องค์ประกอบทางโภชนะและผลการทดแทนเมล็ดข้าวโพดบดหมักหรือหญ้าเนเปียร์หมักในอาหารสำเร็จรูปสำหรับสุกรดำโครงการหลวง

Nutrient Chemical Composition and Effect of Replacing Either Fermented Corn Grain or Fermented Napier Grass in Commercial Diet for Royal Project Black Pig

วราภัสร์ พุทธา[1] และสุชน ตั้งทวีวิพัฒน์[1*]

Waraphat Puttha[1] and Suchon Tangtaweewipat[1*]

บทคัดย่อ

การศึกษาผลการทดแทนเมล็ดข้าวโพดบดหมักหรือหญ้าเนเปียร์หมักในอาหารสำเร็จรูปสำหรับสุกรดำโครงการหลวงต่อสมรรถภาพการผลิตและคุณภาพซาก ได้ทำการหมักเมล็ดข้าวโพดบดผสมกากน้ำตาล 1% เกลือ 1% และน้ำ 30% ในสภาพไม่มีอากาศเป็นเวลา 14 วัน (FC) ส่วนหญ้าเนเปียร์หมักในสภาพเดียวกัน 21 วันโดยไม่เติมน้ำ (FN) พบว่า FC มีจุลินทรีย์ผลิตกรดแลคติก (LAB) 31.0x10^5 cfu/g DM และมีโภชนะ (% of DM) ดังนี้ 8.40 CP, 3.24 CF และ 5.95 EE ส่วน FN มี LAB 32.2x10^5 cfu/g DM และ 10.60 CP, 26.88 CF, 3.85 EE ค่า ME ของ FC และ FN ที่คำนวณจากองค์ประกอบทางเคมีเท่ากับ 3.707 และ 2.680 kcal/g DM เมื่อใช้ FC และ FN เป็นอาหารสุกรดำโครงการหลวง โดยใช้สุกรดำ 30 ตัว เป็นเพศผู้และเมียอย่างละครึ่ง แบ่งแต่ละเพศเป็น 5 กลุ่มๆ ละ 3 ซ้ำ ให้กลุ่มที่ 1 เป็นกลุ่มควบคุม ได้รับอาหารสำเร็จรูป กลุ่มที่ 2-5 ได้รับอาหารที่มี FC หรือ FN ผสมกับอาหารควบคุม 20 และ 40% air dry basis สูตรอาหารมี 2 ระยะ คือ 15-30 และ 30-60 กก. โดยมี 16 และ 14% CP ตามลำดับ ค่า ME ทั้ง 2 ระยะมีไม่น้อยกว่า 3.0 kcal/g ปรากฏว่า ADG และ FCR ของกลุ่ม FC หรือ FN ให้ผลด้อยกว่า และใช้เวลาเลี้ยงส่งตลาดนานกว่ากลุ่มควบคุม ($P<0.05$) การใช้ FC ทั้งสองระดับ และ FN 40% มี FCG ต่ำกว่ากลุ่มควบคุม ($P<0.05$) ส่วนกลุ่ม 20% FN แม้ FCG จะไม่ต่างจากกลุ่มควบคุม แต่ใช้เวลาเลี้ยงนานขึ้น 18 วัน ($P<0.05$) การใช้วัตถุดิบหมักทั้ง 2 ชนิดช่วยลดความหนาไขมันสันหลัง และเพิ่มสัดส่วนเนื้อแดง โดยเฉพาะการใช้ FN ดังนั้นการใช้วัตถุดิบในท้องถิ่น ชนิดเมล็ดข้าวโพด หรือหญ้าเนเปียร์ หมักด้วยกระบวนการอย่างง่าย จึงมีข้อดีในแง่คุณภาพซาก และลดต้นทุนค่าอาหารได้

คำสำคัญ: เมล็ดข้าวโพดหมัก หญ้าเนเปียร์หมัก องค์ประกอบทางโภชนะ สมรรถภาพการผลิต สุกรดำโครงการหลวง

[1] ภาควิชาสัตวศาสตร์และสัตว์น้ำ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ จ.เชียงใหม่ 50200

[1] Department of Animal and Aquatic Sciences, Faculty of Agriculture, Chiang Mai University, Chiang Mai 50200, Thailand

* Corresponding author: agani002@gmail.com

Abstract

The experiment aims to study the effect of replacing either fermented corn grain or fermented Napier grass in a commercial diet for Royal Project Black pig on production performance and carcass quality. Corn grain plus 30% water, 1% molasses and 1% salt were fermented in anaerobic conditions for 14 days (FC). Napier grass was fermented in the same condition without adding water for 21 days (FN). It was found that FC contained on DM basis; lactic acid bacteria (LAB) $31.0x10^5$ cfu/g, 8.40% CP, 3.24% CF and 5.95% EE, while FN had LAB $32.2x10^5$ cfu/g, 10.60% CP, 26.88% CF and 3.85% EE. The calculated energy values from the chemical composition of FC and FN were 3.707 vs. 2.680 kcal ME/g DM. FC and FN were mixed in the diets fed to Royal Project black pigs, composed of 15 males and 15 females which were allotted to 5 treatments (T) of 3 replicates. During 15-30 kg, the feed contained 16% CP, while during 30-60 kg. It contained 14% CP. All diets had no less than 3.0 kcal ME/g. Pigs in T1 (control group) were fed with commercial pelletized feed (basal diet), while in the other treatments, the basal diet was replaced on air dry basis with 20 and 40% of FC (T2, T3) or 20 and 40% of FN (T4, T5). The results showed that ADG and FCR of pigs in T2-T5 were significantly worse than T1 ($P<0.05$). They also needed a longer time to reach the market weight ($P<0.05$). FCG of both levels of FC and 40% FN were significantly lower than T1. Even though, FCG of 20% FN was not significantly higher than T1 but needed 18 days longer raising time ($P<0.05$). Both fermented products decreased backfat thickness and increased lean meat percentage especially in the case of FN. Therefore, the use of local products, i.e. corn grain or Napier grass to be fermented in an easy process for partial substitution of commercial pig feed tends to have some advantages, especially in carcass quality and reducing FCG.

Keywords: fermented corn grain, fermented Napier grass, nutrient chemical composition, production performance, Royal Project black pig

คำนำ

ปัจจุบันผู้เลี้ยงสุกรประสบปัญหาต้นทุนการผลิตสูง ทั้งทางด้านพันธุ์สัตว์ และอาหารสัตว์มีราคาสูงขึ้นอย่างต่อเนื่อง ในขณะที่ราคาจำหน่ายผลผลิตมีความผันผวนค่อนข้างมาก ในบางช่วงเวลาเกษตรกรผู้เลี้ยง โดยเฉพาะรายย่อยมักขาดทุนเป็นประจำ การหาวิธีการลดค่าใช้จ่ายหรือลดต้นทุนการเลี้ยงสุกร จึงมีความจำเป็น เช่น การลดต้นทุนค่าอาหารซึ่งมูลค่าสูงถึง 60-70% ของต้นทุนทั้งหมด เป็นแนวทางหนึ่งที่นักวิจัยพยายามหาวัตถุดิบชนิดใหม่ๆ หรือที่มีปริมาณมากในพื้นที่มาผสมเป็นส่วนหนึ่งในสูตรอาหารสัตว์ ซึ่งจะช่วยลดค่าใช้จ่ายในการขนส่งได้ วัตถุดิบชนิดที่มีศักยภาพสำหรับพื้นที่สูงโดยทั่วไป เช่น เมล็ดข้าวโพด และหญ้าเนเปียร์ จัดเป็นวัตถุดิบอาหารสัตว์ที่น่าสนใจในการนำมาใช้เป็นอาหารสุกร เนื่องจากเป็นพืชท้องถิ่นที่เกษตรกรหาได้ง่าย ราคาถูก และมีคุณค่าทางโภชนะดีพอควร

เมล็ดข้าวโพดมีคุณค่าทางโภชนะ (% air dry basis) ดังนี้ ความชื้น 7.65, โปรตีน 9.80, แป้ง 73.83, ไขมัน 4.5, เยื่อใย 2.60 และพลังงานใช้ประโยชน์ได้ 375 kcal/100 g (Abiose & Ikujenlola, 2014) ส่วนคุณภาพโปรตีนในเมล็ดข้าวโพด มีค่าค่อนข้างต่ำ เนื่องจากมีกรดอะมิโนที่จำเป็นชนิดทริปโตเฟน ไลซีน

และทรีโอนีนในระดับต่ำ รวมทั้งยังมีปัญหาเรื่องความชื้นสูงในช่วงต้นฤดูเก็บเกี่ยว หากเกษตรกรมีการจัดการไม่เหมาะสม อาจเกิดเชื้อราสร้างสารพิษอะฟลาท็อกซิน (aflatoxin) ที่เป็นอันตรายต่อสัตว์ และยังมีปัญหาเรื่องแมลงเข้าทำลายเมล็ดได้ง่ายอีกด้วย (Kunan, 2017) สำหรับหญ้าเนเปียร์ที่เกษตรกรได้รับท่อนพันธุ์จากหน่วยงานของรัฐให้นำไปปลูกขยายผลเพื่อใช้เป็นอาหารสัตว์นั้น พบว่า เมื่อตัดที่อายุ 45 วัน ซึ่งมีความสูงประมาณ 1 เมตร จะมีองค์ประกอบทางโภชนะ (% air dry basis) ดังนี้ วัตถุแห้ง 16.9, โปรตีน 11.9, ไขมัน 3.9, คาร์โบไฮเดรตที่ละลายน้ำได้ 42.7 และเยื่อใย 30.7 (Shinoda et al. 2000) จะเห็นได้ว่า หญ้าเนเปียร์มีเยื่อใยสูงมาก ซึ่งส่วนใหญ่อยู่ในรูป hemicellulose ที่เป็นข้อจำกัดในการย่อยได้ เมื่อนำไปใช้เป็นอาหารสัตว์กระเพาะเดี่ยว มีรายงานว่า วิธีการหมัก (fermentation process) ช่วยให้เยื่อใยย่อยได้เพิ่มขึ้นเมื่อเทียบกับวัตถุดิบที่ไม่หมัก ทั้งนี้เนื่องจากในกระบวนการหมักช่วยทำให้พืชมีลักษณะอ่อนนุ่มมากขึ้น ง่ายต่อการย่อย สัตว์จึงสามารถย่อยเยื่อใยได้เพิ่มขึ้น (Seare et al. 2016) เช่นเดียวกับ Len (2008) รายงานว่า สัตว์ที่ได้รับหญ้าหมักจะมีการย่อยได้มากกว่าการให้หญ้าสด

การนำเมล็ดข้าวโพดบดและหญ้าเนเปียร์มาหมักในสภาพไร้อากาศ (anaerobic condition) จะเกิดจุลินทรีย์ที่ผลิตกรดแลคติก ซึ่งจะผลิตกรดแลคติกและฟอร์มิก ทำให้อาหารมีสภาพเป็นกรด จึงช่วยยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อราและแบคทีเรียที่ทำให้เกิดการเน่าเสีย (Kung et al. 2003; Schnürer & Magnusson, 2005;) และยังผลิตสารต่อต้านจุลินทรีย์ เช่น 2,3-butadione, reuterin (3-hydroxypropionaldehyde), acetaldehyde, hydrogen peroxide, hydroxyl radical, peptides หรือ proteins เช่น bacteriocins (Cleveland et al. 2001; Schnürer & Magnusson, 2005) และยังช่วยให้เยื่อใยย่อยได้เพิ่มขึ้นเมื่อเทียบกับวัตถุดิบที่ไม่ได้หมัก (Seare et al. (2016) อีกทั้งยังมีปริมาณโปรตีนสูงขึ้น (Kuikui et al. 2017) ในสุกรมีรายงานว่า สุกรขุน และสุกรสาวที่ได้รับหญ้าเนเปียร์หมักในอาหารสามารถใช้เยื่อใยให้เป็นประโยชน์ได้เพิ่มขึ้น โดยไม่ก่อให้เกิดผลเสียต่อการย่อยได้ สุกรมีสุขภาพที่ดี และมีประสิทธิภาพการสืบพันธุ์ดีขึ้นด้วย สอดคล้องกับ Department of Livestock Development (2017) รายงานว่า สุกรพันธุ์เหมยซานมีการย่อยเยื่อใยได้ดีกว่าสุกรพันธุ์ทางการค้า มีความทนต่อโรคสูงสามารถปรับตัวเข้ากับสภาพแวดล้อม และสภาพอากาศได้ดี อีกทั้ง Vasupen et al. (2013) รายงานว่าการใช้หญ้าหมักที่ระดับ 5-15% ทดแทนในอาหารสำเร็จรูปเลี้ยงสุกรสายพันธุ์พื้นเมือง (พันธุ์กระโดน) ไม่มีผลเสียต่อสมรรถภาพการผลิต (การเจริญเติบโต อัตราแลกน้ำหนัก หรือ FCR และต้นทุนค่าอาหาร) รวมทั้ง Danielsen et al. (1999) รายงานว่า สุกรที่ได้รับหญ้าหมักมีอัตราการย่อยได้มากกว่าสุกรที่ได้รับหญ้าสด

มูลนิธิโครงการหลวงได้ส่งเสริมให้เกษตรกรเลี้ยงสุกรที่มีขนลำตัวสีดำ ซึ่งเป็นสุกรลูกผสมระหว่างพันธุ์เปียแตรง - พื้นเมืองผสมกับพันธุ์ดูรอค-เหมยซาน โดยมีจุดเด่นในด้านการเจริญเติบโตเร็ว มีความทนทานต่อสภาพแวดล้อม ทนต่อโรค เลี้ยงง่าย และสามารถใช้อาหารที่มีคุณภาพต่ำได้ดีพอควร (Moonmanee et al., 2015) ในการวิจัยครั้งนี้ จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อนำเมล็ดข้าวโพดที่ปลูกโดยทั่วไปบนพื้นที่สูงและเก็บเกี่ยวในช่วงต้นฤดูฝนที่มีปริมาณความชื้นสูง รวมทั้งหญ้าเนเปียร์ซึ่งเจ้าหน้าที่ปศุสัตว์ได้ส่งเสริมให้เกษตรกรพื้นที่สูงปลูก มาหมักในสภาพไม่มีอากาศ โดยทำการศึกษาถึงองค์ประกอบทางโภชนะ รวมทั้งผลการใช้เมล็ดข้าวโพดบดหมักและหญ้าเนเปียร์หมักในอาหารสุกรดำโครงการหลวงต่อสมรรถภาพการผลิตและคุณภาพซาก เพื่อใช้แนะนำส่งเสริมให้เกษตรกรพื้นที่สูงใช้ประโยชน์ต่อไป

วิธีการศึกษา

แบ่งออกเป็น 2 การทดลอง ดังนี้

การทดลองที่ 1 ศึกษาคุณค่าทางโภชนะของเมล็ดข้าวโพดบดหมัก และหญ้าเนเปียร์หมัก

ใช้เมล็ดข้าวโพดบดผสมกากน้ำตาล 1% เกลือ 1% และน้ำ 30% คลุกเคล้าให้เข้ากัน หมักในสภาพไม่มีอากาศ เป็นเวลา 14 วัน ส่วนหญ้าเนเปียร์ตัดที่อายุ 45 วัน นำมาหั่นเป็นชิ้น ขนาด 2-3 เซนติเมตรด้วยเครื่องหั่น ผสมกับกากน้ำตาล 1% เกลือ 1% คลุกให้เข้ากัน หมักเป็นเวลา 21 วัน เมื่อครบกำหนดอายุหมัก นำวัตถุดิบทั้งสองชนิดมาวัดความเป็นกรด-ด่าง (pH) หาปริมาณจุลินทรีย์ที่ผลิตกรดแลคติก (Lactic bacteria) ด้วยวิธี spread plate (Fankhauser, 2012) โดยทำชนิดละ 5 ซ้ำ และวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนะโดยวิธี Proximate Analysis (A.O.A.C., 1990) แล้วนำค่าที่ได้ไปคำนวณค่าพลังงานย่อยได้ (DE) ด้วยสูตร DE = 949 + [(0.789 × GE) - (43 × %Ash) - (41 × %NDF)]; (NRC, 1998) และค่าพลังงานการใช้ประโยชน์ (ME) ด้วยสูตร ME = DE × [1.012 - (0.0019 × %CP)]; (NRC, 1998)

การทดลองที่ 2 การใช้เมล็ดข้าวโพดบดหมัก และหญ้าเนเปียร์หมักเป็นส่วนผสมในอาหารสุกรช่วงน้ำหนัก 15-60 กิโลกรัม

ใช้สุกรดำโครงการหลวงที่มีน้ำหนักตัวเฉลี่ย 15 กก. จำนวน 30 ตัว เป็นเพศผู้ 15 ตัว และเพศเมีย 15 ตัว แบ่งสุกรแต่ละเพศออกโดยสุ่มเป็น 5 กลุ่มๆ ละ 3 ซ้ำๆ ละ 2 ตัว (มีเพศละตัว/ซ้ำ) สุกรทดลองแต่ละซ้ำเลี้ยงในคอกปูนแบบปล่อยพื้นขนาดคอกละ 1.5 x 2 เมตร ซึ่งทั้ง 15 คอกย่อยอยู่โรงเรือนแบบเปิด สุกรในช่วงน้ำหนัก 15-30 กก. ให้อาหารที่มีโปรตีน 16% ส่วนช่วงน้ำหนัก 30-60 กก. ให้อาหารที่มีโปรตีน 14% อาหารทั้งสองระยะ มี ME ไม่น้อยกว่า 3.0 kcal/g สุกรแต่ละกลุ่มสุ่มให้ได้รับอาหารทดลอง ดังนี้

กลุ่มที่ 1 กลุ่มควบคุม ได้รับอาหารสำเร็จรูปทางการค้าชนิดเม็ด
กลุ่มที่ 2 เมล็ดข้าวโพดบดหมักแทนที่อาหารควบคุมระดับ 20% (air dry basis)
กลุ่มที่ 3 เมล็ดข้าวโพดบดหมักแทนที่อาหารควบคุมระดับ 40% (air dry basis)
กลุ่มที่ 4 หญ้าเนเปียร์หมักแทนที่อาหารควบคุมระดับ 20% (air dry basis)
กลุ่มที่ 5 หญ้าเนเปียร์หมักแทนที่อาหารควบคุมระดับ 40% (air dry basis)

ส่วนประกอบและคุณค่าทางโภชนะของสูตรอาหารทดลองทั้ง 2 ระยะ คือ น้ำหนักสุกร 15-30 และ 30-60 กก. แสดงไว้ใน Table 1 และ 2 ตามลำดับ

สุกรทุกตัวได้รับน้ำที่สะอาดและอาหารทดลองอย่างเต็มที่ *(ad libitum)* โดยให้อาหารวันละ 2 ครั้ง ที่เวลา 8.00 และ 17.00 น.

บันทึกข้อมูลปริมาณการให้อาหารสุกรเป็นรายวันทุกวัน ส่วนน้ำหนักตัวสุกรและอาหารที่สุกรกินเหลือบันทึกเมื่อสุกรมีน้ำหนักตัว 30 และ 60 กก. บันทึกระยะเวลาการเลี้ยงสุกรตั้งแต่เริ่มต้นจนถึงช่วงที่มีน้ำหนักตัวตามเกณฑ์กำหนด นำปริมาณอาหารที่กินและน้ำหนักตัวเพิ่มมาคำนวณอัตราแลกน้ำหนัก (feed conversion ratio, FCR) ต้นทุนค่าอาหารต่อน้ำหนักตัวเพิ่ม (Feed cost per gain, FCG) และอัตราการเจริญเติบโตต่อวันเฉลี่ย (Average daily gain; ADG)

เมื่อสุกรแต่ละกลุ่มมีน้ำหนักตัวถึง 60 กก. ทำการสุ่มสุกรกลุ่มละ 2 ตัว (เป็นเพศผู้ และเพศเมียอย่างละตัวจาก 3 ซ้ำ) มาชำแหละเพื่อศึกษาคุณภาพซาก โดยบันทึกข้อมูลน้ำหนักตัวมีชีวิตก่อนชำแหละ น้ำหนักซาก ความยาวซาก ซึ่งวัดจากจากกระดูกซี่โครงซี่แรกที่ติดกับกระดูกสันหลัง (anterior edge of the rib near the vertebral column) ถึงจุดหน้าสุดของกระดูกสะโพกของซาก (anterior of the aitch bone) และน้ำหนักเนื้อแดง โดยทำการแยกเนื้อแดงตามคำจำกัดความของ Bray (1963) ที่ ประกอบด้วยเนื้อส่วนขา

หลัง (ham) สันหลัง (loin) ไหล่ (boston butt) และต้นขาหน้า (picnic shoulder) ทั้ง 4 ส่วนตัดตามวิธีของ American Meat Science Association (1967) จากนั้นคำนวณเป็นค่าร้อยละของน้ำหนักซาก บันทึกค่าความหนาไขมันสันหลัง โดยใช้เวอร์เนียร์วัดแล้วนำมาหาค่าเฉลี่ยจาก 3 จุด คือ กระดูกซี่โครงซี่แรก กระดูกซี่โครงซี่สุดท้าย และกระดูกสันหลังบั้นเอว (lumbar vertebra) ข้อสุดท้าย

การศึกษาครั้งนี้ได้ผ่านการพิจารณาจากคณะกรรมการการดูแลการเลี้ยงสัตว์และใช้สัตว์เพื่องานทางวิทยาศาสตร์ (สัตว์เกษตร) คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ (เลขทะเบียน AG05002/2565)

การวิเคราะห์ทางสถิติ

นำข้อมูลสมรรถภาพการผลิตและคุณภาพซากของสุกร มาวิเคราะห์ค่าความแปรปรวน (Analysis of variance; ANOVA) โดยใช้แผนการทดลองแบบสุ่มตลอด และเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างกลุ่มด้วย Duncan's new multiple range test ตามที่ระบุไว้โดย Steel et al. (1997) โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ (R Studio)

Table 1 Feed formulation and nutrient compositions of experimental pig diet during 15-30 kg of bodyweight (air dry basis).

Item	Fermented corn grain		Fermented Napier grass		Commercial feed (Control group)
	20%	40%	20%	40%	
Ingredients:					
Commercial feed	74.85	50.21	67.89	38.19	100.00
Soybean meal (44% CP)	5.15	9.79	-	-	-
Full fat soybean (38% CP)	-	-	8.20	14.71	-
Palm oil	-	-	3.91	7.10	-
Fermented corn grain	20.00	40.00	-	-	-
Fermented Napier grass	-	-	20.00	40.00	-
Total	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
Calculated chemical composition *(% air dry basis)*					
Crude protein	16.00	16.00	16.00	16.00	16.00
Crude fiber	6.25	5.50	10.54	14.08	7.00
ME (kcal/kg)	3,123	3,260	3,000	3,000	3,000
Feed price (THB/kg)[1/]	14.62	12.92	13.20	10.11	16.33

[1/] Ingredients cost (THB/kg air dry): Soybean meal 12.71, Full fat soybean 17.00, Palm oil 12.00, Fermented corn grain 8.70 and Fermented Napier grass 0.45.

Table 2 Feed formulation and nutrient compositions of experimental pig diet during 30-60 kg of body weight (air dry basis).

Item	Fermented corn grain		Fermented Napier grass		Commercial feed (Control group)
	20%	40%	20%	40%	
Ingredients:					
Commercial feed	76.40	53.05	69.81	41.52	100.00
Soybean meal (44% CP)	3.60	6.95	-	-	-
Full fat soybean (38% CP)	-	-	5.79	10.50	-
Palm oil	-	-	4.40	7.98	-
Fermented corn grain	20.00	40.00	-	-	-
Fermented Napier grass	-	-	20.00	40.00	-
total	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
Calculated chemical composition *(% air dry basis)*					
Crude protein	14.00	14.00	14.00	14.00	14.00
Crude fiber	5.93	5.50	10.55	14.18	7.00
ME (kcal/kg)	3,081	3,163	3,001	3,003	3,000
Feed price (THB/kg)[1/]	14.42	12.85	12.21	9.39	16.00

[1/] Ingredients cost (THB/kg air dry): Soybean meal 12.71, Full fat soybean 17.00, Palm oil 12.00, Fermented corn grain 8.70 and Fermented Napier grass 0.45.

ผลการศึกษาและวิจารณ์

การทดลองที่ 1 คุณค่าทางโภชนะของเมล็ดข้าวโพดบดหมักและหญ้าเนเปียร์

จากข้อมูลใน Table 3 พบว่า เมล็ดข้าวโพดบดหมักเป็นระยะเวลา 14 วัน มีค่าวัตถุแห้ง 64.22% ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกับการศึกษาของ Silva et al. (2018) ที่ได้รายงานว่า มีค่าวัตถุแห้ง 64.26% การที่วัตถุแห้งของเมล็ดข้าวโพดหมักมีค่าต่ำกว่าเมล็ดข้าวโพดแห้งที่รายงานโดย NRC (1998; 64.22 และ 88.31%) เนื่องมาจากการเติมน้ำ 30% และกากน้ำตาล 1% ซึ่งกากน้ำตาลมีน้ำหรือความชื้นอยู่ถึง 25% (NRC., 1998) ส่วนค่าโภชนะอื่นเทียบเป็นร้อยละของวัตถุแห้ง (% DM) มีดังนี้ โปรตีน เยื่อใย ไขมัน เถ้า NFE และ NDF เท่ากับ 8.40, 3.24, 5.95, 2.61, 79.93 และ 12.45 ตามลำดับ การหมักเมล็ดข้าวโพดที่เหมาะสมควรหมักเป็นเวลาไม่น้อยกว่า 14 วัน ซึ่งจะได้คุณภาพดี คือ ไม่มีเชื้อรา มีกลิ่นหอม มี pH 4.32 ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ของพืชหมักคุณภาพดี (Guo et al., 2013) หากเมล็ดข้าวโพดบดหมักดังกล่าวใช้ไม่หมด ก็สามารถปล่อยให้หมักนานขึ้นเป็น 21 หรือ 28 วันได้ ส่วนจุลินทรีย์ผลิตกรดแลคติก (LAB) พบว่า มีจำนวน 31.0×10^5 cfu/g DM สำหรับหญ้าเนเปียร์หมักที่ 21 วัน พบว่า มีปริมาณวัตถุแห้งสูงกว่ารายงานของ Gunha et al. (2015) เล็กน้อย (19.52 vs 16.90%) ทั้งที่มีอายุการตัด 45 วันเหมือนกัน ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากหลายปัจจัย เช่น สภาพภูมิอากาศ การเจริญเติบโตของพืช การให้ปุ๋ย เป็นต้น หญ้าเนเปียร์หมักมีจุลินทรีย์กลุ่ม LAB เท่ากับ 32.2×10^5 cfu/g DM โดยจุลินทรีย์กลุ่ม LAB นี้ช่วยทำให้อาหารมีสภาพเป็นกรด จึงช่วยยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อราและแบคทีเรียที่ทำให้เกิดการเน่าเสีย (Kung et al., 2003; Schnürer & Magnusson,

2005) และยังผลิตสารต่อต้านจุลินทรีย์ เช่น 2,3-butadione, reuterin (3-hydroxypropionaldehyde), acetaldehyde, hydrogen peroxide, hydroxyl radical, peptides หรือ proteins เช่น bacteriocins (Cleveland et al., 2001; Schnürer & Magnusson, 2005) รวมทั้งยังช่วยให้เยื่อใยย่อยได้เพิ่มขึ้นเมื่อเทียบกับวัตถุดิบที่ไม่ได้หมัก (Seare et al. (2016) ด้วย อย่างไรก็ดี van Winsen et al. (2002) ได้รายงานว่า เมื่อสัตว์ได้รับอาหารหมัก จะมีการขับจุลินทรีย์กลุ่ม Enterobacteriaceae ลดลง สำหรับองค์ประกอบทางโภชนะเทียบเป็นร้อยละของวัตถุแห้ง ดังนี้ โปรตีน เยื่อใย ไขมัน เถ้า NFE และ NDF เท่ากับ 10.60, 26.88, 3.85, 10.98, 47.69 และ 43.59 ตามลำดับ สอดคล้องกับ Seare et al. (2016) ที่ทำการหมักหญ้าเนเปียร์ร่วมกับกากน้ำตาล 0.4% มีการสูญเสียวัตถุแห้งถึง 32.0 g/kg DM การหมักช่วยให้ค่าไขมันรวมและพลังงานรวมสูงขึ้น ส่วนปริมาณโปรตีน เยื่อใย เถ้า และคาร์โบไฮเดรตที่ละลายน้ำมีค่าสูงขึ้นเช่นกัน แต่ค่าดังกล่าวแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญเมื่อเทียบระหว่างการหมักที่อายุ 14 และ 28 วัน เมื่อพิจารณาถึงองค์ประกอบทางเคมี ทางกายภาพ และปริมาณจุลินทรีย์ การหมักหญ้าเนเปียร์ที่เหมาะสม ควรหมักเป็นเวลาไม่น้อยกว่า 21 วัน อย่างไรก็ตาม หากนำไปใช้ในสัตว์กระเพาะเดี่ยวควรคำนึงถึงเยื่อใยเพื่อให้สัตว์สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ด้วย

มีรายงานว่าวิธีการหมักสามารถช่วยให้เยื่อใยถูกย่อยได้เพิ่มขึ้นโดย Kang et al. (2009) ได้รายงานว่า จุลินทรีย์กลุ่มแลกติกแบคทีเรีย (LAB) มีผลต่อการทำงานของ ferulic acid esterase เมื่อศึกษาการย่อยได้ของโภชนะในโคเจาะกระเพาะ พบว่า จุลินทรีย์ในกลุ่ม LAB ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการย่อยได้ของ NDF ($P<0.05$) และยังช่วยให้เยื่อใยย่อยได้เพิ่มขึ้นเมื่อเทียบกับวัตถุดิบที่ไม่ได้หมัก (Seare et al., 2016) และมีปริมาณโปรตีนสูงขึ้น (Kuikui et al., 2017) เช่นเดียวกัน

เมื่อนำองค์ประกอบทางโภชนะของเมล็ดข้าวโพดบดหมักและหญ้าเนเปียร์มาคำนวณหาค่าพลังงานย่อยได้ (DE) พบว่า มีค่าเท่ากับ 3.615 และ 1.583 kcal DE/g DM ส่วนค่าพลังงานใช้ประโยชน์ได้ (ME) มีค่าเท่ากับ 3.586 และ 1.570 kcal ME/g DM ตามลำดับ (Table 3) ซึ่งจะเห็นได้ว่า ค่า ME ของเมล็ดข้าวโพดหมักมีค่าสูงกว่าเมล็ดข้าวโพดไม่หมักเล็กน้อย (3.586 และ 3.394 kcal/g; NRC, 1998) Khotchomphu et al. (2012) รายงานว่า สุกรที่ได้รับหญ้าหมักทดแทนอาหารสำเร็จรูป 10% มีค่าการย่อยได้ของโภชนะ เท่ากับ 85.21 และ 84.2 ตามลำดับ ไม่แตกต่างจากสุกรที่ได้รับเพียงอาหารสำเร็จรูปอย่างมีนัยสำคัญ สอดคล้องกับ Vasupen et al. (2013) ที่รายงานว่าสุกรที่กินหญ้ากินนีหมักระดับ 15% มีแนวโน้มค่าการย่อยของได้โปรตีนหยาบสูงกว่ากลุ่มควบคุมเล็กน้อย (91.48 และ 90.42%) โดยไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ

Table 3 Lactic acid bacteria, chemical composition, digestible energy and metabolizable energy of fermented corn grain and fermented Napier grass.

Item	Fermented corn grain[1/]	Dry corn grain[2/]	Fermented Napier grass[1/]	Napier grass[3/]
Lactic acid bacteria (cfu/g DM)	31.00×10^5	-	32.20×10^5	-
pH	4.23	-	3.83	-
DM (%)	64.22	88.31	19.52	16.90
Chemical composition (% of DM)				
CP	8.40	8.24	10.60	9.62

CF	3.24	1.98	26.88	-
EE	5.95	3.48	3.85	1.72
Ash	2.61	1.30	10.98	10.44
NFE	79.93	-	47.69	-
NDF	12.45	-	43.59	64.54
Gross energy (GE, kcal/kg DM)	4,168.67	3,987.00	3,666.67	-
Digestible energy (DE, kcal/kg DM)[4/]	3,615.40	3,455.00	1,582.67	-
Metabolizable energy (ME, kcal/kg DM)[5/]	3,585.87	3,394.00	1,569.79	-

[1/] Analyzed at feed laboratory, Department of Animal and Aquatic Sciences, Faculty of Agriculture, Chiangmai University.
[2/] NRC (1998)
[3/] Gunha et al. (2015); Napier grass were cut at 45 days of age
[4/] DE = 949 + [(0.789 × GE) - (43 × %Ash) - (41 × %NDF)]; (NRC, 1998)
[5/] ME = DE × [1.012 - (0.0019 × %CP)]; (NRC, 1998)

การทดลองที่ 2 การใช้เมล็ดข้าวโพดบดหมักและหญ้าเนเปียร์หมักเป็นอาหารสุกรช่วงน้ำหนัก 15-60 กก.

ผลการใช้เมล็ดข้าวโพดบดหมักและหญ้าเนเปียร์หมักต่อประสิทธิภาพการผลิตของสุกรดำโครงการหลวงในระยะน้ำหนักตัว 15-30 และ 30-60 กก. รวมทั้งผลตลอดการทดลอง (สุกรน้ำหนัก 15-60 กก.) แสดงไว้ใน Table 4 ปรากฏว่า ค่า ADG และ FCR ของกลุ่มเมล็ดข้าวโพดบดหมักและหญ้าเนเปียร์หมักให้ผลด้อยกว่าและใช้เวลาเลี้ยงส่งตลาดนานกว่ากลุ่มควบคุม ($P<0.05$) ผลที่ได้นี้ สอดคล้องกับรายงานของ Moonmanee et al. (2015) ที่กล่าวว่า สุกรที่ได้รับอาหารสำเร็จรูปมีค่า ADG มากกว่าให้อาหารสำเร็จรูปร่วมกับผักคัดทิ้ง และอาหารสำเร็จรูปร่วมกับพืชหมัก ($P<0.05$; 0.70, 0.59 และ 0.48 กก./วันตามลำดับ) การที่ค่า ADG ลดลงในกลุ่มที่ได้รับเมล็ดข้าวโพดบดหมัก และหญ้าเนเปียร์หมักทั้งสองระดับนี้ อาจเนื่องมาจากการย่อยได้ของโภชนะที่ลดลงเมื่อสุกรได้รับอาหารที่เป็นเยื่อใยมากขึ้น ทำให้การใช้ประโยชน์ได้ของโภชนะลดลง เช่นเดียวกับ Phochan et al. (1990) ที่กล่าวว่า เมื่อเพิ่มหญ้าขนสด และใบกระถินสดในสูตรอาหารสุกรลูกผสมพันธุ์ลาร์จไวท์ที่ระดับ 50-70% ทำให้การย่อยได้ของโภชนะ และ ADG ลดลง แต่ช่วยลดต้นทุนค่าอาหารลงได้ Kenneth et al. (2010) กล่าวว่า สุกรที่ได้รับอาหารหยาบที่มากเกินความต้องการจะทำให้การย่อยได้ของโภชนะด้อยลง ทั้งนี้เนื่องจากการย่อยเยื่อใยในสุกรมีประสิทธิภาพต่ำ อย่างไรก็ดี ในการทดลองครั้งนี้พบว่าการใช้เมล็ดข้าวโพดบดหมักทั้งสองระดับ และใช้หญ้าเนเปียร์หมักระดับ 40% ตลอดระยะการทดลองมีค่า FCG ต่ำกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญ (63.07-72.25 และ 79.58 บาท/น้ำหนักตัวเพิ่ม 1 กก; $P<0.05$) ซึ่งเป็นผลมาจากราคาอาหารมีต้นทุนที่ต่ำกว่าอาหารสำเร็จรูปทางการค้า ส่วนกลุ่มที่ใช้หญ้าเนเปียร์หมักระดับ 20% แม้จะมีต้นทุนการผลิตสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างไม่มีนัยสำคัญ (82.83 และ 79.58 บาท/น้ำหนักตัวเพิ่ม 1 กก; $P>0.05$) แต่ใช้เวลาเลี้ยงนานขึ้น 18 วัน (74.67 และ 56.33 วัน; $P<0.05$) จึงจะได้น้ำหนักตัวตามเกณฑ์ที่ส่งตลาดได้ สอดคล้องกับ Yothee et al. (2009) ที่รายงานว่า สุกรที่ได้รับหยวกกล้วยและผักหมักระดับสูงในอาหารมีระยะเวลาการเลี้ยงสุกรจากน้ำหนัก 30 กก. ถึงน้ำหนัก 100 กก. นานกว่ากลุ่มควบคุม 37 วัน รวมทั้งมีความหนาไขมันสันหลังลดลง ผลการทดลองนี้แสดง

ว่า การใช้หญ้าหมักที่หาได้ง่ายในท้องถิ่นเป็นส่วนหนึ่งของสูตรอาหาร อาจไม่ช่วยให้ค่าใช้จ่ายลดลงในระดับที่คุ้มค่าต่อการลงทุน แต่อาจช่วยลดการซื้ออาหารสำเร็จรูปจากพื้นที่ราบไปยังพื้นที่สูงที่อยู่ห่างไกลได้บ้าง โดยเฉพาะในช่วงที่อาหารสัตว์แพงขึ้นมาก สำหรับการใช้เมล็ดข้าวโพดซึ่งได้จากการปลูกในพื้นที่มาหมัก จากนั้นนำไปทดแทนอาหารสำเร็จรูปทั้งที่ระดับ 20% และ 40% สามารถลดต้นทุนการผลิตสุกร (ค่า FCG) ลงได้ แต่เกษตรกรต้องใช้เวลาเลี้ยงสุกรนานขึ้นอีกเป็นเวลา 8 และ 11 วัน ตามลำดับ

Table 4 Production performances of Royal Project black pigs fed diet containing varying level Of fermented corn grain or fermented Napier grass during 15 - 60 kg BW.

	Control	Fermented corn grain		Fermented Napier grass		P-value	SEM
Level in diet (%)		**20**	**40**	**20**	**40**		
During 15-30 kg BW							
Body weight (kg.)							
- Initial	15.00	15.00	15.01	15.17	14.89	0.94	0.11
- Final	30.75^{c}	31.28^{ab}	31.39^{a}	30.81^{b}	30.93^{ab}	0.04	0.09
ADG (g)	807.83^{a}	659.34^{b}	598.17^{c}	541.13^{d}	447.89^{e}	<0.01	9.06
Raising time (day)	20.17^{e}	24.83^{d}	26.17^{c}	29.67^{b}	35.17^{a}	<0.01	0.92
Feed intake (kg/day)	2.07^{a}	1.70^{b}	1.83^{ab}	2.00^{a}	1.83^{ab}	0.05	0.09
FCR	2.65^{b}	2.59^{b}	2.93^{b}	3.79^{a}	4.02^{a}	<0.01	0.05
FCG (THB/kg BW gain)	41.78^{b}	37.87^{b}	39.91^{b}	48.65^{a}	41.12^{b}	<0.01	1.41
During 30-60 kg BW							
Body weight (kg.)							
- Initial	30.75^{c}	31.28^{ab}	31.39^{a}	30.81^{b}	30.93^{ab}	0.94	0.09
- Final	61.15	61.05	61.05	60.60	60.90	0.20	0.12
ADG (g)	834.19^{a}	737.15^{b}	739.95^{b}	665.56^{c}	656.46^{c}	<0.01	0.02
Raising time (day)	36.17^{c}	39.83^{b}	40.67^{b}	45.00^{a}	45.00^{a}	<0.01	1.36
Feed intake (kg/day)	3.033^{bc}	2.93^{c}	3.17^{abc}	3.33^{a}	3.27^{ab}	0.03	0.05
FCR	3.636^{c}	3.98^{b}	4.29^{b}	4.98^{a}	5.00^{a}	<0.01	0.15
FCG	59.15^{a}	57.59^{ab}	54.52^{b}	61.48^{a}	46.75^{c}	<0.01	1.58
During 15-60 kg BW (Overall)							
Body weight (kg.)							
- Initial	15.00	15.00	15.01	15.17	14.89	0.94	0.11

Level in diet (%)	Control	Fermented corn grain		Fermented Napier grass		P-value	SEM
		20	40	20	40		
- Final	61.15	61.05	61.05	60.60	60.90	0.20	0.12
ADG (g)	816.00[a]	706.00[b]	689.33[b]	614.00[c]	564.67[d]	<0.01	23.29
Raising time (day)	56.33[e]	64.67[b]	67.33[c]	74.67[b]	80.00[a]	<0.01	2.21
Feed intake (kg/day)	5.00	4.67	5.00	5.33	5.00	0.35	0.10
FCR	6.25[c]	6.57[c]	7.26[b]	8.68[a]	9.03[a]	<0.01	0.36
FCG (THB/kg BW gain)	79.58[a]	72.25[b]	70.64[b]	82.83[a]	63.07[c]	<0.01	61.86

[a,b,c] Mean values in a row with different superscript letters were significantly different (P<0.05)
ADG = Average daily gain; FCR = Feed conversion ratio; FCG = Feed cost per gain

ผลของการใช้อาหารทดลองต่อองค์ประกอบซาก เมื่อสิ้นสุดการทดลองที่น้ำหนัก 60 กก. แสดงไว้ใน Table 5 ปรากฏว่า การให้เมล็ดข้าวโพดบดหมัก หรือหญ้าเนเปียร์หมักทดแทนอาหารสำเร็จรูปทั้งสองระดับข้างต้น ไม่ส่งผลเสียต่อเปอร์เซ็นต์ซากและความยาวซาก (P>0.05) แต่มีผลต่อสัดส่วนเนื้อแดง โดยการใช้วัตถุดิบหมักทั้ง 2 ชนิด จะได้เปอร์เซ็นต์เนื้อแดงเพิ่มขึ้น ในขณะที่ความหนาไขมันสันหลังลดลงอย่างมีนัยสำคัญเมื่อเทียบกับกลุ่มควบคุม (P<0.05) ทั้งนี้ อาจมีสาเหตุเนื่องมาจากสูตรอาหารทดลองที่ใช้หญ้าหมักทดแทนอาหารสำเร็จรูปทั้งสองระดับมีปริมาณเยื่อใยสูงกว่าอาหารควบคุม คือ อาหารสำเร็จรูปทางการค้าอย่างมาก เมื่อนำไปเลี้ยงสุกรจึงทำให้มีสมรรถภาพการผลิตด้อยกว่าอย่างมีนัยสำคัญ (P<0.05, Table 3) และมีการสะสมไขมันน้อยกว่า อย่างไรก็ดี ผลจากการศึกษาครั้งนี้ขัดแย้งกับ Wallenbeck et al. (2015) ที่รายงานว่าสุกรกลุ่มที่ได้รับอาหารสำเร็จรูปผสมกับหญ้าหมักแบบสับมีเปอร์เซ็นต์ซากต่ำที่สุด เมื่อเทียบกับสุกรกลุ่มควบคุมที่ได้รับอาหารสำเร็จรูปเพียงอย่างเดียว

Table 5 Effects of fermented corn grain and fermented Napier grass on carcass quality of pigs at 60 kg BW.

Level in diet (%)	Control	Fermented corn grain		Fermented Napier grass		P-value	SEM
		20	40	20	40		
Carcass percentage	72.33	75.45	71.04	71.33	71.50	0.05	0.60
Lean (% of carcass wt.)	35.96[b]	35.00[c]	36.62[b]	39.38[a]	38.80[a]	0.01	0.56
Back fat thickness (inch)	3.67[a]	3.28[b]	3.25[b]	3.25[b]	3.05[b]	0.01	0.08
Carcass length (cm.)	83.50	70.50	71.80	71.20	69.30	0.19	2.14

[a,b,c]Mean values in a row with different superscript letters were significantly different (P<0.05).

เมื่อพิจารณาโดยรวมจากการทดลองครั้งนี้มีประเด็นที่น่าสนใจ คือ การใช้วัตถุดิบหมักทั้ง 2 ชนิด ข้างต้นในระดับที่เหมาะสมในสูตรอาหาร สามารถช่วยลดต้นทุนค่าอาหารในการเพิ่มน้ำหนักตัว (FCG) รวมทั้งได้สัดส่วนของเนื้อแดงเพิ่มขึ้น ในขณะที่สุกรมีความหนาไขมันสันหลังลดลง โดยเฉพาะการได้รับหญ้าเนเปียร์หมัก ดังนั้นการใช้วัตถุดิบในท้องถิ่นที่หาได้สะดวก ชนิดเมล็ดข้าวโพดหรือหญ้าเนเปียร์ หมักด้วยกระบวนการอย่างง่าย จึงมีข้อดีในแง่คุณภาพซาก และช่วยลดการซื้ออาหารสำเร็จรูปไปยังพื้นที่สูงได้บ้าง แต่เกษตรกรจะใช้เวลาเลี้ยงสุกรนานขึ้นเล็กน้อย

สรุปผลการศึกษา

การหมักเมล็ดข้าวโพดบดโดยผสมกับกากน้ำตาล 1% เกลือ 1% และน้ำ 30% คลุกเคล้าให้เข้ากัน ในสภาพไม่มีอากาศ เป็นเวลา 14 วัน ส่วนหญ้าเนเปียร์หมักในสภาพเดียวกัน หมักเป็นเวลา 21 วันโดยไม่เติมน้ำ พบว่า เมล็ดข้าวโพดบดหมักมีวัตถุแห้ง (DM) 64.2% มีจุลินทรีย์ผลิตกรดแลคติก $31.0x10^5$ cfu/g และมีโปรตีน เยื่อใย และไขมัน เท่ากับ 8.40, 3.24 และ 5.95% of DM ส่วนหญ้าเนเปียร์หมักพบจุลินทรีย์ผลิตกรดแลคติก $32.2x10^5$ cfu/g มี DM เท่ากับ 19.52% มีโปรตีน เยื่อใย และไขมัน เท่ากับ 10.6, 26.88 และ 3.85% of DM ตามลำดับ เมื่อนำเมล็ดข้าวโพดหมัก หรือหญ้าเนเปียร์หมักไปใช้ในสูตรอาหาร โดยแทนที่อาหารควบคุมในระดับ 20 และ 40% ทำให้สุกรมีอัตราการเจริญเติบโต และประสิทธิภาพการใช้อาหารเลวลง เป็นเหตุให้เกษตรกรต้องใช้เวลาเลี้ยงเพื่อให้ได้น้ำหนักตามเกณฑ์ส่งตลาด (น้ำหนักตัว 60 กก.) นานขึ้น 8-24 วันขึ้นกับชนิดวัตถุดิบและระดับการใช้ทดแทนอาหารสำเร็จรูป โดยมีข้อดีในด้านคุณภาพซากที่มีเนื้อแดงสูงขึ้น ดังนั้น การใช้วัตถุดิบในท้องถิ่น ชนิดเมล็ดข้าวโพด หรือหญ้าเนเปียร์ที่ปลูกได้ง่ายบนพื้นที่สูง มาหมักด้วยกระบวนการอย่างง่าย สามารถนำไปใช้ทดแทนอาหารสำเร็จรูปบางส่วนได้ แต่เกษตรกรต้องเลี้ยงสุกรนานขึ้น

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณมูลนิธิโครงการหลวงที่ได้สนับสนุนทุนงานวิจัย

เอกสารอ้างอิง

Abiose, S. H. & Ikujenlola, A. (2014). Comparison of chemical composition, functional properties and amino acids composition of quality protein maize and common maize (*Zea may* L). **Journal of Food Science and Technology.** 5(3), 81-89. doi:10.14303/ajfst.2014.024.

American Meat Science Association. 1967. **Recommended guides for carcass evaluation and contests.** American Meat Science Association. Chicago, Iil.

AOAC. (1990). **Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists.** 15th ed. Washington: Association of Official Analytical Chemists

Bray, R. W. 1963. Quanyitative measures of carcass composition and Qualitative evalution. **Symposium on Feed and Meat Terminology; 54th Meeting of the American.** Security Operation Center. Journal of Animal Science. 22.

Cleveland, J., Montville, T. J., Nes, I. F., & Chikindas, M. L**.** (2001). Bacteriocins: safe, natural antimicrobials for food preservation. **International Journal of Food Microbiology.** 71**,** 1-20.

Danielsen, V., Hansen, L.L., Møller, F., Bejerholm, C. & Nielsen, S. (1999). Production results and sensory meat quality of pigs fed different amounts of concentrate and ad lib. Clover grass or clover grass silage.

Proceedings of NJF-seminar No, 303. (pp. 79-86). Ecological Animal Husbandry in the Nordic Countries.

Department of Livestock Development. (2017). **rūam lem sukǭn phan mœ̄isān khǭng krom pasu sat.** Nakon Ratchasima: Provincial Livestock Office.

Fankhauser, D. B. (2012). **Pour plate technique for bacterial enumeration.** [Online].Available:http://biology.clc.uc. edu/fankhauser/Labs/Microbiology/Meat_Milk/Pour_Plate.htm.[2012, January 20].

Gunha, T., Powpaisal, I. & Sommart, K. (2015). Itthiphon khǭng ʻāyu tat kepkīeo yānēpīa pākchǭng nưng tǭ ʻongprakǭp thāng khēmī khwāmsāmāt nai kān yoi dai phalangngān thī chai prayōt dai læ kān plotploi kǣt mīthēn čhāk krapho mak khǭng khō nūa [Influences of Napier grass [*Pennisetum purpureum x Pennisetum glaucum* (Pakchong 1) cutting aged on chemical composition, digestibility, metabolizable energy and enteric methane emissions in beef cattle]. **Khon Kaen Agriculture Journal.** 43(3), 565-572.Guo, X. S., Undersander, D. J. & Combs, D. K. (2013). Effect of lactobacillus inoculants and forage dry matter on the fermentation and aerobic stability of ensiled mixed-crop tall fescue and meadow fescue. **Journal of Dairy Science.** 96, 1735-1744. doi: 10.3168/jds.2045-5786.

Kang, T. W., Adesogan, A. T., Kim, S. C and Lee, S. (2009). Effects of an esterase-producing inoculant on fermentation, aerobic stability, and neutral detergent fiber digestibility of corn silage. **Journal of Dairy Science.** 92, 732–738. doi:10.3168/jds.2007-0780.

Kunan, N. (2017). **ʻāhān læ kānhai ʻāhān sat khīeoʻūang** [Feed and Feeding of Ruminants]. Udon Thani. Udon Thani Rajabhat University.

Khotchomphu, N. et al. (2012). Kān chai yā mak thotthǣn nai ʻāhān suk tǫ samatthana kān charoentœ̄ptō læ kān yoi dai khǭng phōt chana nai suk phūnmūang [Used grass silage in pig diet on growth performance and nutrients of digestibility in native pigs]. **Khon Kaen Agriculture Journal.** 40 (suppl.2,: 507-511.

Kuikui, N.,Yanping, W. & Huili, P. (2017). Natural lactic acid bacteria population and silage fermentation of whole-crop wheat. **Journal of Animal Sciences.** 28(8), 1123-32. doi:10.5713/ajas.14.0955.

Kung Jr., L., Stokes, M. R. & Lin, C. J. (2003). Silage additives: Review. **Journal of Applied Sciences.** doi:10.4236/ojapps.2014.45026.

Len, N. T. (2008). **Evaluation of Fibrous Feeds for Growing Pigs in Vietnam.** Doctoral thesis. Uppsala. Swedish University of Agricultural Sciences.

Moonmanee, T., Phuak-Charoen, K. & Tangtaweewipat, S. (2015). **Kān khat lūak Prapprung suk læ kān thot sǭp sut ʻāhān thī mosom** [Integrated Research to Increase Pig Production Efficiency on Highland Area]. Department of Animal and Aquatic Sciences, Faculty of Agriculture, Chiang Mai University.

NRC. (1998). **Nutrient Requirements of Swine.** 10th ed. Washington D.C.: The National Academy Press.

Phochan, S., Phochan, P. & Rotchanasathit, S. (1990). Kān khun suk dōī chai yākhon sot thotthǣn ʻāhānkhon [Utilization of fresh para Grass Replacing concentrate feed for pig fattening]. **Journal of Agriculture.** 6.1,10-20.

Seare, T. D., Xianjun, Y., Junfeng, L. & Tao, S. (2016). Ensiling characteristics, structural and nonstructural carbohydrate composition and enzymatic digestibility of Napier grass ensiled with additives. **Bioresource Technology.** 211,447-454. doi:10.1016/j.biortech.2016.09.068.

Schnürer, J. & Magnusson, J. (2005). Antifungal lactic acid bacteria as biopreservatives. **Trends in Food Sciences andTechnology.** 16,70-78.

Shinoda, M., Kawashima, T., Pholsen, P. & Chuenpreecha, T. (2000). **Quality and nutritive value of Napier grass silage at different growth stages and chopped or unchopped in northeast Thailand.** Retrieved from: http://www.fao.org/3/X8486E/x8486e0z.htm.

Silva, M. R., Jobim, C., Neumann, M. & Osmari, M. P. (2018). Corn grain processing improves chemical composition and fermentative profile of rehydrated silage. **Journal of Animal Sciences.** 40(1), 1807-8672 doi:10.4025/actascianimsci.v40i1.42564.

Steel, R.G.D., Torrie, J.H. & Dickey, D.A. (1997). **Principles and Procedures of Statistics: A Biometrical Approach.** 3rd ed. McGraw-Hill Book Co. Inc., New York. 666 p.

Van Winsen et al. (2002). Effect of fermented feed on shedding of Enterobacteriaceae by fattening pigs. **Veterinary Microbiology**. 87(3), 267–276. doi:10.1016/s0378-1135(02)00066-4.

Vasupen, K., Waongsuthawas, S.,Bureenok, S., Mitchaothai, C. & Yuangklang, C. (2013). Phon khoṇng kān thotthǣn ʻāhān rap suk run duā̄i yā̄mak toṭ samatphāp kān phalit læ kān Yoṭ dai khoṇng photchana nai suk phūnmūang [Effect of replacing complete diet for growing pig with grass silage on productive performance and nutrients digestibility of native pigs]. **Journal of Mahanakorn Veterinary Medicine.** 8(2), 89-101.

Wallenbeck, A., Rundgrenb. M., & Prestob, M. (2015). Inclusion of grass/clover silage in diets to growing/finishing pigs-Influence on performance and carcass quality. **Journal of Animal Science.** 64, 145-153.

Yothee, A., Tartrakoon, W., Wuthijaree, K., Tartrakoon, T. & Chalermsan, N. (2009). **kān thotthǣn ram laʻīat nai ʻāhān sukoṇ raya run khun duā̄i sēt phak læ yūak klūai mak** [Substitution for Fine Rice Bran in Growing-Finishing Diet by Fermented Vegetable Wastes and Banana Stalk]. Faculty of Agriculture, Naresuan University.

วันรับบทความ (Received date) : 25 มิ.ย. 65

วันแก้ไขบทความ (Revised date) : 3 พ.ย. 65

วันตอบรับบทความ (Accepted date) : 16 ธ.ค. 65