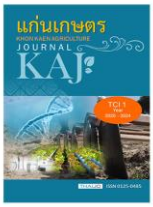
วารสารแก่นเกษตร THAIJO

Content List Available at ThaiJo

Khon Kaen Agriculture Journal

Journal Home Page : https://li01.tci-thaijo.org/index.php/agkasetkaj



ผลของการใช้เปลือกทุเรียนหมักจุลินทรีย์ที่ถูกปรับปรุงพันธุกรรมในอาหารต่อประสิทธิภาพการเจริญเติบโต และคุณภาพซากในสุกรระยะรุ่น-ขุน

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

นิติพล พลสา[1], กมล ฉวีวรรณ[2], กันตา แสงวิจิตร[3], สุกัญญา สืบแสน[4] และ สมบูรณ์ อนันตลาโภชัย[4]*

Nitipol Polsa[1], Kamon Chaweewan[2], Kanta Sangwijit[3], Sugunya Suebsan[4] 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] *ศูนย์ความเป็นเลิศด้านชีวะวิศวกรรมพลาสมา 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: การทดลองนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของการทดแทนอาหารสำเร็จรูปด้วยเปลือกทุเรียนหมักจุลินทรีย์ พันธุ์กลาย 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 ผลการทดลองพบว่ากลุ่มทดลองที่มีการผสมเปลือกทุเรียนมีแนวโน้มที่ส่งผลต่ออัตราการเปลี่ยนอาหารของสุกร (FCR) ที่มากขึ้น ($P < 0.05$) และประสิทธิภาพการเจริญเติบโต (ADG) ลดลงเมื่อเทียบกับชุดควบคุม ($P < 0.05$) ส่วนคุณภาพซากพบว่ากลุ่ม FDP 70% ให้ค่าสีของเนื้อแดงมากกว่ากลุ่มควบคุม ($P < 0.05$) นอกจากนี้ การเลี้ยงสุกรด้วยเปลือกทุเรียน 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

Received: date; November 2, 2020 Accepted: date; June 9, 2021 Published: date; December 5, 2021

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 ค่าวัตถุดิบ ต้นทุนในการเลี้ยงสัตว์มากกว่า 70% เป็นค่าอาหาร (อุทัย, 2554) สำหรับการลดต้นทุนค่าอาหารโดยการใช้เศษวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรเป็นอีกแนวทางที่ช่วยลดต้นทุนให้กับเกษตรกร เนื่องจากวัตถุดิบมีราคาถูก มีจำนวนมากในท้องถิ่น

ทุเรียน เป็นผลไม้เศรษฐกิจของประเทศไทย ได้รับการส่งเสริมและกำหนดมาตรฐานของทุเรียนเพื่อการส่งออก โดยในปี 2561 และ 2562 มีผลผลิตอยู่ที่ 759,828 และ 1,017,097 ตัน ตามลำดับ ซึ่งมีแนวโน้มสูงขึ้นทุกปี (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร กรมปศุสัตว์, 2562) ซึ่งทุเรียนสด 1 ตัน จะมีส่วนเหลือทิ้ง 714.90 กิโลกรัม หรือประมาณ 70% ต่อผลทุเรียน(ลือพงษ์ และ จรูญพงศ์, 2552) ปัญหาขยะจากเปลือกทุเรียนมีปริมาณเพิ่มสูงขึ้น กลายเป็นกองขยะเปลือกทุเรียน ที่ส่งผลต่อสิ่งแวดล้อม โดยจากการศึกษา ของ Phonmun et al. (2015) พบว่า คุณค่าทางโภชนะและการประเมินค่าพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้ของเศษเหลือ พบว่า เปลือกทุเรียนมีวัตถุแห้ง 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) ทั้งยังสามารถเก็บวัตถุดิบไว้ได้นาน ในช่วงขาดแคลนวัตถุดิบ

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

ดังนั้น การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ ศึกษาการใช้เปลือกทุเรียนหมักจุลินทรีย์ที่ถูกปรับปรุงพันธุกรรมทดแทนอาหารสำเร็จรูป โดยศึกษาประสิทธิภาพการเจริญเติบโต คุณภาพซาก และต้นทุนการผลิตสุกรขุน มุ่งหวังที่จะลดต้นทุนค่าอาหารให้กับเกษตรกร ทั้งยังเป็นการนำเทคโนโลยีทางฟิสิกส์ร่วมกับด้านการเกษตรกรรม ซึ่งถือเป็นอีกทางเลือกหนึ่งสำหรับเกษตรกร

วิธีการศึกษา

สัตว์ทดลอง

ใช้สุกรลูกสุกรหย่านมผสมพันธุ์ดูร็อคกับพันธุ์แลนด์เรซ (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 วิสาหกิจชุมชนเพียวพลัสฟาร์ม นครสวรรค์

เปลือกทุเรียนหมักจุลินทรีย์

เตรียมเปลือกทุเรียนที่เหลือจากการนำผลผลิตไปใช้ประโยชน์ มาผลิตเป็นอาหารสำหรับสุกร โดยมีกระบวนการคัดแยก บดด้วยเครื่องสับให้มีขนาด 3-5 เซนติเมตร และบรรจุลงถังพลาสติกสำหรับการหมัก ร่วมกับกากน้ำเต้าหู้ตามสัดส่วน (ถังขนาด 120 ลิตร พร้อมฝาปิดแบบมีเข็มขัดล๊อคฝา) แสดงใน **Table 1** ใส่น้ำหมักเชื้อจุลินทรีย์ที่ถูกปรับปรุงพันธุกรรมด้วยเทคนิคพลาสมาพลังงานต่ำ ประกอบด้วย 4 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มจุลินทรีย์ผลิตเอนไซม์เซลลูเลส (Sangwijit et al., 2016), กลุ่มจุลินทรีย์ผลิตเอนไซม์ไซลาเนส (Polsa et al., 2020), กลุ่มจุลินทรีย์ผลิตกรดแลคติก (*Enterococcus faecium*) และกลุ่มยีสต์ (*Saccharomyces cerevisiae*) โดยขยายเชื้อในกากน้ำตาลต่อน้ำสะอาด 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) ต่อวัตถุดิบ 100 กิโลกรัม นำไปผสมกับอาหารสำเร็จรูปตามสัดส่วน (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%และทดแทนด้วยเปลือกทุเรียนหมัก70%

เริ่มการทดลองเมื่อสุกรมีน้ำหนักโดยเฉลี่ย 24.5±0.9 กิโลกรัม ใช้เวลาการทดลอง 90 วัน เมื่อสิ้นสุดการทดลองสุ่มสุกรเพศผู้มาชำแหละเพื่อศึกษาคุณภาพซาก 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% คุณค่าทางโภชนะจากการวิเคราะห์ทางเคมี **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 โดยเป็นระบบจุ๊บน้ำ

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 ทำการอดอาหารสุกรเป็นระยะเวลา 12 ชั่วโมง ชั่งน้ำหนักตัวเมื่อสิ้นสุดการขุน ดำเนินการตามหลักจรรยาบรรณของสัตว์ทดลองและควบคุมด้วยระบบมาตรฐานของโรงฆ่าสัตว์ ชั่งน้ำหนักซากซ้าย-ขวา และความหนาไขมันสันหลัง (Back fat thickness) ทำการบ่มซากไว้ที่อุณหภูมิ 3 องศาเซลเซียสเป็นระยะเวลา 24 ชั่วโมง นำชิ้นส่วนของกล้ามเนื้อสันนอกมา วิเคราะห์คุณภาพเนื้อได้แก่ ค่าสีตามระบบ CIE (Girolami et al., 2013) ค่าอุณหภูมิของซาก ค่าความเป็นกรดด่างในเนื้อ (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

ผลการวิเคราะห์ทางเคมีของโภชนะในอาหารทดลอง

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 แต่อาจเปรียบเทียบได้กับงานของอรุณี 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 เนื่องจากอาหารที่มีเยื่อใยสูงส่งผลให้เกิดความอิ่มเร็วกว่าอาหารสูตรปกติ 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 สุกรที่ได้รับอาหารสูตรผสมเปลือกทุเรียน มีค่า FCR ที่สูงกว่าชุดควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) สอดคล้องกับอรุณี และคณะ (2552) ที่มีค่า FCR ที่สูงขึ้นเมื่อเลี้ยงทดแทนด้วยเศษผักและหยวกกล้วยหมัก โดยระยะเวลาในการเลี้ยงไม่นานจนเกินไป ผนวกกับต้นทุนอาหารที่ถูกที่สุด และมีประสิทธิภาพการใช้อาหารของสุกรไม่แตกต่างจากการใช้อาหารข้นเพียงอย่างเดียว

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) และจากการประเมินลักษณะของสีเนื้อ โดยการวิเคราะห์ภาพดิจิตอล พบว่า ในสูตรอาหาร FDP 70% สีของเนื้อสัน a* (สีแดง) มีค่ามากกว่า 26% เมื่อเทียบกับกลุ่มควบคุม ซึ่งจากรายงานของหยาดรุ้งและคณะ (2560) ได้ศึกษาสมบัติทางกายภาพของใยอาหารจากเปลือกทุเรียน พบว่าค่าสีของใยอาหารสีแดง (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% สีแดงของเนื้อแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ (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)

จากผลการศึกษาต้นทุนการผลิตสุกรขุน (**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 ที่ให้ความอนุเคราะห์สถานที่ 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 จรูญพงศ์ 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. สมบัติทางกายภาพและความสามารถในการเป็นสารต้านอนุมูลอิสระของใยอาหารจากเปลือกทุเรียน. น 2279-2287. ใน: การนำเสนอผลงานวิจัยระดับชาติ เครือข่ายบัณฑิตศึกษา มหาวิทยาลัยราชภัฏภาคเหนือ ครั้งที่ 17 21 กรกฎาคม 2560. มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม, พิษณุโลก.

อรุณี โยธี, วันดี ทาตระกูล, กุลยาภัสร์ วุฒิจารี, ทินกร ทาตระกูล, และ ณิฐิมา 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. Appllied 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. Jitonnom, 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.