012) รวมทั้งวิเคราะห์หาปริมาณคอเลสเตอรอลใช้วิธี C45,994.10

ตามวิธีของ AOAC (2012) และการวิเคราะห์องค์ประกอบของกรดไขมัน (individual fatty acid content) ด้วย GLC ตามวิธีของ Lepage and Roy (1986)

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ค่าความแปรปรวน (Analysis of Variance: ANOVA) ตามแผนการทดลองแบบ completely randomized design (CRD) และเปรียบเทียบความแตกต่างค่าเฉลี่ยระหว่างกลุ่มข้อมูลด้วย Duncan's new multiple range test (DMRT) ตามวิธีของ Steel and Torrie (1992) โดยใช้โปรแกรม R (R Core Team. 2013) กำหนดค่านัยสำคัญที่ใช้ในการทดสอบที่ $P < 0.05$

ผลและวิจารณ์

ผลของการเสริมซินไบโอติกส์ (ซินแบค®) ในน้ำดื่มของไก่เนื้อต่อการย่อยได้ปรากฏของโภชนะในอาหาร

การเสริมซินไบโอติกส์ (ซินแบค®) ในน้ำดื่มของไก่เนื้อด้วยโปรแกรมการเสริมที่แตกต่างกัน 3 โปรแกรมต่อการย่อยได้ปรากฏของโภชนะในอาหาร พบว่าไก่เนื้อที่ได้รับน้ำดื่มเสริมซินไบโอติกส์ (ซินแบค®) โปรแกรมที่ 2 จะมีค่าการย่อยได้ปรากฏของเยื่อใยรวมสูงกว่าไก่เนื้อที่ได้รับน้ำดื่มเสริมซินไบโอติกส์ (ซินแบค®) โปรแกรมที่ 1 และไก่เนื้อกลุ่มควบคุม ($P < 0.05$) ส่วนการย่อยได้ของพลังงานรวมพบว่าไก่เนื้อที่ได้รับน้ำดื่มเสริมซินไบโอติกส์ (ซินแบค®) ทั้ง 2 โปรแกรมมีค่าการย่อยได้สูงกว่ากลุ่มควบคุม ($P < 0.05$) นอกจากนี้ยังพบว่าไก่เนื้อที่ได้รับน้ำดื่มเสริมซินไบโอติกส์ (ซินแบค®) โปรแกรมที่ 2 จะมีค่าการย่อยได้ปรากฏของไขมันรวมและโปรตีนหยาบสูงที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับไก่เนื้อ กลุ่มควบคุมและไก่เนื้อที่ได้รับน้ำดื่มเสริมซินไบโอติกส์ (ซินแบค®) โปรแกรมที่ 1 ($P < 0.01$) ส่วนค่าการย่อยได้ปรากฏของวัตถุแห้งระหว่างกลุ่มทดลองมีค่าที่ไม่แตกต่างกัน ($P > 0.05$) ดังแสดงในตารางที่ 1 จากการทดลองครั้งนี้ชี้ให้เห็นถึงศักยภาพของซินไบโอติกส์ที่ใช้ในการทดลองครั้งนี้ที่ประกอบด้วยฟรียไบโอติกส์ คือ ไฮโดรไลติกแซคคารไรด์ ร่วมกับ

Table 1 Effects of synbiotics (Synbac®) supplementation in drinking water of broiler chickens on apparent nutrient digestibility

Apparent nutrient digestibility (%)	Synbiotics (Synbac®) supplementation in drinking water of broiler chickens			SEM
	Control	Program 1	Program 2	
Dry matter	80.32 ±0.64	78.78 ±0.52	80.73 ±2.13	0.44
Crude fiber	30.67 ^b ±7.85	31.78 ^b ±3.46	38.89 ^a ±0.89	1.66
Ether extract	94.57 ^C ±0.54	95.96 ^B ±0.20	98.20 ^A ±0.08	0.11
Gross energy	87.62 ^b ±0.41	89.09 ^{ab} ±1.20	90.63 ^a ±0.83	0.29
Crude protein	82.05 ^B ±2.06	79.73 ^B ±0.43	85.97 ^A ±1.13	0.46

^{a,b} Mean in the same column with difference letter are significantly difference at P≤0.05 by DMRT,

^{A,B,C} Mean in the same column with difference letter are significantly difference at P≤0.01 by DMRT.

โปรไบโอติกส์ รวม 4 ชนิด คือ *Bacillus subtilis*, *Pediococcus acidilacticii*, *Streptococcus faecium* และ *Saccoromyces cereviceae* ต่อความสามารถในการเพิ่มการย่อยได้ปรากฏของโภชนะในอาหาร โดยซินไบโอติกส์นั้น มีคุณสมบัติในการส่งเสริมการเจริญเติบโต (bifidogenic effect) และเพิ่มจำนวนแบคทีเรียที่เป็นประโยชน์ โดยแบคทีเรียในลำไส้ส่วนท้ายย่อยนั้นมีความสามารถในการย่อยสลายเยื่อใยกลายเป็นกรดไขมันสายสั้น (short chain fatty acid: SCFA) เช่น กรดอะซิติก (acetic acid) โพรพิโอโนนิก (propionic acid) และบิวทิริก (buteric acid) เป็นต้น รวมถึงโภชนะอื่นเพื่อใช้ในการดำรงชีวิต ส่งผลให้การทดลองครั้งนี้ พบว่าการเสริมซินไบโอติกส์จะใช้ผลเชิงบวกต่อการเพิ่มการย่อยได้ของโภชนะแบบปรากฏในไก่เนื้อ ซึ่งให้ผลที่สอดคล้องกับการศึกษาของ Apata (2008) พบว่าเสริมโปรไบโอติกส์สามารถเพิ่มการย่อยได้ของโปรตีนและไขมันในไก่เนื้ออายุ 33 วัน ที่ได้รับอาหารที่มีข้าวโพดและถั่วเหลืองเป็นพื้นฐาน นอกจากนี้ยังพบว่าการเสริมโปรไบโอติกส์ในอาหารสามารถเพิ่มการย่อยได้ของ วัตถุดิบแห้ง แคลเซียม ฟอสฟอรัส โปรตีน และกรดอะมิโนในไก่เนื้ออายุ 21 และ 42 วัน (Li *et al.*, 2008) และจากการทดลองของ Mountzouris *et al.* (2010) พบว่าการเสริมโปรไบโอติกส์จะช่วยเพิ่มการย่อยได้ของโภชนะและพลังงานในอาหารไก่เนื้อเมื่อวัดผลที่อายุ 25-28 วัน นอกจากนี้ มนัสนันท์ และคณะ (2557) ยังรายงานว่าการเสริมโปรไบโอติกส์

สำเร็จรูปแบคโตแซค (Bactosac®) ในน้ำดื่มของไก่เนื้อพบว่ามีการย่อยได้ของโภชนะทั้ง วัตถุดิบ โปรตีน ใยอาหาร และไขมันรวมที่สูงกว่าไก่เนื้อกลุ่มควบคุม (P<0.05)

ผลของการเสริมซินไบโอติกส์ (ซินแบค®) ในน้ำดื่มของไก่เนื้อต่อจุลินทรีย์ในไส้ตัน

การเสริมซินไบโอติกส์ (ซินแบค®) ในน้ำดื่มของไก่เนื้อด้วยโปรแกรมการเสริมที่แตกต่างกัน 3 โปรแกรมต่อจุลินทรีย์ในไส้ตันพบว่าไก่เนื้อที่ได้รับน้ำดื่มเสริมซินไบโอติกส์โปรแกรมที่ 1 และ โปรแกรมที่ 2 มีจำนวนของ Lactic acid bacteria (*Lactobacillus* และ *Bifidobacteria*) และ *Enterococci* ในไส้ตันสูงกว่าไก่เนื้อกลุ่มควบคุม (P<0.01) เมื่อทำการวัดจำนวนของ *E. Coli* และ *Salmonella* spp. พบว่าไก่เนื้อกลุ่มควบคุมมีจำนวนของแบคทีเรียทั้งสองกลุ่มในไส้ตันสูงกว่าไก่เนื้อที่ได้รับน้ำดื่มเสริมซินไบโอติกส์ทั้ง 2 โปรแกรม (P<0.01) ดังแสดงในตารางที่ 2 จากการทดลองครั้งนี้ชี้ให้เห็นถึงศักยภาพของซินไบโอติกส์ที่สามารถส่งเสริมการเจริญเติบโตและเพิ่มจำนวนของ Lactic acid bacteria คือ *Lactobacillus* และ *Bifidobacteria* รวมทั้ง *Enterococci* สอดคล้องกับการทดลองของ Alander *et al.* (2001) พบว่าจำนวนของ *Bifidobacteria* จะเพิ่มขึ้นภายใน 1 สัปดาห์หลังจากได้รับซินไบโอติกส์ที่ประกอบด้วยกลูโคโอไลโก

Table 2 Effects of synbiotics (Synbac®) supplementation in drinking water of broiler chickens on cecal microbiology

Cecal microbial ecology (log ₁₀ cfu/ml)	Synbiotics (Synbac®) supplementation in drinking water of broiler chickens			SEM
	Control	Program 1	Program 2	
Lactic acid bacteria (<i>Lactobacillus</i> and <i>Bifidobacteria</i>)	11.92 ^C ±0.09	12.20 ^B ±0.01	12.32 ^A ±0.01	0.02
<i>Enterococci</i>	10.11 ^B ±0.07	10.39 ^A ±0.01	10.45 ^A ±0.01	0.01
<i>E. Coli</i>	9.26 ^A ±0.01	9.15 ^B ±0.01	9.06 ^C ±0.0003	0.003
<i>Salmonella</i> spp.	2.43 ^A ±0.37	0.00 ^B ±0.00	0.00 ^B ±0.00	0.07

^{A,B,C} Mean in the same column with difference letter are significantly difference at P≤0.01 by DMRT.

แซคคาไรด์ (gluco-oligosaccharide) ร่วมกับ *B. lactis* Bb-12 ไฮโดรลิโกแซคคาไรด์ และ nondigestible oligosaccharides ที่เป็นพรีไบโอติกส์ยังมีคุณสมบัติในการส่งเสริมการเจริญเติบโตและจำเพาะกับแบคทีเรียที่ดีในลำไส้ส่วนท้าย เช่น *Bifidobacterium* spp. เช่น *B. adolescentis*, *B. longum* เป็นต้น (Okasaki et al., 1990) ดังนั้นการทดลองครั้งนี้จึงแสดงให้เห็นความสามารถของซินไบโอติกส์ในการเพิ่มจำนวนจุลินทรีย์ที่เป็นประโยชน์เพื่อพัฒนาสุขภาพของสัตว์สอดคล้องกับหลายงานวิจัยรายงานถึงความสามารถของพรีไบโอติกส์ในการสร้างสมดุลของแบคทีเรีย ในทางเดินอาหาร กล่าวคือ Sharifi et al. (2012) พบว่าการเสริมพรีไบโอติกส์มีส่วนช่วยในการลดเชื้อจุลินทรีย์ก่อโรคในลำไส้ ในทางตรงข้ามจะส่งเสริมและเพิ่มจำนวนเชื้อจุลินทรีย์ที่เป็นประโยชน์ คือ *Lactobacillus* spp. และ *Bifidobacteria* spp. ส่วนการเสริม nondigestible oligosaccharides ชนิดอื่นในสัตว์ก็มีวัตถุประสงค์ที่คล้ายกันคือเพื่อเพิ่มสมรรถนะ การผลิตและพัฒนาสุขภาพของสัตว์ในฟาร์ม นอกจากนี้การเพิ่มจำนวนของ Lactic acid bacteria คือ *Lactobacillus* and *Bifidobacteria* ในไส้ตันจะส่งผลทำให้ไส้ตันมีสภาพเป็นกรดมากขึ้น ซึ่งสภาพดังกล่าวนี้ไม่เหมาะสมในการดำรงชีวิตการเจริญเติบโตและการแบ่งตัวของแบคทีเรียที่ก่อโทษ ส่งผลทำให้ *E. Coli* และ *Salmonella* spp. มีจำนวนลดลง จากการลดลงของจุลินทรีย์ก่อโรคนั้นมีข้อดีหลายประการ เช่น ส่งผลต่อการสร้างสมดุลของ

แบคทีเรียในร่างกายลดการทำลายเยื่อเมือกของลำไส้ เพิ่มการดูดซึมสารอาหาร และลดอาการท้องเสีย เป็นต้น ซึ่งในการทดลองครั้งนี้ การลดจำนวนของแบคทีเรียที่เป็นโทษมีค่าลดลงแปรผกผันกับการเพิ่มจำนวนของ Lactic acid bacteria และ *Enterococci* นอกจากนี้ยังพบว่า ไฮโดรลิโกแซคคาไรด์ และ nondigestible oligosaccharides ที่เป็น soluble fiber จะถูกแบคทีเรียในลำไส้ส่วนท้ายย่อยสลายกลายเป็นกรดไขมันสายสั้น เช่น กรดอะซิติก กรดโพรพิโอนิก และกรดบิวทิริก เป็นต้น ทั้งนี้กรดไขมันสายสั้นจะเป็นแหล่งพลังงานของเซลล์เยื่อเมือกในลำไส้และทำให้ลำไส้แข็งแรง (Huang et al., 2004) นอกจากนี้กรดไขมันสายสั้นยังมีส่วนช่วยให้เกิดการดูดกลับ H⁺, Na⁺ และน้ำเข้าสู่เซลล์ซึ่งเป็นกลไกในการลดการเกิดท้องเสีย

ผลของการเสริมซินไบโอติกส์ (ซินแบค®) ในน้ำดื่มของไก่เนื้อต่อสัณฐานวิทยาของลำไส้เล็ก

การเสริมซินไบโอติกส์ (ซินแบค®) ในน้ำดื่มของไก่เนื้อด้วยโปรแกรมการเสริมที่แตกต่างกัน 3 โปรแกรมต่อสัณฐานวิทยาของลำไส้เล็กทั้ง 3 ส่วน คือ ส่วนต้น ส่วนกลาง และ ส่วนท้าย พบว่าไก่เนื้อที่ได้รับน้ำดื่มเสริมซินไบโอติกส์โปรแกรมที่ 1 และ โปรแกรมที่ 2 มีความสูงของวิลลัสของลำไส้เล็กส่วนต้นสูงกว่าไก่เนื้อกลุ่มควบคุม (P<0.01) เมื่อคำนวณหาพื้นที่ผิววิลลัสของลำไส้เล็กส่วนต้นจากการทดลองในครั้งนี้ พบว่า ไก่เนื้อที่ได้รับน้ำดื่มเสริมซินไบโอติกส์ทั้ง 2 โปรแกรม มีพื้นที่ผิว

วิลลัสของลำไส้เล็กส่วนต้นที่ไม่แตกต่างกัน ($P>0.05$) หากแต่พบว่า ไก่เนื้อที่ได้รับน้ำดื่มเสริมซินไบโอติกส์ โปรแกรมที่ 2 มีพื้นที่ผิววิลลัสของลำไส้เล็กส่วนต้นสูงกว่าไก่เนื้อกลุ่มควบคุม ($P<0.05$) นอกจากนี้ยังพบว่าการเสริมซินไบโอติกส์ในน้ำดื่มของไก่เนื้อทั้ง 3 โปรแกรมไม่มีผลต่อสัดส่วนวิทยาของลำไส้เล็กส่วนกลางและส่วนท้าย ($P>0.05$) ดังแสดงในตารางที่ 3

จากการทดลองครั้งนี้ชี้ให้เห็นถึงศักยภาพของซินไบโอติกส์ต่อการเพิ่มความสูงและพื้นที่ผิวของวิลลัสในลำไส้เล็กส่วนต้น ที่สอดคล้องกับหลายงานวิจัยที่ผ่านมาที่ได้แสดงผลของซินไบโอติกส์ต่อการพัฒนาของคริปต์ออฟไลเบอร์คูน (Lutfullah *et al.*, 2011) การเพิ่มความสูงของวิลลัส (Awad *et al.*, 2008; Teshfam *et al.*, 2006;

Palicano *et al.*, 2005) และการเพิ่มพื้นที่ผิวของวิลลัส (Smirnov *et al.*, 2005) โดยการเพิ่มความสูงและพื้นที่ผิววิลลัสของลำไส้เล็กส่วนต้นแสดงถึงการเพิ่มพื้นที่ในการดูดซึมโภชนาเพื่อมาใช้ประโยชน์สำหรับไก่เนื้อ โดยเซลล์เยื่อบุผิวของลำไส้เล็กนั้นมีความสำคัญต่อการย่อยและการดูดซึมโภชนาเป็นอย่างมาก ซึ่งเซลล์เยื่อบุเหล่านี้จะมีต้นกำเนิดจากบริเวณของคริปต์ออฟไลเบอร์คูนจากนั้นจะเคลื่อนที่ขึ้นมาตามความยาวของวิลลัสสู่ด้านบนสุดที่เรียกว่า Tip of villus แล้วจึงหลุดลอกเข้าสู่ช่องว่าง (lumen) ของลำไส้เล็กโดยใช้เวลาประมาณ 48-96 ชั่วโมง ดังนั้นหากคริปต์ออฟไลเบอร์คูนและวิลลัสสั้นก็จะส่งผลต่อการย่อยการดูดซึมและการหลั่งน้ำย่อยบริเวณเยื่อบุผิววิลลัสลดลง

Table 3 Effects of synbiotics (Synbac®) supplementation in drinking water of broiler chickens on small intestinal histomorphology

Small intestinal histomorphology	Synbiotics (Synbac [®]) supplementation in drinking water of broiler chickens			SEM
	Control	Program 1	Program 2	
Duodenum				
Villous height (mm)	0.74 ^B ±0.15	0.98 ^A ±0.15	1.02 ^A ±0.23	0.06
Villous wide (mm)	0.16 ±0.01	0.15 ±0.03	0.21 ±0.04	0.01
Villous surface area (mm ²)	0.41 ^b ±0.13	0.51 ^{ab} ±0.28	0.72 ^a ±0.49	0.11
Cryptal depth (mm)	0.18 ±0.01	0.22 ±0.04	0.23 ±0.06	0.01
Villous height :crypt depth	4.12 ±0.85	4.45 ±0.45	4.44 ±1.78	0.42
Jejunum				
Villous height (mm)	0.72 ±0.38	0.82 ±0.10	0.88 ±0.19	0.08
Villous wide (mm)	0.11 ±0.02	0.13 ±0.01	0.13 ±0.02	0.01
Villous surface area (mm ²)	0.26 ±0.23	0.36 ±0.05	0.39 ±0.04	0.04
Cryptal depth (mm)	0.16 ±0.04	0.18 ±0.04	0.22 ±0.05	0.03
Villous height : crypt depth	4.58 ±2.41	4.55 ±1.48	4.06 ±0.05	0.49
Ileum				
Villous height (mm)	0.62 ±0.20	0.74 ±0.16	0.63 ±0.14	0.05
Villous wide (mm)	0.13 ±0.02	0.12 ±0.004	0.13 ±0.01	0.004
Villous surface area (mm ²)	0.28 ±0.10	0.31 ±0.07	0.28 ±0.06	0.03
Cryptal depth (mm)	0.14 ±0.01	0.17 ±0.05	0.16 ±0.05	0.01
Villous height :crypt depth	4.42 ±1.32	4.36 ±1.38	3.93 ±1.14	0.43

^{a,b} Mean in the same column with difference letter are significantly difference at $P\leq 0.05$ by DMRT,

^{A,B,C} Mean in the same column with difference letter are significantly difference at $P\leq 0.01$ by DMRT.

ผลของการเสริมซินไบโอติกส์ (ซินแบค®) ในน้ำดื่มของไก่เนื้อต่อสมรรถนะการผลิตและลักษณะซาก

การเสริมซินไบโอติกส์ (ซินแบค®) ในน้ำดื่มของไก่เนื้อด้วยโปรแกรมการเสริมที่แตกต่างกัน 3 โปรแกรมต่อสมรรถนะการผลิตและลักษณะซาก พบว่า การเสริม

ซินไบโอติกส์ในน้ำดื่มของไก่เนื้อทั้ง 3 โปรแกรมไม่ส่งผลต่อสมรรถนะการผลิตและลักษณะซาก ของไก่เนื้อทั้ง 3 กลุ่มการทดลอง ($P>0.05$) ดังแสดงในตารางที่ 4 และ 5 ตามลำดับ แม้การทดลองครั้งนี้จะมีผลที่แสดงอย่างชัดเจน คือ ค่าการย่อยได้ของโภชนาการปรากฏในอาหาร

Table 4 Effects of synbiotics (Synbac®) supplementation in drinking water of broiler chickens on productive performance

	Synbiotics (Synbac®) supplementation in drinking water of			
Productive performance	broiler chickens			SEM
	Control	Program 1	Program 2	
0-21 day				
BWG (g/bird)	725.50 ±42.54	709.72 ±8.04	713.61 ±17.08	8.96
ADFI(g/bird/day)	46.55 ±3.78	43.71 ±2.37	43.62 ±2.24	0.96
ADG (g/bird/day)	34.55 ±2.03	33.79 ±0.38	33.98 ±0.81	0.43
FCR	1.35 ±0.03	1.29 ±0.08	1.28 ±0.04	0.02
Viability (%)	100.00	100.00	100.00	-
Productive index	256.52 ±9.67	262.07 ±19.96	264.91 ±5.50	4.40
22-35day				
BWG (g/bird)	838.72 ±13.07	897.37±58.30	903.90 ±48.23	14.78
ADFI(g/bird/day)	116.86 ±3.25	116.43 ±6.24	120.08 ±2.59	1.44
ADG (g/bird/day)	59.91 ±0.93	64.10 ±4.16	64.57 ±3.44	1.06
FCR	1.95 ±0.07	1.82 ±0.09	1.86 ±0.08	0.03
Viability (%)	91.11 ±3.85	90.89 ±4.23	86.67 ±11.55	2.48
Productive index	279.78 ±2.53	322.12 ±45.48	301.03 ±45.84	12.44
35-42 day				
BWG (g/bird)	514.50 ±40.97	498.72 ±55.60	502.61 ±56.45	17.17
ADFI(g/bird/day)	209.08 ±10.69	199.69 ±22.30	201.96 ±18.92	5.99
ADG (g/bird/day)	73.50 ±5.85	71.24 ±7.94	71.80 ±8.07	2.45
FCR	2.86 ±0.35	2.83 ±0.43	2.82 ±0.24	0.12
Viability (%)	91.11 ±3.85	90.89 ±4.23	89.67 ±11.55	2.48
Productive index	238.35 ±54.38	233.11 ±49.23	219.48 ±22.90	14.79
0-42 day				
BWG (g/bird)	2,078.73 ±70.23	2,105.80 ±68.84	2,120.11 ±91.46	25.85
ADFI(g/bird/day)	97.07 ±2.70	93.95 ±6.47	95.50 ±4.50	1.60
ADG (g/bird/day)	49.49 ±1.67	50.14 ±1.64	50.48 ±2.18	0.62
FCR	1.96 ±0.98	1.87 ±0.09	1.89 ±0.09	0.03
Viability (%)	91.11 ±3.85	90.89 ±4.23	89.67 ±11.55	2.48
Productive index	230.05 ±16.39	243.23 ±0.62	230.86 ±26.49	6.00

Table 5 Effects of synbiotics (Synbac®) supplementation in drinking water of broiler chickens on carcass and cutting percentage

Carcass percentage and cutting percentage (%)	Synbiotics (Synbac®) supplementation in drinking water of broiler chickens			SEM
	Control	Program 1	Program 2	
Thai carcass percentage	83.85 ±2.31	81.36 ±2.01	84.20 ±1.73	0.68
Carcass percentage	73.82 ±1.80	76.89 ±1.51	75.30 ±2.05	0.60
Chill carcass percentage	71.60 ±1.45	74.58 ±1.36	73.04 ±1.86	0.58
Breast	26.87 ±1.66	27.04 ±1.03	26.58 ±0.92	0.42
Fillets	5.19 ±0.26	5.24 ±0.52	4.99 ±0.31	0.13
Thigh	17.86 ±0.68	17.84 ±1.37	18.32 ±0.52	0.31
Drum strict	12.50 ±0.49	12.44 ±0.80	12.79 ±0.17	0.18
Wing	12.37 ±0.50	12.39 ±0.43	12.06 ±0.22	0.13
Skeletal	23.59 ±0.90	21.90 ±1.38	24.24 ±0.87	0.36
Neck	4.38 ±0.37	4.58 ±0.43	4.04 ±0.35	0.13
Head	3.19 ±0.19	3.12 ±0.28	3.12 ±0.02	0.07
Shank	4.68 ±0.05	4.82 ±0.53	4.76 ±0.19	0.11

ที่เพิ่มขึ้นสัญญาณวิทยาของลำไส้เล็กที่พัฒนามากขึ้น และการเพิ่มจำนวนของจุลินทรีย์ที่เป็นประโยชน์ในไส้ตัน หากแต่ไม่ได้แสดงผลที่เด่นชัดต่อสมรรถนะการผลิตและลักษณะซาก

ผลของการเสริมซินไบโอติกส์ (ซินแบค®) ในน้ำดื่มของไก่เนื้อต่อคุณภาพทางกายภาพของเนื้อและองค์ประกอบกรดไขมันในเนื้อ

การเสริมซินไบโอติกส์ (ซินแบค®) ในน้ำดื่มของไก่เนื้อด้วยโปรแกรมการเสริมที่แตกต่างกัน 3 โปรแกรมต่อคุณภาพทางกายภาพของเนื้อและองค์ประกอบกรดไขมันในเนื้อ พบว่าการเสริมซินไบโอติกส์ในน้ำดื่มของไก่เนื้อไม่มีผลต่อคุณภาพทางกายภาพของเนื้อ ($P>0.05$) ดังแสดงในตารางที่ 6 สอดคล้องกับการทดลองของ Zhang *et al.* (2012) ที่ได้ทำการเสริมซินไบโอติกส์ที่ประกอบด้วยเบต้ากลูแคนร่วมกับ *Bacillus subtilis* พบว่าไม่มีผลต่อค่าความเป็นกรดต่าง ค่าความสามารถในการอุ้มน้ำ ค่าความสว่าง และค่าสีแดงของเนื้อ ($P>0.05$) อย่างไรก็ตามการทดลองนี้จะสังเกตเห็นว่าไก่เนื้อที่ได้รับการเสริมซินไบโอติกส์ด้วยโปรแกรมที่ 2 ในน้ำดื่มมี

ปริมาณคอเลสเตอรอลต่ำกว่าไก่เนื้อที่ได้รับ การเสริมซินไบโอติกส์ด้วยโปรแกรมที่ 1 และไก่เนื้อกลุ่มควบคุม ($P<0.05$) อีกทั้งการเสริมซินไบโอติกส์ด้วยโปรแกรมที่ 2 และโปรแกรมที่ 1 จะส่งผลต่อการเพิ่มปริมาณกรดไขมันไม่อิ่มตัวเชิงเดี่ยว (monounsaturated fatty acid) และกรดไขมันไม่อิ่มตัวเชิงซ้อน (polyunsaturated fatty acid) ที่สะสมในเนื้อไก่สูงกว่าไก่เนื้อกลุ่มควบคุม ($P<0.01$) รวมทั้งยังพบว่าไก่เนื้อที่เสริมซินไบโอติกส์ด้วยโปรแกรมที่ 2 และโปรแกรมที่ 1 มีกรดไขมันชนิด omega-6 และ omega-9 สะสมในเนื้อสูงกว่าไก่เนื้อกลุ่มควบคุม ($P<0.01$) ดังแสดงในตารางที่ 7 จากการทดลองครั้งนี้ชี้ให้เห็นถึงศักยภาพของซินไบโอติกส์ต่อการลดระดับของคอเลสเตอรอลและการเพิ่มการสะสมกรดไขมันไม่อิ่มตัวเชิงเดี่ยวและเชิงซ้อน รวมทั้งจะทำให้มีกรดไขมันชนิด omega-6 และ omega-9 โดยการทดลองครั้งนี้แสดงผลสอดคล้องกับการทดลองของ Mikulski *et al.* (2012) ที่ใช้โปรไบโอติกส์ 100 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมอาหารสามารถลดระดับคอเลสเตอรอลในไข่แดงเมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุม ($P<0.05$)

Table 6 Effects of synbiotics (Synbac®) supplementation in drinking water of broiler chickens on meat quality

Meat quality	Synbiotics (Synbac®) supplementation in drinking water of broiler chickens			SEM
	Control	Program 1	Program 2	
pH 45 min.	5.53 ±0.10	5.82 ±0.19	5.87 ±0.12	0.05
pH 24 h	5.47 ±0.21	5.48 ±0.22	5.64 ±0.02	0.06
Color at 24 hour after chill storage at 4 °C				
L* (Lightness)	54.83 ±1.55	52.71 ±1.70	54.60 ±2.35	0.63
a* (Redness)	0.67 ±0.23	0.91 ±0.32	0.46 ±0.05	0.07
b* (Yellowness)	13.34 ±0.75	13.59 ±1.34	12.78 ±1.01	0.35
Water holding capacity (%)				
Drip loss	5.52 ±0.90	5.17 ±0.68	4.80 ±0.07	0.22
Boiling loss	23.61 ±1.37	21.62 ±2.88	25.36 ±3.14	0.86
Roasting loss	33.24 ±2.05	31.61 ±2.79	34.84 ±2.20	0.82
Thawing loss	7.91 ±2.56	6.47 ±0.37	9.14 ±1.70	0.90

Table 7 Effects of synbiotics (Synbac®) supplementation in drinking water of broiler chickens on fatty acid composition in meat

Fatty acid composition in meat (g/100 g total fat)	Synbiotics (Synbac®) supplementation in drinking water of broiler chickens			SEM
	Control	Program 1	Program 2	
Cholesterol	70.18 ±2.26 ^a	68.76 ±2.12 ^{ab}	63.93 ±1.98 ^c	0.7100
Monounsaturated fatty acid	0.97 ±0.03 ^C	1.34 ±0.34 ^B	1.60 ±0.05 ^A	0.0130
Palmitoleic acid (C16:1c)	0.09 ±0.03 ^C	0.16 ±0.01 ^{AB}	0.17 ±0.01 ^A	0.0010
Veccenic acid (C18:1w7c)	0.05 ±0.00 ^B	0.07 ±0.00 ^A	0.07 ±0.00 ^A	0.0060
Oleic acid (C18:1w9c)	0.82 ±0.03 ^C	1.12 ±0.03 ^B	1.36 ±0.04 ^A	0.0110
Polyunsaturated fatty acid	0.49 ±0.02 ^C	0.61 ±0.02 ^B	0.72 ±0.02 ^A	0.0060
Linoleic acid (C18:2w6c)	0.43 ±0.01 ^C	0.56 ±0.02 ^B	0.65 ±0.02 ^A	0.0050
Eleostearic acid (C18:3w3):ALA	0.02 ±0.00	0.02 ±0.00	0.03 ±0.00	0.0002
Eicosatrienoic acid (C20:3w6)	0.04 ±0.00	0.03 ±0.00	0.04 ±0.00	0.0003
Saturated fatty acid	0.78 ±0.02 ^{AB}	0.71 ±0.02 ^A	0.82 ±0.03 ^B	0.0079
Myristic acid (C14:0)	0.02 ±0.00	0.02 ±0.00	0.03 ±0.00	0.0002
Palmitic acid (C16:0)	0.56 ±0.02 ^A	0.46 ±0.01 ^C	0.49 ±0.02 ^B	0.0050
Stearic acid (C18:0)	0.18 ±0.01 ^C	0.22 ±0.01 ^B	0.29 ±0.01 ^A	0.0020
Heneicosanoic acid (C21:0)	0.01 ±0.00	0.01 ±0.00	0.01 ±0.00	0.0001
Omega 3 fatty acid	0.02 ±0.00	0.02 ±0.00	0.03 ±0.00	0.0002
Omega 6 fatty acid	0.47 ±0.01 ^C	0.59 ±0.02 ^B	0.69 ±0.02 ^A	0.0061
Omega 9 fatty acid	0.82 ±0.03 ^C	1.12 ±0.03 ^B	1.36 ±0.04 ^A	0.0115

^{a,b,c} Mean in the same column with difference letter are significantly difference at P≤0.05 by DMRT,^{A,B,C} Mean in the same column with difference letter are significantly difference at P≤0.01 by DMRT.

ซึ่งหนึ่งในกลไกที่อ้างถึงในการลดระดับคอเลสเตอรอล คือ การที่โปรไบโอติกส์อาจส่งผลต่อการมีระดับคอเลสเตอรอลในระดับต่ำ (hypocolesterolemic action) ผ่านกรดน้ำดี Mikulski *et al.* (2012) กล่าวคือ กรดน้ำดีโคลิค (cholic) และดีออกซีโคลิค (deoxycholic) จะถูกผลิตขึ้นจากคอเลสเตอรอลในเซลล์ตับโดยจับกับไกลซีน (glycine) และ ทายูรีน (taurine) กรดน้ำดีที่ผลิตได้จะถูกปล่อยเข้าสู่ลำไส้เล็กส่วนต้นเพื่อช่วยในการย่อยอาหาร หลังจากนั้นจะมีกรดน้ำดีบางส่วนจะถูกดูดซึมกลับไปยังตับเพื่อสังเคราะห์เป็นกรดไขมันกลับมาใช้ใหม่อีกครั้ง ส่งผลทำให้คอเลสเตอรอลในซีรัมลดลงเนื่องจากคอเลสเตอรอลถูกนำไปใช้สังเคราะห์เป็นกรดน้ำดี (St-Onge *et al.*, 2000) หรือเหตุผลที่น่าเชื่อถือต่อการมีระดับคอเลสเตอรอลในระดับต่ำอาจเกิดจากการที่จุลินทรีย์สุขภาพเจริญจำนวนมากขึ้นสามารถช่วยย่อยสลายคอเลสเตอรอลและยับยั้งการดูดซึมผ่านผนังลำไส้รวมถึงอาจเนื่องจากกระบวนการหมักที่ได้กรดไขมันสายสั้นบางชนิดโดยเฉพาะกรดโพรพิโอนิก (propionic acid) ซึ่งสามารถไปยับยั้งการสังเคราะห์ไขมันรวมทั้งคอเลสเตอรอลส่วนการเพิ่มการสะสมกรดไขมันไม่อิ่มตัวเชิงเดี่ยวและเชิงซ้อน รวมทั้งการเพิ่มขึ้นของกรดไขมันชนิด omega-6 และ omega-9 ที่สะสมในเนื้อไก่จากการทดลองในครั้งนี้ได้แสดงผลที่สอดคล้องกับหลายงานวิจัยที่ผ่านมา Yalcin *et al.* (2010) ได้รายงานถึงผลของการเสริมยีสต์ *Saccharomyces cereviceae* ต่อการลดกรด

ไขมันอิ่มตัวและการเพิ่มกรดไขมันไม่อิ่มตัวเชิงเดี่ยว ส่วน Kalavathy *et al.* (2009) และ Haddadin *et al.* (1996) รายงานว่า การเสริม *Lactobacillus* จะมีผลเพียงเล็กน้อยต่อการปรับปรุงองค์ประกอบกรดไขมันในไขแดง

ผลของการเสริมซินไบโอติกส์ (ซินแบค®) ในน้ำดื่มของไก่เนื้อต่อผลตอบแทนทางเศรษฐกิจของการเลี้ยงไก่เนื้อ

การเสริมซินไบโอติกส์ (ซินแบค®) ในน้ำดื่มของไก่เนื้อด้วยโปรแกรมการเสริมที่แตกต่างกัน 3 โปรแกรมต่อผลตอบแทนทางเศรษฐกิจของการเลี้ยงไก่เนื้อพบว่า การเสริมซินไบโอติกส์ในน้ำดื่มของไก่เนื้อ พบว่าการเลี้ยงไก่เนื้อเสริมซินไบโอติกส์ในน้ำดื่มจะช่วยลดต้นทุนค่าอาหาร (feed cost per gain) เมื่อเทียบกับไก่เนื้อกลุ่มควบคุม ($P>0.05$) ดังแสดงในตารางที่ 8 อีกทั้งยังพบว่า การเสริมซินไบโอติกส์จะช่วยเพิ่มมูลค่าจากการขายต่อตัว (salable bird return) ($P>0.05$) นอกจากนี้เมื่อเปรียบเทียบอัตราส่วนผลตอบแทนต่อการลงทุน (return of investment) ระหว่างการเลี้ยงไก่เนื้อกลุ่มควบคุมเปรียบเทียบกับเลี้ยงไก่เนื้อ โดยการเสริมซินไบโอติกส์ในน้ำดื่มทั้งสองโปรแกรม พบว่า การเลี้ยงไก่เนื้อโดยการเสริมซินไบโอติกส์ทั้งสองโปรแกรมมีอัตราส่วนผลตอบแทนต่อการลงทุนดีกว่าการเลี้ยงไก่เนื้อกลุ่มควบคุม ($P<0.05$)

Table 8 Effects of synbiotics (Synbac®) supplementation in drinking water on economic benefit return of broilers chicken production

Economic benefit return	Synbiotics (Synbac®) supplementation in drinking water of broiler chickens			SEM
	Control	Program 1	Program 2	
Feed cost per gain ¹ (Baht/Bird)	62.37 ±2.88	60.60 ±2.20	60.14 ±2.76	0.65
Salable bird return ² (Baht/Bird)	84.78 ±3.52	85.80 ±2.98	86.40 ±3.12	0.45
Net profits return per bird ³ (Baht/Bird)	22.41 ±1.27	25.20 ±1.32	25.26 ±1.09	0.36
Return of investment ⁴ (%)	35.93 ±1.97 ^a	41.58 ±1.87 ^b	42.00 ±1.77 ^b	0.89

¹Feed cost per gain (FCG) =(FCR x feed cost x BWG)

²Salable bird return (SBR) = (Price of live chicken (40 Baht) x BW)

³Net profits return per bird (NPR) = (SBR - FCG)

⁴Return of investment (ROI) = (NPR /FCG) x 100

สรุป

การเสริมซินไบโอติกส์ในน้ำดื่มสามารถช่วยเพิ่มการย่อยได้ของ โปรตีนหยาบ ไนโตรเจนรวมเยื่อใยหยาบและพลังงานรวมในอาหารของไก่เนื้อ รวมถึงช่วยพัฒนาและเพิ่มความสูงของวิลด์ส รวมถึงพื้นที่ผิววิลด์สของลำไส้เล็กส่วนต้นของไก่เนื้อ หากแต่การเสริมซินไบโอติกส์ในน้ำดื่มไม่มีผลต่อสมรรถนะการผลิต เปอร์เซ็นต์ซาก คุณภาพทางกายภาพของเนื้อไก่และผลตอบแทนทางเศรษฐกิจจากการเลี้ยงไก่เนื้อ หากแต่การเสริมซินไบโอติกส์ในน้ำดื่มสามารถลดระดับคอเลสเตอรอลในเนื้อไก่ลดลง ทั้งยังส่งผลต่อการสะสมกรดไขมันไม่อิ่มตัวเชิงเดี่ยว กรดไขมันไม่อิ่มตัวเชิงเดี่ยวเชิงซ้อน กรดไขมัน omega-6 และ omega-9 ในเนื้อไก่ ทั้งยังพบว่าการเลี้ยงไก่เนื้อโดยการเสริมซินไบโอติกส์ ทั้งสองโปรแกรมมีอัตราส่วนผลตอบแทนต่อการลงทุนดีกว่าการเลี้ยงไก่เนื้อกลุ่มควบคุม การทดลองครั้งนี้ชี้ให้เห็นว่าการเสริมซินไบโอติกส์ด้วยโปรแกรมที่ 2 ในน้ำดื่มของไก่เนื้อสามารถช่วยเพิ่มความสามารถในการย่อยได้ของโภชนาในอาหาร สัตฐานวิทยาของลำไส้เล็กและองค์ประกอบของกรดไขมันในเนื้อได้ดีที่สุด

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบพระคุณบริษัทเคเอ็มพีไบโอเทค จำกัด และบริษัทอินโนเวทคอปอเรชั่น จำกัด ที่สนับสนุนทุนอุดหนุนการวิจัยประจำปี 2557 และผลิตภัณฑ์ซินไบโอติกส์ซินแบค® ที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ขอขอบพระคุณ รศ. น.สพ. เกรียงศักดิ์ พูนสุข ที่ให้คำปรึกษาด้านจุลชีววิทยาในการทดลองนี้ ขอขอบพระคุณศูนย์วิจัยและพัฒนาอาหารสัตว์เพชรบุรีที่เอื้อเฟื้อสถานที่เลี้ยงสัตว์ทดลอง รวมถึงขอขอบคุณเจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการ คณะสัตวศาสตร์และเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยศิลปากร

เอกสารอ้างอิง

- มนัสนันท์ นพรัตน์ไมตรี กฤติยา เลิศชุมเห่เกียรติ จิรัฐ-วัฒน์ ศรีอ่อนเลิศ และวรางคณา กิจพิพิธ. 2557. ผลของการเสริมโปรไบโอติกส์ (แบคโตแซค®) ในน้ำดื่มต่อการย่อยได้ของโภชนา สัตฐานวิทยาของลำไส้เล็ก เปอร์เซ็นต์ซากและคุณภาพเนื้อของไก่เนื้อ. แก่นเกษตร 42(2): 221-230.
- วรรณพร ทะพิงค์แก. 2557. ทางเลือกในการทดแทนการใช้ยาปฏิชีวนะเป็นสารเร่งการเจริญเติบโตสำหรับปศุสัตว์. วารสารเกษตร 30(2): 201-212.
- สุจิตรา หาคม สวัสดิ์ วังศ์ตั้งถิ่นฐาน บัณฑิตย เติ้งเจริญ-กุล เขาวมาลย์ คำเจริญ. 2558. ประสิทธิภาพของการใช้เศษเนื้อในเมล็ดมะม่วงหิมพานต์คั่วบด (DCOM) ทดแทนเมล็ดถั่วเหลืองไขมันเต็ม (FFSBM) ต่อสมรรถนะการผลิตและคุณภาพซากในอาหารไก่เนื้อ แก่นเกษตร 43(พิเศษ 1): 26-29.
- Abdalqader, A., A. R. Al-Fataftah and G. Das. 2013. Effects of dietary *Bacillus subtilis* and inulin supplementation on performance, eggshell quality, intestinal morphology and microflora composition of laying hens in the late phase of production. Animal Feed Science and Technology 179: 103-111.
- Alander, M., J. Matt, W. Kneifel, M. Johansson, B. Kogler, R. Crittenden, T. Mattila-Sandholm and M. Saarela. 2001. Effect of galacto-oligosaccharide supplementation on human faecal microflora and on survival and persistence of *Bifidobacterium lactis* Bb-12 in the gastrointestinal tract. International Dairy Journal 11: 817-825.
- Amerah A. M., A. Quiles, P. Medel, J. Sanchez, M. J. Lehtinen and M. I. Gracia. 2013. Effect of pelleting temperature and probiotic supplementation on growth performance and immune function of broilers fed maize/soy-

- based diets. *Animal Feed Science and Technology* 180: 55-63.
- Ao, X. J., S. Yoo, T. X. Zhou, J. J. P. Wang, Q. W. Meng, L. Yan, J. H. Cho and I. H. Kim. 2011. Effects of fermented garlic powder supplementation on growth performance, blood profile and breast meat quality in broilers. *Livestock Science* 141: 85-89.
- AOAC. 1995. Official Method of Analysis. 19th Edition. Association of Official Analytical Chemist, Washington, DC.
- Awad, W. A., K. Ghareeb, S. Abdel-Raheem and J. Böhm. 2009. Effects of dietary inclusion of probiotic and symbiotic on growth performance, organ weights, and intestinal histomorphology of broiler chicken. *Poultry Science* 88: 49-55.
- Awad, W., K. Ghareeb and J. Böhm. 2008. Intestinal structure and function of broiler chickens on diets supplemented with a symbiotic containing enterococcus faecium and oligosaccharide. *International Journal of Molecular Sciences* 9: 2205-2216.
- Awad, W. A., J. Böhm. E. Razzazi-fazeli, K. Ghareeb and J. Zentek. 2006. Effects of addition of a probiotic Microorganism to broiler diets contaminated with deoxynivalenol on performance and histological of intestinal villi of broiler chicken. *Poultry Science* 85: 974-979.
- Daneshmand, A., G. H. Sadeghi, A. Karimi and A. Vaziry. 2011. Effect of oyster mushroom (*Pleurotus ostreatus*) with and without prebiotic on growth performance and some blood parameter of male broilers. *Animal Feed Science and Technology* 170: 91-96.
- de Verse, M. and J. Screzenmeir. 2008. Probiotics, prebiotics, and synbiotics. *Food Biotechnol.* 111: 1-66.
- Farnworth E. R., 2001. Probiotics and prebiotics, In: Wildman, R.E.C. (Ed.), *REC Handbook of Nutraceuticals and Functional Food*, CRC press, Boca raton, USA, 407-422.
- Ghasemi P. A., M. Fatahi, L. Craker and H. Shirmardi. 2014. Chemical composition and bioactivity of essential oils of *Hypericum helianthemoides*, *Hypericum perforatum* and *Hypericum scabrum*. *Pharmaceutical Biology* 52: 175-181.
- Gibson G. R. and M. B. Roberfroid. 1995. Dietary modulation of the human colonic microflora: introducing the concept of prebiotic. *Journal of Nutrition* 125: 1401-1412.
- Giannenas, I., D. Tontis, E. Tsalie, E. F. Chronis, D. Doukas and I. Kyriazakis. 2010. Influence of dietary mushroom *Agaricus bisporus* on intestinal morphology and microflora composition on broiler chickens. *Research in Veterinary Science* 89: 78-84.
- Gomes, A. M. P. and F. X. Malcata. 1999. *Bifidobacterium* spp. and *Lactobacillus acidophilus*: Biologicl, biochemical, technological and therapeutical properties relevant for use as probiotic. *Trends in Food Science and Technology* 10:139-157.
- Haddadin M. S., S. M. Abdulrahim, E. A. Hashlamoun and R. K. Robinson. 1996. The effects of *Lactobacillus acidophilus* on production and purification of total lipid from animal tissue. *Poultry Science* 75: 491-494.
- Hassanpour, H., A. Zamani Moghaddam, M. Khosravi and M. Mayahi. 2013. Effects of symbiotic on the intestinal morphology and

- humoral immune response in broiler chickens. *Livestock Science* 153: 116-122.
- Hossain, M. E., G. W. Kim, S. K. Lee and C. J. Yang. 2012. Growth performance, meat yield, oxidative stability, and fatty acid composition of meat from broiler fed diets supplemented with a medicinal plant and probiotics. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences* 25(8): 1159-1168.
- Huang, C. T., C. J. Workman, D. Flies, X. Pan, A. L. Marson and G. Zhou. 2004. Role of LAG-3 in regulatory T cells. *Immunity* 21: 503-513.
- Jung, S. J., R. Houde, B. Baurhoo, X. Zhao and B. H. Lee. 2008. Effects of galacto-oligosaccharides and a *Bifidobacteria* lactis-based probiotic strain on the growth performance and fecal microflora of broiler chickens. *Poultry Science* 87: 1694-1699.
- Kalavathy, R., N. Abdullah, S. Jalaludin, M. Wong and Y. W. Ho. 2009. Effects of *Lactobacillus* cultures on performance of laying hens, and total cholesterol, lipid and fatty acid composition of egg yolk. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 89: 482-486.
- Khaksefidi, A. and Sh. Rahimi. 2005. Effect of probiotic inclusion in the diet of broiler chicken on performance, feed efficiency and carcass quality. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences* 18(8):1153-1156.
- Lepage, G. and C. C. Roy. 1986. Direct transesterification of all classes of lipids in a one-step reaction. *Journal of Lipid Research* 27: 114-120.
- Li, L. L., Z. P. Hou, T. J. Li, G. Y. Wu, R. L. Huang, Z. R. Tang, C. BB. Yang, J. Gong, H. Yu and X. F. Kong. 2008. Effects of dietary probiotic supplementation on ileal digestibility of nutrients and growth performance in 1 to 42 day old broilers. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 88: 35-42.
- Liu, X., H. Yan, L. Lv, Q. xu, C. Yin, K. Zhang, P. Wang and J. Hu. 2012. Growth performance and meat quality of broiler chickens supplemented with *Bacillus licheniformis* in drinking water. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences* 25(5): 682-689.
- Lutfullah, G., T. Akhtar, I. Ahmad, M. M. A. K. Khattak, F. E. Durrani and M. S. Qureshi. 2011. Effects of probiotic on the intestinal morphology with special reference to the growth of broilers. *Journal of the Chemical Society of Pakistan* 33: 129-133.
- Mikulski, D., J. Jankowski, J. Naczmannski, M. Mikulska and V. Demey. 2012. Effects of dietary probiotic (*Pediococcus acidilactici*) supplementation on performance, nutrient digestibility, egg traits, egg yolk cholesterol, and fatty acid profile in laying hens. *Poultry Science* 91: 2691-2700.
- Mountzouris, K. C., P. Tsirsikos, I. Palamidi, A. Arvanniti, M. Mohnl, G. Schatmayr and K. Fegeros. 2010. Effect of probiotic inclusion level in broiler nutrition on growth performance, nutrient digestibility, plasma immunoglobulin, and cecal microflora composition. *Poultry Science* 89: 588-593.
- NRC. 1994. *Nutrient Requirement of Poultry*. (9th Ed.). Washington, D. C.
- Okasaki, M., S. Fujikawa and N. Matumoto. 1990. Effect of xylooligosaccharide on growth of bifidobacteria. *Bifidobacteria Microb.* 9: 289-295.

- Pelicano, E. R. L., P. A. Souza, H. B. A. Souza, A. Oba, M. M. Boiago, N. M. B. L. Zeola, A. M. Scatolini, V. A. Bertanha and T. M. A. Lima. 2005. Carcass and cut yields and meat qualitative traits of broilers fed diets containing probiotics and prebiotics. *Brazilian Journal of Poultry Science* 7: 169-175.
- R Core Team. 2013. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <http://www.R-project.org/>
- Sakamoto, K., H. Hirose, A. Onizuka, M. Hayashi, N. Futamura, Y. Kawamura and T. Ezaki. 2000. Quantitative study of change in intestinal morphology and mucous jel on total parenteral nutrition in rats. *Journal of Surgical Research* 94: 99-106.
- Sako, T., K. Matsumoto and T. Ryuichiro. 1999. Recent progress on research and application of non-digestible galacto-oligosaccharides. *International Dairy Journal* 9: 69-80.
- Sharifi, S. D., A. Dibamerhr, H. Lotfollahian and B. Baurhoo. 2012. Effects of flavomycin and probiotic supplementation to diets containing different sources of growth performance, intestinal morphology, apparent metabolizable energy, and fat digestibility in broiler chickens. *Poultry Science* 91: 918-927.
- Silzewska, K., A. Nowak, Z. Libudzisz and J. Blasiak. 2010. Probiotic preparation reduced the fecal water genotoxicology in chickens fed with aflatoxin B1 contamination fodder. *Research in Veterinary Science* 89: 391-395
- Smirnov, A., R. Perez, E. Amit-Romach, D. Sklan and Z. Uni. 2005. Mucin dynamic and microbial population in chicken small intestine are change by dietary probiotic and antibiotic growth promoter supplementation. *Journal of Nutrition* 135-187.
- St-Onge, M. P., E. R. Farnworth and P. J. H. Jones. 2000. Consumption of fermented and nonfermented dairy products: effects on cholesterol concentrations and metabolism. *American Journal of Clinical Nutrition* 71: 674-681.
- Steel, R. G. D. and J. H. Torrie. 1992. Principles and procedure statistic. 2nd Edn., McGraw-Hill Book Co., Inc., Singapore.
- Teshfam, M., M. J. Gharagozlou, J. Saramodi and H. Hassanpour. 2006. Morphological alteration of the small intestine mucosa following oral administration of cadmium in broiler chickens. *Journal of Applied Animal Research* 29: 65-68.
- Tsirtsikos, P., K. fegeros, C. Balaskas, A. Kominakis, and K. M. Mountzouris. 2012. Dietary probiotic inclusion level modulates intestinal mucin composition and mucosal morphology on broilers. *Poultry Science* 91: 1860-1868.
- Yalcin, S., S. Yalcin, K. Cakin, O. Eltan and L. Dagasan. 2010. 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. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 90: 1695-1701.
- Zhang, Z. F., T. X. Zhou, X. Ao and I. H. Kim. 2012. Effect of β -glucan and *Bacillus subtilis* on growth performance, blood profile, relative organ weight and meat quality in broilers

- fed maize-soybean meal based diets. Livestock Science 150: 419-424.
- Zhou, X., Y. Wang, Q. Gu and W. Li. 2010. Effect of dietary probiotic, *Bacillus coagulans*, on growth performance, chemical composition, and meat quality of Guangxi Yellow chicken. Poultry Science 89: 588-593.
- Zubillaga, M., R. Weill, E. Postaire, C. Goldman, R. Caro and J. Boccio. 2001. Effect of probiotic and functional foods and their use in different diseases. Nutrition Research 21: 569-579.
-