

## การเสริมโปรไบโอติกส์รวมในอาหารต่อการย่อยได้แบบปรากฏของโภชนะ จุลินทรีย์และจุลกายวิภาคของลำไส้ของลูกสุกรหลังหย่านม\*

### Effect of Multi-Probiotics Supplementation in Diets on Apparent Nutrient Digestibility, Intestinal Microbiota and Histomorphology of Weaned Pigs

มนัสนันท์ นพรัตน์ไตรี (Manatsanun Nopparatmaitree)\*\*

นภญา แบ่งลาภ (Nattaya Banglarp)\*\*\*

ธนวดี ทองประสงค์ (Thanawadee Thongprasong)\*\*

ธนากร ศิริบุตร (Thanakorn Siribut)\*\*

สาโรจน์ เจียวยี่ (Sarot Jieoyee)\*\*

อิศรพงษ์ เผือกเงิน (Isaraphong Phuekngern)\*\*

จิรัฏฐวัฒน์ ศรีอ่อนเลิศ (Jiratthwat Sri-Onlerd)\*\*

และ วรางคณา กิจพิพิธ (Warangkana Kitpipit)\*\*

#### บทคัดย่อ

การทดลองนี้ศึกษาผลการเสริมโปรไบโอติกส์รวม (แบคทีเรีย-ฟี<sup>®</sup>) ในอาหารของสุกรหย่านมต่อการย่อยได้แบบปรากฏของโภชนะ จุลินทรีย์และจุลกายวิภาคของลำไส้ โดยใช้ลูกสุกรหย่านมลูกผสม 3 สายทางการค้า (Duroc x Landrace x Yorkshire) น้ำหนัก 6 กิโลกรัม เพศผู้ 12 ตัว และ เพศเมีย 12 ตัว วางแผนการทดลองแบบ 2x2 factorial arrangement in RCBD แบ่งเป็น 2 ปัจจัย โดยปัจจัย A คือ เพศของลูกสุกรหย่านม(เพศผู้และเพศเมีย) ปัจจัย B คือ การเสริมโปรไบโอติกส์รวม ผลการทดลอง พบว่า มีอิทธิพลร่วมของทั้ง 2 ปัจจัย คือ เพศและการเสริมโปรไบโอติกส์รวมในอาหารต่อประสิทธิภาพการย่อยได้โภชนะปรากฏของสิ่งแห้ง อินทรีย์วัตถุ เยื่อใยรวม ไขมันรวม และโปรตีนรวมของลูกสุกรหย่านม ( $P<0.05$ ) ทั้งยัง พบว่า เพศของลูกสุกรมีผลต่อจำนวนจุลินทรีย์ในลำไส้ส่วนซีกัม ได้แก่ *E. coli*, Coliform และ Total plate count ( $P<0.05$ ) และ การเสริมโปรไบโอติกส์รวมสามารถเพิ่มความสูงของวิลลัสและพื้นที่ผิวของวิลลัสของดูโอดีนัม เจจูนัม และ ไอลีอัมของลูกสุกร ( $P<0.05$ )

**คำสำคัญ :** การย่อยได้ จุลกายวิภาค จุลินทรีย์ในลำไส้ และ โปรไบโอติกส์รวม

\* การทดลองครั้งนี้มุ่งศึกษาผลของโปรไบโอติกส์รวม (แบคทีเรีย-ฟี) ชนิดผสมในอาหารต่อประสิทธิภาพการย่อยได้ปรากฏของโภชนะ นิเวศวิทยาจุลินทรีย์ และลักษณะสัณฐานวิทยาของลำไส้เล็กในลูกสุกรหย่านม

\*\* คณะสัตวศาสตร์และเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยศิลปากร วิทยาเขตสารสนเทศเพชรบุรี ต. สามพระยา อ.ชะอำ จ.เพชรบุรี 76120 (Faculty of Animal Science and Agricultural Technology, Silpakorn University, Phetchaburi IT Campus, Sam Phraya, Cha-Am, Phetchaburi, 76120. Thailand) E-mail: Nopparatmaitree\_m@silpakorn.edu

\*\*\* สัตวแพทย์หญิง บริษัทเคเอ็มพีไบโอเทคจำกัด ตำบลคลองตำหรุ อำเภอเมืองชลบุรี จังหวัดชลบุรี

## Abstract

The research was conducted to study effect of Multi-Probiotics (Bactosac-P<sup>®</sup>) supplementation in weaned pig diets on apparent nutrient digestibility and intestinal microbiota and histomorphology. Twelve males and twelve females weaned pigs (6 kg), three crossbreed (Duroc x Landrace x Yorkshire), were assigned to 2x2 factorial arrangement in RCBD with two factors. Factor A was sex of weaned pigs (male and female) and factor B was probiotic level (0 and 2 g/kg). Results showed the interaction between factor A and B (sex x probiotics) on apparent nutrient digestibility of dry matter, organic matter, crude fiber, ether extract, and crude protein of weaned pigs significantly ( $P<0.05$ ). Factor A (sex of weaned pigs) had significant effect on cecal microbiology such as *E. coli*, coliform and total plate count ( $P<0.05$ ). Factor B (probiotic level) had significant effect on villus height and villus surface area of duodenum, jejunum and ileum of weaned pigs ( $P<0.05$ ).

**Keywords:** Digestibility, Histomorphology, Intestinal Microbiota, and Probiotics

## บทนำ

การเลี้ยงสุกรในปัจจุบันของประเทศไทยได้มีการพัฒนาระบบการผลิตเป็นเชิงอุตสาหกรรมมากยิ่งขึ้น กล่าวคือ มีค่านึงถึงการใช้ประโยชน์จากพื้นที่ต่อการเลี้ยงสุกรจึงอาจทำให้สภาพการเลี้ยงหนาแน่นและมีการแข่งขันภายในคอก นอกจากนี้ พบว่า การเลี้ยงสุกรในปัจจุบันมักมีการหย่านมตั้งแต่อายุน้อย (Early weaning) หรือ คัดเลือกลูกสุกรที่น้ำหนักมากและมีสุขภาพแข็งแรงให้หย่านมก่อนร่วมกับการจัดการอาหารคุณภาพสูง (Split weaning) เพื่อลดระยะเวลาการเลี้ยงและเพิ่มวงรอบการผลิตนำไปสู่การเพิ่มผลผลิต ส่งผลให้เกิดสภาวะเครียดและความต้านทานโรคที่ลดลง โดยเฉพาะอย่างยิ่งโรคระบบทางเดินอาหารและระบบทางเดินหายใจ ทั้งนี้สาเหตุหลักของความเครียด (Stressor) ในลูกสุกรหย่านมเกิดจาก 3 ส่วน กล่าวคือ ความเครียดจากการหย่านมและการแยกจากแม่สุกร ความเครียดจากการย้ายโรงเรือนที่มีสภาพอากาศที่แตกต่างกัน ความเครียดจากการเปลี่ยนจากการดูดนมเป็นกินอาหารที่เป็นของแข็งและระบบเอนไซม์ที่ใช้ในการย่อยอาหารยังพัฒนาได้ไม่เต็มที่ กอปรกับในช่วงสุกรหย่านม พบว่า ระบบภูมิคุ้มกันในร่างกายต่ำอันเกิดจากระดับ Passive immune ลดลง และ การสร้าง Active immune มีระดับต่ำ ดังนั้นผู้ผลิตจึงนิยมผสมสารปฏิชีวนะในอาหารเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตและควบคุมโรคในฟาร์ม ทำให้เสี่ยงต่อปัญหาสารตกค้าง ปัจจุบันมีความพยายามในการลดการใช้สารปฏิชีวนะในอาหารจึงจำเป็นต้องพัฒนาสารที่ช่วยเร่งการเจริญเติบโตและเพิ่มผลผลิตในลูกสุกร ซึ่งโปรไบโอติกส์ก็เป็นอีกหนึ่งคำตอบที่นักวิชาการอาหารสัตว์เลือกใช้ โดยโปรไบโอติกส์ หมายถึง จุลินทรีย์มีชีวิตที่ไม่ก่อให้เกิดโรค (Nonpathogenic organism) ที่เมื่อสัตว์กินเข้าไปจะส่งผลดีต่อสุขภาพ (FAO/WHO, 2001) เช่น *Bacillus* sp. (Skjolaas et al., 2008) *Lactobacillus* sp. (Roselli et al., 2007; Liu et al., 2010) *Enterococcus* sp. (Klingspor et al., 2015) *Saccharomyces cerevisiae* (Zenello et al., 2008) และ *Bifidobacterium* sp. (Botic et al., 2008) เป็นต้น จากการศึกษาประโยชน์ของโปรไบโอติกส์ทำให้ทราบว่า

โพรไบโอติกส์มีส่วนช่วยในการกระตุ้นการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์และสร้างสมดุลของกลุ่มจุลินทรีย์ในลำไส้ เช่น *Bacillus* sp. *Lactobacillus* sp. และ *Streptococcus* sp. เป็นต้น (Lee *et al.*, 2014; Pieper *et al.*, 2010) ส่งเสริมภูมิคุ้มกันและสุขภาพของสัตว์ (Fujie *et al.*, 2011; Ishizuka *et al.*, 2016) การสร้างความแข็งแรงให้กับเซลล์ดูดซึมในลำไส้ (Badia *et al.*, 2012; Hosoya *et al.*, 2011; Villena *et al.*, 2014) ลดอาการท้องเสีย (Wang *et al.*, 2012; Chen *et al.*, 2014) ช่วยเพิ่มการย่อยได้ของโภชนา (Lee *et al.*, 2014) เพิ่มปริมาณการกินได้ (สาโรช, 2547) และพัฒนาการเจริญเติบโต (Wang *et al.*, 2012; Sweeney *et al.*, 2012; Dowarah *et al.*, 2017) รายงานของ Timmerman *et al.* (2004) พบว่า การใช้โพรไบโอติกส์รวมหลายชนิด (Multi-probiotics) ให้ผลดีกว่าการใช้โพรไบโอติกส์เพียงชนิดเดียว (Single probiotic) เนื่องจากการส่งเสริมกิจกรรมซึ่งกันและกัน (Synergistic activities)

การทดลองครั้งนี้มุ่งศึกษาผลของโพรไบโอติกส์รวมชนิดผง (แบคโตแซค-พี®) ผสมในอาหารของลูกสุกรหลังหย่านมระยะ 6-12 กิโลกรัมต่อการเพิ่มประสิทธิภาพการย่อยได้ปรากฏของโภชนา ช่วยกระตุ้นให้เกิดการเจริญเติบโตอย่างสมดุลของจุลินทรีย์ในลำไส้และการพัฒนาจุลกายวิภาคของลำไส้เล็กของลูกสุกรหลังหย่านมเพื่อเป็นแนวทางเลือกเพื่อประยุกต์ใช้สำหรับระบบอุตสาหกรรมการเลี้ยงสุกรเพื่อพัฒนาให้การเลี้ยงมีประสิทธิภาพ ต้นทุนต่ำ และได้ผลผลิตที่มีคุณภาพต่อไป

## วิธีการดำเนินการวิจัย

### สัตว์ทดลอง น้ำ และอาหารทดลอง

การทดลองครั้งนี้ใช้ลูกสุกรหย่านม 3 สายทางการค้า (Duroc x Landrace x Yorkshire) ที่ผลิตจากแม่สุกรที่ปลอดโรคพาร์วไวรัสและมีการทำวัคซีนเซอร์โคไวรัส อายุประมาณ 21 วัน และมีน้ำหนักเฉลี่ยประมาณ 5 กิโลกรัม จำนวน 12 ตัว (ตัวผู้ 6 ตัว และ ตัวเมีย 6 ตัว) โดยเลี้ยงลูกสุกรหย่านมบนกรงเมตาบอลิซึม (Metabolism cage) จำนวน 1 ตัวต่อกรง ภายในโรงเรือนแบบเปิดที่มีการจัดการแสงและอุณหภูมิตามสภาพแวดล้อมก่อนเข้าสู่งานทดลองทำการปรับสัตว์เป็นเวลา 1 สัปดาห์ ในระหว่างช่วงการทดลองมีการจัดการการเลี้ยงลูกสุกรหย่านมทดลองโดยการให้น้ำสะอาดและอาหารกินแบบเต็มที่ตลอดเวลา (*Ad libitum*) การทดลองนี้ใช้ระยะเวลาเลี้ยงสุกรหย่านมทั้งหมด 14 วันหลังการปรับสัตว์และใช้อาหารสุกรหย่านมเชิงการค้าสำหรับสุกรหย่านมน้ำหนัก 6-12 กิโลกรัม มีโปรตีนหยาบ (Crude protein) 23.70 เปอร์เซ็นต์ และพลังงานใช้ประโยชน์ได้ (Metabolizable energy) 3,265.00 กิโลแคลอรีต่อกิโลกรัม ตามคำแนะนำของ NRC (1998)

## แผนการทดลอง

การทดลองครั้งนี้กำหนดปัจจัยในการทดลอง 2 ปัจจัยคือ

ปัจจัย A คือ เพศของลูกสุกรหย่านม (เพศผู้และเพศเมีย)

ปัจจัย B คือการไม่เสริมและเสริมโปรไบโอติกส์รวมชนิดผง (Bactosac-P®) ในอัตราส่วน 1 กิโลกรัมต่อตัน โดยสารเสริมโปรไบโอติกส์รวม ประกอบด้วย *Lactobacillus acidophilus*  $1.0 \times 10^{10}$  cfu, *Lactobacillus plantarum*  $1.0 \times 10^{10}$  cfu, *Pediococcus pentosaceus*  $1.0 \times 10^9$  cfu, *Streptococcus faecium*  $1.0 \times 10^{10}$  cfu, *Saccharomyces cerevisiae*  $10 \times 10^9$  cfu, *Bacillus subtilis*  $1.0 \times 10^{10}$  cfu, *Bacillus licheniformis*  $1.0 \times 10^{10}$  cfu, เติมน้ำจนครบ 1 กิโลกรัม ของบริษัทเคเอ็มพีไบโอเทคจำกัด

โดยจะใช้แผนการทดลองแบบ 2x2 Factorial in completely randomized design ประกอบด้วย 4 ทรีทเมนต์คอมบินเนชัน ทรีทเมนต์คอมบินเนชันละ 3 บล็อก รวมทั้งหมด 12 หน่วยทดลอง ดังนี้

ทรีทเมนต์คอมบินเนชัน 1 ลูกสุกรหย่านมเพศผู้และให้อาหารควบคุม

ทรีทเมนต์คอมบินเนชัน 2 ลูกสุกรหย่านมเพศผู้และให้อาหารควบคุมเสริมโปรไบโอติกส์รวม (แบคโตแซค-พี®) ชนิดผงในอัตราส่วน 1 กิโลกรัมต่อตัน

ทรีทเมนต์คอมบินเนชัน 3 ลูกสุกรหย่านมเพศเมียและให้อาหารควบคุม

ทรีทเมนต์คอมบินเนชัน 4 ลูกสุกรหย่านมเพศเมียและให้อาหารควบคุมเสริมโปรไบโอติกส์รวม (แบคโตแซค-พี®) ชนิดผงในอัตราส่วน 1 กิโลกรัมต่อตัน

## การย่อยได้รวมของโภชนะในอาหารสุกรหย่านม

ในช่วงลูกสุกรหย่านมอายุ 0-14 วัน จะได้รับอาหารทดลองผสมโครมิกซ์ออกไซด์ ( $\text{Cr}_2\text{O}_3$ ) 0.3 เปอร์เซ็นต์เพื่อทดสอบการย่อยได้ของโภชนะแบบปรากฏรวม (Apparent nutrient digestibility) ของอาหารลูกสุกรหย่านม โดยแบ่งการทดลองออกเป็น 2 ช่วง โดยช่วงที่ 1 คือ ลูกสุกรหย่านมอายุ 0-10 วัน เป็นช่วงปรับสัตว์ (Adjustment period) และ ช่วงที่ 2 คือ ลูกสุกรหย่านมอายุ 11-14 วัน เป็นช่วงเก็บตัวอย่าง (Sampling period) โดยสุ่มเก็บอาหารของลูกสุกรหย่านมทดลองในถังกั้นความชื้นและสุ่มเก็บมูลของลูกสุกรหย่านมที่ได้รับอาหารทดลองผสมโครมิกซ์ออกไซด์ 0.3 เปอร์เซ็นต์ ลงในถุงที่มีกรดซัลฟิวริก ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ) ความเข้มข้น 3 เปอร์เซ็นต์ ตามวิธีของ Mountzouris *et al.* (2010) จากนั้นนำตัวอย่างอาหารและมูลที่ได้มาอบที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียสและบดละเอียด ส่วนในขั้นตอนการวิเคราะห์ทางห้องปฏิบัติการจะนำตัวอย่างอาหารและมูลไปวิเคราะห์หาค่าวัตถุแห้ง (Dry matter) โปรตีนหยาบ (Crude protein) เยื่อใยรวม (Crude fiber) ไขมันรวม (Ether extract) เถ้า (Ash) และพลังงานรวม (Gross energy) ตามวิธีของ AOAC (1995) อีกทั้งยังวิเคราะห์หาปริมาณโครมิกซ์ออกไซด์ ( $\text{Cr}_2\text{O}_3$ ) ตามวิธีของ AOAC (1995) จากนั้นนำมาคำนวณหาค่าการย่อยได้ของวัตถุแห้งรวม (Apparent dry matter digestibility) หาค่าจาก  $\{[(\% \text{Cr}_2\text{O}_3 \text{ ในมูล} - \% \text{Cr}_2\text{O}_3 \text{ ในอาหาร}) \times 100] / [\% \text{Cr}_2\text{O}_3 \text{ ในมูล}]\}$  และ ค่าการย่อยได้ของโภชนะรวม (Apparent nutrient digestibility) หาค่าจาก  $100 - [100 \times \{(\% \text{Cr}_2\text{O}_3 \text{ ในอาหาร} / \% \text{Cr}_2\text{O}_3 \text{ ในมูล}) \times (\% \text{โภชนะในมูล} / \% \text{โภชนะในอาหาร})\}]$  ตามวิธีของ Sharifi *et al.* (2012)

### จุลินทรีย์ในลำไส้ของสุกรหย่านม

เมื่อลูกสุกรหย่านมอายุ 14 วัน อดอาหารอย่างน้อย 6 ชั่วโมง เพื่อฆ่าเชื้อและทำการเก็บตัวอย่างของเหลวในลำไส้เล็กส่วนเจริญและลำไส้ใหญ่ส่วนซีกัมเพื่อนับจำนวนจุลินทรีย์ในลำไส้ด้วยวิธี Culture technique ตามวิธีการของ Choi *et al.*, 2009; Sen *et al.*, 2012; โดย Lactic acid bacteria (*Lactobacillus* + *Bifidobacterium* sp.) ใช้ MRS agar + 0.02%  $\text{NaH}_3$  + 0.05% L-Cystine hydrochloride monohydrate, *Enterococci* ใช้ m *Enterococci* agar, *E.coli* ใช้ EMB agar, และ *Salmonella* ใช้ m *Enterococci* agar) จากนั้นทำการแปลงข้อมูล (Transformed) จำนวนประชากรของจุลินทรีย์ในลำไส้ที่ได้จากการนับทางห้องปฏิบัติการด้วย Log argalithm ฐาน 10 ตามวิธีการของ Choi *et al.*, 2009; Sen *et al.*, 2012; Abdalqader *et al.*, 2013

### จุลกายวิภาคของลำไส้ของสุกรหย่านม

เมื่อลูกสุกรหย่านมอายุ 14 วัน ให้อาหารอย่างน้อย 6 ชั่วโมง ทำการฆ่าเชื้อและเพื่อเก็บตัวอย่างลำไส้เล็ก 3 ส่วน คือ ลำไส้เล็กส่วนต้น ลำไส้เล็กส่วนกลาง และ ลำไส้เล็กส่วนท้าย โดยการเก็บตัวอย่างลำไส้เล็กทำการตัดลำไส้แต่ละส่วนตามวิธีของ Awad *et al.* (2006) และเก็บรักษาตัวอย่างใน 50 % Ethyl alcohol ตามวิธีของ Sharifi *et al.* 2012 จากนั้นทำการเตรียมตัวอย่างเพื่อวิเคราะห์ตามวิธีของ Awad *et al.* (2009) ทำการวัดจุลกายวิภาคของลำไส้โดยส้อมวัดทั้งหมด 10 วิลลัสต่อสไลด์หนึ่งแผ่น โดยใช้กล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสงรุ่น Olympus BX 50, 20 x optical magnification) ร่วมกับใช้วิธีการวิเคราะห์ภาพถ่ายด้วยโปรแกรม Image-pro plus Version 3.1, Media Cybernetics ตามวิธีของ Tsirtsikos *et al.* (2012) โดยการวัดความสูงของวิลลัส (Villous height) การวัดความกว้างของวิลลัส (Villous width) และการวัดความลึกของครีพท์ออฟไลเบอร์คูน (Cryptal depth) แล้วคำนวณพื้นที่ผิวของวิลลัส (Villus surface area) ตามวิธีของ Sakamoto *et al.* (2000) ดังนี้ พื้นที่ผิวของวิลลัส [(Villus surface area)] =  $\{(\pi) \times ((\text{ความกว้างของวิลลัส}/2) \times \text{ความสูงของวิลลัส})\}$

### การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ค่าความแปรปรวน (Analysis of variance: ANOVA) โดยใช้แบบหุ่น  $Y_{ij} = \mu + A_i + B_j + AB_{ij} + \epsilon_{ijk}$  เมื่อ  $Y_{ij}$  แทน ค่าสังเกตจากทรีทเมนต์ กำหนดให้  $\mu$  คือ ค่าเฉลี่ยร่วม (common mean) ส่วน  $A_i$  คือ อิทธิพลของปัจจัย A (Factor A effect) ที่ i เมื่อ i = เพศผู้ และ เพศเมีย  $B_j$  คือ อิทธิพลของปัจจัย B (Factor B effect) ที่ j เมื่อ j = การไม่เสริมและเสริมโปรไบโอติกส์รวมชนิดผง (Bactosac-P®) ในอัตราส่วน 1 กิโลกรัมต่อตัน  $AB_{ij}$  คือ อิทธิพลร่วมของปัจจัย A x B (Interaction of A x B effect) และ  $\epsilon_{ijk}$  คือ ความคลาดเคลื่อนของการทดลอง ทำการเปรียบเทียบความแตกต่างค่าเฉลี่ยระหว่างกลุ่มข้อมูลด้วย Tukey's studentized range test (HSD) ตามวิธีของ Steel and Torrie (1992 โดยใช้โปรแกรม R version 3.3.1 ตามวิธีของ R Core Team (2013) กำหนดค่านัยสำคัญที่ใช้ในการทดสอบที่  $P < 0.05$

## ผลการศึกษา

### คุณค่าทางโภชนาการของอาหารสุรห่านมน้ำหนัก 6 ถึง 12 กิโลกรัม

การทดลองนี้ทำการวิเคราะห์จำนวนและชนิดของโปรไบโอติกส์ในผลิตภัณฑ์ Bactosac-P® พบว่ามีจำนวนโปรไบโอติกส์ตามที่ได้รับรองตามฉลากของผลิตภัณฑ์ อีกทั้งทำการวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการของอาหารสุรห่านมน้ำหนัก 6 ถึง 12 กิโลกรัมที่ได้จากการสุ่มอาหารทดลองจากทุกหน่วยทดลองในแต่ละทรีทเมนต์ (n=3) พบว่า โปรตีน ประมาณ 19.54 ถึง 19.71 เปอร์เซ็นต์ ไขมันรวม ประมาณ 5.05 ถึง 5.27 เปอร์เซ็นต์ เยื่อใยรวม ประมาณ 0.82 ถึง 0.98 เปอร์เซ็นต์ ไขมันรวม ประมาณ 5.05 ถึง 5.27 เปอร์เซ็นต์ เถ้า ประมาณ 7.02 ถึง 7.27 เปอร์เซ็นต์ แคลเซียมรวม ประมาณ 0.93 ถึง 0.95 เปอร์เซ็นต์ ฟอสฟอรัสรวม ประมาณ 0.82 ถึง 0.87 เปอร์เซ็นต์ ดังแสดงในตารางที่ 1

### ผลของการเสริมโปรไบโอติกส์รวม (แบคโตแซค-พี®) ในอาหารต่อประสิทธิภาพการย่อยได้ของโภชนาการปรากฏของลูกสุรห่าน 6 ถึง 12 กิโลกรัม

จากการศึกษาผลการเสริมโปรไบโอติกส์รวมในอาหารต่อประสิทธิภาพการย่อยได้ของโภชนาการปรากฏของลูกสุรห่าน 6 ถึง 12 กิโลกรัม พบว่า ไม่มีอิทธิพลร่วมของปัจจัยเพศและการเสริมโปรไบโอติกส์รวมต่อประสิทธิภาพการย่อยได้ของโภชนาการปรากฏของสิ่งแห้ง อินทรีย์วัตถุ เยื่อใยรวม ไขมันรวม และโปรตีนรวม ( $P>0.05$ ) โดย พบว่า ลูกสุรเทศเมียเสริมโปรไบโอติกส์รวมมีประสิทธิภาพการย่อยได้ปรากฏของอินทรีย์วัตถุ สูงที่สุดแต่ไม่มีความแตกต่างกันกับลูกสุรเทศผู้เสริมโปรไบโอติกส์รวมและลูกสุรเทศผู้ไม่เสริมโปรไบโอติกส์รวม ( $P>0.05$ ) ทั้งยัง พบว่า ลูกสุรเทศเมียเสริมโปรไบโอติกส์รวมมีประสิทธิภาพการย่อยได้ปรากฏของอินทรีย์วัตถุ สูงกว่าลูกสุรเทศเมียไม่เสริมโปรไบโอติกส์รวม ( $P<0.05$ ) เมื่อสังเกตประสิทธิภาพการย่อยได้ของโภชนาการปรากฏ ไขมันรวม พบว่า ลูกสุรเทศเมียและเพศผู้เสริมโปรไบโอติกส์รวม และลูกสุรเทศเมียไม่เสริมโปรไบโอติกส์รวม มีประสิทธิภาพการย่อยได้ของโภชนาการปรากฏ ไขมันรวมไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ( $P>0.05$ ) แต่ในลูกสุรเทศผู้และเพศเมียเสริมโปรไบโอติกส์รวมมีประสิทธิภาพการย่อยได้ของโภชนาการปรากฏ ไขมันรวมแตกต่างกับลูกสุรเทศผู้ไม่เสริมโปรไบโอติกส์รวม ( $P<0.05$ ) ดังแสดงในตารางที่ 2 ส่วนผลของการเสริมโปรไบโอติกส์ในอาหารต่อประสิทธิภาพการย่อยได้โปรตีนของลูกสุรห่าน 6 ถึง 12 กิโลกรัม ลูกสุรเทศผู้และเพศเมียเสริมโปรไบโอติกส์รวมและลูกสุรเทศเมียไม่เสริมโปรไบโอติกส์รวมมีประสิทธิภาพการย่อยได้ของโภชนาการปรากฏ โปรตีนรวม ( $P>0.05$ ) แต่ลูกสุรเทศผู้และเพศเมียเสริมโปรไบโอติกส์รวม และลูกสุรเทศเมียไม่เสริมโปรไบโอติกส์รวมมีประสิทธิภาพการย่อยได้โภชนาการปรากฏของโปรตีนรวมแตกต่างกับลูกสุรเทศผู้ไม่เสริมโปรไบโอติกส์รวม ( $P<0.05$ ) นอกจากนี้ยัง พบว่า อิทธิพลของปัจจัยหลักเพศและปัจจัยหลักการเสริมและไม่เสริมโปรไบโอติกส์รวมชนิดผงไม่มีผลต่อประสิทธิภาพการย่อยได้ของโภชนาการปรากฏของสิ่งแห้งและเยื่อใยรวม ( $P>0.05$ ) อีกทั้งยัง พบว่า อิทธิพลหลักของปัจจัยหลักเพศและอิทธิพลของปัจจัยหลักการเสริมและไม่เสริมโปรไบโอติกส์ชนิดผงไม่มีอิทธิพลร่วมกันต่อประสิทธิภาพการย่อยได้ของโภชนาการปรากฏของสิ่งแห้งและเยื่อใยรวม ( $P>0.05$ ) ดังแสดงในตารางที่ 2



**ตารางที่ 1** สูตรอาหารและคุณค่าทางโภชนาของอาหารสุกรหย่านมน้ำหนัก 6 ถึง 12 กิโลกรัม

| วัตถุดิบในสูตรอาหาร (%)<br>การเสริมและไม่เสริมแบคทีเรีย-พี® | ลูกสุกรหย่านนมเพศผู้ |          | ลูกสุกรหย่านนมเพศเมีย |          |
|-------------------------------------------------------------|----------------------|----------|-----------------------|----------|
|                                                             | 0                    | 1 kg/ton | 0                     | 1 kg/ton |
| ข้าวโพด                                                     | 51.70                | 51.70    | 51.70                 | 51.70    |
| กากถั่วเหลือง 44%                                           | 16.75                | 16.75    | 16.75                 | 16.75    |
| หางเนย                                                      | 20.00                | 20.00    | 20.00                 | 20.00    |
| ปลาป่น                                                      | 7.50                 | 7.50     | 7.50                  | 7.50     |
| น้ำมันถั่วเหลือง                                            | 2.00                 | 2.00     | 2.00                  | 2.00     |
| แอล-ไลซีน                                                   | 0.20                 | 0.20     | 0.20                  | 0.20     |
| หินฟูน                                                      | 0.05                 | 0.05     | 0.05                  | 0.05     |
| ไดแคลเซียมฟอสเฟต                                            | 1.20                 | 1.20     | 1.20                  | 1.20     |
| เกลือ                                                       | 0.25                 | 0.25     | 0.25                  | 0.25     |
| แร่ธาตุปลั๊กย่อย+วิตามินรวม                                 | 0.20                 | 0.20     | 0.20                  | 0.20     |
| คอปเปอร์ซัลเฟต                                              | 0.10                 | 0.10     | 0.10                  | 0.10     |
| สังกะสีออกไซด์ (ppm)                                        | 3,000                | 3,000    | 3,000                 | 3,000    |
| -----คุณค่าทางโภชนา (%) จากการวิเคราะห์-----                |                      |          |                       |          |
| วัตถุดิบแห้ง                                                | 91.36                | 91.38    | 90.83                 | 91.32    |
| โปรตีนหยาบ                                                  | 19.71                | 19.65    | 19.54                 | 19.55    |
| เยื่อใยรวม                                                  | 0.82                 | 0.93     | 0.88                  | 0.98     |
| ไขมันรวม                                                    | 5.08                 | 5.27     | 5.05                  | 5.21     |
| เถ้า                                                        | 7.14                 | 7.14     | 7.02                  | 7.27     |
| แคลเซียมรวม                                                 | 0.95                 | 0.93     | 0.94                  | 0.95     |
| ฟอสฟอรัสรวม                                                 | 0.87                 | 0.82     | 0.83                  | 0.85     |
| พลังงาน (ME) (Kcal/Kg)                                      | 3,249.57             | 3,239.91 | 3,250.90              | 3,234.10 |

**ผลของการเสริมโปรไบโอติกส์รวม (แบคทีเรีย-พี®) ในอาหารต่อจุลินทรีย์ในลำไส้เล็กส่วน**  
**เจริญและลำไส้ใหญ่ส่วนซีคัมของลูกสุกรหย่านนม 6-ถึง 12 กิโลกรัม**

ผลการเสริมโปรไบโอติกส์ในอาหารต่อจุลินทรีย์ในลำไส้เล็กส่วนซีคัมของลูกสุกรหย่านนม 6 ถึง 12 กิโลกรัม พบว่า ไม่มีอิทธิพลร่วมของปัจจัยเพศและการเสริมโปรไบโอติกส์ชนิดผงต่อจำนวนจุลินทรีย์ Total plate count, Lactic acid bacteria, Coliform, *Samonella*, *Enterococci* และ *E. coli* ( $P>0.05$ ) นอกจากนี้ยังพบว่าอิทธิพลหลักของปัจจัยหลักเพศและอิทธิพลของปัจจัยหลักการเสริมและไม่เสริมโปรไบโอติกส์ชนิดผงไม่มีอิทธิพลต่อจำนวนจุลินทรีย์ Total plate count, Lactic acid bacteria, Coliform, *Samonella*, *Enterococci* และ *E. coli* ( $P>0.05$ ) ดังแสดงในตารางที่ 3 นอกจากนี้ผลการเสริมโปรไบโอติกส์ในอาหารต่อจำนวนจุลินทรีย์ในลำไส้ใหญ่ส่วนซีคัมของลูกสุกรหย่านนม 6 ถึง 12 กิโลกรัม พบว่าไม่มีอิทธิพลร่วมของปัจจัยเพศและการเสริมโปรไบโอติกส์ชนิดผงต่อจำนวนจุลินทรีย์ Total plate count, Lactic acid bacteria, Coliform, *Samonella*, *Enterococci* และ *E. coli* ( $P>0.05$ ) นอกจากนี้ พบว่าอิทธิพลของปัจจัยหลักเพศมีผลต่อจำนวนจุลินทรีย์ *E. coli*, Coliform ( $P<0.01$ ) และ Total plate count ( $P<0.05$ ) หากแต่ไม่มีผลต่อจำนวนจุลินทรีย์, Lactic acid bacteria และ *Enterococci* ( $P>0.05$ ) ส่วนในอิทธิพลของปัจจัยหลักการ

เสริมและไม่เสริม โปรไบโอติกส์ชนิดผงไม่มีผลต่อจำนวนจุลินทรีย์ Total plate count, Lactic acid bacteria, Coliform, *Samonella*, *Enterococci* และ *E. coli* ( $P>0.05$ ) ดังแสดงในตารางที่ 4

**ตารางที่ 2** ผลของการเสริมโปรไบโอติกส์รวม (แบคทีเรีย-พี<sup>®</sup>) ในอาหารต่อประสิทธิภาพการย่อยได้โภชนะปรากฏของลูกสุกรหย่านม 6 ถึง 12 กิโลกรัม

| กลุ่มการทดลอง                                   | ประสิทธิภาพการย่อยได้ของโภชนะปรากฏ (%) |                           |                            |                           |                                       |
|-------------------------------------------------|----------------------------------------|---------------------------|----------------------------|---------------------------|---------------------------------------|
|                                                 | OM                                     | DM                        | CF                         | EE                        | CP                                    |
| อิทธิพลร่วมของปัจจัย A × ปัจจัย B               |                                        |                           |                            |                           |                                       |
| เพศผู้ไม่เสริมโปรไบโอติกส์รวม                   | 89.42 <sup>ab</sup> ±2.53              | 89.54 <sup>ab</sup> ±2.45 | 56.04 <sup>ab</sup> ±41.49 | 79.28 <sup>ab</sup> ±7.09 | 91.31 <sup>ab</sup> ±2.34             |
| เพศเมียไม่เสริมโปรไบโอติกส์รวม                  | 87.95 <sup>b</sup> ±1.10               | 86.08 <sup>b</sup> ±1.43  | 46.47 <sup>b</sup> ±14.90  | 70.13 <sup>b</sup> ±3.68  | 85.69 <sup>b</sup> ±1.931             |
| เพศผู้เสริมโปรไบโอติกส์รวม                      | 93.93 <sup>a</sup> ±0.63               | 93.01 <sup>a</sup> ±0.64  | 60.07 <sup>ab</sup> ±14.55 | 81.72 <sup>a</sup> ±5.32  | 91.32 <sup>ab</sup> ±2.09             |
| เพศเมียเสริมโปรไบโอติกส์รวม                     | 90.92 <sup>ab</sup> ±3.94              | 89.81 <sup>ab</sup> ±4.08 | 77.83 <sup>a</sup> ±2.95   | 83.38 <sup>a</sup> ±1.52  | 93.71 <sup>a</sup> ±0.417             |
| ปัจจัยหลัก A เพศของลูกสุกรหย่านม                |                                        |                           |                            |                           |                                       |
| เพศผู้                                          | 90.17±3.08                             | 89.68±3.01                | 58.05±27.90                | 80.50±5.77                | 91.32±1.98                            |
| เพศเมีย                                         | 90.34±3.38                             | 88.85±3.94                | 59.01±20.21                | 75.43±7.75                | 88.90±4.60                            |
| ปัจจัยหลัก B การเสริมและไม่เสริมโปรไบโอติกส์รวม |                                        |                           |                            |                           |                                       |
| ไม่เสริมโปรไบโอติกส์รวม                         | 89.43±3.06                             | 87.94 <sup>b</sup> ±3.41  | 53.27 <sup>b</sup> ±15.13  | 75.92 ±7.55               | 88.50 <sup>B</sup> ±3.57              |
| เสริมโปรไบโอติกส์รวม                            | 91.23 ±3.06                            | 90.93 <sup>a</sup> ±2.59  | 64.76 <sup>a</sup> ±31.71  | 80.92 ±5.55               | 92.27 <sup>A</sup> ±2.12 <sup>A</sup> |
| Standard error of mean (SEM)                    | 0.75                                   | 0.77                      | 7.17                       | 1.49                      | 0.46                                  |
| ANOVA                                           | -----P-value-----                      |                           |                            |                           |                                       |
| เพศของลูกสุกรหย่านม (ปัจจัย A)                  | 0.28                                   | 0.10                      | 0.47                       | 0.15                      | 0.08                                  |
| การเสริมโปรไบโอติกส์รวมชนิดผง (ปัจจัย B)        | 0.91                                   | 0.04                      | 0.04                       | 0.14                      | 0.01                                  |
| อิทธิพลร่วมของปัจจัย A × ปัจจัย B               | 0.04                                   | 0.03                      | 0.02                       | 0.04                      | 0.01                                  |

หมายเหตุ : <sup>a, b</sup>, อักษรที่แตกต่างกันของแต่ละแถวแสดงถึงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P<0.05$ )

<sup>A, B</sup>, อักษรที่แตกต่างกันของแต่ละแถวแสดงถึงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P<0.01$ )

OM= Organic Matter DM = Dry Matter CF = Crude Fiber EE = Ether Extract CP = Crude Protein GE = Gross Energy

**ผลของการเสริมโปรไบโอติกส์รวม (แบคทีเรีย-พี<sup>®</sup>) ในอาหารต่อจุลกายวิภาคของลำไส้เล็กของลูกสุกรหย่านม 6 ถึง 12 กิโลกรัม**

จากการศึกษาผลการเสริมโปรไบโอติกส์รวมในอาหารต่อประสิทธิภาพการย่อยได้โภชนะปรากฏของลูกสุกรหย่านม 6 ถึง 12 กิโลกรัม พบว่า ไม่มีอิทธิพลร่วมของปัจจัยเพศและการเสริมโปรไบโอติกส์รวมต่อความสูงของวิลลัส ความกว้างของวิลลัส ความลึกของคริปทอพอไฟเบอร์คิวและพื้นที่ผิวของวิลลัสของลูกสุกรหย่านม ( $P>0.05$ ) ดังแสดงในตารางที่ 5 และ 6 นอกจากนี้ยัง พบว่า ปัจจัยหลักเพศไม่ส่งผลต่อความสูงของวิลลัส ความกว้างของวิลลัส ความลึกของคริปทอพอไฟเบอร์คิว และพื้นที่ผิวของวิลลัสของลูกสุกรหย่านม ( $P>0.05$ ) หากแต่การศึกษาครั้งนี้ พบว่าลูกสุกรหย่านมที่ได้รับการเสริมโปรไบโอติกส์ชนิดผงในอาหารมีความสูงของวิลลัสของลำไส้เล็กส่วน ดูโอเดนิม เจจูนัม และไอลีียมสูงกว่าลูกสุกรที่ไม่ได้รับการเสริมโปรไบโอติกส์ชนิดผงในอาหาร ( $P<0.05$ ) อีกทั้งยังพบว่าการเสริมโปรไบโอติกส์ชนิดผงในอาหารมีผลต่อการเพิ่มพื้นที่ผิวของของวิลลัส



ของลำไส้เล็กส่วน ดูโอเดนิม เจจูนัม และไอเลียมสูงกว่าลูกสุกรที่ไม่ได้รับการเสริมโปรไบโอติกส์ชนิดผงในอาหาร ( $P<0.05$ )

**ตารางที่ 3** ผลของการเสริมโปรไบโอติกส์รวม (แบคโตแซค-พี®) ในอาหารต่อจำนวนจุลินทรีย์ในลำไส้เล็กส่วน เจจูนัมของลูกสุกรหย่านม 6 ถึง 12 กิโลกรัม

| กลุ่มการทดลอง                                         | จำนวนจุลินทรีย์ในลำไส้เล็กส่วนเจจูนัม ( $\log_{10}$ CFU/ml) |           |           |           |               |           |
|-------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|-----------|-----------|-----------|---------------|-----------|
|                                                       | SMN                                                         | TPC       | LAB       | ETC       | <i>E.coli</i> | Coliform  |
| อิทธิพลรวมของปัจจัย A × ปัจจัย B                      |                                                             |           |           |           |               |           |
| เพศผู้ไม่เสริมโปรไบโอติกส์รวม                         | ND                                                          | 4.95±0.71 | 4.70±1.33 | 3.16±0.37 | 4.13±0.43     | 4.13±0.66 |
| เพศเมียไม่เสริมโปรไบโอติกส์รวม                        | ND                                                          | 4.07±0.93 | 4.14±0.85 | 3.05±0.62 | 3.55±0.15     | 3.24±0.24 |
| เพศผู้เสริมโปรไบโอติกส์รวม                            | ND                                                          | 4.58±0.96 | 4.48±0.75 | 3.19±0.40 | 3.66±0.29     | 3.38±0.00 |
| เพศเมียเสริมโปรไบโอติกส์รวม                           | ND                                                          | 4.32±0.77 | 3.61±1.11 | 2.86±0.56 | 3.80±0.52     | 3.58±0.73 |
| ปัจจัยหลัก A เพศของลูกสุกรหย่านม                      |                                                             |           |           |           |               |           |
| เพศผู้                                                | ND                                                          | 4.76±0.78 | 4.60±0.97 | 3.17±0.35 | 3.90±0.42     | 3.76±0.59 |
| เพศเมีย                                               | ND                                                          | 4.19±0.78 | 3.88±0.93 | 2.96±0.54 | 3.67±0.37     | 3.41±0.52 |
| ปัจจัยหลัก B การเสริมและไม่เสริมโปรไบโอติกส์รวมชนิดผง |                                                             |           |           |           |               |           |
| ไม่เสริมโปรไบโอติกส์รวม                               | ND                                                          | 4.51±0.88 | 4.42±1.04 | 3.10±0.46 | 3.84±0.43     | 3.69±0.66 |
| เสริมโปรไบโอติกส์รวม                                  | ND                                                          | 4.45±0.79 | 4.04±0.97 | 3.03±0.47 | 3.73±0.39     | 3.48±0.47 |
| Standard error of mean (SEM)                          | ND                                                          | 0.25      | 0.30      | 0.14      | 0.10          | 0.15      |
| ANOVA                                                 | -----P-value-----                                           |           |           |           |               |           |
| เพศของลูกสุกรหย่านม (ปัจจัย A)                        | ND                                                          | 0.27      | 0.26      | 0.47      | 0.33          | 0.26      |
| การเสริมโปรไบโอติกส์รวมชนิดผง (ปัจจัย B)              | ND                                                          | 0.89      | 0.54      | 0.80      | 0.62          | 0.49      |
| อิทธิพลรวมของปัจจัย A × ปัจจัย B                      | ND                                                          | 0.54      | 0.80      | 0.71      | 0.13          | 0.10      |

หมายเหตุ: SMN = *Salmonella* sp., TPC=Total plate count, LAB= *Lactobacillus* sp.+*Bifidobacterium* sp. ETC = *Enterococcus* sp. *E.coli* = *Escherichia coli* และ ND=Not Detected

### อภิปรายผล

การทดลองครั้งนี้ชี้ให้เห็นถึงศักยภาพของโปรไบโอติกส์รวม (แบคโตแซค-พี®) ที่ใช้ประกอบด้วย โปรไบโอติกส์รวม 7 ชนิด คือ *Lactobacillus acidophilus*, *Lactobacillus plantarum*, *Pediococcus pentosaceus*, *Streptococcus faecium*, *Saccharomyces cerevisiae*, *Bacillus licheniformis* และ *Bacillus subtilis* ต่อความสามารถในการเพิ่มการย่อยได้โภชนะปรากฏในอาหาร โดยโปรไบโอติกส์รวมนั้นมี คุณสมบัติในการส่งเสริมการเจริญเติบโตและเพิ่มจำนวนแบคทีเรียที่เป็นประโยชน์ นอกจากนี้โปรไบโอติกส์ ยังมีการสร้างน้ำย่อยที่ร่างกายสัตว์ไม่สามารถสร้างได้ เช่น *Bacillus* สามารถสร้างน้ำย่อย  $\alpha$ -Amylase, Arabinase, Lavansucrase, Cellulase, maltase, Dextranase, Alkaline protease, Neutral protease และ  $\beta$ -glucanase ในต่อทางเดินอาหารส่วนปลายของสัตว์ ส่วน *Saccharomyces* สามารถผลิตสร้างเพื่อต่อต้านจุลินทรีย์ที่เป็นโทษเพื่อส่งเสริมความแข็งแรงให้กับเซลล์ดูซึมภายในต่อทางเดินอาหาร เป็นต้น โดยน้ำย่อย

ที่สามารถผลิตได้โดยโปรไบโอติกส์เหล่านี้จะช่วยให้การย่อยสลายอาหารในทางเดินอาหารของสัตว์ให้สูงขึ้น โดยเฉพาะในส่วนของลำไส้เล็กส่วนโคลอนและลำไส้ใหญ่ส่วนซีกัม (Liu *et al.*, 2018) ผลการทดลองครั้งนี้ สอดคล้องกับหลายงานวิจัยก่อนหน้านี้ที่รายงานผลการเสริมโปรไบโอติกส์ต่อการเพิ่มประสิทธิภาพการย่อยอาหาร กล่าวคือ Giang *et al.* (2010) รายงานว่า การเสริมโปรไบโอติกส์ (*Enterococcus faecium*, *Lactobacillus Acidophilus*, *Lactobacillus plantarum*, *Pediococcus pentosaceus*) ในอาหารลูกสุกรหย่านมช่วง 1-14 วัน หลังหย่านมมีประสิทธิภาพการย่อยได้ของโภชนาการของอินทรีวัตถุ เยื่อใยรวม และโปรตีนรวมสูงกว่าลูกสุกรที่ไม่ได้รับการเสริมโปรไบโอติกส์

**ตารางที่ 4** ผลของการเสริมโปรไบโอติกส์รวม (แบคทีเรีย-ฟี®) ในอาหารต่อจำนวนจุลินทรีย์ในลำไส้ใหญ่ ส่วนซีกัมของลูกสุกรหย่านม 6 ถึง 12 กิโลกรัม

| กลุ่มการทดลอง                                         | จำนวนจุลินทรีย์ในลำไส้ใหญ่ส่วนซีกัม (Log <sub>10</sub> CFU/ml) |                         |           |           |                         |                         |
|-------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|-------------------------|-----------|-----------|-------------------------|-------------------------|
|                                                       | SMN                                                            | TPC                     | LAB       | ETC       | <i>E.coli</i>           | Coliform                |
| อิทธิพลร่วมของปัจจัย A × ปัจจัย B                     |                                                                |                         |           |           |                         |                         |
| เพศผู้ไม่เสริมโปรไบโอติกส์รวม                         | ND                                                             | 6.28±0.74               | 5.20±0.31 | 4.90±0.78 | 5.76±0.51               | 5.76±0.51               |
| เพศเมียไม่เสริมโปรไบโอติกส์รวม                        | ND                                                             | 5.58±0.09               | 4.75±0.20 | 3.51±1.70 | 3.57±0.83               | 3.49±0.80               |
| เพศผู้เสริมโปรไบโอติกส์รวม                            | ND                                                             | 6.78±0.78               | 5.01±0.76 | 5.14±0.51 | 6.13±0.52               | 6.13±0.53               |
| เพศเมียเสริมโปรไบโอติกส์รวม                           | ND                                                             | 5.58±0.12               | 5.62±0.96 | 4.82±1.02 | 4.51±0.76               | 4.31±1.01               |
| ปัจจัยหลัก A เพศของลูกสุกรหย่านม                      |                                                                |                         |           |           |                         |                         |
| เพศผู้                                                | ND                                                             | 6.53 <sup>a</sup> ±0.73 | 5.10±0.53 | 5.02±0.36 | 5.94 <sup>A</sup> ±0.50 | 5.94 <sup>A</sup> ±0.50 |
| เพศเมีย                                               | ND                                                             | 5.72 <sup>b</sup> ±0.17 | 5.19±0.78 | 4.16±1.45 | 4.04 <sup>B</sup> ±0.88 | 3.90 <sup>B</sup> ±0.93 |
| ปัจจัยหลัก B การเสริมและไม่เสริมโปรไบโอติกส์รวมชนิดผง |                                                                |                         |           |           |                         |                         |
| ไม่เสริมโปรไบโอติกส์รวม                               | ND                                                             | 5.93±0.61               | 4.98±0.34 | 4.20±1.33 | 4.66±1.35               | 4.62±1.38               |
| เสริมโปรไบโอติกส์รวม                                  | ND                                                             | 6.31±0.71               | 5.31±0.84 | 4.98±0.74 | 5.32±1.06               | 5.22±1.22               |
| Standard error of mean (SEM)                          | ND                                                             | 0.16                    | 0.18      | 0.30      | 0.19                    | 0.21                    |
| ANOVA                                                 | -----P-value-----                                              |                         |           |           |                         |                         |
| เพศของลูกสุกรหย่านม (ปัจจัย A)                        | ND                                                             | 0.03                    | 0.82      | 0.18      | 0.01                    | 0.01                    |
| การเสริมโปรไบโอติกส์รวมชนิดผง (ปัจจัย B)              | ND                                                             | 0.25                    | 0.38      | 0.22      | 0.13                    | 0.20                    |
| อิทธิพลร่วมของปัจจัย A × ปัจจัย B                     | ND                                                             | 0.71                    | 0.18      | 0.39      | 0.48                    | 0.60                    |

หมายเหตุ : <sup>a, b,</sup> อักษรที่แตกต่างกันของแต่ละแถวแสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05)

<sup>A, B,</sup> อักษรที่แตกต่างกันของแต่ละแถวแสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.01)

SMN = *Salmonella* sp., TPC=Total plate count, LAB= *Lactobacillus* sp.+*Bifidobacterium* sp. ETC = *Enterococcus* sp. *E.coli* = *Escherichia coli* และ ND=Not Detected

ส่วน Jorgensen *et al.*, (2016) รายงานว่า การเสริมโปรไบโอติกส์ที่มีบาซิลลัสเป็นส่วนประกอบหลักมีผลต่อการเพิ่มขึ้นของการย่อยได้ปรากฏของไขมันรวม Lan *et al.*, (2016) รายงานว่า การเสริม *Lactobacillus acidophils* ที่ระดับ 0.1 เปอร์เซ็นต์ ในอาหารลูกสุกรหย่านมมีการย่อยได้ปรากฏของเยื่อใยสูงกว่ากลุ่มควบคุม ทั้งนี้จากรายงานของ Zhao and Kim (2015) กล่าวว่า การเสริม *Lactobacillus reutri* และ *Lactobacillus*

*platarum* ที่ระดับ 0.1 เปอร์เซ็นต์ในอาหารลูกสุกรอายุ 14 วันหลังหย่านมมีการย่อยได้ปรากฏของโปรตีนรวม และพลังงานรวมสูงกว่ากลุ่มควบคุม จากรายงานของ Sindhu and Khetarpaul (2001) ได้ทำการหมักอาหาร ทดลองโดยใช้ *L. casei*, *L. plantarum* (37 องศาเซลเซียส นาน 24 ชั่วโมง) และ *S. boulardii* (25 องศาเซลเซียส นาน 24 ชั่วโมง)+ *L. casei* (37 องศาเซลเซียส นาน 24 ชั่วโมง); *S. boulardii* (25 องศาเซลเซียส นาน 24 ชั่วโมง)+ *L. plantarum* (37 องศาเซลเซียส นาน 24 ชั่วโมง)] พบว่า หลังการหมักสามารถลดปริมาณ กรดไฟติกโพลีฟีนอล และการทำงานของทริปซินอินฮิบิเตอร์ ทั้งยังช่วยเพิ่มการย่อยได้ของแป้งและโปรตีน โดยการใส่โปรไบโอติกส์ผสมจะช่วยให้การย่อยได้ของแป้งและโปรตีนดีกว่าโปรไบโอติกส์แบบเดี่ยว

**ตารางที่ 5** ผลของการเสริมโปรไบโอติกส์รวม (แบคทีเรีย-ฟี) ในอาหารต่อความสูงของวิลลัสและความลึกของครีพท์ของลำไส้เล็กลูกสุกร หย่านม 6 ถึง 12 กิโลกรัม

| กลุ่มการทดลอง                                         | ความสูงของวิลลัสและความลึกของครีพท์ของลำไส้เล็ก |            |            |              |                           |            |
|-------------------------------------------------------|-------------------------------------------------|------------|------------|--------------|---------------------------|------------|
|                                                       | ดูโอเดนิม                                       |            | เจจูนัม    |              | ไอลีียม                   |            |
|                                                       | VH (mm)                                         | CD (mm)    | VH (mm)    | CD (mm)      | VH (mm)                   | CD (mm)    |
| อิทธิพลร่วมของปัจจัย A × ปัจจัย B                     |                                                 |            |            |              |                           |            |
| เพศผู้ไม่เสริมโปรไบโอติกส์รวม                         | 0.22±0.016                                      | 0.11±0.015 | 0.23±0.014 | 0.10±0.0137  | 0.19±0.0070               | 0.09±0.006 |
| เพศเมียไม่เสริมโปรไบโอติกส์รวม                        | 0.22±0.013                                      | 0.12±0.015 | 0.23±0.012 | 0.11±0.015   | 0.17±0.0130               | 0.10±0.004 |
| เพศผู้เสริมโปรไบโอติกส์รวม                            | 0.25±0.012                                      | 0.12±0.080 | 0.28±0.012 | 0.11±0.009   | 0.21±0.0056               | 0.09±0.006 |
| เพศเมียเสริมโปรไบโอติกส์รวม                           | 0.24±0.016                                      | 0.12±0.016 | 0.27±0.012 | 0.11±0.010   | 0.20±0.0078               | 0.09±0.005 |
| ปัจจัยหลัก A เพศของลูกสุกรหย่านม                      |                                                 |            |            |              |                           |            |
| เพศผู้                                                | 0.24±0.012                                      | 0.11±0.070 | 0.25±0.036 | 102.62±0.004 | 0.19±0.0095               | 0.09±0.007 |
| เพศเมีย                                               | 0.23±0.095                                      | 0.11±0.049 | 0.25±0.021 | 107.12±0.010 | 0.20±0.0085               | 0.08±0.008 |
| ปัจจัยหลัก B การเสริมและไม่เสริมโปรไบโอติกส์รวมชนิดผง |                                                 |            |            |              |                           |            |
| ไม่เสริมโปรไบโอติกส์รวม                               | 0.22 <sup>B</sup> ±0.042                        | 0.11±0.050 | 0.23±0.072 | 0.10±0.015   | 0.17 <sup>b</sup> ±0.0253 | 0.09±0.009 |
| เสริมโปรไบโอติกส์รวม                                  | 0.25 <sup>A</sup> ±0.050                        | 0.12±0.066 | 0.27±0.020 | 0.11±0.065   | 0.21 <sup>a</sup> ±0.0257 | 0.08±0.008 |
| Standard error of mean (SEM)                          | 3.31                                            | 3.69       | 4.47       | 4.52         | 3.24                      | 2.49       |
| ANOVA                                                 | -----P-value-----                               |            |            |              |                           |            |
| เพศของลูกสุกรหย่านม (ปัจจัย A)                        | 0.28                                            | 0.72       | 0.21       | 0.62         | 0.28                      | 0.59       |
| การเสริมโปรไบโอติกส์รวมชนิดผง (ปัจจัย B)              | 0.05                                            | 0.45       | 0.02       | 0.74         | 0.02                      | 0.38       |
| อิทธิพลร่วมของปัจจัย A × ปัจจัย B                     | 0.58                                            | 0.47       | 0.45       | 0.56         | 0.80                      | 0.76       |

หมายเหตุ : <sup>a,b</sup> อักษรที่แตกต่างกันของแต่ละแถวแสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05)

<sup>A,B</sup> อักษรที่แตกต่างกันของแต่ละแถวแสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.01)

VH = Villus height และ CD = Cryptal depth

แม้ว่าการทดลองครั้งนี้ไม่ได้แสดงให้เห็นผลที่เด่นชัดของการเสริมโปรไบโอติกส์รวมต่อการเพิ่มขึ้นของจุลินทรีย์ในลำไส้เล็กส่วนเจริญและลำไส้ใหญ่ส่วนซีกัมของลูกสุกรหย่านม 6-ถึง 12 กิโลกรัม นอกจากนี้ผลการทดลองนี้ยังรายงานถึงอาหารสัตว์ที่ไม่พบการปนเปื้อนของ *Salmonella* sp. ซึ่งเป็นไปตามมาตรฐานอาหารสัตว์และพระราชบัญญัติควบคุมคุณภาพอาหารสัตว์ พ.ศ. 2558 ทั้งนี้ผลการทดลองครั้งนี้ให้ผลการทดลองสอดคล้องกับงานทดลองก่อนหน้านี้ โดยจากรายงานของ Xuan et al. (2001) รายงานว่า การเสริมโปรไบโอติกส์ (*Streptococcus Faecium*, *Lactobacillus casei*, *Saccharomyces cerevisiae*, *Bacillus* sp.) ในอาหารลูกสุกรหย่านมโดยเสริมในระดับ 0 (กลุ่มควบคุม), 0.1, 0.2 และ 0.3 เปอร์เซ็นต์ โดยไม่มีผลต่อจำนวนจุลินทรีย์ *Lactobacillus* และ *E. coli* ในลำไส้เล็กส่วนเจริญ หากแต่ผลการทดลองนี้ให้ผลการทดลองที่ไม่เป็นไปตามหลายรายงานวิจัยก่อนหน้านี้ ที่ทำการเสริมโปรไบโอติกส์ชนิดต่างๆ เช่น การเสริม *Enterococcus faecium* สามารถเพิ่มจำนวน *Lactobacillus* sp. ในไอเลียมและลดจำนวน *Coliform* ในไอเลียมของลูกสุกรหย่านมได้เมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุม (Mallo et al., 2010) การเสริม *Bacillus subtilis* LS 1-2 Fermentation biomass ช่วยลดจำนวนของ *Coliform* และ *Clostridium* ในซีกัมน้อยกว่าสุกรกลุ่มควบคุม (Lee et al., 2014) การเสริม *Lactobacillus acidophils* 0.1 เปอร์เซ็นต์ ในอาหาร (Lan et al., 2016) และการเสริม *Lactobacillus reutri* และ *Lactobacillus platarum* ที่ระดับ 0.1 เปอร์เซ็นต์ในอาหาร (Zhao and Kim 2015) ส่งผลให้มี *Lactobacillus* ในมูลสูงกว่าลูกสุกรกลุ่มควบคุม ทั้งยัง รายงานว่า ลูกสุกรมี *E. coli* ในมูลต่ำกว่าลูกสุกรกลุ่มควบคุม ส่วน Guerra et al., (2007) รายงานว่า การทดลองทางห้องปฏิบัติการโดยใช้โปรไบโอติกส์ที่ประกอบด้วยจุลินทรีย์ที่มีประสิทธิภาพ 4 ชนิดสามารถเปลี่ยนแปลงจำนวนของ *Coliform* ได้ นอกจากนี้ผลการทดลองครั้งนี้ยังแสดงให้เห็นถึงผลของการการเสริมโปรไบโอติกส์รวมต่อการเพิ่มความสูงวิลลัสของลำไส้เล็กส่วนดูโอเดนิม เจริญ และไอเลียม รวมถึงการเพิ่มพื้นที่ผิวของลำไส้เล็กส่วนดูโอเดนิม เจริญ และไอเลียม เนื่องจากเซลล์บุผิวของลำไส้เล็กถูกกระตุ้นให้เจริญเติบโตด้วยกรดไขมันสายสั้น (Short chain fatty acid) ที่ได้จากการหมักเยื่อใยและโพสเทคคาร์ไบด์โดยจุลินทรีย์ที่มีประโยชน์ (Bifidogenic effect) ในลำไส้ส่วนโคลอน

ตารางที่ 6 ผลของการเสริมโปรไบโอติกส์รวม (แบคทีเรีย-ฟี<sup>®</sup>) ในอาหารต่อสัดส่วนของของวิลลัสต่อความลึกของครีปท์และพื้นที่ผิวของวิลลัสของลำไส้เล็กสุกรหย่านม 6 ถึง 12 กิโลกรัม

| กลุ่มการทดลอง                                         | สัดส่วนของของวิลลัสต่อความลึกของครีปท์และพื้นที่ผิวของวิลลัสของลำไส้เล็ก |                                          |           |                                          |                         |                                          |
|-------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------|-----------|------------------------------------------|-------------------------|------------------------------------------|
|                                                       | ดูโอเด-num                                                               |                                          | เจจูนัม   |                                          | ไอเลียม                 |                                          |
|                                                       | VH/CD                                                                    | VSA (x 10 <sup>3</sup> μm <sup>2</sup> ) | VH/CD     | VSA (x 10 <sup>3</sup> μm <sup>2</sup> ) | VH/CD                   | VSA (x 10 <sup>3</sup> μm <sup>2</sup> ) |
| อิทธิพลร่วมของปัจจัย A x ปัจจัย B                     |                                                                          |                                          |           |                                          |                         |                                          |
| เพศผู้ไม่เสริมโปรไบโอติกส์รวม                         | 2.04±0.38                                                                | 27.69±1.66                               | 2.39±0.46 | 28.85±1.75                               | 1.88±0.09               | 21.60±2.92                               |
| เพศเมียไม่เสริมโปรไบโอติกส์รวม                        | 1.91±0.22                                                                | 26.72±1.96                               | 2.29±0.73 | 27.50±2.54                               | 1.97±0.03               | 22.45±2.92                               |
| เพศผู้เสริมโปรไบโอติกส์รวม                            | 2.16±0.36                                                                | 31.44±1.70                               | 2.69±0.43 | 34.66±2.66                               | 2.30±0.20               | 25.30±3.45                               |
| เพศเมียเสริมโปรไบโอติกส์รวม                           | 2.11±0.33                                                                | 28.93±1.99                               | 2.58±0.43 | 31.37±2.70                               | 2.41±0.35               | 25.19±3.01                               |
| ปัจจัยหลัก A เพศของลูกสุกรหย่านม                      |                                                                          |                                          |           |                                          |                         |                                          |
| เพศผู้                                                | 2.10±0.36                                                                | 29.56±2.53                               | 2.54±0.46 | 31.76±3.73                               | 2.09±0.26               | 23.45±3.59                               |
| เพศเมีย                                               | 2.01±0.28                                                                | 27.83±2.20                               | 2.44±0.58 | 29.44±3.21                               | 2.19±0.32               | 23.82±3.26                               |
| ปัจจัยหลัก B การเสริมและไม่เสริมโปรไบโอติกส์รวมชนิดผง |                                                                          |                                          |           |                                          |                         |                                          |
| ไม่เสริมโปรไบโอติกส์รวม                               | 1.97±0.30                                                                | 27.21 <sup>B</sup> ±1.79                 | 2.34±0.58 | 28.18 <sup>B</sup> ±2.18                 | 1.92 <sup>B</sup> ±0.08 | 22.02 <sup>B</sup> ±2.92                 |
| เสริมโปรไบโอติกส์รวม                                  | 2.13±0.33                                                                | 30.19 <sup>A</sup> ±2.19                 | 2.64±0.42 | 33.02 <sup>A</sup> ±3.07                 | 2.36 <sup>A</sup> ±0.26 | 25.24 <sup>A</sup> ±3.05                 |
| Standard error of mean (SEM)                          | 0.07                                                                     | 0.41                                     | 0.12      | 0.55                                     | 0.05                    | 0.71                                     |
| ANOVA                                                 | -----P-value-----                                                        |                                          |           |                                          |                         |                                          |
| เพศของลูกสุกรหย่านม (ปัจจัย A)                        | 0.53                                                                     | 0.05                                     | 0.67      | 0.05                                     | 0.31                    | 0.79                                     |
| การเสริมโปรไบโอติกส์รวมชนิดผง (ปัจจัย B)              | 0.30                                                                     | 0.02                                     | 0.24      | 0.04                                     | 0.02                    | 0.03                                     |
| อิทธิพลร่วมของปัจจัย A x ปัจจัย B                     | 0.81                                                                     | 0.36                                     | 0.97      | 0.31                                     | 0.91                    | 0.73                                     |

หมายเหตุ : <sup>a,b</sup> อักษรที่แตกต่างกันของแต่ละแถวแสดงถึงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05)

<sup>A,B</sup> อักษรที่แตกต่างกันของแต่ละแถวแสดงถึงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.01)

VH = Villus height/Cryptal depth และ VSA = Villus surface area

กิจจาและคณะ (2537) รายงานถึง ผลผลิตจากการย่อยเยื่อใยของโปรไบโอติกส์จะได้ผลผลิตหลักจากกระบวนการเมตาบอลิซึมของจุลินทรีย์ที่มีประโยชน์ คือ กรดไขมันสายสั้น ได้แก่ กรดอะซิติก กรดโพรพิโอนิก กรดบิวทีริก และ กรดแลคติก เป็นต้น รวมถึงโภชนะอื่นเพื่อใช้ในการดำรงชีวิต โดยกรดไขมันระเหยง่ายสายสั้นมีประโยชน์อย่างมากต่อการส่งเสริมความแข็งแรงของเซลล์เยื่อบุภายในท่อย่อยอาหาร ทั้งยังส่งเสริมประโยชน์ให้กับสุกรหย่านมในความสามารถดูดซึมและ ภูกนนำใช้ประโยชน์ของโภชนะ (Bresenky *et al.*, 2016) โดยกรดไขมันระเหยง่ายสายสั้นโดยเฉพาะอย่างยิ่งกรดบิวทีริกมีความสำคัญและมีบทบาทสำคัญในการควบคุมสภาวะสมดุลในลำไส้ใหญ่ นอกจากนี้กรดบิวทีริกยังอิทธิพลเชิงบวกต่อเซลล์เยื่อบุผิวที่นำไปสู่การเพิ่มจำนวนเซลล์เยื่อบุผิวที่ขึ้นทั้งยังทำให้การดูดซึมน้ำและสารอาหารที่ดีขึ้นและยังนำไปสู่การควบคุมเชื้อโรคและมีอิทธิพลต่อการส่งเสริมระบบภูมิคุ้มกันของร่างกาย ทั้งนี้มีงานวิจัยที่แสดงผลการย่อยได้ของเยื่อใยประเภทลิกโนเซลลูโลส (Lignocellulose) ที่มีประโยชน์ในการเพิ่มความเข้มข้นของกรดแลคติกและกรดบิวทีริกในซีกัมการเพิ่มส่วนผสมของเยื่อใยชนิด Fermentable และ Non-fermentable ชนิดแคลซูปเพื่อป้องกันและหลีกเลี่ยงการปล่อยให้เป็นอิสระในทางเดินอาหารส่วนต้นในอาหารสุกรจะมีผลต่อการเจริญเติบโตและสุขภาพ

ของลำไส้ยังมีอิทธิพลต่อการย่อยอาหารเชิงบวกอย่างมีนัยสำคัญอีกทั้งการเพิ่มขึ้นของจำนวนจุลินทรีย์ที่มีประโยชน์ยังช่วยลดจำนวนของจุลินทรีย์ที่ก่อโทษซึ่งจุลินทรีย์ที่ก่อโทษนั้นส่งผลเสียโดยตรงกับวิลลัส เนื่องจากจุลินทรีย์ที่ก่อโทษบางชนิดจะปล่อยสารพิษออกมาทำลายเซลล์วิลลัส เช่น สารพิษ Botulinum จาก *Clostridium botulinum* ดังนั้นเมื่อเยื่อบุผิวลำไส้ไม่ถูกทำลายก็ส่งผลต่อการพัฒนาของสันฐานวิทยาของลำไส้เล็กให้ดีขึ้นได้อันเป็นผลต่อการช่วยเพิ่มพื้นที่ในการดูดซึมโภชนาการของลูกสุกรหย่านม ผลการทดลองครั้งนี้ให้ผลการทดลองที่สอดคล้องกับ Yoon *et al.*, (2014) ได้ทำการเสริมซินไบโอติกส์ในอาหารลูกสุกรหย่านม รายงานว่า ลูกสุกรที่ได้รับซินไบโอติกส์ AMP-A3 และ P5 สามารถพัฒนาให้มีความสูงของวิลลัส สัดส่วนของวิลลัสต่อครีปท็อฟไลเบอร์คูนสูงกว่าสุกรกลุ่มควบคุม ซึ่งเป็นไปในทางเดียวกันกับการทดลองของ Lee *et al.*, (2014) รายงานว่าการเสริม *Bacillus subtilis* LS 1-2 สามารถพัฒนาให้มีความสูงของวิลลัสสัดส่วนของวิลลัสต่อครีปท็อฟไลเบอร์คูนสูงกว่าสุกรกลุ่มควบคุม

### สรุป

อิทธิพลร่วมของเพศและการเสริมโปรไบโอติกส์รวม (แบคโตแซค-พี®) ในอาหารลูกสุกรน้ำหนัก 6 ถึง 12 กิโลกรัมมีผลต่อการพัฒนาประสิทธิภาพการย่อยได้โภชนาการของสิ่งแห้ง อินทรีย์วัตถุ เยื่อใยรวม ไขมันรวม และโปรตีนรวมที่เพิ่มขึ้นของลูกสุกรน้ำหนัก 6 ถึง 12 กิโลกรัม ทั้งยัง พบว่า เพศของลูกสุกรมีผลต่อจำนวนจุลินทรีย์ คือ *E. coli*, coliform และ Total plate count ในลำไส้ส่วนซีกัมของลูกสุกรน้ำหนัก 6 ถึง 12 กิโลกรัมและการเสริม โปรไบโอติกส์รวม (แบคโตแซค-พี®) สามารถเพิ่มความสูงของวิลลัสและพื้นที่ผิวของวิลลัสของลำไส้เล็กส่วนดูโอเดนิม เจจูนัม และ ไอลีอัมของลูกสุกรน้ำหนัก 6 ถึง 12 กิโลกรัม

### กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบพระคุณบริษัทเคเอ็มพีไบโอเทคจำกัดที่สนับสนุนทุนอุดหนุนการวิจัยและผลิตภัณฑ์โปรไบโอติกส์รวม (แบคโตแซค-พี®) ขอขอบพระคุณคณะสัตวศาสตร์และเทคโนโลยีการเกษตรที่เอื้อเฟื้อสถานที่เลี้ยงสัตว์ทดลอง และการอำนวยความสะดวกในการวิเคราะห์ตัวอย่าง

## เอกสารอ้างอิง

### ภาษาไทย

- กิจจา อุไรรงค์, ธวัชชัย ศักดิ์ภู่อราม, วรวิทย์ วัชชวัลคุ และ ปรียพันธุ์ อุดมประเสริฐ. (2537). “การควบคุมและป้องกันโรคที่สำคัญในประเทศไทย”. กรุงเทพฯ: คณะสัตวแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน. 273 น.
- สาโรช คำเจริญ. (2547). “อาหารและการให้อาหารสัตว์ไม่เคี้ยวเอื้อง”. พิมพ์ครั้งที่ 1. ภาควิชาสัตวศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์, มหาวิทยาลัยขอนแก่น. 669 น.

### ภาษาต่างประเทศ

- Abdalqader, A. and others (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.
- AOAC. (1995). “**Official Method of Analysis**”. 16<sup>th</sup> ed. Association of Official Analytical Chemist, Washington, DC.
- Awad, W.A. and others (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.
- Awad, W.A. and others (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.
- Botić, T. and others (2007). “A novel eukaryotic cell culture model to study antiviral activity of potential probiotic bacteria”. **International Journal of Food Microbiology**, 115,: 227–234.
- Bresenky, M. and others (2016) “Effect of probiotics and prebiotics supplementation to the diet of growing pigs on th content of short chain fatty acids in jejunum and cecum ” **Journal of Animal Science**, 94,: 219-221.
- Chen, X.Y. and others (2014). “Exopolysaccharides synthesized by *Lactobacillus reuteri* protect against enterotoxigenic *Escherichia coli* in piglets”. **Applied and Environmental Microbiology**, 80,: 5752–5760.
- Choi, P.L. and others (2011). “Evaluation of multi-microbe probiotics prepared by submerged liquid or solid substrate fermentation and antibiotics in weaned pigs”. **Livestock Science**, 138,: 144–151.



- Dowarah, R. and others (2017). “Effect of swine based probiotic on performance, diarrhoea scores, intestinal microbiota and gut health of grower-finisher crossbred pigs”. **Livestock Science**, 195,: 74-79.
- FAO/WHO. (2001). “Report of the Joint FAO/WHO Expert consultation on evaluation of health and nutritional properties of probiotics in food including powder milk with live lactic acid bacteria”. <http://www.fao.org/3/a-a0512e.pdf>.
- Fujie, H. and others (2011). “Toll-like receptor-2-activating bifidobacteria strains differentially regulate inflammatory cytokines in the porcine intestinal epithelial cell culture system: finding new anti-inflammatory immunobiotics”. **FEMS Immunology and Medical Microbiology**, 63,: 129–139.
- Giang, H.H. and others (2010). “Effects of different probiotic complexes of lactic acid bacteria on growth performance and gut environment of weaned piglets”. **Livestock Science**, 133,: 182-184.
- Guerra N.P. and others (2016). “Castro Production of four potentially probiotic lactic acid bacteria and their evaluation as feed additives for weaned piglets”. **Animal Feed Science and Technology**, 134(1–2),: 89-107.
- Ishizuka, T. and others (2016). “Immunobiotic bifidobacteria strains modulate rotavirus immune response in porcine intestinal epitheliocytes via pattern recognition receptor signaling”. **Plos one**, 11,: e0152416.
- Jørgensen J.N. and others (2016). “Effects of a *Bacillus*-based probiotic and dietary energy content on the performance and nutrient digestibility of wean to finish pigs”. **Animal Feed Science and Technology**, 221,: 54-61.
- Klingspor, S. and others (2015). “*Enterococcus faecium* NCIMB 10415 modulates epithelial integrity, heat shock protein, and proinflammatory cytokine response in intestinal cells”. **Mediators of Inflammation**, 2015,: 304 149.
- Lan, R.X. and others (2016). “Effects of *Lactobacillus acidophilus* supplementation in different energy and nutrient density diets on growth performance, nutrient digestibility, blood characteristics, fecal microbiota shedding, and fecal noxious gas emission in weaned pigs”. **Animal Feed Science and Technology**, 219,: 181-188.
- Lee, S.H. and others (2014). “Effects of dietary supplementation with *Bacillus subtilis* LS 1–2 fermentation biomass on growth performance, nutrient digestibility, cecal microbiota and intestinal morphology of weanling pig”. **Animal Feed Science and Technology**, 188,: 102–110

- Li L.L. and others. (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**, 2008,: 88:35-42
- Liu, H.Y. and others (2015). “Effects of *Lactobacillus johnsonii* and *Lactobacillus reuteri* on gut barrier function and heat shock proteins in intestinal porcine epithelial cells”. **Physiology**, Rep. 3 (pii: e12355).
- Liu, W and others (2018) “Effect of complex probiotic supplementation in growing pig diets without palm kernel expellers on growth performance, nutrient digestibility, blood parameters, fecal microbial shedding and noxious gas emission” **Animal Science Journal**, 89,: 552-560.
- Mallo, J.J. and others (2010). “The addition of *Enterococcus faecium* to diet improves piglet's intestinal microbiota and performance”. **Livestock Science**, 133(1–3): 176-178.
- Mountzouris, K.C. and others (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.
- National Research Council (1998). “**Nutrient Requirements of Swine**” 10<sup>th</sup> Edition. National academy press, Washington, D.C.
- Park, B.C. and others (2015). “Effects of dietary supplementation of a zinc oxide product encapsulated with lipid on growth performance, intestinal morphology, and digestive enzyme activities in weaned pigs”. **Animal Feed Science and Technology**, 200,: 112-117.
- Pieper, R. and others (2010). “Effect of *Lactobacillus plantarum* on intestinal microbial community composition and response to enterotoxigenic *Escherichia coli* challenge in weaning piglets”. **Livestock Science**, 133,: 98–100.
- 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/>
- Roselli, M. and others (2007). “The novel porcine *Lactobacillus sobrius* strain protects intestinal cells from enterotoxigenic *Escherichia coli* K88 infection and prevents membrane barrier damage **The Journal of Nutrition**, 137,: 2709–2716.
- Sakamoto, K. and others (2000). “Quantitative study of change in intestinal morphology and mucous jel on total parenteral nutrition in rats”. **Journal of Surgical Research**, 94,: 99-106.

- Sen, S. and others (2012). "Effect of supplementation of *Bacillus subtilis* LS 1-2 to broiler diets on growth performance, nutrient retention, caecal microbiology and small intestinal morphology". **Research in Veterinary Science**, 93(1),: 264–268.
- Sharifi, S.D. and others. (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.
- Sindhu, S.C. and others (2001). "Probiotic fermentation of indigenous food mixture: effect on antinutrients and of starch and protein". **Journal of Food Composition and Analysis**, 14(6),: 601-609.
- Skjolaas, K.A. and others (2007). "Effects of *Salmonella enterica* serovar Typhimurium, or serovar Choleraesuis, *Lactobacillus reuteri* and *Bacillus licheniformis* on chemokine and cytokine expression in the swine jejunal epithelial cell line, IPEC-J2". **Veterinary Immunology Immunopathology**, 115,: 299–308.
- Steel, R.G.D. and J.H. Torrie. (1992). "**Principles and Procedure Statistics.**" 2<sup>nd</sup> Edn. McGraw-Hill Book Co., Inc. Singapore.
- Sweeney, T. and others (2012). "Effect of purified  $\beta$ -glucans derived from *Laminaria digitata*, *Laminaria hyperborea* and *Saccharomyces cerevisiae* on piglet performance, selected bacterial populations, volatile fatty acids and pro-inflammatory cytokines in the gastrointestinal tract of pigs". **British Journal of Nutrition**, 108,: 1226–1234.
- Timmerman, H.M. and others (2004). "Monostrain, multistrain and multispecies probiotics—a comparison of functionality and efficacy". **International Journal of Food Microbiology**, 96,: 219–233.
- Tsirtsikos, P. and others (2012). "Dietary probiotic inclusion level modulates intestinal mucin composition and mucosal morphology on broilers". **Poultry Science**, 91(1),: 860-1868.
- Villena, J. and others (2014). "Immunobiotic *Lactobacillus rhamnosus* strains differentially modulate antiviral immune response in porcine intestinal epithelial and antigen presenting cells". **BMC Microbiology**, 14,: 126.
- Wang, J. and others (2012). "Evaluation of probiotic bacteria for their effects on the growth performance and intestinal microbiota of newly-weaned pigs fed fermented high-moisture maize". **Livestock Science**, 145,: 79–86.
- Xuan, Z.N. and others (2001). "Study on the development of a probiotics complex for weaned pigs". **Asian Australasian Journal of Animal Sciences**, 14:1425-1428.

- Yoon, J.H. and others (2014). “Effects of dietary supplementation of synthetic antimicrobial peptide-A3 and P5 on growth performance, apparent total tract digestibility of nutrients, fecal and intestinal microflora and intestinal morphology in weanling pigs”. **Livestock Science**, 159,: 53–60.
- Zanello, G. and others (2011). “*Saccharomyces cerevisiae* decreases inflammatory responses induced by F4+ enterotoxigenic *Escherichia coli* in porcine intestinal epithelial cells”. **Veterinary Immunology Immunopathology**, 141,: 133–138.
- Zhao, P.Y. and I.H. Kim. (2015). “Effect of direct-fed microbial on growth performance, nutrient digestibility, fecal noxious gas emission, fecal microbial flora and diarrhea score in weaned pigs”. **Animal Feed Science and Technology**, 200,: 86-92.