

ผลของระดับโปรตีนในอาหารต่อสมรรถภาพการผลิต คุณภาพซาก และคุณภาพเนื้อ ของสุกรพื้นเมืองไทย

Effects of Dietary Protein Levels on Productive Performance, Carcass, and Meat Quality of Thai Native Pigs

เนตรอนงค์ ผลเกต¹ จันทรพร เจ้าทรัพย์² พรรณิภา ศิวะพิรุฬห์เทพ¹
กมล จิววรรณ³ วิไลวรรณ แทนธานี³ และรณชัย สิทธิไกรพงษ์^{1*}
Netanong Phonkate¹, Chanporn Chaosap², Panneepa Sivapirunthep²,
Kamol Chaweewan³, Wilaiwan Thantane³ and Ronachai Sitthigripong^{1*}

บทคัดย่อ

การทำวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาอิทธิพลของระดับโปรตีนที่แตกต่างกันในอาหารที่มีผลต่อสมรรถภาพการผลิต คุณภาพซาก และคุณภาพเนื้อสุกรพื้นเมืองไทย การทดลองนี้ใช้สุกรพื้นเมืองไทยจากจังหวัดแม่ฮ่องสอน จำนวน 24 ตัว เพศผู้ตอน และเพศเมียอย่างละเท่า ๆ กัน น้ำหนักเริ่มทดลองเฉลี่ย 21.60±5.21 กิโลกรัม แบ่งสุกรออกเป็น 4 กลุ่ม สุกรแต่ละกลุ่มได้รับอาหารที่มีระดับโปรตีนแตกต่างกัน คือ 12, 14, 16 และ 18 เปอร์เซ็นต์ สุกรแต่ละตัวถูกเลี้ยงในกรงขังเดี่ยว ระหว่างการเลี้ยงให้อาหารแบบเต็มที่มีน้ำให้กินตลอดเวลา บันทึกสมรรถภาพการผลิตทุก ๆ 3 สัปดาห์จนสุกรมีน้ำหนักได้ประมาณ 60 กิโลกรัม หลังจากนั้นนำสุกรทุกตัวเข้าฆ่าและชำแหละซาก ทำการเก็บข้อมูลคุณภาพซาก เก็บตัวอย่างกล้ามเนื้อสันนอก (*Longissimus dorsi*) เพื่อนำมาศึกษาคุณภาพเนื้อ ผลการศึกษาพบว่าสุกรที่ได้รับอาหารที่มีระดับโปรตีนแตกต่างกันมีสมรรถภาพการผลิตแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) และพบว่าสุกรที่ได้รับอาหารที่มีระดับโปรตีนแตกต่างกันมีคุณภาพซากและคุณภาพเนื้อไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) ยกเว้นเปอร์เซ็นต์กระดูก โดยสุกรที่ได้รับอาหารที่มีโปรตีน 12 เปอร์เซ็นต์ มีเปอร์เซ็นต์กระดูกต่ำที่สุด ($P<0.05$) นอกจากนี้ยังพบว่าสุกรพื้นเมืองที่ได้รับอาหารที่มีระดับโปรตีนสูงขึ้นมีแนวโน้มความหนาไขมันสันหลังลดลง ($P=0.07$) ดังนั้นสามารถใช้อาหารที่มีระดับโปรตีนในอาหาร 12 เปอร์เซ็นต์ เลี้ยงสุกรพื้นเมืองได้ ทำให้มีต้นทุนค่าอาหารในการเพิ่มน้ำหนักตัวถูกกว่าอาหารที่มีระดับโปรตีนในอาหารสูง

คำสำคัญ: ระดับโปรตีน สมรรถภาพการผลิต คุณภาพซาก คุณภาพเนื้อ สุกรพื้นเมืองไทย

Abstract

The objectives of this research were to study the influence of dietary protein levels on productive performance, carcass quality, and meat quality of Thai native pigs. There were 24 Thai native pigs, 12 castrated males and 12 female pigs, from Mae Hong Son province, with an average initial body weight of 21.60±5.21 kg. All pigs were randomly allocated into 4 feeding groups fed with different protein levels; 12, 14, 16 and 18%. Each pig was raised in an individual cage. They were fed *ad libitum* and given free access to drinking water. The pig performances were recorded every 3 weeks until they reached 60 kg body weight. All of them were then slaughtered and carcass quality data were collected. The *Longissimus dorsi* muscle from each carcass was collected for meat quality study. The results showed that the productive performances of Thai native pigs fed with different protein levels diet were not statistically significantly different ($P>0.05$). Carcass and meat quality were not significantly affected by dietary protein levels in the diet ($P>0.05$); however, differences occurred in percentage of bone.

¹ภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตสัตว์และประมง คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

¹ Department of Animal Production Technology and Fisheries, Faculty of Agricultural Technology, King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang, Ladkrabang, Bangkok 10520

²ภาควิชาครุศาสตร์เกษตร คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

² Department of Agricultural Education, Faculty of Industrial Education and Technology, King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang, Ladkrabang, Bangkok 10520

³ ศูนย์วิจัยและพัฒนาพันธุ์สุกร สำนักพัฒนาพันธุ์สัตว์ กรมปศุสัตว์ อ. ปากช่อง จ. นครราชสีมา 30130

³ Swine Research and Development Center, Bureau of Animal Husbandry and Genetic Improvement, Department of Livestock Development (DLD), Pak Chong, Nakhon Ratchasima 30130

*Corresponding author, Email: ksrnach@gmail.com

Pigs fed with 12% protein diet had the lowest bone percentage ($P < 0.05$). In addition, the pigs fed with higher protein levels tended to have lower back-fat thickness ($P = 0.07$). Therefore, feeding the Thai native pigs with dietary level of protein of 12% resulted in a lower cost of weight gain than did feeding with higher levels of protein in the diet.

Keywords: dietary protein level, productive performance, carcass quality, meat quality, Thai native pig

คำนำ

ในอดีตเนื้อสุกรที่ใช้ในการบริโภคส่วนใหญ่ได้มาจากสุกรพื้นเมือง และการเลี้ยงสุกรพื้นเมืองนั้นนิยมปล่อยให้สุกรหากินเองตามธรรมชาติหรือเลี้ยงไว้เพื่อกินเศษอาหารที่เหลือ แต่ปัจจุบันสุกรพื้นเมืองไม่ได้รับความนิยมเนื่องจากมีอัตราการเจริญเติบโตช้า มีอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักสูง และมีคุณภาพซากที่ไม่ดีจึงไม่เหมาะสมกับอุตสาหกรรมการผลิตสุกร Souphannavong (2016) กล่าวว่า ลูกสุกรพื้นเมืองไทยมีน้ำหนักแรกคลอดเท่ากับ 0.65 ± 0.15 กิโลกรัม และมีน้ำหนักที่อายุ 7, 14 และ 21 วันเท่ากับ 1.12 ± 0.15 , 1.61 ± 0.15 และ 2.20 ± 0.15 กิโลกรัม ตามลำดับ โดยมีอัตราการเจริญเติบโตที่ 7, 14 และ 21 วันเท่ากับ 0.07 ± 0.00 , 0.07 ± 0.01 และ 0.07 ± 0.01 กิโลกรัมต่อวัน ตามลำดับ ผลการสำรวจของ Phengsavanh et al. (2010) เรื่องการเลี้ยงสุกรพื้นเมืองทางภาคเหนือของประเทศไทยโดยชนเผ่า 4 กลุ่มที่เลี้ยงสุกรพันธุ์ Lat และ Hmong พบว่าสุกรพื้นเมืองมีอัตราการเจริญเติบโตระหว่าง 104-140 กรัมต่อวัน จากการทดลองของ Keonuchanh et al. (2011) ที่เลี้ยงสุกรพันธุ์พื้นเมืองของประเทศไทย (หมูลาด) ด้วยการให้กินอาหารแบบเต็มเทียบกับการเลี้ยงด้วยอาหารแบบจำกัด 40% ของการกินได้อย่างเต็มที่พบว่าสุกรพื้นเมืองที่กินอาหารเต็มที่มีอัตราการเจริญเติบโต 558 กรัมต่อวัน และสุกรที่ถูกเลี้ยงแบบจำกัดอาหารมีอัตราการเจริญเติบโตเป็น 346 กรัมต่อวัน นอกจากนี้ยังมีรายงานของ ประภาส มหินชัย และคณะ (2548) พบว่าสมรรถภาพการผลิตของสุกรพื้นเมืองจากภาคเหนือของประเทศไทยที่มีน้ำหนักเริ่มต้นทดสอบเฉลี่ย 17.61 ± 2.99 กิโลกรัม ใช้ระยะเวลาในการเลี้ยงประมาณ 6 เดือน (192 วัน) สุกรมีน้ำหนักเท่ากับ 49.00 ± 3.97 กิโลกรัม มีอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ย 347.26 ± 86.86 กรัมต่อวัน มีประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารเท่ากับ 3.39 ± 0.67 ซึ่งจากรายงานที่กล่าวมาข้างต้นแสดงให้เห็นว่าสุกรพื้นเมืองมีอัตราการเจริญเติบโตที่ต่ำมาก เนื่องมาจากการเลี้ยงสุกรพื้นเมืองส่วนใหญ่อยู่ในพื้นที่ชนบทโดยปล่อยให้สุกรหากินเองตามธรรมชาติที่ประกอบด้วยพืชผักหรือเศษเหลือทางการเกษตรที่หาได้ง่ายในหมู่บ้านตามฤดูกาล ทำให้สุกรพื้นเมืองได้รับสารอาหารที่ไม่เพียงพอ ส่งผลต่อการเจริญเติบโต อย่างไรก็ตามแม้ว่าสุกรพื้นเมืองจะมีอัตราการเจริญเติบโตต่ำแต่ก็เป็นแหล่งโปรตีนที่สำคัญสำหรับผู้บริโภคในพื้นที่ชนบท นอกจากนี้ยังมีความเกี่ยวข้องกับวิถีชีวิตของชาวชนบทและสภาพทางเศรษฐกิจ

ปัจจุบันผู้บริโภคมีความต้องการบริโภคเนื้อสุกรมากขึ้นตามจำนวนประชากรที่เพิ่มสูงขึ้น (ไชยา อุยสูงเนิน, 2544) เมื่อธุรกิจการเลี้ยงสุกรมีการเจริญเติบโตและพัฒนาขึ้นจึงมีการนำสุกรจากต่างประเทศเข้ามาเลี้ยงและปรับปรุงพันธุ์จนได้สุกรที่มีอัตราการเจริญเติบโตสูง ประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารดี และมีปริมาณเนื้อแดงมากขึ้น (อนันต์ ศรีปราโมช, 2545) ทำให้สุกรที่ถูกปรับปรุงพันธุ์เหล่านี้ได้รับความนิยมสูงมากในกลุ่มของผู้ผลิตสุกรชน สำหรับสุกรพื้นเมืองไทยนับวันจะค่อย ๆ สูญหายไปจากระบบอุตสาหกรรมเพราะไม่มีเกษตรกรหรือผู้ประกอบการรายได้นำมาเลี้ยงและไม่ได้รับการปรับปรุงพันธุ์ให้ดีขึ้น อย่างไรก็ตามสุกรพื้นเมืองก็มีข้อได้เปรียบสุกรจากต่างประเทศ คือ สุกรพื้นเมืองมีความทนทานต่อสภาพแวดล้อมได้ดี ทนทานต่อโรค และสามารถใช้ประโยชน์จากอาหารคุณภาพต่ำได้ดีกว่าสุกรจากต่างประเทศ (FAO, 2009; Phengsavanh et al., 2010) ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงเห็นว่าควรนำสุกรพื้นเมืองมาเลี้ยงด้วยระบบการจัดการที่ดีขึ้นและให้อาหารที่มีคุณภาพแก่สุกรโดยคาดว่าสุกรพื้นเมืองไทยอาจจะมีการเจริญเติบโตและมีคุณภาพซากดีขึ้น มีความคุ้มค่ากับการลงทุน และเป็นที่ยอมรับมากขึ้น ซึ่งจะช่วยให้เกษตรกรรายย่อยหันมาสนใจที่จะเลี้ยงสุกรพื้นเมืองเป็นอาชีพได้ นอกจากนี้ยังเป็นการอนุรักษ์และสร้างมูลค่าเพิ่มให้กับสุกรพื้นเมืองไทย อีกทั้งข้อมูลเกี่ยวกับสุกรพื้นเมืองในปัจจุบันมีน้อยมาก ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาอิทธิพลของระดับโปรตีนที่แตกต่างกันในสูตรอาหารต่อสมรรถภาพการผลิต คุณภาพซาก และคุณภาพเนื้อของสุกรพื้นเมืองไทย รวมถึงการศึกษาต้นทุนการผลิตด้านอาหารว่ามีความคุ้มค่าหรือไม่อย่างไร ดังนั้นการศึกษาครั้งนี้จำเป็นต้องมีความสำคัญและจำเป็นอย่างยิ่งเพื่อจะได้นำผลการวิจัยไปเป็นแนวทางในการส่งเสริมเกษตรกรรายย่อยให้หันมาเลี้ยงสุกรพื้นเมืองให้มากขึ้นเพื่อผลประโยชน์ทางเศรษฐกิจของเกษตรกร รวมทั้งการอนุรักษ์สุกรพื้นเมืองให้ดำรงพันธุ์อยู่ต่อไป

วิธีการศึกษา

สัตว์ทดลอง

สุกรพื้นเมืองภาคเหนือจากพื้นที่จังหวัดแม่ฮ่องสอนจำนวน 24 ตัว เป็นสุกรเพศผู้ตอนและเพศเมียอย่างละเท่า ๆ กัน เริ่มต้นการทดลองที่สุกรอายุประมาณ 4 เดือน (สัตว์ที่ใช้ในการทดลองครั้งนี้ได้รับการอนุมัติให้ดำเนินการเลี้ยงและใช้สัตว์เพื่องานทางวิทยาศาสตร์แล้ว เลขที่ใบอนุญาตใช้สัตว์ คือ U1-01244-2558) มีน้ำหนักตัวเริ่มต้นเฉลี่ย 21.60 ± 5.21 กิโลกรัม ถูกนำมาจัดเป็น 4 กลุ่ม ๆ ละ 6 ตัว สุกรแต่ละตัวถูกเลี้ยงในคอกขังเดี่ยวขนาด 1 ตารางเมตร ในโรงเรือนระบบเปิด ณ ศูนย์วิจัยและพัฒนาสุกร อำเภอปากช่อง จังหวัดนครราชสีมา สุกรแต่ละกลุ่มจะได้รับอาหารแตกต่างกัน คือ อาหารที่มีโปรตีน 12, 14, 16 และ 18 เปอร์เซ็นต์ ส่วนประกอบของอาหารแสดงในตารางที่ 1 สุกรได้รับอาหารและน้ำได้อย่างเต็มที่ (*ad libitum*)

การเก็บข้อมูลสมรรถภาพการผลิต

ซึ่งน้ำหนักสุกรแต่ละตัวก่อนเริ่มทำการทดลอง มีการบันทึกน้ำหนักของสุกรแต่ละตัวทุก ๆ สามสัปดาห์ สิ้นสุดการทดลองเมื่อสุกรมีน้ำหนักประมาณ 60 กิโลกรัม ระหว่างการทดลองชั่งและบันทึกน้ำหนักอาหารที่สุกรแต่ละตัวกินเพื่อนำมาคำนวณเป็นปริมาณอาหารที่สุกรกินทั้งหมด ปริมาณอาหารที่สุกรกินแต่ละวัน และนำมาคำนวณสมรรถภาพการผลิตและต้นทุนค่าอาหารในการเพิ่มน้ำหนักตัว

Table 1 Composition of experimental finishing pig diets.

Ingredient	Crude protein level (% dry matter basis, DM)			
	12%	14%	16%	18%
Broken rice	58.00	55.40	53.00	53.50
Rice bran	30.00	26.00	24.00	18.00
Soybean meal	8.90	15.50	15.90	20.40
Fish meal	-	-	4.00	5.00
CaHPO ₄	2.00	2.00	2.00	2.00
Salt	0.50	0.50	0.50	0.50
Lysine	0.10	0.10	0.10	0.10
Premix	0.50	0.50	0.50	0.50
Total	100.00	100.00	100.00	100.00
Price (Baht/kg)	13.75	14.41	15.51	16.27
Calculated nutrient composition				
% Crude protein (CP)	12.17	14.37	16.35	18.22
% Crude fiber (CF)	3.58	3.51	3.88	3.61
% Ether extract (EE)	4.21	3.77	3.85	3.27
% Total calcium (Ca)	0.54	0.55	0.75	0.81
% Total phosphorus (P)	0.54	0.54	0.65	0.66
% Lysine	0.66	0.81	0.97	1.11
% Methionine	0.28	0.31	0.35	0.38
Metabolizable energy (kcal/kg)	3,282.41	3,251.45	3,215.41	3,119.76

การเก็บข้อมูลคุณภาพซาก

เมื่อสุกรมีน้ำหนักตัวประมาณ 60 กิโลกรัม สุกรทั้งหมดถูกนำเข้าสู่ที่โรงฆ่าสัตว์ของศูนย์วิจัยและพัฒนาสุกร อำเภอปากช่อง จังหวัดนครราชสีมา เพื่อศึกษาคุณภาพซากและคุณภาพเนื้อของสุกรทุกตัว โดยมีขั้นตอนของการฆ่าดังนี้ ทำให้สุกรสลบโดยการช็อตด้วยเครื่องช็อตไฟฟ้าบริเวณก้นทั้งสองข้าง ทันทีที่สุกรสลบใช้โซ่ผูกขาข้างใดข้างหนึ่งแล้วแขวนสุกรขึ้นสูงจากพื้นอยู่ในแนวตั้ง ทำการแทงคอสุกรเอาเลือดออกทันที ลวกซากสุกรในน้ำอุณหภูมิประมาณ 60 องศาเซลเซียสเป็นเวลาประมาณ 2 นาที แล้วชูดขนสุกร ล้างซากสุกร จากนั้นเอาเครื่องในออกจากซากสุกร แล้วใช้มีดตัดหัวสุกรและทำการผ่าซากออกเป็น 2 ซีกด้วยเลื่อยไฟฟ้า ซึ่งน้ำหนักซาก วัดความยาวซาก และวัดค่าความเป็นกรด-ด่างของกล้ามเนื้อสันนอก ระหว่างกระดูกซี่โครงซี่ที่ 10-11 ที่ระยะเวลา 45 นาทีภายหลังจากสัตว์ตาย โดยใช้เครื่องวัดความเป็นกรด-ด่าง (Mettler Toledo;

SevenGo™ pH meter SG2, China) ทำการชั่งน้ำหนักซากก้อน แล้วนำซากมาบ่มที่ห้องเย็นอุณหภูมิ 0-4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง วัดค่าความเป็นกรด-ด่างของเนื้อสันนอกอีกครั้งที่ระยะเวลา 24 ชั่วโมงภายหลังสัตว์ตายและวัดความหนาไขมันสันหลังสามตำแหน่ง คือ กระดูกซี่โครงซี่แรก กระดูกซี่โครงซี่สุดท้าย และกระดูกสันเอวข้อสุดท้าย แล้วนำมาหาค่าเฉลี่ย เพื่อให้ประเมินความหนาไขมันสันหลัง หลังจากนั้นจึงทำการตัดแต่งซากสุกรแยกชิ้นส่วนต่าง ๆ ซึ่งน้ำหนักชิ้นส่วนต่าง ๆ ได้แก่ กระดูก ไขมันและหนัง เนื้อแดง ประกอบด้วย สะโพก ไหล่ สันนอก และขาหน้า วัดขนาดพื้นที่หน้าตัดเนื้อสันบริเวณระหว่างกระดูกซี่โครงซี่ที่ 10-11

การเก็บข้อมูลคุณภาพเนื้อ

เก็บตัวอย่างกล้ามเนื้อสันนอก (*Longissimus dorsi*, LD) จากซากสุกรซี่กษาประมาณ 1 กิโลกรัม นำมาบรรจุถุงสุญญากาศแล้วนำไปเก็บไว้ในตู้แช่แข็งอุณหภูมิ -20 องศาเซลเซียสจนกว่าจะนำไปวิเคราะห์คุณภาพเนื้อ ได้แก่ ค่าสีของเนื้อ ค่าแรงตัดผ่านเนื้อ และเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำระหว่างปรุงสุก

การวัดสีของเนื้อทำโดยนำตัวอย่างเนื้อสุกรที่แช่แข็งมาทำละลายโดยเก็บไว้ในตู้เย็นที่อุณหภูมิ 0-4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง ตัดเนื้อสันให้เป็นชิ้นที่มีความหนาประมาณ 1 นิ้ว แล้วปล่อยให้สัมผัสอากาศที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 30 นาที จากนั้นวัดสีของเนื้อ 3 ตำแหน่งเพื่อนำมาหาค่าเฉลี่ยโดยใช้เครื่องวัดสีของเนื้อ (MiniScan EZ, Hunterlab, USA) ประกอบด้วย ค่าความสว่าง (lightness, L*) ค่าสีแดง (redness, a*) และค่าสีเหลือง (yellowness, b*)

การวิเคราะห์เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำระหว่างการปรุงสุกและการวัดค่าแรงตัดผ่านเนื้อตามวิธีที่แนะนำโดย Boccard et al. (1981) คือ นำเนื้อที่ผ่านการวัดค่าสีแล้วมาชั่งน้ำหนัก (W1) แล้วนำไปบรรจุในถุงร้อน นำไปต้มในอ่างน้ำควบคุมอุณหภูมิ โดยใช้อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส นานประมาณ 30 นาที หรือต้มจนกระทั่งได้อุณหภูมิใจกลางเนื้อ 70 องศาเซลเซียส จากนั้นนำถุงที่บรรจุตัวอย่างชิ้นเนื้อที่ผ่านการทำให้สุกแล้วไปทำให้เย็น โดยการแช่ในน้ำแบบให้น้ำไหลผ่านนาน 30 นาที หรือจนกระทั่งได้อุณหภูมิใจกลางเนื้อลดลงเหลือประมาณ 32 องศาเซลเซียส จากนั้นจึงนำเนื้อออกจากถุง ชั่งน้ำหนักที่ผิวเนื้อให้แห้งเล็กน้อย และชั่งน้ำหนักอีกครั้ง บันทึกเป็นน้ำหนักสุดท้าย (W2) นำมาคำนวณเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำระหว่างการปรุงสุกตามสูตร ดังนี้

$$\text{เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำระหว่างการปรุงสุก} = \frac{W1 - W2}{W1} \times 100$$

ต่อมานำตัวอย่างเนื้อที่สุกแล้วไปทำการวัดค่าแรงตัดผ่านเนื้อ ด้วยการนำตัวอย่างชิ้นเนื้อสุกที่เย็นแล้วมาตัดตามแนวยาวของเส้นใยกล้ามเนื้อเป็นรูปทรงสี่เหลี่ยมผืนผ้าขนาด กว้าง×ยาว×สูง เท่ากับ 1×3×1 ลูกบาศก์เซนติเมตร ตัวอย่างละ 8 ชิ้น แล้วนำไปวัดค่าแรงตัดผ่านเนื้อ (Warner-Bratzler shear force) ด้วยเครื่องวิเคราะห์ลักษณะสัมผัส (Model EZ-SX, Shimadzu, Japan) โดยกำหนดหน่วยเป็นกิโลกรัม

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

ทำการวิเคราะห์ข้อมูลโดยการเปรียบเทียบสมรรถภาพการผลิต คุณภาพซาก และคุณภาพเนื้อด้วยการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ตามแผนการทดลองแบบ RCBD (Randomized Complete Block Design) ที่มีระดับโปรตีนในอาหารเป็นทรีตเมนต์ (มี 4 ทรีตเมนต์) และมีเพศเป็นบล็อก (เพศผู้ตอนและเพศเมีย) และเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างกลุ่มด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range Test ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป SPSS Version 16 โดยใช้วิธี general linear model (GLM)

ผลการศึกษาและวิจารณ์

ผลของระดับโปรตีนที่แตกต่างกันในอาหารต่อสมรรถภาพการผลิตของสุกรพื้นเมืองไทย

จากการศึกษาอิทธิพลของระดับโปรตีนในอาหารที่แตกต่างกันต่อสมรรถภาพการผลิตของสุกรพื้นเมืองไทยพบว่า สุกรพื้นเมืองที่ได้รับอาหารที่มีระดับโปรตีนแตกต่างกันมีน้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้น ระยะเวลาในการเลี้ยง อัตราการเจริญเติบโตต่อวัน (ADG) ปริมาณอาหารที่กินทั้งหมด ปริมาณอาหารที่กินต่อวัน (ADFI) อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนัก (FCR) และต้นทุนค่าอาหารในการเพิ่มน้ำหนัก 1 กิโลกรัม (FCG) ไม่แตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) อย่างไรก็ตามสุกรที่กินอาหารที่มีโปรตีนสูงมีต้นทุนค่าอาหารในการเพิ่มน้ำหนัก 1 กิโลกรัมสูงกว่าต้นทุนค่าอาหารของสุกรที่กินอาหารที่มีโปรตีนต่ำกว่า เนื่องจากราคาอาหารสูงตามระดับโปรตีนที่เพิ่มขึ้น (Table 2) ผลการศึกษานี้สอดคล้องกับรายงานของ Liu et al. (2015) ที่ได้ทำการศึกษาผลของอัตราส่วนระหว่างโปรตีนกับพลังงานในอาหารต่อสมรรถภาพการผลิตของสุกร 2 พันธุ์ คือ สุกรพันธุ์ Landrace และสุกร

พันธุ์ Bama mini-pigs ซึ่งเป็นสุกรพื้นเมืองของประเทศจีน จากผลการศึกษาศักยภาพการผลิตของสุกรพันธุ์ Bama mini-pigs พบว่าสุกรที่ได้รับอาหารที่มีระดับโปรตีนในอาหารแตกต่างกันมีน้ำหนักตัวสุดท้าย ADG ADFI และ FCR ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) ในขณะที่ผลการศึกษาค้างนี้แตกต่างกับรายงานของ Vasupen et al. (2014) ที่ศึกษาระดับโปรตีนในอาหารที่ต่างกันต่อสมรรถภาพการเจริญเติบโตของสุกรพื้นเมืองไทย (พันธุ์กระโดน) ที่มีน้ำหนักตัวเริ่มต้น 6.50-7.00 กิโลกรัม จนมีน้ำหนัก 11.30-12.90 กิโลกรัม เลี้ยงสุกรด้วยอาหารที่มีโปรตีนแตกต่างกัน 4 ระดับ คือ 14, 16, 18 และ 20 เปอร์เซ็นต์ พบว่าสุกรพันธุ์กระโดนที่กินอาหารโปรตีน 20 เปอร์เซ็นต์ มี ADG และน้ำหนักตัวสุดท้ายสูงที่สุดเท่ากับ 161.40 กรัมต่อวันและ 12.90 กิโลกรัม ตามลำดับ ($P<0.05$) มี FCR เท่ากับ 1.60 และมีต้นทุนค่าอาหารในการเพิ่มน้ำหนัก 1 กิโลกรัมเพียง 17.30 บาท เมื่อเทียบกับสุกรที่เลี้ยงด้วยอาหารที่มีโปรตีน 14% ที่มี ADG เท่ากับ 120.20 กรัมต่อวัน FCR เท่ากับ 2.00 และต้นทุนค่าอาหารในการเพิ่มน้ำหนัก 1 กิโลกรัมเท่ากับ 19.80 บาท นอกจากนี้ผลการทดลองให้อาหารที่มีระดับโปรตีนแตกต่างกันแก่สุกรพันธุ์ต่างประเทศตามรายงานของ Pires et al. (2016) พบว่าสุกรพันธุ์ผสมสามสาย (Duroc × Large White-Landrace) ที่ได้รับอาหารที่มีระดับโปรตีนต่างกัน คือ 13 และ 16 เปอร์เซ็นต์ มี ADG ประสิทธิภาพการใช้อาหาร (G:F) และ ADFI ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) และรายงานของ Le Bellego et al. (2002) พบว่าสุกรพันธุ์ผสมสามสาย (Pietrain × Landrace-Large White) กินอาหารที่มีโปรตีนต่างกัน คือ 15.8, 16.3 และ 20.3 เปอร์เซ็นต์ มีน้ำหนักตัวสุดท้าย ADG ระยะเวลาการเลี้ยง และปริมาณอาหารที่กินไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) เนื่องจากในการทดลองนี้มีการปรับสมดุลของกรดอะมิโน เช่น ไลซีน เมทไทโอนีน ธรีโอนีน ทรีปโตเฟน ไอโซลิวซีน และวาลีน เพื่อให้เพียงพอต่อความต้องการของสุกร แต่พบว่าสุกรที่กินอาหารโปรตีนต่ำมี FCR ดีกว่า ($P<0.05$) สุกรที่กินอาหารโปรตีนสูง (1.98, 2.12 และ 2.07 ตามลำดับ) ทดพล มุลมณี และคณะ (2560) ทำการทดสอบสูตรอาหารที่เหมาะสมกับการเลี้ยงสุกรลูกผสมสามสายพันธุ์ (สุกรพื้นเมือง × พันธุ์หมวยซาน × พันธุ์เบียดตรง) ที่มีน้ำหนักระหว่าง 30-60 กิโลกรัมพบว่าอาหารที่มีโปรตีนแตกต่างกันคือ 14 และ 16 เปอร์เซ็นต์ ทำให้สุกรมี ADG FCR และต้นทุนค่าอาหารแตกต่างกันคือ สุกรที่กินอาหารที่มีโปรตีน 14 เปอร์เซ็นต์ มี ADG เท่ากับ 770.00 กรัมต่อวัน FCR และต้นทุนค่าอาหารในการเพิ่มน้ำหนัก 1 กิโลกรัมต่ำกว่าคือ 3.12 และ 38.68 บาท ตามลำดับ เมื่อเทียบกับสุกรที่กินอาหารที่มีโปรตีน 16 เปอร์เซ็นต์ ที่มี ADG เท่ากับ 680.00 กรัมต่อวัน FCR เท่ากับ 3.50 และต้นทุนค่าอาหารในการเพิ่มน้ำหนัก 1 กิโลกรัมเท่ากับ 44.13 บาท จากการศึกษาครั้งนี้อาจสรุปได้ว่าระดับโปรตีนในอาหารที่ต่างกันไม่มีผลต่อสมรรถภาพการผลิตของสุกรพื้นเมือง อาจเนื่องจากสุกรพื้นเมืองเป็นสุกรที่สามารถใช้ประโยชน์จากอาหารที่มีคุณภาพต่ำได้ดี แม้ว่าจะเพิ่มระดับโปรตีนในอาหารสูงขึ้น ก็ไม่มีผลต่อสมรรถภาพการผลิตที่ดีขึ้นได้ แต่มีผลต่อต้นทุนค่าอาหารในการเพิ่มน้ำหนัก เนื่องจากสุกรที่ได้รับอาหารที่มีโปรตีนสูง ราคาอาหารจะแพงขึ้น ดังนั้นการเลี้ยงสุกรพื้นเมืองไทยควรจะเลี้ยงด้วยอาหารที่มีระดับโปรตีน 12 เปอร์เซ็นต์ก็เพียงพอ

Table 2 Effect of dietary protein levels on productive performance of experimental Thai native pigs.

Traits	Dietary protein level (%)				P-value
	12	14	16	18	
Weight (kg)					
Initial	20.46±2.29	22.38±6.25	24.82±6.95	22.04±3.61	0.40
21-day fattening period	32.00±1.87	33.50±7.25	36.50±7.29	34.08±5.91	0.49
42-day fattening period	41.00±3.32	43.50±8.74	46.69±9.88	44.83±7.72	0.74
Final	57.91±1.69	58.66±2.93	58.87±2.95	61.67±2.73	0.11
Weight gain ¹ (kg)	37.64±3.40	36.48±5.73	34.34±5.34	39.81±2.93	0.14
Period of feeding (day)	79.50±15.50	76.50±22.19	65.75±18.31	73.50±15.46	0.52
Average daily gain (ADG)					
21-day fattening period	0.59±0.08	0.57±0.06	0.62±0.09	0.61±0.14	0.82
42-day fattening period	0.51±0.08	0.52±0.06	0.55±0.08	0.56±0.11	0.68
Whole fattening period	0.49±0.09	0.51±0.10	0.56±0.09	0.57±0.08	0.41
Total feed intake (kg)	135.67±36.76	131.70±26.34	118.50±17.76	129.45±27.53	0.68
ADFI ² (kg/day)	1.72±0.15	1.82±0.33	1.92±0.35	1.82±0.11	0.56
Feed conversion ratio (FCR)	3.61±0.87	3.64±0.60	3.48±0.43	3.25±0.55	0.65
FCG ³ (Baht/kg)	48.47±12.04	51.30±8.69	52.12±6.66	51.64±8.96	0.83

¹Weight gain = initial weight-final weight, ²ADFI = average daily feed intake, ³FCG = feed cost per gain (FCR*price (Baht/kg)).

ผลของระดับโปรตีนที่แตกต่างกันในอาหารต่อคุณภาพซากของสุกรพื้นเมืองไทย

จากการศึกษาอิทธิพลของระดับโปรตีนในอาหารที่แตกต่างกันต่อคุณภาพซากของสุกรพื้นเมืองไทยพบว่าสุกรที่ได้รับอาหารที่มีระดับโปรตีนแตกต่างกัน มีน้ำหนักมีชีวิต น้ำหนักซากอ่อน น้ำหนักซากเย็น ความยาวซาก เปอร์เซ็นต์ซากอ่อน เปอร์เซ็นต์เนื้อแดง และพื้นที่หน้าตัดเนื้อสันไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) ยกเว้นเปอร์เซ็นต์กระดูกพบว่าระดับโปรตีนในอาหารที่เพิ่มขึ้นทำให้เปอร์เซ็นต์กระดูกของสุกรพื้นเมืองมากขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) แตกต่างจากการศึกษาของ Aquilani et al. (2019) ที่พบว่าการศึกษาโปรตีนในอาหาร (9.00 และ 13.49 เปอร์เซ็นต์) ไม่มีผลต่อเปอร์เซ็นต์กระดูกของสุกรพันธุ์ Cinta Senese ($P>0.05$) ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากในสูตรอาหารของการศึกษานี้สูตรอาหารที่มีระดับโปรตีน 18 เปอร์เซ็นต์ มีปริมาณแคลเซียมและฟอสฟอรัสที่ได้จากการคำนวณสูงกว่าสูตรอื่น ซึ่งรายงานของ Cromwell et al. (1970) จากการทดลองที่หนึ่งพบว่าระดับแคลเซียมและฟอสฟอรัสที่เพิ่มขึ้นในสูตรอาหาร (ฟอสฟอรัส เท่ากับ 0.34, 0.45 และ 0.56 เปอร์เซ็นต์ และแคลเซียม เท่ากับ 0.50 และ 0.65 เปอร์เซ็นต์) ทำให้เปอร์เซ็นต์เถ้าในกระดูกของสุกรพันธุ์ยอร์กเชียร์มีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้น ซึ่งแสดงให้เห็นว่ากระดูกมีความหนาแน่นมากขึ้น เช่นเดียวกับ Nimmo et al. (1981) พบว่าระดับแคลเซียม (0.650 และ 0.975 เปอร์เซ็นต์) และฟอสฟอรัส (0.50 และ 0.75 เปอร์เซ็นต์) ที่แตกต่างกันในสูตรอาหารส่งผลทำให้น้ำหนักกระดูกของสุกรลูกผสมมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น (22.16 ± 0.32 และ 23.87 ± 0.31) และจากการศึกษาในครั้งนี้พบว่าความหนาของไขมันสันหลังของสุกรที่กินอาหารที่มีโปรตีนสูงมีแนวโน้มที่จะมีไขมันสันหลังบางกว่าสุกรที่กินอาหารโปรตีนระดับต่ำ ($P=0.07$) และมีพื้นที่หน้าตัดเนื้อสันมากกว่าเล็กน้อย (Table 3) ซึ่งการวิจัยครั้งนี้ได้ผลใกล้เคียงกับรายงานของ Le Bellego et al. (2002) ที่พบว่าสุกรขุนลูกผสมสามสาย (Pietrain \times Landrace-Large White) เลี้ยงด้วยอาหารที่มีระดับโปรตีนแตกต่างกัน คือ 15.80, 16.30 และ 20.30 เปอร์เซ็นต์ มีน้ำหนักมีชีวิต น้ำหนักซากอ่อน เปอร์เซ็นต์ซากอ่อน เปอร์เซ็นต์เนื้อแดง เปอร์เซ็นต์ไขมัน และความหนาไขมันสันหลังของสุกรไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) และสอดคล้องกับการศึกษาของ Pires et al. (2016) ที่ศึกษากับสุกรขุนลูกผสมสามสาย (Duroc \times Large White-Landrace) ซึ่งสุกรกินอาหารที่มีโปรตีนเท่ากับ 13 และ 16 เปอร์เซ็นต์ พบว่าสุกรที่ได้รับอาหารที่มีระดับโปรตีนแตกต่างกัน มีผลทำให้น้ำหนักซากอ่อน ความหนาไขมันสันหลัง และน้ำหนักเนื้อสันนอกไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) แต่จากรายงานของ Teye et al. (2006) พบว่าสุกรที่ได้รับอาหารที่มีโปรตีนสูงซึ่งมีแนวโน้มที่จะมีไขมันสันหลังบางลง ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาครั้งนี้สำหรับกรรมวิธี รังงาม และคณะ (2560) รายงานว่าสุกรพื้นเมืองในเขตภาคเหนือที่มีลักษณะคล้ายคลึงกับสุกรพันธุ์ควายและสุกรพันธุ์เหหล่ามีสมรรถภาพการผลิต คือ มี ADG เท่ากับ 393.00 กรัมต่อวัน มีเปอร์เซ็นต์ซาก 66.53 เปอร์เซ็นต์ ความยาวซาก เท่ากับ 83.50 เซนติเมตร และความหนาไขมันสันหลัง 1.28 นิ้ว Vasupen et al. (2008) กล่าวว่าการศึกษาสุกรพื้นเมืองพันธุ์กระโดนที่จังหวัดสกลนครพบว่าเปอร์เซ็นต์ซากอ่อนของสุกรพันธุ์กระโดนเพศเมียเท่ากับ 66.75 เปอร์เซ็นต์ และของเพศผู้เท่ากับ 64.85 เปอร์เซ็นต์ การทดลองครั้งนี้อาจสรุปได้ว่าระดับของโปรตีนในอาหารไม่มีผลต่อคุณภาพซากของสุกรพื้นเมืองไทย ยกเว้นสุกรพื้นเมืองไทยที่กินอาหารที่มีโปรตีนสูง 18 เปอร์เซ็นต์ มีแนวโน้มที่มีไขมันสันหลังบางกว่าสุกรที่ได้รับอาหารที่มีระดับโปรตีนต่ำกว่า ($P=0.07$)

ผลของระดับโปรตีนที่แตกต่างกันในอาหารต่อคุณภาพเนื้อของสุกรพื้นเมืองไทย

ผลการศึกษาพบว่าสุกรที่ได้รับอาหารที่มีระดับโปรตีนแตกต่างกันมีคุณภาพเนื้อไม่แตกต่างทางสถิติ ($P>0.05$) คือ ค่า pH_{45} มีค่าอยู่ในช่วง 6.03-6.16 ค่า pH_{24} มีค่าอยู่ในช่วง 5.44-5.51 ค่าของสีเนื้อ ได้แก่ ค่า L^* อยู่ในช่วง 53.31-56.74 ค่า a^* อยู่ในช่วง 4.99-6.51 และค่า b^* อยู่ในช่วง 14.58-15.13 ค่าแรงตัดผ่านเนื้ออยู่ในช่วง 5.42-6.07 กิโลกรัม และการสูญเสีย น้ำระหว่างปรุงสุกอยู่ในช่วง 19.64-22.13 เปอร์เซ็นต์ (Table 4) จากผลการศึกษาครั้งนี้สอดคล้องกับรายงานของ Pires et al. (2016) ที่กล่าวว่าสุกรขุนที่ได้รับอาหารที่มีโปรตีนแตกต่างกัน คือ 13 และ 16 เปอร์เซ็นต์ มีผลทำให้ค่า pH_{45} pH_{24} ค่าสีของเนื้อ และค่าแรงตัดผ่านเนื้อของสุกรขุนลูกผสมสามสาย (Duroc \times Large White-Landrace) ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) เช่นเดียวกับ Alonso et al. (2010) ที่รายงานว่าสุกรลูกผสมสองสาย (Large White \times Landrace-Large White) ที่กินอาหารที่มีโปรตีนแตกต่างกัน คือ 14.92 และ 17.00 เปอร์เซ็นต์ มีค่า pH ค่าสีของเนื้อ (L^* a^*) และเปอร์เซ็นต์การสูญเสีย น้ำระหว่างการเก็บรักษาไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) แต่พบว่าสุกรที่ได้รับอาหารโปรตีน 17.00 เปอร์เซ็นต์ มีค่า b^* ต่ำกว่าแต่มีค่าแรงตัดผ่านเนื้อสูงกว่า ($P<0.05$) สุกรในกลุ่มที่ได้รับอาหารโปรตีนต่ำ โดยมีค่าเท่ากับ 6.46 และ 7.04 และ 7.80 และ 6.54 กิโลกรัม ตามลำดับ Alonso et al. (2010) อธิบายว่าเนื้อของสุกรที่ได้รับอาหารโปรตีนต่ำกว่ามีปริมาณไขมันอิ่มตัวและไขมันแทรกในกล้ามเนื้อสูงขึ้น ส่งผลทำให้ความแน่นและความเหนียวของเนื้อลดลง จากการศึกษานี้จึงสรุปได้ว่าระดับโปรตีนในอาหารที่แตกต่างกันไม่มีผลต่อคุณภาพเนื้อของสุกรพื้นเมืองไทย

Table 3 Effect of dietary protein levels on carcass quality of experimental Thai native pigs.

Traits	Dietary protein level (%)				P-value
	12	14	16	18	
Number of pigs	6	6	6	6	
Slaughter weight (kg)	58.17±1.97	59.92±4.18	59.62±3.50	62.75±3.27	0.28
Hot carcass weight (kg)	41.80±2.45	44.05±2.61	43.41±3.50	43.49±2.71	0.27
Cold carcass weight (kg)	40.70±2.58	42.26±2.73	41.79±2.54	42.66±2.49	0.59
Carcass length (cm)	75.30±5.68	76.13±4.84	77.70±2.78	80.30±3.51	0.11
Hot carcass (%)	71.84±2.72	74.87±3.76	73.42±3.87	71.85±2.65	0.37
Lean (%)	44.70±2.12	43.93±1.59	45.31±4.50	43.92±1.38	0.82
Bone (%)	11.99±1.44 ^a	12.77±2.05 ^{ab}	13.52±1.15 ^{ab}	14.55±0.92 ^b	0.03
Fat (%)	23.74±3.76	23.50±3.60	22.54±3.36	22.43±1.71	0.72
Loin eye area (cm ²)	14.64±1.15	14.64±1.75	15.97±1.52	17.19±1.67	0.12
Backfat thickness (inch)	1.51±0.26	1.48±0.09	1.43±0.20	1.24±0.14	0.07

Different letters in the same row indicate significant differences among mean values.

Table 4 Effect of dietary protein levels on meat quality of experimental Thai native pigs.

Traits	Dietary protein level (%)				P-value
	12	14	16	18	
pH ₄₅ ¹	6.07±0.08	6.09±0.27	6.16±0.33	6.03±0.29	0.90
pH ₂₄ ²	5.44±0.05	5.48±0.02	5.51±0.04	5.48±0.04	0.16
Color ³					
L*	56.44±2.12	56.74±3.95	56.69±3.97	53.31±1.89	0.39
a*	6.51±0.96	5.62±2.25	4.99±1.17	5.86±1.09	0.44
b*	15.13±0.57	14.58±0.78	14.60±1.57	15.04±1.01	0.81
Shear force (kg)	5.42±0.74	5.68±1.31	6.07±1.07	5.50±0.75	0.74
Cooking loss (%)	21.06±2.05	22.13±6.73	20.39±5.02	19.64±1.28	0.87

¹pH₄₅ = pH value at 45 min post-mortem, ²pH₂₄ = pH value at 24 hrs post-mortem, ³L* = lightness, a* = redness, b* = yellowness.

สรุปผลการศึกษา

จากการศึกษาผลของการให้อาหารที่มีระดับโปรตีนที่แตกต่างกัน (12%-18% CP) แก่สุกรพื้นเมืองไทยมีผลทำให้สุกรพื้นเมืองมีสมรรถภาพการผลิต และคุณภาพเนื้อไม่แตกต่างกันทางสถิติ อาจเนื่องจากสุกรพื้นเมืองเป็นสุกรที่มีน้ำหนักตัวน้อยกว่าสุกรขุนสามสายพันธุ์ และน้ำหนักของสุกรพื้นเมืองที่โตเต็มที่อยู่ประมาณ 60 กิโลกรัม ดังนั้นการให้อาหารที่มีระดับโปรตีนสูงแก่สุกรพื้นเมืองก็ไม่สามารถนำมาใช้ในการเพิ่มอัตราการเจริญเติบโตและปรับปรุงคุณภาพเนื้อได้ ดังนั้น สูตรอาหารที่เหมาะสมสำหรับสุกรพื้นเมืองนั้นไม่ควรมีโปรตีนต่ำกว่า 12 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งเป็นการประหยัดต้นทุนค่าอาหารสำหรับการเลี้ยงสุกรพื้นเมืองได้ เพราะทำให้สุกรมีสมรรถภาพการผลิต คุณภาพซาก และคุณภาพเนื้อไม่ต่างจากสูตรอาหารที่มีโปรตีนสูงกว่าซึ่งมีราคาแพงกว่า

เอกสารอ้างอิง

- กวรรณ ศรีงาม, ศุภมิตร เมฆฉาย, ประภาส มหินชัย และวรรณพร ทะพิงค์แก. 2560. *โครงการย่อยที่ 2: การคัดเลือก ปรับปรุงสุกรสายพันธุ์แท้ (สายพันธุ์พื้นเมือง) เพื่อให้เหมาะสมกับการเลี้ยงบนพื้นที่สูง*. เชียงใหม่: มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- ไชยา อัยสูงเนิน. 2544. *คู่มือสุกร*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์เทพพิทักษ์การพิมพ์.
- ทศพล มุลมณี, สุชน ตั้งทวีวัฒน์, กัญญารัตน์ พวงเจริญ และปณณฎฐ์ ยะมา. 2560. *โครงการย่อยที่ 1: การคัดเลือก ปรับปรุงพันธุ์สุกรลูกผสม และการทดสอบสูตรอาหารที่เหมาะสม*. เชียงใหม่: มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

- ประภาส มหิณชัย, สุรศักดิ์ โสภณจิตร และสายพิณ เจริญสุนของกุล. 2548. มูลนิธิโครงการหลวง: การคัดเลือกและการปรับปรุงพันธุ์สุกรพื้นเมืองในภาคเหนือของประเทศไทย. เชียงใหม่: ศูนย์วิจัยและบำรุงพันธุ์สัตว์เชียงใหม่.
- อนันต์ ศรีปราโมช. 2545. การเลี้ยงสุกร. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ: โครงการหนังสือเกษตรชุมชน.
- Alonso, V., Campo, M. M., Provincial, L., Roncalés, P., and Beltrán, J. A. 2010. Effect of protein level in commercial diets on pork meat quality. *Meat Science* 85: 7-14.
- Aquilani, C., Sirtori, F., Franci, O., Acciaioli, A., and Bozzi, R. 2019. Effects of protein restriction on performances and meat quality of Cinta Senese pig reared in an organic system. *Animals* 310(9): 1-11.
- Boccard, R., Buchter, L., Casteels, M., Cosentino, E., Dransfield, E., and Hood, D. E. 1981. Procedures for measuring meat quality characteristics in beef production experiments. *Livestock Production Science* 8: 385-397.
- Cromwell, G. L., Hays, V. W., Caney C. H., and Overfield, J. R. 1970. Effects of dietary phosphorus and calcium level on performance, bone mineralization and carcass characteristics of swine. *Journal of Animal Science* 30(4): 519-525.
- FAO. 2009. *Farmer's handbook on pig production (for the small holders at village level)*. Rome, Italy: Food and Agriculture Organization of the United Nations.
- Keonouchanh, S., Egerszegi, I., Ratky, J., Bounthong, B., Manabe, N., and Brüßow, K. P. 2011. Native pig (Moo Lat) breeds in Lao PDR. *Archives Animal Breeding* 54: 600-606.
- Le Bellego, L., Milgen, J. V., and Noblet, J. 2002. Effect of high temperature and low-protein diets on the performance of growing-finishing pigs. *Journal of Animal Science* 80: 691-701.
- Liu, Y., Kong, X., Jiang, G., Tan, B., Deng, J., Yang, X., Li, F., Xiong, X., and Yin, Y. 2015. Effects of dietary protein/energy ratio on growth performance, carcass trait, meat quality, and plasma metabolites in pigs of different genotypes. *Journal of Animal Science and Biotechnology* 6: 36-45.
- Nimmo, R. D., Peo, E. R., Moser, B. D., and Lewis, A. J. 1981. Effect of level of dietary calcium-phosphorus during growth and gestation on performance, blood and bone parameters of swine. *Journal of Animal Science* 52: 1330-1342.
- Phengsavanh, P., Ogle, B., Stür, W., Frankow-Lindberg, B. E., and Lindberg, J. E. 2010. Feeding and performance of pigs in smallholder production systems in Northern Lao PDR. *Tropical Animal Health and Production* 42(8): 1627-1633.
- Pires, V. M. R., Madeira, M. S., Dowle, A. A., Thomas, J., Almeida, A. M., and Pratesa, J. A. M. 2016. Increased intramuscular fat induced by reduced dietary protein in finishing pigs: effects on the longissimus lumborum muscle proteome. *Molecular Bio Systems* 17: 43-54.
- Souphannavong, C. 2016. Influence of pig breeds on growth performance and immunity during pre-weaning period. *International Journal of Environmental and Rural Development* 7(1): 22-28.
- Teye, G. A., Sheard, P. R., Whittington, F. M., Nute, G. R., Stewart, A., and Wood, J. D. 2006. Influence of dietary oils and protein level on pork quality. Effects on muscle fatty acid composition, carcass, meat and eating quality. *Meat Science* 73: 157-165.
- Vasupen, K., Yuangklang, C., Wongsuthavas, S., Panyakaew, P., Mitchaothai, J., and Beynen, A. C. 2008. Growth performance, carcass and meat characteristics of female and male Kadon pigs. *Journal of Biological Sciences* 8: 671-674.
- Vasupen, K., Yuangklang, C., Wongsuttravas, S., Mitchaothai, J., Everts, H., and Beynen, A. C. 2014. Effect of increasing dietary protein level on feed intake, growth performance and nitrogen utilization in Kadon pigs. *Journal of Animal Science and Biotechnology* 95: 50-60.

วันรับบทความ (Received date) : 10 ก.ค. 63

วันแก้ไขบทความ (Revised date) : 5 ต.ค. 63

วันตอบรับบทความ (Accepted date) : 3 ธ.ค. 63