



ผลของการใช้เปลือกทุเรียนหมักจุลินทรีย์ที่ถูกปรับปรุงพันธุกรรมในอาหารต่อประสิทธิภาพการเจริญเติบโต และคุณภาพซากในสุกรระยะรุ่น-ขุน

Effect of fermented durian peel by modified bacteria on growth performance and carcass quality of growing-finishing pigs

นิติพล พลสา¹, กมล ฉวีวรรณ², กันตา แสงวิจิตร³, สุกัญญา สืบแสน⁴ และ สมบูรณ์ อนันตลาโภชัย^{4*}

Nitipol Polsa¹, Kamon Chaweewan², Kanta Sangwijit³, Sugunya Suebsan⁴ and Somboon Anuntalabhochai^{4*}

¹ วิทยาศาสตร์ประยุกต์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยพะเยา พะเยา 56000

¹ Applied Science, School of Science, University of Phayao, Phayao, 56000

² ศูนย์วิจัยและพัฒนาสุกร สำนักพัฒนาพันธุ์สัตว์ กรมปศุสัตว์

² Swine Research and Development Center, Bureau of Animal Husbandary and Genetic Improvement, DLD

³ ศูนย์ความเป็นเลิศด้านชีววิศวกรรมพลาสมา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยพะเยา พะเยา 56000

³ Plasma Bioengineering Unit, School of Science, University of Phayao, Phayao, 56000

⁴ ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยพะเยา พะเยา 56000

⁴ Department of Biology, School of Science, University of Phayao, Phayao, 56000

บทคัดย่อ: การทดลองนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของการทดแทนอาหารสำเร็จรูปด้วยเปลือกทุเรียนหมักจุลินทรีย์พันธุ์กลาย ต่อประสิทธิภาพการเจริญเติบโต และคุณภาพซากของสุกรระยะรุ่น-ขุน โดยใช้สุกรลูกผสม 18 ตัวประกอบด้วยเพศผู้ 9 ตัวและเพศเมีย 9 ตัว วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (CRD) แบ่งการทดลองออกเป็น 3 กลุ่มๆละ 6 ตัว ได้แก่ กลุ่มที่ 1 สุกรได้รับอาหารสำเร็จรูป 100% (ชุดควบคุม) กลุ่มที่ 2 เลี้ยงด้วยอาหารสำเร็จรูป 50% และทดแทนด้วยเปลือกทุเรียนหมัก 50% (FDP 50%) และกลุ่มที่ 3 เลี้ยงด้วยอาหารสำเร็จรูป 30% และทดแทนด้วยเปลือกทุเรียนหมัก 70% (FDP 70%) ทดลองเลี้ยงเป็นระยะเวลา 90 วัน ผลการทดลองพบว่ากลุ่มทดลองที่มีการผสมเปลือกทุเรียนหมักมีแนวโน้มที่ส่งผลต่ออัตราการเปลี่ยนอาหารของสุกร (FCR) ที่มากขึ้น ($P < 0.05$) และประสิทธิภาพการเจริญเติบโต (ADG) ลดลงเมื่อเทียบกับชุดควบคุม ($P < 0.05$) ส่วนคุณภาพซากพบว่ากลุ่ม FDP 70% ให้ค่าสีของเนื้อแดงมากกว่ากลุ่มควบคุม ($P < 0.05$) นอกจากนี้ การเลี้ยงสุกรด้วยเปลือกทุเรียนหมัก ในกลุ่ม FDP 70% สามารถลดต้นทุนค่าอาหารได้มากถึง 29% สรุปได้ว่า การใช้อาหารสำเร็จรูปทดแทนด้วยเปลือกทุเรียนหมัก 70% ในการขุนสุกร ช่วยลดค่าอาหารและเพิ่มกำไรให้กับผู้เลี้ยงได้

คำสำคัญ: เปลือกทุเรียนหมัก; จุลินทรีย์ปรับปรุงพันธุกรรม; สุกรระยะรุ่น-ขุน; ประสิทธิภาพการเจริญเติบโต; คุณภาพซาก

ABSTRACT: The objective of this study was to determine the effect of replacing concentrate feed with fermented durian peel on growth performance and carcass quality of growing-finishing pigs. Eighteen crossbred pigs (9 males and 9 females) were divided into 3 groups of 6 animals in a complete randomized design (CRD). The 1st group (control group), the pigs were fed with 100% concentrate feed. The 2nd group was fed with 50% concentrate feed and 50% fermented durian peel (FDP 50%) while the 3rd group was fed with 30% concentrate feed and 70% fermented durian peel (FDP 70%). Feeding period lasted for 90 days. The results showed the FDP50% and FDP70% groups were affected to FCR higher ($P < 0.05$) and ADG tended to be lower than control ($P < 0.05$). The carcass characteristics (color of redness) revealed that in FDP 70% tended to be better than the control ($P < 0.05$). Our results suggested that replacement with 70% fermented durian peel could reduce feed cost and provide more profit.

* corresponding author: soanu.1@gmail.com

Keywords: fermented durian peel; mutant microorganisms; growing-finishing pigs; growth performance; carcass quality

บทนำ

สถานการณ์การแพร่ระบาดของเชื้อไวรัส covid-19 และความเสี่ยงจากปัญหาโรคอหิวาต์แอฟริกาในสุกร (African swine fever) ที่กำลังระบาดในประเทศกัมพูชา ลาว เวียดนาม และเมียนมาร์ ส่งผลต่อการส่งออกสุกรที่เพิ่มสูงขึ้น โดยในช่วงเดือนมกราคม-พฤษภาคม 2563 การส่งออกสุกรมีชีวิตสูงถึง 207.32% เนื้อสุกรสดแช่เย็นแช่แข็ง 229.84% และเนื้อสุกรแปรรูป 8.05% (กลุ่มวิจัยเศรษฐกิจการปศุสัตว์ กรมปศุสัตว์, 2563) สำหรับประเทศไทย ยังไม่ได้รับการรับรองว่าเป็นเขตปลอดโรค และมีต้นทุนการผลิตที่สูงกว่าประเทศคู่แข่ง โดยต้นทุนการผลิตสุกรมีหลากหลาย ได้แก่ ค่าพันธุ์สัตว์ ค่าอาหารสัตว์ ค่าวัสดุคอก ต้นทุนในการเลี้ยงสัตว์มากกว่า 70% เป็นค่าอาหาร (อุทัย, 2554) สำหรับการลดต้นทุนค่าอาหารโดยใช้เศษวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรเป็นอีกแนวทางที่ช่วยลดต้นทุนให้กับเกษตรกร เนื่องจากวัสดุคอกมีราคาถูก มีจำนวนมากในท้องถิ่น

ทุเรียน เป็นผลไม้เศรษฐกิจของประเทศไทย ได้รับการส่งเสริมและกำหนดมาตรฐานของทุเรียนเพื่อการส่งออก โดยในปี 2561 และ 2562 มีผลผลิตอยู่ที่ 759,828 และ 1,017,097 ตัน ตามลำดับ ซึ่งมีแนวโน้มสูงขึ้นทุกปี (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร กรมปศุสัตว์, 2562) ซึ่งทุเรียนสด 1 ตัน จะมีส่วนเนื้อแห้ง 714.90 กิโลกรัม หรือประมาณ 70% ต่อผลทุเรียน (เปลือกแห้ง และ จรูญพงศ์, 2552) ปัญหาขยะจากเปลือกทุเรียนมีปริมาณเพิ่มสูงขึ้น กลายเป็นกองขยะเปลือกทุเรียน ที่ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม โดยจากการศึกษาของ Phonmun et al. (2015) พบว่า คุณค่าทางโภชนาและการประเมินค่าพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้ของเศษเปลือก พบว่า เปลือกทุเรียนมี วัสดุแห้ง 95.37% โปรตีน 3.82% เถ้า 7.57% NDF 40.30% ADF 20.01% ADL 10.35% และค่าพลังงานที่ใช้ประโยชน์ในสัตว์เคี้ยวเอื้อง เท่ากับ 1,729 kcal/kg ซึ่งการหมักเปลือกทุเรียนด้วยกลุ่มจุลินทรีย์ ส่งผลให้ระดับโปรตีนเพิ่มสูงขึ้น (Jones et al., 2020) ทั้งยังสามารถเก็บวัสดุคอกไว้ได้นาน ในช่วงขาดแคลนวัสดุคอก

เทคนิคพลาสมาพลังงานต่ำ ถูกนำไปประยุกต์ใช้อย่างแพร่หลาย เช่น การฆ่าเชื้อโรคที่ผิวหนังหลังการผ่าตัด (Laroussi, 2015) การทำให้เกิดความเสียหายของดีเอ็นเอ (O'Connell et al., 2011; Lee et al., 2014) และการชักนำให้เกิดการกลายพันธุ์ในแบคทีเรีย เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานของเอนไซม์เซลลูเลส (Sangwijit et al., 2016) และไซลาลเนส (Polsa et al., 2020) โดยพบว่า ไอออนจากพลาสมาไปเปลี่ยนเบสในสายของดีเอ็นเอ (Laksuk et al., 2019) ในการทดลองนี้ จุลินทรีย์ที่ใช้ในการหมักเปลือกทุเรียนเป็นกลุ่มจุลินทรีย์ที่มีมาตรฐานชาติ คัดเลือกมาจากแหล่งอาหาร และสายพันธุ์ที่ปลอดภัยต่อสัตว์ ต่อผู้ใช้ และต่อสิ่งแวดล้อม โดยจุลินทรีย์ที่ถูกคัดเลือกแล้วถูกปรับปรุงพันธุกรรมด้วยเทคนิคพลาสมาพลังงานต่ำ ซึ่งช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานให้สูงขึ้นจากเดิม (Sangwijit et al., 2016; Polsa et al., 2020) นอกจากนี้ สุกรเป็นสัตว์กระเพาะเดี่ยว มีความสามารถในการย่อยเยื่อใยได้น้อย การหมักอาหารด้วยจุลินทรีย์ผลิตเอนไซม์เซลลูเลส และไซลาลเนส ซึ่งเป็นกลุ่มจุลินทรีย์ย่อยสลายเยื่อใย ส่งผลให้สุกรดูดซึมอาหารไปใช้ได้มากขึ้น (Bureenok et al., 2005) กลุ่มจุลินทรีย์ผลิตกรดแลคติก และยีสต์ มีคุณสมบัติเป็นโพรไบโอติก (Probiotic) ช่วยให้จุลินทรีย์ทางเดินอาหารส่วนปลายทำงานได้ดีขึ้น (Brooks et al., 2003)

ดังนั้น การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ ศึกษาการใช้เปลือกทุเรียนหมักจุลินทรีย์ที่ถูกปรับปรุงพันธุกรรมทดแทนอาหารสำเร็จรูป โดยศึกษาประสิทธิภาพการเจริญเติบโต คุณภาพซาก และต้นทุนการผลิตสุกรขุน มุ่งหวังที่จะลดต้นทุนค่าอาหารให้กับเกษตรกร ทั้งยังเป็น การนำเทคโนโลยีทางฟิสิกส์ร่วมกับด้านการเกษตรกรรม ซึ่งถือเป็นอีกทางเลือกหนึ่งสำหรับเกษตรกร

วิธีการศึกษา

สัตว์ทดลอง

ใช้สุกรลูกสุกรหย่านผสมพันธุ์ครีโอลกับพันธุ์แลนด์เรซ (Duroc and Landrace) น้ำหนักโดยเฉลี่ย 24.5±0.9 กิโลกรัม จำนวน 18 ตัว โดยแบ่งออกเป็น 3 กลุ่มๆ ละ 3 ซ้ำๆ ละ 2 ตัว กำหนดให้แต่ละกลุ่มประกอบด้วย เพศผู้ 3 ตัว และเพศเมีย 3 ตัว ตามแผนการ

ทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ CRD (Complete Randomized Design) โดยแยกเป็น 3 คอก (3 กลุ่มทดลอง) ในโรงเรือนแบบเปิด ณ วิทยาลัยชุมชนเพียวพลัสฟาร์ม นครสวรรค์

เปลือกทุเรียนหมักจุลินทรีย์

เตรียมเปลือกทุเรียนที่เหลือจากการนำผลผลิตไปใช้ประโยชน์ มาผลิตเป็นอาหารสำหรับสุกร โดยมีกระบวนการคัดแยก บด ด้วยเครื่องสับให้มีขนาด 3-5 เซนติเมตร และบรรจุลงถังพลาสติกสำหรับการหมัก ร่วมกับกากน้ำเต้าหู้ตามสัดส่วน (ถังขนาด 120 ลิตร พร้อมฝาปิดแบบมีเข็มขัดล็อกฝา) แสดงใน **Table 1** ใส่ น้ำหมักเชื้อจุลินทรีย์ที่ถูกปรับปรุงพันธุกรรมด้วยเทคนิคพลาสมาลังงานต่ำ ประกอบด้วย 4 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มจุลินทรีย์ผลิตเอนไซม์เซลลูเลส (Sangwijit et al., 2016), กลุ่มจุลินทรีย์ผลิตเอนไซม์ไซลานเนส (Polsa et al., 2020), กลุ่มจุลินทรีย์ผลิตกรดแลคติก (*Enterococcus faecium*) และกลุ่มยีสต์ (*Saccharomyces cerevisiae*) โดยขยายเชื้อ ในกากน้ำตาลต่อน้ำสะอาด อัตราส่วน 1:100 ให้มีปริมาณเชื้อจุลินทรีย์รวม 7 log 10 cfu/ml ประกอบด้วย *Bacillus subtilis* มีปริมาณ 7 log 10 cfu/ml, *Bacillus amyloliquefaciens* มีปริมาณ 7 log 10 cfu/ml, *Enterococcus faecium* มีปริมาณ 7 log 10 cfu/ml, *Lactobacillus plantarum* มีปริมาณ 7 log 10 cfu/ml และ *Saccharomyces cerevisiae* มีปริมาณ 6 log 10 cfu/ml หมักเป็นระยะเวลา 5 วัน โดยใช้น้ำหมักเชื้อจุลินทรีย์ปริมาตร 10 ลิตร (กลุ่มละ 2.5 ลิตร) ต่อกับวัตถุดิบ 100 กิโลกรัม นำไปผสม กับอาหารสำเร็จรูปตามสัดส่วน (0%, 50% และ 70% ในสูตรอาหาร) คำนวณสูตรอาหารโดยคำนวณโภชนะให้มีระดับโปรตีนตามความต้องการของสุกร (NRC, 1998)

แผนการทดลอง

วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ CRD (Complete Randomized Design) ทำการสุ่มสุกรในแต่ละหน่วยการทดลองให้ได้รับอาหารในรูปแบบต่างๆ ได้แก่

กลุ่มที่ 1 (Control) ให้อาหารสำเร็จรูปทางการค้าสำหรับสุกรขุน 100%

กลุ่มที่ 2 (FDP 50%) ให้อาหารสำเร็จรูปทางการค้าสำหรับสุกรขุน 50%และทดแทนด้วยเปลือกทุเรียนหมัก 50%

กลุ่มที่ 3 (FDP 70%) ให้อาหารสำเร็จรูปทางการค้าสำหรับสุกรขุน 30%และทดแทนด้วยเปลือกทุเรียนหมัก 70%

เริ่มการทดลองเมื่อสุกรมีน้ำหนักโดยเฉลี่ย 24.5 ± 0.9 กิโลกรัม ใช้เวลาการทดลอง 90 วัน เมื่อสิ้นสุดการทดลองสุ่มสุกรเพศผู้ มาชำแหละเพื่อศึกษาคุณภาพซาก และคำนวณต้นทุนการผลิต

Table 1 Composition of ingredients in fermented durian peel

Composition	Ratio (%)
Fermented durian peel	60.00%
Fermented soy-milk residue	32.00%
Rice bran	8.00%
Total	100.00%
Nutritive value	(%)
Dry matter	33.76%
Crude protein	17.56%
Fat	2.70%
ADF	22.96%
NDF	28.92%
ADL	3.79%

การให้อาหารและการเก็บข้อมูล

อาหารสำเร็จรูปในการทดลองนี้เป็นอาหารสำเร็จรูปทางการค้าสำหรับสุกรขุนช่วงน้ำหนัก 20-60 กิโลกรัม มีโปรตีน 16% และสุกรขุนช่วงน้ำหนัก 60-100 กิโลกรัม มีโปรตีน 14% คุณค่าทางโภชนาการจากการวิเคราะห์ทางเคมี **Table 2 and 3** ผสมเปลือกทุเรียนหมักกับอาหารสำเร็จรูปตามสัดส่วนที่ระดับ 0%, 50% และ 70% ของสูตรอาหาร คลุกเคล้าด้วยเครื่องผสม ก่อนการให้อาหารหมักทุกมื้อ ให้อาหารวันละ 3 ครั้ง คือ เช้า กลางวัน และเย็น (08.00, 12.00 และ 16.00 น.) โดยให้อาหาร 4% ของน้ำหนักตัว เก็บข้อมูลการกินโดยการชั่งน้ำหนักอาหารเข้าและอาหารเหลือก่อนให้อาหารใหม่ทุกมื้อ แล้วทำการบันทึกข้อมูลตลอดระยะเวลาการทดลอง 90 วัน สุกรได้รับน้ำสะอาดตลอดเวลา โดยเป็นระบบจับน้ำ

การเก็บตัวอย่าง และการคำนวณ

สมรรถภาพการผลิตในสุกร โดยชั่งน้ำหนักตัวเริ่มต้น (Initial weight) และน้ำหนักสุดท้าย (Final weight) เพื่อใช้ในการคำนวณ การเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวัน (Average daily gain; ADG), ประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัว (Feed conversion ratio; FCR) และอัตราการกินอาหารได้เฉลี่ยต่อวัน (Average daily feed intake; ADFI)

เมื่อสิ้นสุดการทดลอง สุกรเพศผู้ในแต่ละสูตรถูกสุ่มมาอย่างละ 2 ตัว ทำการถอดอาหารสุกรเป็นระยะเวลา 12 ชั่วโมง ชั่งน้ำหนักตัวเมื่อสิ้นสุดการขุน ดำเนินการตามหลักจรรยาบรรณของสัตว์ทดลองและควบคุมด้วยระบบมาตรฐานของโรงฆ่าสัตว์ ชั่งน้ำหนักซากซ้าย-ขวา และความหนาไขมันสันหลัง (Back fat thickness) ทำการบ่มซากไว้ที่อุณหภูมิ 3 องศาเซลเซียสเป็นระยะเวลา 24 ชั่วโมง นำชิ้นส่วนของกล้ามเนื้อสันนอกมา วิเคราะห์คุณภาพเนื้อได้แก่ ค่าสีตามระบบ CIE (Girolami et al., 2013) ค่าอุณหภูมิของซาก ค่าความเป็นกรดต่างในเนื้อ (pH) และค่าการสูญเสียน้ำจากการแช่เย็น (drip loss) นอกจากนี้ มีการศึกษาคำนวณหาต้นทุนค่าอาหารในแต่ละช่วงของการขุน ต้นทุนลูกสุกรที่นำมาขุน รายได้จากการขายสุกร และกำไรที่ได้รับ

การวิเคราะห์ข้อมูล

วิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าเฉลี่ย (Analysis of variance; ANOVA) ตามแผนการทดลองแบบ CRD (Complete Randomized Design) และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan new's multiple range test โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS

ผลการทดลองและวิจารณ์

ผลการวิเคราะห์ทางเคมีของโภชนาการในอาหารทดลอง

ผลการวิเคราะห์ทางเคมีแสดงใน **Table 2** และ **Table 3** สำหรับสุกรในช่วง 20-60 กิโลกรัม มีความต้องการโปรตีนเฉลี่ย 16% ไขมันเฉลี่ย 3% และเยื่อใยไม่มากกว่า 7% (**Table 2**) สำหรับสุกรในช่วง 60-100 กิโลกรัม มีความต้องการโปรตีนเฉลี่ย 14% ไขมันเฉลี่ย 2% และเยื่อใยไม่มากกว่า 7% (**Table 3**) ซึ่งเพียงพอต่อความต้องการของสุกร นอกจากนี้ ปริมาณวัตถุแห้งในอาหารสูตร FDP50% และ FDP70% มีค่าต่ำกว่าชุดควบคุม ประมาณ 30-40% อย่างไรก็ตาม ยังไม่มีงานวิจัยที่ศึกษาเกี่ยวกับการใช้เปลือกทุเรียนหมักในการทดแทนอาหารสำเร็จรูป สำหรับสุกรระยะขุน แต่อาจเปรียบเทียบกับงานของอรุณี และคณะ (2552) ที่ใช้เศษผักและหยวกกล้วยหมักทดแทนรำละเอียด พบว่า การใช้เศษผักแม้จะมีโปรตีนที่ต่ำกว่ารำละเอียด แต่สามารถใช้เป็นแหล่งพลังงานได้ อีกทั้งอาหารแบบหมักมีความน่ากินมากกว่าอาหารสำเร็จรูป นอกจากนี้ ในอาหารสูตร FDP 50% และ FDP 70% มีปริมาณเยื่อใยหยาบ (Crude fiber) ที่มากกว่าอาหารสำเร็จรูป (Control) โดยในเปลือกทุเรียนหมักมีเยื่อใยส่วนมากที่อยู่ในรูปของ hemicellulose ซึ่งกระบวนการหมักจะช่วยให้เยื่อใยถูกย่อยสลายได้เพิ่มขึ้นเมื่อเทียบกับหญ้าแห้ง เพราะในกระบวนการหมักจะทำให้พืชมีลักษณะอ่อนนุ่มลง สัตว์สามารถย่อยเยื่อใยได้เพิ่มขึ้น (Bureenok et al., 2005)

Table 2 Composition of ingredient in growing pig diets (20-60 kg.)

Treatment	Dry matter	Crude protein	Fat	Crude Fiber	Cost (Baht/kg)
Fermented durian peel	33.76	17.56	2.70	32.58	3.94
Control	87.00	16.00	3.00	7.00	15.33
FDP 50%	60.77	17.78	3.00	19.79	9.64
FDP 70%	50.28	18.48	3.00	24.91	7.36

FDP: fermented durian peel

Table 3 Composition of ingredient in finishing pig diets (60-100 kg.)

Treatment	Dry matter	Crude protein	Fat	Crude Fiber	Cost (Baht/kg)
Fermented durian peel	33.76	17.56	2.70	32.58	3.94
Control	87.00	14.00	2.00	7.00	14.67
FDP 50%	59.77	15.78	2.50	20.97	9.31
FDP 70%	49.65	16.49	3.00	25.19	7.16

FDP: fermented durian peel

ผลการทดแทนเปลือกทุเรียนหมักในอาหารสำเร็จรูปต่อสมรรถภาพการผลิตสุกร

จาก **Table 4** อัตราการเจริญเติบโตของสุกร (ADG) ในช่วงขุนน้ำหนัก 20-60 กิโลกรัม และช่วงขุนเฉลี่ยน้ำหนัก 20-100 กิโลกรัม ในอาหารสูตร FDP50% และ FDP70% ให้ค่า ADG ที่ต่ำกว่าชุดควบคุม ($P < 0.05$) ขณะที่ช่วงขุนน้ำหนัก 60-100 กิโลกรัม ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$) ซึ่งสอดคล้องกับTakahashi และ Horigushi (2005) มีการทดลองใช้หญ้าหมักเป็นส่วนประกอบในอาหารขุนสุกรที่ 10% พบว่าทำให้การย่อยได้ของโภชนะโดยเฉพาะเยื่อใย (NDF) ลดลง ดังนั้น จึงส่งผลต่ออัตราการเจริญเติบโตของสุกรที่ได้รับอาหารสูตร FDP 50% และ FDP 70% นอกจากนี้ มีงานวิจัยของ Laitat et al., (2015) พบว่า การให้อาหารที่มีส่วนประกอบเยื่อใยสูง จะส่งผลต่อการเจริญเติบโตในช่วง ระยะรุ่น-ระยะขุน และมีรายงานว่า ปริมาณเยื่อใยจากในอาหารส่งผลให้สุกรมีอัตราการกินที่ลดลง เนื่องจากอาหารที่มีเยื่อใยสูงส่งผลให้เกิดความอึดเร็วกว่าอาหารสูตรปกติ ส่งผลให้ค่า ADG ลดลง และ FCR สูงขึ้น (Kyriazakis and Emmans, 1995; Owusu-Asiedu et al., 2006; Kallabis and Kaufmann, 2012; Ndou et al., 2013) สำหรับประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัว (FCR) พบว่า สุกรที่ได้รับอาหารสูตรผสมเปลือกทุเรียนหมัก มีค่า FCR ที่สูงกว่าชุดควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) สอดคล้องกับอรุณี และคณะ (2552) ที่มีค่า FCR ที่สูงขึ้นเมื่อเลี้ยงทดแทนด้วยเศษผักและหยวกกล้วยหมัก โดยระยะเวลาในการเลี้ยงไม่นานจนเกินไป ผนวกกับต้นทุนอาหารที่ถูกที่สุด และมีประสิทธิภาพการใช้อาหารของสุกรไม่แตกต่างจากการใช้อาหารชั้นเพียงอย่างเดียว

Table 4 Production performance of pigs

Items	Control	FDP 50%	FDP 70%	P-value
Number of pigs	6	6	6	-
Initial weight (kg)	25.00±2.97	24.00±2.24	25.00±2.38	0.12
Final weight (kg)	90.20±25.04 ^a	77.70±27.04 ^b	76.20±26.86 ^b	<0.01
Body weight, 20-60 kg				
Weight gain (kg)	33.10±17.40 ^a	23.53±15.20 ^b	21.44±28.94 ^b	<0.01
ADG (g/d)	601.92±0.01 ^a	427.78±0.01 ^b	389.90±0.01 ^b	<0.01
FCR	3.33±0.20 ^a	7.63±2.14 ^b	9.51±6.06 ^b	<0.01
ADFI (g/d)	1,972.73 ±0.01 ^a	3,169.1±0.05 ^b	3,487.27±0.02 ^b	<0.01
Body weight, 60-100 kg				
Weight gain (kg)	32.13±15.90	29.96±12.30	29.94±11.98	0.47
ADG (g/d)	918.09±0.03	855.87±0.03	855.40±0.03	0.46
FCR	2.09±0.14 ^a	3.29±0.47 ^b	3.42±0.58 ^b	<0.01
ADFI (g/d)	1,857.14±0.03 ^a	2,720.00±0.12 ^b	2,800.00±0.08 ^b	<0.01
Body weight, 20-100 kg				
Weight gain (kg)	65.24±19.13 ^a	53.48±20.27 ^b	51.38±21.35 ^b	<0.01
ADG (g/d)	724.88±0.01 ^a	594.26±0.01 ^b	570.93±0.01 ^b	<0.01
FCR	2.68±0.04 ^a	5.08±0.21 ^b	5.71±0.42 ^b	<0.01
ADFI (g/d)	1,928.90±0.06 ^a	2,994.40±0.09 ^b	3,220.00±0.05 ^b	<0.01

ADG = Average daily gain, FCR = Feed conversion ratio, ADFI = Average daily feed intake

^{a, b, c} Means with different superscripts differ significantly (P < 0.05, n=6)

จากผลการศึกษาคุณภาพซากสุกร (Table 5) พบว่า น้ำหนักของซากซ้าย-ขวา, อุณหภูมิซาก, ค่า pH ของซากของทั้ง 3 กลุ่มการทดลอง ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P >0.05) และจากการประเมินลักษณะของเนื้อ โดยการใช้ภาพดิจิทัล พบว่า ในสูตรอาหาร FDP 70% สีของเนื้อสัน a* (สีแดง) มีค่ามากกว่า 26% เมื่อเทียบกับกลุ่มควบคุม ซึ่งจากรายงานของหยาดรุ่งและคณะ (2560) ได้ศึกษาสมบัติทางกายภาพของโยอาหารจากเปลือกทุเรียน พบว่าค่าสีของโยอาหารสีแดง (a*) มีค่า 3.73 จึงอาจส่งผลให้สุกรที่ได้รับเปลือกทุเรียนในสูตร FDP 70% มีค่าสีของเนื้อสันที่มากขึ้น อย่างไรก็ตาม การสูญเสียน้ำในระหว่างการทำอาหาร (Drip loss) ในสูตร FDP 70% ให้ค่าที่มากกว่าชุดควบคุมถึง 32% โดยค่า drip loss ส่งผลต่อคุณภาพของเนื้อหลังจากที่นำไปประกอบอาหาร สอดคล้องกับงานของ Hu et al., (2015) ที่พบว่าสุกรได้รับอาหารหมัก 20% เป็นเวลา 154 วัน พบว่าคุณภาพเนื้อไขมันแทรกเพิ่มขึ้น 28% สีแดงของเนื้อแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ (P <0.05) ขณะที่ค่า drip loss และ shear force ให้ค่าที่ต่ำกว่าชุดควบคุม

Table 5 Carcass quality of pig fed with fermented durian peel

Items	Control	FDP 50%	FDP 70%	P-value
Number of pigs	2	2	2	-
Back fat thickness (cm)	1.75±0.41	1.78±0.89	1.96±0.91	0.23
Right carcass weight (kg)	37.50±0.22	38.30±0.31	37.40±0.45	0.40
Left carcass weight (kg)	36.90±0.55	37.40±0.54	36.85±0.56	0.71
Color L*	63.25±0.20 ^b	67.12±0.18 ^a	64.28±0.29 ^b	0.03
a*	5.28±0.02 ^b	4.94±0.05 ^b	6.67±0.02 ^a	<0.01
b*	14.70±0.34	14.83±0.31	14.85±0.32	0.80
Carcass temperature (°C)	39.80±0.35	40.00±0.50	39.60±0.45	0.19
pH	5.70±0.09	5.90±0.01	5.68±0.03	0.45
Drip loss (%)	4.02±0.09 ^b	3.87±0.08 ^a	5.30±0.12 ^c	0.02

(L*=lightness; a*=redness; b*=yellowness)

FDP: fermented durian peel

a, b, c Means with different superscripts differ significantly (P < 0.05, n=2)

จากผลการศึกษาด้านต้นทุนการผลิตสุกรขุน (Table 6) แม้ว่าสุกรกินอาหารมาก จะส่งผลให้ต้นทุนการผลิตในส่วนของค่าอาหารสูง แต่เมื่อนำมาคำนวณคุณค่าทางเศรษฐกิจจากการเลี้ยงสุกร โดยคิดต้นทุนเฉพาะค่าอาหาร ระยะเวลาในการเลี้ยง และพันธุ์สุกร หักลบจากต้นทุนสุกร และค่าอาหาร พบว่า สูตรอาหาร FDP50% ได้กำไร 18% และสูตรอาหาร FDP 70% จะได้กำไรถึง 29% เมื่อเทียบกับชุดควบคุม

Table 6 Production cost and profit of pigs fed with fermented durian peel

Items	Control	FDP 50%	FDP 70%	P-value
Feed cost in growing period (baht/kg.)	15.33±0.01 ^c	9.64±0.01 ^b	7.36±0.01 ^a	<0.01
Feed cost in finishing period (baht/kg.)	14.67±0.01 ^c	9.31±0.01 ^b	7.16±0.01 ^a	<0.01
Total feed cost (baht)*	2,958.75±0.16 ^b	2,947.42±0.10 ^b	2,419.68±0.72 ^a	0.03
Pig price bought/pig (baht)	1,000.00	1,000.00	1,000.00	-
Pig price sold (baht/kg. liveweight)	68.00	68.00	68.00	-
Pig price sold/pig (baht)*	6,133.60±0.17 ^b	6,630.00±0.20 ^a	6,528.00±0.51 ^a	<0.01
Profit/pig (baht)*	3,174.90±0.96 ^b	3,736.10±0.72 ^a	4,082.10±0.78 ^a	<0.01

a, b, c Means with different superscripts differ significantly (P < 0.05)

FDP: fermented durian peel

* Means FDP50%, FDP70% was calculated for 112 days, and the control was calculated for 90 days; Final weight of pigs should be more than 90 kg.

สรุป

การใช้เศษวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรเป็นอีกแนวทางที่ช่วยลดต้นทุนให้กับเกษตรกร สามารถลดต้นทุนและได้กำไรมากถึง 29% โดยการนำเปลือกทุเรียนหมักด้วยกลุ่มจุลินทรีย์ที่ปรับปรุงพันธุกรรมทั้ง 4 กลุ่มมาผลิตเป็นอาหารสำหรับสุกร แม้ว่ากลุ่มทดลองที่มีการผสมเปลือกทุเรียนมีแนวโน้มที่ส่งผลต่ออัตราการเปลี่ยนอาหารของสุกรที่มากขึ้น และประสิทธิภาพการเจริญเติบโตลดลง อย่างไรก็ตาม คุณภาพของซากโดยเฉพาะสีของเนื้อสัน (สีแดง) ในกลุ่มผสมเปลือกทุเรียน (FDP70%) ให้ค่าสูงกว่ากลุ่มอื่น

คำขอบคุณ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณหน่วยความเป็นเลิศ (Unit of Excellence: FF64-UoE036) คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยพะเยา ที่สนับสนุนงานวิจัย รวมถึงทุนการศึกษาเพื่อนำไปสู่การพัฒนา และวิสาหกิจชุมชนเพียวพลัสฟาร์ม ฟาร์มโคพันธุ์ดีปากน้ำโพ ที่ให้อาหารและสถานที่ สัตว์ทดลอง วัสดุและอุปกรณ์ในการทำวิจัยในครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

- กลุ่มวิจัยเศรษฐกิจการปศุสัตว์ กองส่งเสริมและพัฒนาการปศุสัตว์ กรมปศุสัตว์. 2563. สถานการณ์การผลิตการตลาดสุกร และผลิตภัณฑ์ ประจำเดือนมิถุนายน 2563. แหล่งข้อมูล:<http://extension.dld.go.th/th1/images/stories/pdf>. ค้นเมื่อ 12 ตุลาคม 2562.
- ลือพงษ์ ลือนาม และ จรุงพงศ์ เทียมประทีป. 2552. การศึกษาวัสดุเหลือทิ้งจากกระบวนการเตรียมเนื้อทุเรียนสำหรับการทอดกรอบ. วารสารวิจัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก. 2: 36-40.
- สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร กรมปศุสัตว์. 2562. ทุเรียน : ร้อยละ และปริมาณการขายผลผลิตเป็นรายเดือน ปี 2562. แหล่งข้อมูล:<http://newweb.oae.go.th/assets/portals/1/fileups/prcaidata/files/sale%20product%2062.pdf>. ค้นเมื่อ 22 พฤศจิกายน 2562.
- หยาดรุ้ง สุวรรณรัตน์, จิรพร สวัสดิการ, ปารณีย์ สร้อยศรี, และ คมสัน มุ่ยสี. 2560. สมบัติทางกายภาพและความสามารถในการเป็นสารต้านอนุมูลอิสระของโยอาหารจากเปลือกทุเรียน. น 2279-2287. ใน: การนำเสนอผลงานวิจัยระดับชาติ เครือข่ายบัณฑิตศึกษา มหาวิทยาลัยราชภัฏภาคเหนือ ครั้งที่ 17 21 กรกฎาคม 2560. มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม, พิษณุโลก.
- อรุณี โยธี, วันดี ทาตระกูล, กุลยาภัสร์ วุฒิจารี, ทินกร ทาตระกูล, และ นิธิมา เฉลิมแสน. 2552. การทดแทนรำละเอียดในอาหารสุกรระยะรุ่น-ขุน ด้วยเศษผักและหยวกกล้วย. น 257-266. ใน:การประชุมวิชาการ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน ครั้งที่ 6 8-9 ธันวาคม 2552. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ (กำแพงแสน), นครปฐม.
- อุทัย คันโธ. 2554. ปัญหาอาหารสุกรจัดการได้. วารสารปศุสัตว์เกษตรศาสตร์. 38(150): 12-25.
- Brooks, P., J. Beal, S. J. Niven, and V. Demeckova. 2003. Liquid feeding of pigs II: Potential for improving pig health and food safety. *Animal Science Papers and Reports*. 21(1): 23-39.
- Bureenok, S., T. Namihira, Y. Kawamoto, and T. Nakada. 2005. Additive effects of fermented juice of epiphytic lactic acid bacteria on the fermentative quality of guineagrass (*Panicum maximum Jacq.*) silage. *Grassland Science*. 51(3): 243-248.
- Girolami, A., F. Napolitano, D. Faraone, and A. Braghieri. 2013. Measurement of meat color using a computer vision system. *Meat Science*. 93(1): 111-118.
- Hu, X. X., Y. H. Zhou, and Q. Bian. 2015. Effect of complex probiotics fermented feed without antibiotic on growth performance, plasma biochemical parameters, immune function and meat quality in growing finishing pigs. *Journal of Huazhong Agricultural University*. 34(1): 72-77.

- Jones, S. W., A. Karpol, S. Friedman, B. T. Maru, and B. P. Tracy. 2020. Recent advances in single cell protein use as a feed ingredient in aquaculture. *Current Opinion in Biotechnology*. 61: 189-197.
- Kallabis, K., and O. Kaufmann. 2012. Effect of a high-fibre diet on the feeding behaviour of fattening pigs. *Archives Animal Breeding*. 55: 272-284.
- Kyriazakis, I., and G. C. Emmans. 1995. The voluntary feed intake of pigs given feeds based on wheat bran, dried citrus pulp and grass meal, in relation to measurements of feed bulk. *British Journal of Nutrition*. 73(2): 191-207.
- Laitat, M., N. Antoine, J.F. Cabaraux, D. Cassart, J. Mainil, N. Moula, B. Nicks, J. Wavreille, and F. Philippe. 2015. Influence of sugar beet pulp on feeding behavior, growth performance, carcass quality and gut health of fattening pigs. *Biotechnology, Agronomy and Society and Environment*. 19: 20-31.
- Laksuk, H., S. Anuntalabhochai, K. Sangwijit, N. Boonreung, S. Suebsan, and C. Thongrote. 2019. Induced mutations of naked DNA by atmospheric pressure plasma jet (APPJ). *Srinakharinwirot Science Journal*. 35(2): 137-148.
- Laroussi, M. 2015. Low-temperature plasma jet for biomedical applications: A review. *IEEE Nuclear and Plasma Sciences Society*. 43: 703-712.
- Lee, Y., K. Kim, K. T. Kang, J. S. Lee, S. S. Yang, and W. H. Chung. 2014. Atmospheric-pressure plasma jet induces DNA double-strand breaks that require a Rad51-mediated homologous recombination for repair in *Saccharomyces cerevisiae*. *Archives of Biochemistry and Biophysics*. 560: 1-9.
- Ndou, S., R. Gous, and M. Chimonyo. 2013. Prediction of scaled feed intake in weaner pigs using physico-chemical properties of fibrous feeds. *British Journal of Nutrition*. 110: 1-7.
- NRC. 1998. Nutrition requirement of swine. National Academy Press. Washington D.C.
- O'Connell, D., L. J. Cox, W. B. Hyland, S. J. McMahon, S. Reuter, W. G. Graham, and F. J. Currell. 2011. Cold atmospheric pressure plasma jet interactions with plasmid DNA. *Applied Physics Letters*. 98(043701): 1-3.
- Owusu-Asiedu, A., J. Patience, B. Laarveld, K. A., Van, H. Simmins, and R. Zijlstra. 2006. Effects of guar gum and cellulose on digesta passage rate, ileal microbial populations, energy and protein digestibility, and performance of grower pigs. *Journal of Animal Science*. 84: 843-852.
- Phonmun, T., T. Subanrat, and S. Chumpawadee. 2015. Evaluation of metabolizable energy and digestibility of agro-industrial residues as ruminant feed. *Khon Kaen Agricultural Journal*. 43(1): 491-498.
- Polsa, N., W. Suyotha, S. Suebsan, S. Anuntalabhochai, and K. Sangwijit. 2020. Increasing xylanase activity of *Bacillus subtilis* by atmospheric pressure plasma jet for biomass hydrolysis. *3 Biotech*. 10: 1-9.
- Sangwijit, K., J. Jitonnorn, S. Pitakrattananukool, L. D. Yu, and S. Anuntalabhochai. 2016. Low-energy plasma immersion ion implantation modification of bacteria to enhance hydrolysis of biomass materials. *Surface and Coatings Technology*. 306: 336-340.
- Takahashi, T., and K.I. Horiguchi. 2005. Use of soiling rice crop silage as feed for growing pigs. *Grassland Science*. 51: 271-273.