

การใช้ประโยชน์จากยีสต์ผงสกัดเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการใช้อาหาร ในสุกรขุน

Utilization of Yeast Extract Powder to improve feed efficiency of finishing pigs

ธนุภัสตรา ชะนะเพีย¹ และ สุทธิพงษ์ อูรียะพงศ์สรรค์^{1*}

Danupastra Chanapia¹ and Suthipong Uriyapongson^{1*}

บทคัดย่อ: การเสริมยีสต์ผงสกัด (Yeast extract powder; YEP) ที่ได้มาจากการสกัดผนังเซลล์ยีสต์ *Saccharomyces cerevisiae* ในอาหารสุกร เป็นการให้ pre-biotic ซึ่งมีงานวิจัยพบว่าช่วยกระตุ้นและส่งเสริมการเจริญของจุลินทรีย์ที่เป็นประโยชน์ภายในทางเดินอาหาร โดยการทดลองนี้เป็นการศึกษาผลการใช้ยีสต์ผงที่มีต่อสมรรถนะการผลิตในสุกรขุน โดยเสริมยีสต์ผง 5 ระดับ คือ 0, 0.01, 0.02, 0.03 และ 0.04% ของอาหาร ร่วมกับอาหารพื้นฐานที่มีโปรตีน 16% พลังงาน 3,265 กิโลแคลอรี/กิโลกรัม ใช้สุกรสายพันธุ์ทางการค้า เพศผู้ตอน จำนวน 20 ตัว สุกรมีน้ำหนักเริ่มต้นประมาณ 80 ± 3 กิโลกรัม แบ่งสุกรออกโดยสุ่มเป็น 5 กลุ่ม กลุ่มละ 4 ตัว ทำการปรับสัตว์เป็นเวลา 7 วัน ใช้ระยะเวลาเลี้ยงในคอกขังเดี่ยว โรงเรือนระบบเปิดนาน 31 วันโดยใช้แผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ สุกรทุกตัวได้รับอาหาร และน้ำอย่างเต็มที่ (*ad libitum*) บันทึกน้ำหนักเริ่มต้น น้ำหนักสุดท้าย ปริมาณอาหารที่กิน เก็บตัวอย่างอาหารเพื่อทำการวิเคราะห์หาปริมาณโภชนา การเปรียบเทียบปริมาณอาหารที่กิน (FI) อัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวัน (ADG) และอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัว (FCR) ผลการทดลองพบว่า ค่า FI, ADG และ FCR ของสุกรมีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P > 0.05$) โดยมีค่าเฉลี่ย 3.35 กิโลกรัม/วัน 1.09 กิโลกรัม/วัน และ 3.11 ผลการทดลองสรุปว่าการใช้ยีสต์ผงสกัดไม่มีผลต่อการกินได้ อัตราการเจริญเติบโต และอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัวของสุกรขุน

คำสำคัญ: ยีสต์ผงสกัด, สุกรขุน, สมรรถนะการผลิต

ABSTRACT: Yeast extract powder (YEP) from yeast cell wall (*Saccharomyces cerevisiae*) was supplemented in pig diet for pre-biotic purpose several researches showed that YEP stimulates growth of some microorganism in digestive tract and increase feed efficiency of pig. The experiment was conducted to study on effect of YEP on growth performance of finishing pigs. Pig diets were formulated to contain 16% of crude protein and 3,265 kcal/kg of energy. Diets were added YEP at 0, 0.01, 0.02, 0.03 and 0.04% of diets, respectively. Twenty crossbred castrated male pig (80 ± 3 kg body weight) were randomly allotted according to the completely randomized design (CRD) experiment into 5 treatments and 4 replications. The pigs were adjusted for 7 days before being fed with experimental diets for 31 days in open confinement cages. Diets and water were provided at *ad libitum*. Initial weight, final weight and daily feed intakes were recorded. Diets samples were collected to determine nutrient competition. Feed intake (FI), average daily gain (ADG) and feed conversion ratio were compared among treatments. The data showed that FI, ADG and FCR were 3.35 kg/day, 1.09 kg/day and 3.11 and were similar among treatments ($P > 0.05$). It could be concluded that YEP in the diet were no effect on FI, ADG and FCR of finishing pigs.

Keywords: yeast extract powder, finishing pigs, growth performance

¹ ภาควิชาสัตวศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

Department of Animal Science, Faculty of Agriculture, Khon Kaen University.

* Corresponding author: suthipng@kku.ac.th

บทนำ

อาหารเสริมชีวณะ (pre-biotic) คือ สารในอาหารที่ไม่สามารถย่อยได้ด้วยเอนไซม์และไม่สามารถดูดซึมได้ในระบบทางเดินอาหารของสัตว์ แต่จะถูกย่อยได้ด้วยเอนไซม์ของจุลินทรีย์ในลำไส้ เป็นประโยชน์ต่อสัตว์โดยการกระตุ้นการทำงานและส่งเสริมการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ที่มีอยู่ในลำไส้ใหญ่ (Gibson and Roberfroid, 1995) หรือ pre-biotic คือ อาหารที่เหมาะสมสำหรับจุลินทรีย์บางชนิด เช่น แบคทีเรียในกลุ่ม Lactic acid bacteria; LABs และในกลุ่ม ไบฟิโดแบคทีเรีย (bifidobacteria) ที่ก่อให้เกิดผลดีต่อสัตว์ pre-biotic ส่วนใหญ่มักเป็นโอลิโกแซคคาไรด์ (oligosaccharides) หรือคาร์โบไฮเดรตสายสั้นที่ประกอบด้วยน้ำตาลตั้งแต่ 3 ถึง 10 หน่วย เรียกว่าอาหารเสริมชีวณะโอลิโกแซคคาไรด์ (pre-biotic oligosaccharides, POS) เช่น ฟรุคโตโอลิโกแซคคาไรด์ (fructooligosaccharides, FOS) และแมนแนนโอลิโกแซคคาไรด์ (mannan oligosaccharides, MOS) เป็นต้น งานทดลองครั้งนี้เป็นการนำยีสต์ผงสกัด (Yeast Extract Powder; YEP) ที่ได้มาจากการสกัดผนังเซลล์ยีสต์ *Saccharomyces cerevisiae* โดยยีสต์ผงนี้จัดเป็น POS ชนิด MOS ประกอบด้วยเบต้ากลูแคน (beta-glucans) และแมนแนน (mannan) กลไกการทำงานของ MOS ซึ่งเป็นองค์ประกอบหลักในยีสต์ผงสกัด คือ การเลือกกระตุ้นการทำงานและส่งเสริมการเจริญของจุลินทรีย์ที่เป็นประโยชน์ (Jacela et al., 2010; Vondruskova et al., 2010) โดย MOS สามารถย่อยได้ด้วยเอนไซม์จำเพาะของจุลินทรีย์ที่เป็นประโยชน์ และสามารถเข้าจับกับจุลินทรีย์ที่เป็นโทษ ทำให้ถูกขับออกนอกร่างกาย (Aniansson et al., 1990) การกระตุ้นภูมิคุ้มกันเกิดขึ้นโดยอนุของแมนแนนทำปฏิกิริยากับ protein receptors บนผนังเซลล์ที่สร้างภูมิคุ้มกันของเยื่อลำไส้ (Chesson, 1993; Savage et al., 1996) นอกจากนั้น แมนแนนยังสามารถเพิ่มจำนวน goblet cell เพื่อสร้างเยื่อเมือกของผนังลำไส้เล็กปกป้องลำไส้จากการติดเชื้อ

(Savage et al., 1997) สอดคล้องกับ Ferket et al. (2002) ที่สรุปการทำงานของ MOS จาก *S. cerevisiae* ว่าสามารถยับยั้งการตั้งถิ่นฐานของเชื้อจุลินทรีย์ที่เป็นโทษบนเยื่อผนังลำไส้ มีผลในการลดสารพิษในทางเดินอาหาร จากการเปลี่ยนประชากรของจุลินทรีย์กระตุ้นภูมิคุ้มกัน และช่วยปรับสภาพของทางเดินอาหาร โดยเพิ่มความแข็งแรงของกล้ามเนื้อทางเดินอาหาร ลดการหลุดลอกของเซลล์เยื่อผนังลำไส้ เพิ่มอัตราส่วนความสูงของ villi ต่อความลึกของ crypt เพิ่มปริมาณของเซลล์ goblet ช่วยขับหลังสารเมือกออกมา ป้องกันลำไส้จากเชื้อก่อโรค และเพิ่มการตั้งถิ่นฐานของจุลินทรีย์ที่เป็นประโยชน์ ทำให้เพิ่มประสิทธิภาพในการดูดซึม เพิ่มพลังงานสุทธิในสัตว์ และไม่ก่อให้เกิดเชื้อด้าน MOS นอกจากกลไกข้างต้น MOS ยังมีคุณสมบัติในการดูดซับสารพิษจากเชื้อราได้อีกด้วย เนื่องจากโครงสร้างแบบเบต้า 1, 3 กลูแคน เบต้า 1, 6 กลูแคน และ glucomannan ที่เชื่อมต่อกันเป็นร่างแห และมีโปรตีนอยู่ที่ผิวด้านนอก ทำให้สามารถจับและสร้างพันธะกับสารอื่น เช่น พันธะไฮโดรเจน ไอออนิก และคุณสมบัติการไม่ชอบน้ำ ทำให้ MOS สามารถจับกับสารพิษจากเชื้อราได้ (Yiannikouris et al., 2007) โดยพบว่า มีความสามารถในการดูดซับสารพิษอะฟลาได้ดีมาก (Beta and Lasztity, 1999) มีความสามารถในการดูดซับสารพิษซีราลีโนน ออกครา และฟูโมนิซินได้ดี (Raju and Devegowda, 2000; Yiannikouris et al., 2003) จึงทำให้สารพิษจากเชื้อราถูกขับออกนอกร่างกาย นอกจากนั้น การที่ MOS เป็นแหล่งอาหารให้ LABs ทำให้มีการผลิตกรดแลคติกที่สามารถลดสารพิษจากเชื้อราได้ (Jouany, 2007) สอดคล้องกับ Devegowda et al. (1998) ที่รายงานว่า สาร gluco-mannan ใน MOS สามารถดูดซับสารพิษอะฟลาได้ดีมาก (85%) และดูดซับสารพิษซีราลีโนน และฟูโมนิซินได้ดีพอประมาณ (67%) ทำให้เพิ่มประสิทธิภาพการใช้อาหาร อย่างไรก็ตาม การใช้ MOS เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการใช้อาหารมักใช้ในสุกรอายุน้อย (Keegan et al., 2003; Miguel et al., 2004; Rozeboom et al., 2005; Castillo et al., 2008; Zhao

et al., 2012) โดยศึกษาเกี่ยวกับการเสริมเพื่อกระตุ้นภูมิคุ้มกัน มีระดับการใช้ระหว่าง 0.3-0.5% ของอาหารมีส่วนช่วยส่งเสริมสุขภาพของลูกสุกรหย่านม ในด้านประสิทธิภาพการใช้อาหารมีรายงานการเสริม MOS ในอาหารลูกสุกรหย่านมที่ระดับ 0.04% พบว่ามีแนวโน้มในการเพิ่มอัตราการเจริญเติบโต และเพิ่มการย่อยได้ของโภชนะ (Hahn et al., 2006) สอดคล้องกับ Hiss and Sauerwein (2003) รายงานผลการเสริม MOS จากผนังเซลล์ยีสต์ที่ระดับ 0, 0.015 และ 0.03% อาหาร มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นของปริมาณการกินได้เช่นเดียวกับ Poeikhampha and Bunchasak (2011) ที่รายงานว่า การเสริม MOS ในสูตรอาหารสุกรอนุบาลที่ระดับ 0.03% อาหาร มีผลต่อการเพิ่มความลึก crypt ของ jejunum และเพิ่มอัตราส่วนระหว่างความสูงของ villi และความลึกของ crypt ขณะที่ Miguel et al. (2004) รายงานผลการเสริม MOS ในอาหารสุกรหย่านมที่ระดับ 0.01-0.02% อาหาร ช่วยเพิ่มอัตราการเจริญเติบโตและเพิ่ม apparent ileal digestibility สอดคล้องกับ Nocht et al. (2010) รายงานการเสริม MOS ในอาหารสุกรหย่านมที่ระดับ 0.02% อาหารมีค่า apparent ileal digestibility เพิ่มขึ้น ส่วนการใช้เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการใช้อาหารในสุกรขุนนั้น ยังมีการศึกษาในจำนวนน้อยมาก และเนื่องจากมีการรายงานผลการเสริม MOS หรือยีสต์ผงสกัดในสุกรอายุน้อยว่าช่วยปรับปรุงประสิทธิภาพการใช้อาหารของสุกรได้ ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์ในการศึกษาผลของการเสริมยีสต์ผงสกัดเพื่อเป็นอาหารเสริมชีวณะ (pre-biotic) ที่ระดับ 0, 0.01, 0.02, 0.03 และ 0.04% ของอาหาร ที่มีต่อการเพิ่มประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์จากอาหาร เพื่อให้ทราบถึงการให้ประโยชน์ได้ด้านสมรรถนะการผลิตเมื่อมีการเสริมยีสต์ผงสกัดในอาหารสุกรขุน

วิธีการศึกษา

สัตว์ทดลอง

ใช้สุกร สายพันธุ์ทางการค้า เพศผู้ตอน จำนวน 20 ตัว อายุ 120 วัน น้ำหนักเริ่มต้นเฉลี่ย 80 ± 3 กิโลกรัม แบ่งสุกรออกเป็น 5 กลุ่ม กลุ่มละ 4 ตัว สุกรแต่ละตัวเลี้ยงในคอกขังเดี่ยว พื้นคอนกรีต มีขนาด 8 ตารางเมตร/ตัว ได้รับอาหารพื้นฐานที่มีข้าวโพด และกากถั่วเหลืองเป็นวัตถุดิบหลักสำหรับสุกรขุน (Table 1) ตรงตามคำแนะนำของ NRC (1998) ทำการปรับสัตว์ก่อนเข้าการทดลอง 7 วัน ในคอกทดลองที่มีรางอาหารแบบคอนกรีต และระบบน้ำอัตโนมัติ ใช้ระยะเวลาในการทดลองนาน 31 วัน

วิธีการทดลอง

ใช้แผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design, CRD) โดยให้สุกรได้รับอาหารตามสูตรอาหารพื้นฐานที่มีโปรตีน 16% พลังงาน 3,265 กิโลแคลอรี/กิโลกรัม ทำการเสริมยีสต์ผงสกัดที่ระดับ 0, 0.01, 0.02, 0.03 และ 0.04% ของอาหาร ตามลำดับ ปริมาณการเสริมยีสต์ผงสกัดใช้วิธีการคำนวณตามจำนวนอาหารที่สุกรกินในแต่ละทริทเมนต์เป็นรายตัว ทุกวันจนถึงสิ้นสุดการทดลอง

การเก็บบันทึกข้อมูล

บันทึกน้ำหนักสุกรเมื่อเริ่มทำการทดลอง และเมื่อสิ้นสุดการทดลอง เพื่อใช้ประเมินหาอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวัน (Average Daily Gain: ADG) บันทึกปริมาณอาหารที่กินทุกวัน และปริมาณอาหารที่เหลือเพื่อใช้ประเมินปริมาณอาหารที่กินต่อวัน (Average Daily Feed Intake: FI) ใช้ปริมาณอาหารที่กินและน้ำหนักสุกรที่เพิ่มเพื่อประเมินอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัว (Feed Conversion Ratio: FCR) สุ่มเก็บตัวอย่างอาหาร เพื่อใช้ในการวิเคราะห์หาส่วนประกอบทางโภชนะแบบประมาณ (proximate analysis) และหาพลังงานโดยวิธี Adiabatic bomb calorimeter; Leco Model AC-500 ตามวิธีการของ AOAC (1997)

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of variance; ANOVA) เปรียบเทียบความแตกต่างของกลุ่มทดลองด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DRMT) และเปรียบเทียบความแตกต่างของกลุ่มทดลองเพื่อทดสอบแนวโน้มด้วยวิธี Orthogonal polynomial ตามวิธีการของ Steel and Torrie (1980) โดยใช้โปรแกรมของ SAS (1985)

ผลการศึกษาและวิจารณ์

คุณค่าทางโภชนาของอาหารทดลอง

ผลการวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาของอาหารที่เสริมยีสต์ผงสกัดที่ระดับ 0, 0.01, 0.02, 0.03 และ 0.04% ของอาหารในสูตรอาหารสุกรขุน พบว่าอาหารมีปริมาณสิ่งแห้งเฉลี่ย 91.23% ปริมาณอินทรีย์วัตถุเฉลี่ย 85.18% โปรตีนหยาบเฉลี่ย 16.31% ปริมาณไขมันเฉลี่ย 8.93% ปริมาณเถ้าเฉลี่ย 6.05% ปริมาณเยื่อใยหยาบเฉลี่ย 3.13% ปริมาณไนโตรเจนฟรีเอคแทรกซ์เฉลี่ย 56.87% ปริมาณแคลเซียมเฉลี่ย 0.45% ปริมาณฟอสฟอรัสรวมเฉลี่ย 0.81% และมีพลังงานเฉลี่ยเท่ากับ 3,325 กิโลแคลอรี/กิโลกรัม (Table 2) ซึ่งเป็นระดับโภชนาที่เพียงพอตรงตามคำแนะนำของ NRC (1998)

การเสริมยีสต์ผงสกัดในอาหารต่อสมรรถนะการเจริญเติบโตของสุกรขุน

การเสริมยีสต์ผงสกัดที่ระดับ 0, 0.01, 0.02, 0.03 และ 0.04% ของอาหาร ในอาหารสุกรขุนพบว่า FI, ADG และ FCR ของทุกกลุ่มไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P > 0.05$) โดย FI มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.35 กิโลกรัม/วัน ADG มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.09 กิโลกรัม/วัน และ FCR มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.11 ($P > 0.05$) ซึ่งค่าที่ได้นี้เป็นค่าของสมรรถนะการเจริญเติบโตของสุกรตามปกติ (อมรเทพ และสุทธิพงศ์, 2555; วันวิสา และคณะ, 2558; David et al., 2002; Benjamin, 2012) อย่างไรก็ตาม การเสริมยีสต์ผงสกัดในงานทดลองนี้ไม่มีผลต่อสมรรถนะการผลิตในสุกรขุน อาจเนื่องมาจากสัตว์ทดลองมีสุขภาพที่ดี ไม่อยู่ในสภาวะที่กดดันหรือก่อให้เกิดความเครียด ซึ่ง Pettigrew (2000) และ Miguel et al. (2004) รายงานว่า การเสริม MOS ในสูตรอาหารสุกรที่มีอายุน้อย จะมีผลต่อสมรรถนะการเจริญเติบโตมากกว่าในสุกรขุน หรือในสุกรที่มีการเปลี่ยนแปลงของสภาพแวดล้อม ดังนั้น การเสริมยีสต์ผงสกัดในอาหารสุกรขุนจึงไม่มีผลกระทบต่อสมรรถนะการผลิต

Table 1 Composition of the basal experimental diets.

Ingredients (%)	Level of Yeast Extract Powder (%)				
	0	0.01	0.02	0.03	0.04
Soybean meal	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00
Fish meal	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00
Broken rice	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00
Fine, rice bran	13.00	13.00	13.00	13.00	13.00
Rough, rice bran	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00
Corn	39.60	39.60	39.60	39.60	39.60
Soybean oil	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00
D-L methionine	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
L-lysine	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10
Di-Calcium phosphate (P 21%)	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50
Salt	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25
Premix	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50
Total	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
Nutritive value from calculate (%)					
Crude protein	16.98	16.98	16.98	16.98	16.98
Metabolizable energy (kcal/kg)	3,373.30	3,373.30	3,373.30	3,373.30	3,373.30
Crude fiber	4.02	4.02	4.02	4.02	4.02
Calcium	0.61	0.61	0.61	0.61	0.61
Phosphorus	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85

Table 2 Proximate composition of basal experimental diets.

Nutritive value (%)	Level of Yeast Extract Powder (%)				
	0	0.01	0.02	0.03	0.04
Dry matter, DM	90.85	91.21	91.31	91.55	91.22
-----Dry matter (%)-----					
Organic matter	84.79	85.04	85.32	85.48	85.25
Crude protein	16.34	16.17	16.25	16.54	16.27
Ether extract	8.46	8.49	8.66	10.76	8.30
Ash	6.06	6.17	5.99	6.07	5.97
Crude fiber	3.07	3.19	3.15	3.11	3.14
Nitrogen free extract	56.93	57.24	57.17	55.08	57.94
Calcium	0.45	0.45	0.45	0.45	0.46
Total phosphorus	0.82	0.80	0.82	0.81	0.81
Metabolizable energy (kcal/kg)	3,322	3,324	3,325	3,328	3,326

Table 3 Effects of yeast extract powder on growth performance of finishing pigs.

Items	Level of Yeast Extract Powder (%)					SEM ¹	P-value	Contrast ²			
	0	0.01	0.02	0.03	0.04			lin	qua ¹	cub	qua ²
Animal	4	4	4	4	4	-	-	-	-	-	-
Feeding period, d	31	31	31	31	31	-	-	-	-	-	-
FI, kg/h/d	3.38	3.02	3.15	3.53	3.61	0.07	0.06	0.90	0.50	0.59	0.34
ADG, kg/h/d	1.03	0.95	1.10	1.15	1.22	0.03	0.08	0.93	0.11	0.25	0.69
FCR	3.33	3.30	2.87	3.11	2.95	0.10	0.59	0.96	0.03	0.09	0.96

¹ SEM = Standard error of means, ² Polynomial contrast; lin = linear, qua¹ = quadratic, cub = cubic and qua² = quartic, FI = Daily feed intake, ADG = Average daily gain, FCR = Feed conversion ratio

สรุป

การเสริมยีสต์ผงสกัดในอาหารสุกรขุนไม่มีผลต่อปริมาณการกินได้ อัตราการเจริญเติบโตต่อวัน และอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัวของสุกรขุน แม้การเสริมยีสต์ผงสกัดในสูตรอาหารสุกรขุนจะไม่มีผลต่อสมรรถนะการผลิต อย่างไรก็ตาม หากมีการเสริมในเสริมยีสต์ผงสกัดในสูตรอาหารสุกรตั้งแต่ระยะหย่านมก็สามารถเสริมยีสต์ผงสกัดได้จนถึงระยะขุน โดยไม่ส่งผลกระทบต่อปริมาณการกินได้ อัตราการเจริญเติบโต และอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัวของสุกร

คำขอบคุณ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนการทำวิจัยและการตีพิมพ์ผลงานวิจัยจากสำนักงานกองทุนสนับสนุนงานวิจัยมหำบัณฑิต (สกว.) โครงการพัฒนานักวิจัยและงานวิจัยเพื่ออุตสาหกรรม (พวอ.) ระดับปริญญาโท และขอขอบคุณกลุ่มวิจัยโคพื้นเมืองและกระบือเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตและคุณภาพเนื้อมหาวิทยาลัยขอนแก่นที่สนับสนุนสารเคมีและเครื่องมือวิทยาศาสตร์ที่ใช้ในการวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาของอาหาร

เอกสารอ้างอิง

- วันวิสา พงษ์ภูมิ, เทอดศักดิ์ คำเหม่ง และสวาทวีร์วงศ์ตั้งถิ่นฐาน. 2558. ผลการใช้กากสาเอทานอลจากมันสำปะหลังต่อสมรรถนะการผลิตและองค์ประกอบซากของสุกรขุนและขุน. The 34th national graduate research conference. มหาวิทยาลัยขอนแก่น, ขอนแก่น.
- อมรเทพ ประทุมมา และ สุทธิพงศ์ อธิยะพงศ์สุวรรณ. 2555. ผลของการใช้สิ่งเหลือทิ้งจากโรงงานผลิตกรดซิตริกร่วมกับเอนไซม์รวมในสูตรอาหารสุกร. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยขอนแก่น, ขอนแก่น.
- Aniansson, G., B. Andersson. R. Lindstedt, and C. Svanbrog. 1990. Anti-adhesive activity of human casein against *Streptococcus pneumoniae* and *Haemophilus influenza*. *Microb. Patho.* 8: 315-324.
- AOAC. 1997. *Official Methods of Analysis*. 16th ed. Assoc. Off. Anal. Chem., Washington, D.C.
- Benjamin, A. W. 2012. Effect of Bio-Mos® and outdoor access housing on pig growth, feed efficiency, health, behavior and carcass ultrasound traits. M.S. Thesis. The Ohio State University.
- Beta, A., and R. Lasztity. 1999. Detoxification of mycotoxin contaminated food and feed by microorganisms. *Trends. Food. Sci.* 50: 31-39.
- Castillo, M., S. M. Martín-Orúe, J. A. Taylor-Pickard, J. F. Pérez, and J. Gasa. 2008. Use of mannanoligosaccharides and zinc chelate as growth promoters and diarrhea preventative in weaning pigs: Effects of microbiota and gut function. *J. Anim. Sci.* 86: 94-101.
- Chesson, A. 1993. Probiotic and other intestinal mediators. In cole, D. J. A., J. Wiseman and M. A. Varley. Eds. *Principles of Pig Science*. Nottingham Univ. Press. Loughborough. p.197-214.

- Davis, M. E., C. V. Maxwell, D. C. Brown, B. Z. de Rodas, Z. B. Johnson, E. B. Kegley, D. H. Hellwig, and R. A. Dvorak. 2002. Effect of dietary mannan oligosaccharides and (or) pharmacological additions of copper sulfate on growth performance and immunocompetence of weanling and growing/finishing pigs. *J. Anim. Sci.* 80: 2887-2894.
- Devegowda, G., M. V. L. N. Raju, and H. V. L. N. Swamy. 1998. Mycotoxins: Novel solutions for their counteraction. *Feedstuff*. 70: 12-15.
- Ferket, P. R., C. W. Parks, and J. L. Grimes. 2002. Mannanoligosaccharides versus antibiotics for turkeys. In Lyons, T. P. and K. A. Jacques. Eds. *Biotechnology in the feed Industry. Proc. Alltech's 18th Ann. Symp.* Nottingham University. Press, Loughborough. p.42-63.
- Gibson, G. R., and M. B. Roberfroid. 1995. Dietary modulation of the human colonic microbiota: Introducing the concept of pre-biotics. *J. Nutr.* 125: 1401-1412.
- Hahn, T. W., J. D. Lohakare, S. L. Lee, W. K. Moon, and B. J. Chae. 2006. Effects of supplementation of beta-glucans on growth performance nutrient digestibility and immunity in weanling pigs. *J. Anim. Sci.* 84(6): 1422-1428.
- Hiss S., and H. Sauerwein. 2003. Influence of dietary β -glucan on growth performance, lymphocyte proliferation, specific immune response and haptoglobin plasma concentrations in pigs. *J. Anim. Physiol. a. Anim. Nutr.* 87: 2-11.
- Jacela, J. Y., J. M. DeRouchey, M. D. Tokach, R. D. Goodband, J. L. Nelssen, D. G. Renter, and S. S. Dritz. 2010. Feed additives for swine: Fact sheets-prebiotics and probiotics, and phytogenics. *J. Swine Health Prod.* 18: 132-136.
- Jouany, J. P. 2007. Methods for preventing decontaminating and minimizing the toxicity of mycotoxin in feed. *Anim. Feed. Sci. Tech.* 137: 342-362.
- Keegan, T. P., J. M. DeRouchey, J. L. Nelssen, M. D. Tokach, R. D. Goodband, S. S. Dritz, and C. W. Hasted. 2003. Comparison of antimicrobial alternatives in irradiated diets for nursery pigs. Kansas State Univ. Agricultural Experiment Station and Cooperative Extension: 2003 Swine Day.
- Miguel, J. C., S. L. Rodriguez-Zas, and J. E. Pettigrew. 2004. Efficacy of Bio-MOS for improving nursery pig performance. *J. Swine Health Prod.* 12: 296-307.
- Nochta, I., V. Halas, J. Tossenberger, and L. Babinszky. 2010. Effect of different levels of mannan oligosaccharide supplementation on the apparent ileal digestibility of nutrients, N-balance and growth performance of weaned piglets. *J. Anim. Physiol. Anim. Nutr.* 94: 747-756.
- NRC. 1998. *Nutrient Requirements of Swine*. 10th ed. National Academy of Sciences National Academy Press, Washington, D.C.
- Pettigrew, J. E. 2000. Bio-Mos Effects on Pig Performance: A Review. In *Proceedings of Alltech's 16th Annual Symposium*. Nottingham University. Press, Nottingham. p.31-45.
- Poeikhampha, T., and C. Bunchasak. 2011. Comparative Effects of Sodium Gluconate, Mannan Oligosaccharide and Potassium Diformalate on Growth Performances and Small Intestinal Morphology of Nursery Pigs. *J. Anim. Sci.* 24: 844-850.
- Raju, M. V. L. N., and G. Devegowda. 2000. Influence of esterified glucomannan on performance and organs morphology, serum biochemistry and hematology in broilers exposed to individual and combined mycotoxicosis (aflatoxin, ochratoxin and T-2 toxin). *Br. Poult. Sci.* 41: 640-650.
- Rozeboom, D. W., D. T. Shaw, R. J. Tempelman, J. C. Miguel, J. E. Pettigrew, and A. Connolly. 2005. Effects of mannanoligosaccharide and an antimicrobial product in nursery diets on performance of pigs reared on three different farms. *J. Anim. Sci.* 83: 2637-2644.
- SAS User's Guide ; statistic, Version 5 Edition. 1985. SAS. Instcary, NC.
- Savage, T. F., and E. I. Zakrzewska. 1996. The performance of male turkeys fed a starter diet containing a mannanoligosaccharide (Bio-MOS) from day old to eight weeks of age. *Proceedings of Alltech's 12th Annual Symposium*, Nottingham.
- Savage, T. F., E. I. Zakrzewska, and J. R. Andreasen. 1997. The effects of feeding mannanoligosaccharide supplemented diets to poults on performance and morphology of small intestine. *Poult. Sci.* 76 (Suppl.1): 139.
- Steel, R. G. D., and J. H. Torrie. 1980. *Principles and procedures of statistics: A biometrical approach* 2nd edition. McGraw-Hill Book CO. Inc, New York.

- Vondruskova, H., R. Slamova, M. Trckova, Z. Zhaly, and I. Pavlik. 2010. Alternatives to antibiotic growth promoters in prevention of diarrhea in weaned piglets: a review. *Veterinari Medicina*. 55(5): 199-224.
- Yiannikouris, A., J. P. Jouany, and G. Bertin. 2007. Counteracting mycotoxin contamination: The effectiveness of *Saccharomyces cerevisiae* cell wall glucans in Mycosorb® for sequestering mycotoxins. *Proc. Alltech's 23rd Annual Symposium*. Kentucky, U.S.A. p.11-19.
- Yiannikouris, A., L. Poughon, X. Cameleyre, C. G. Dussap, J. Francois, G. Bertin, and J. P. Jouany. 2003. A novel technique to evaluate interaction between *S. cerevisiae* cell wall and mycotoxins applications to zearalenone. *Biotechnol. Lett.* 10: 783-789.
- Zhao, P. Y., J. H. Jung, and I. H. Kim. 2012. Effect of mannanoligosaccharides and fructan on growth performance nutrient digestibility blood profile and diarrhea score in weanling pigs. *J. Anim. Sci.* 90: 833-839.