

การประมาณค่าพารามิเตอร์ทางพันธุกรรมของลักษณะการให้ผลผลิต ในแม่สุกรพื้นเมืองไทย (กะโดน)

Estimation of genetic parameters of sow productivity traits in Thai native pigs (Kadon)

วุฒิชัย เคนไชยวงศ์^{1*}, เกศรา อำพากรณ์¹, ธนานันท์ บุญสิทธิ์¹, พิลาสลักษ์ ปานประเสริฐ¹
และ ศรีสุดา ศิริเหล่าไพศาล¹

Wootichai Kenchaiwonng^{1*}, Kessara Ampaporn¹, Tananun Boosidh¹,
Pilaslak Panprasert¹ and Srisuda Sirilaophaisan¹

บทคัดย่อ: วัตถุประสงค์ของการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ คือ ประมาณค่าพารามิเตอร์ทางพันธุกรรมของลักษณะการให้ผลผลิตในแม่สุกร ได้แก่ จำนวนลูกแรกเกิดมีชีวิตรอด (NBA) น้ำหนักหย่านมเฉลี่ยต่อตัว (AWW) และ เปอร์เซ็นต์การตายก่อนหย่านม (%pre-weaning mortality; %PWM) ในสุกรพื้นเมืองไทย (กะโดน) ข้อมูลแม่สุกร 120 ตัวถูกนำมาใช้ในการประมาณค่าพารามิเตอร์ทางพันธุกรรม โดยใช้วิธี average information Restricted Maximum Likelihood (AI-REML) ผลการศึกษาพบว่า ค่าอัตราพันธุกรรมสำหรับลักษณะ NBA, AWW และ % PWM มีค่าต่ำ (0.005-0.036) แสดงให้เห็นว่าการแสดงออกของลักษณะเหล่านี้เป็นอิทธิพลเนื่องจากความผันแปรเนื่องจากสิ่งแวดล้อม มากกว่าความผันแปรทางพันธุกรรม ค่าสหสัมพันธ์ทางพันธุกรรมระหว่าง NBA, AWW และ % PWM มีค่าต่ำ (-0.08 - 0.009) แสดงให้เห็นว่าพันธุกรรมของลักษณะเหล่านี้เป็นอิสระต่อกัน

คำสำคัญ: ค่าพารามิเตอร์ทางพันธุกรรม, การให้ผลผลิตในแม่สุกร, สุกรพื้นเมืองไทย

ABSTRACT: The objective of this study was to estimate genetic parameter of sow productivity traits i.e. number born alive (NBA), average weaning weight (AWW) and percentage of pre-weaning mortality (%PWM) in Thai native pig (Kadon). A sow record of 120 animals was used to estimate the genetic parameters by average information Restricted Maximum Likelihood (AI-REML). The result found that the estimates of heritability for NBA, AWW and % PWM were low (0.005-0.036). This result implies that the characteristic of these traits was influenced by variation of environment more than the genetics factor. Genetic correlations between NBA, %PWM, and AWW were low (-0.08 - 0.009). It can be implied that the genetic of those traits are independent each other.

Keywords: genetic parameter, sow productivity, Thai native pig

¹ ภาควิชาสัตวศาสตร์ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตสกลนคร สกลนคร 47160

Department of Animal Science, Faculty of Natural Resources, Rajamangala University of Technology ISAN Sakon nakhon Campus, Sakon nakhon, 47160

* Corresponding author: wootken@gmail.com

บทนำ

สุกรพื้นเมืองไทย ถือเป็นมรดกทางพันธุกรรมอย่างหนึ่ง และที่ยังคงมีบทบาทในวิถีชนบทไทย การเลี้ยงมักมีวัตถุประสงค์เพื่อเป็นแหล่งโปรตีนหรือแหล่งเงินออม ซึ่งข้อดีอย่างหนึ่งของสุกรพื้นเมืองไทย คือสามารถใช้ประโยชน์จากอาหารจากเศษเหลือจากภาคครัวเรือนหรือเศษเหลือจากภาคเกษตรกรรมได้อย่างมีประสิทธิภาพ (Vasupen et al., 2008) ทั้งนี้ด้วยพื้นฐานทางพันธุกรรมที่ผ่านการปรับตัวมาแล้วเป็นเวลานาน ดังนั้นการพัฒนาและการขยายพันธุ์ในเชิงธุรกิจเป็นอีกทางเลือกหนึ่งที่มีความความเป็นไปได้ สำหรับการปลูกสุตรขนาดเล็กอยู่ในระดับครัวเรือน (ดำรง และคณะ 2554) นอกจากนี้สุกรพื้นเมืองยังมีข้อดีในเรื่องของคุณภาพเนื้อ สุกรพื้นเมืองมีเนื้อสัมผัส (texture) และกลิ่นรส (flavor) ที่ดีกว่าสุกรสายพันธุ์ทางการค้า และที่สำคัญมีรายงานว่าสุกรพื้นเมืองไทยมีลักษณะเด่นของการเป็นสุกรสายแม่ คือ การเลี้ยงลูกเก่ง (Vasupen et al., 2004) อย่างไรก็ตามหากจะยกระดับให้มีการใช้ประโยชน์จากพันธุกรรมจากสุกรพื้นเมืองขึ้นสู่ระดับอุตสาหกรรม จำเป็นต้องมีข้อมูลทางด้านพันธุกรรมพื้นฐานเพื่อใช้ในการกระบวนการคัดเลือกแม่สุกรที่ถูกต้องแม่นยำ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในลักษณะการให้ผลผลิตในแม่สุกร (sow productivity traits)

ในด้านพันธุกรรมและการปรับปรุงพันธุ์ ลักษณะการให้ผลผลิตในแม่สุกรแสดงถึงสมรรถนะการผลิตของแม่สุกรและเกี่ยวข้องกับการลดต้นทุน ได้แก่ ลักษณะจำนวนลูกแรกเกิดมีชีวิต น้ำหนักหย่านมเฉลี่ยต่อตัว เปอร์เซ็นต์การตายก่อนหย่านม และจำนวนครอกต่อแม่ต่อปี (ศรัญญา, 2555; Sujipittham, 2007) ลักษณะเหล่านี้มักเป็นลักษณะเชิงปริมาณ คือถูกควบคุมด้วยยีนหลายคู่ซึ่งกระจายอยู่ในหลาย

โครโมโซม โดยในการปรับปรุงพันธุ์สามารถใช้กระบวนการคัดเลือกจากการจัดลำดับความสามารถในการถ่ายทอดทางพันธุกรรมจากค่าการผสมพันธุ์ (Estimated breeding value; EBV) ซึ่งการได้มาซึ่งค่าการผสมพันธุ์จำเป็นต้องอาศัยค่าพารามิเตอร์ทางพันธุกรรมในการประเมิน ดังนั้นวัตถุประสงค์ของการศึกษาค้างนี้คือ เพื่อประมาณค่าพารามิเตอร์ทางพันธุกรรมของลักษณะการให้ผลผลิตในแม่สุกร ได้แก่ ลักษณะจำนวนลูกแรกเกิดมีชีวิต น้ำหนักหย่านมเฉลี่ยต่อตัว และเปอร์เซ็นต์การตายก่อนหย่านม ในสุกรพื้นเมืองไทย (กระโดน) เพื่อใช้ประโยชน์ในการคัดเลือทางพันธุกรรมในลำดับต่อไป ซึ่งจะเป็นการยกระดับให้มีการใช้ประโยชน์จากพันธุกรรมจากสุกรพื้นเมือง และพัฒนาให้มีศักยภาพมากขึ้น

วิธีการศึกษา

ข้อมูลที่ใช้ในการศึกษา

ข้อมูลที่ใช้ในการศึกษาค้างนี้เป็นข้อมูลแม่สุกรพื้นเมืองไทย (กระโดน) ที่ได้เลี้ยงในสภาพคอกพื้นปูนที่เลี้ยงรวมแม่พันธุ์ 3-4 ตัว ในฟาร์มของมหาวิทยาลัยราชภัฏวชิรเวศน์วิทยาเขต สกลนคร โดยทำการเก็บรวบรวมพันธุ์ไว้ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2554 ถึง พ.ศ. 2558 รวม 4 ปี ข้อมูลที่ทำการเก็บรวบรวมเป็นข้อมูลเกี่ยวกับลักษณะการให้ผลผลิตในแม่สุกร ได้แก่ จำนวนลูกแรกเกิดมีชีวิต (number born alive; NBA) น้ำหนักหย่านมเฉลี่ยต่อตัว (average weaning weight; AWW) และเปอร์เซ็นต์การตายก่อนหย่านม (%pre-weaning mortality; %PWM) จากสุกรพื้นเมืองไทย โดยข้อมูลที่ใช้ในการศึกษาวิเคราะห์มีรายละเอียดดังแสดงใน

Table 1

Table 1 Data structure for estimation of variance components and means $\pm$ SD for reproduction traits in Thai native pigs (Kadon)

Items	Records	Means $\pm$ SD ¹		
		NBA (piglet)	%PWM ²	AWW (kg)
Animal in pedigree(n)	630			
Sow (n)	120			
Parity				
1	42	6.3 $\pm$ 3.46	11.82 $\pm$ 24.59	4.38 $\pm$ 1.04
2	21	6.0 $\pm$ 2.54	5.01 $\pm$ 14.43	3.77 $\pm$ 1.11
3	18	6.1 $\pm$ 1.49	1.17 $\pm$ 4.85	4.83 $\pm$ 1.34
4	15	5.6 $\pm$ 2.87	2.66 $\pm$ 10.32	4.71 $\pm$ 1.20
>4	24	5.7 $\pm$ 2.64	4.53 $\pm$ 11.15	5.57 $\pm$ 1.20

¹ number born alive; NBA, average weaning weight; AWW, %pre-weaning mortality; %PWM

² %PWM = $\frac{\text{number dead}}{\text{NBA} + \text{Fosters}} \times 100$

ปัจจัยที่มีผลกระทบต่อลักษณะ

ปัจจัยที่มีผลกระทบต่อลักษณะ NBA, AWW, และ %PWM ได้แก่ อิทธิพลคงที่เนื่องจากฝูงการจัดการเดือนปีที่คลอดลูก, อิทธิพลคงที่เนื่องจากลำดับครอก, อิทธิพลคงที่เนื่องจากจำนวนลูกหย่านม (เฉพาะลักษณะ AWW, %PWM)

การวิเคราะห์องค์ประกอบของความแปรปรวน

การวิเคราะห์องค์ประกอบความแปรปรวน (variance components) ของลักษณะที่ทำการศึกษาเพื่อนำไปประมาณค่าอัตราพันธุกรรม โดยในลักษณะเปอร์เซ็นต์การตายก่อนหย่านม (%PWM) มีการแปลงข้อมูลในรูปแบบ $\sin^{-1}\left(\sqrt{\frac{PWM}{100}}\right)$ (ศรัญญา, 2555) จากนั้นทำการวิเคราะห์องค์ประกอบความแปรปรวนด้วยวิธี average information Restricted Maximum Likelihood, (AI-REML) ซึ่งจะวิเคราะห์องค์ประกอบความแปรปรวนแบบหลายลักษณะร่วมกัน (multivariate analysis) โดยใช้โมเดลตัวสัตว์ (animal model) ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป BLUPF90 - Pig PAK 2.5 (Duangjinda et al, 2005) จากนั้นนำค่าความแปรปรวนที่ได้ไปใช้ในการประมาณค่าพารามิเตอร์ทางพันธุกรรมของลักษณะที่ทำการศึกษา โดยมีรูปแบบของโมเดลที่ใช้ในการวิเคราะห์ดังนี้

$$y_1 = X_1\beta_1 + Z_1a_1 + W_1c_1 + \varepsilon_1$$

$$y_2 = X_2\beta_2 + Z_2a_2 + W_2c_2 + \varepsilon_2$$

$$y_3 = X_3\beta_3 + Z_3a_3 + W_3c_3 + \varepsilon_3$$

โดยมีข้อกำหนด a , c และ ε

$$\text{var} \begin{bmatrix} a \\ c \\ \varepsilon \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} G \otimes A & 0 & 0 \\ 0 & P \otimes I & 0 \\ 0 & 0 & R \otimes I \end{bmatrix}$$

$y_{1,2,3}$ กำหนดให้ลักษณะที่ 1, 2, และ 3 คือค่าสังเกตของลักษณะ NBA, AWW, และ %PWM ตามลำดับ, β คือ เวกเตอร์ของอิทธิพลคงที่สำหรับลักษณะที่ 1, 2 และ 3 ตามลำดับ, a คือเวกเตอร์ของอิทธิพลสุ่มเนื่องจากตัวสัตว์สำหรับลักษณะที่ 1, 2, 3, 4 และ 5 ตามลำดับ, ε คือ เวกเตอร์ของอิทธิพลเนื่องจากความคลาดเคลื่อน, A คือ numerator relationship ระหว่างตัวสัตว์, X , Z , W คือ เมตริกซ์ของเหตุการณ์ที่สัมพันธ์กับเวกเตอร์ β , a และ c ตามลำดับ, G , P และ R คือ เมตริกซ์ของเหตุการณ์ที่สัมพันธ์กับเวกเตอร์ a , c และ ε ตามลำดับ

ผลการศึกษาและวิจารณ์

ค่าเฉลี่ยของลักษณะที่ทำการศึกษาค้างนี้แสดงใน Table 1 ซึ่งพบว่าในลักษณะ NBA ในแต่ละ parity พบว่ามีค่าค่อนข้างต่ำ เมื่อเทียบกับการศึกษาในสุกรสายแม่พันธุ์ของสุกรพันธุ์ทางการค้าซึ่งมีมากกว่า 9 ตัวขึ้นไป

ไป (ศรัญญา, 2555; Holm et al., 2005) อย่างไรก็ตาม จะเห็นว่า %PWM ของสุกรพันธุ์พื้นเมืองไทยมีค่าต่ำ เมื่อเทียบกับสุกรสายแม่ ของสายพันธุ์ทางการค้าที่มีรายงานไว้ คือมากกว่า 8% (ศรัญญา, 2555) โดยค่าเฉลี่ยในทุก parity เท่ากับร้อยละ 5.04 ในขณะที่ AWW มีค่าเฉลี่ยในทุก parity เท่ากับ 4.65 กิโลกรัม

Table 2 genetic parameters of reproduction traits in Thai native pigs (Kadon)

Traits ¹	Variance components				Heritability and correlation ²		
	σ_a^2	σ_{pe}^2	σ_e^2	c^2	NBA	%PWM ³	AWW
NBA	0.032	0.004	7.400	0.001±0.13	0.005±0.02	0.000	-0.079
%PWM	1.030	2.110	24.800	0.076±0.01	0.029	0.036±0.86	0.009
AWW	0.036	0.040	7.081	0.005±0.04	0.015	-0.074	0.005±0.06

¹ number born alive; NBA, average weaning weight; AWW, %pre-weaning mortality; %PWM.

² Heritability (h^2) of the traits (diagonal and bold), genetic correlation; r_g (above diagonal) and phenotypic correlation; r_p (below diagonal)

³ %pre-weaning mortality was transformed by $\sin^{-1}\left(\sqrt{\frac{\text{PWM}}{100}}\right)$

การวิเคราะห์องค์ประกอบความแปรปรวนและค่าพารามิเตอร์ทางพันธุกรรม แสดงใน Table 2 ค่าอัตราพันธุกรรม (h^2) ของลักษณะการให้ผลผลิตในแม่สุกรของสุกรพันธุ์พื้นเมืองไทย มีค่าอยู่ในช่วงต่ำในทุกลักษณะที่ศึกษา โดย NBA มีค่าเท่ากับ 0.005 ซึ่งเป็นค่าที่ต่ำเมื่อเปรียบเทียบกับการศึกษาในสุกรพันธุ์ยุโรปและสุกรพันธุ์แลนด์เรซ ที่รายงานค่าอัตราพันธุกรรมในช่วง 0.04-0.10 (ศรัญญา และคณะ, 2553; Holm et al., 2005; Rydhmer et al., 2005) ในลักษณะ %PWM ค่าอัตราพันธุกรรมมีค่าเท่ากับ 0.036 ซึ่งใกล้เคียงกับการศึกษาของ ศรัญญา (2555) ที่ทำการแปลงข้อมูลเช่นเดียวกัน โดยในสุกรพันธุ์ลาร์จไวท์ และพันธุ์แลนด์เรซ รายงานไว้ในช่วง 0.01-0.026 และใกล้เคียงกับค่าอัตราพันธุกรรมของ %PWM ในสุกรพันธุ์ลาร์จไวท์ซึ่งมีค่าในช่วง 0.02-0.05 (Quinton et al., 2006; Arango et al., 2006) ส่วนลักษณะ AWW มีค่าอัตราพันธุกรรมต่ำ มีเปรียบเทียบกับการศึกษาในสุกรพันธุ์ลาร์จไวท์ที่รายงานไว้ที่ 0.24 (Rosendo et al. (2007) ในขณะที่สัดส่วนเนื่องจากความผันแปรของอิทธิพลสิ่งแวดล้อมถาวรเทียบกับความผันแปรของลักษณะปรากฏ (c^2) มี

ค่าต่ำ ซึ่งจากค่าอัตราพันธุกรรม และสัดส่วนเนื่องจากความผันแปรของอิทธิพลสิ่งแวดล้อมที่มีค่าค่อนข้างต่ำแสดงถึงการแสดงออกของลักษณะการให้ผลผลิตในแม่สุกร ของสุกรพันธุ์พื้นเมืองไทย (กระโดน) ส่วนใหญ่เป็นผลเนื่องจากความผันแปรเนื่องจากสิ่งแวดล้อมมากกว่าความผันแปรทางพันธุกรรม และอิทธิพลสิ่งแวดล้อมถาวร ดังนั้นในเรื่องของอาหาร การจัดการ และระบบการเลี้ยงที่เหมาะสมจึงเป็นสิ่งสำคัญที่จะช่วยให้การเพิ่มผลผลิต และความก้าวหน้าของการคัดเลือกเกิดขึ้นอย่างมีประสิทธิภาพ

ค่าสหสัมพันธ์ของลักษณะปรากฏ (r_p) และค่าสหสัมพันธ์ทางพันธุกรรม (r_g) ระหว่างลักษณะที่ทำการศึกษาค้างนี้มีค่าค่อนข้างต่ำ (-0.07 ถึง 0.03 และ -0.08 ถึง 0.009 ตามลำดับ) แสดงถึงลักษณะเหล่านี้ในสุกรพันธุ์พื้นเมืองไทยมีอิสระต่อกัน ซึ่งในการคัดเลือกสามารถทำการคัดเลือกได้โดยไม่กระทบต่ออีกลักษณะหนึ่ง การศึกษาค้างนี้ค่า r_g ระหว่าง NBA และ AWW มีค่าต่ำกว่าในการศึกษาของ Rosendo et al. (2007) และ Quinton et al. (2006) รายงานไว้ในช่วง -0.19 ถึง -0.46

สรุป

ค่าอัตราพันธุกรรม ของลักษณะการให้ผลผลิตในแม่สุกรพันธุ์พื้นเมืองไทย มีค่าต่ำ (0.005-0.036) แสดงถึงลักษณะการให้ผลผลิตในแม่สุกรส่วนใหญ่เป็นผลเนื่องจากความผันแปรเนื่องจากสิ่งแวดล้อม ค่าสหสัมพันธ์ของลักษณะปรากฏ (r_p) และค่าสหสัมพันธ์ทางพันธุกรรม (r_g) ระหว่างลักษณะ NBA, %PWM และ AWW มีค่าต่ำ (-0.07-0.03 และ -0.08 -0.009 ตามลำดับ) แสดงถึงลักษณะเหล่านี้มีการแสดงออกของลักษณะปรากฏ และการแสดงออกของยีนที่ควบคุมการแสดงออกเป็นอิสระต่อกัน

จากค่าพารามิเตอร์ทางพันธุกรรมในสุกรพื้นเมืองไทย (พันธุ์กระโดน) ลักษณะการให้ผลผลิตในแม่สุกรส่วนใหญ่เป็นผลเนื่องจากความผันแปรเนื่องจากสิ่งแวดล้อม ดังนั้นในการเพิ่มศักยภาพของการให้ผลผลิตในแม่สุกรพื้นเมือง จึงควรให้ความสำคัญกับการจัดการที่ดีกับแม่สุกร เช่นการให้แม่สุกรคลอดในของคลอดเช่นเดียวกับสุกรทางการค้า การให้อาหารที่ถูกต้องตามความต้องการโภชนะของสุกรพื้นเมืองไทยในแต่ละระยะการอุ้มท้อง

คำขอบคุณ

ขอขอบคุณฟาร์มหมวดสุกร ภาควิชาสัตวศาสตร์ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตสกลนคร และเจ้าหน้าที่ทุกท่าน ที่ทำการรวบรวมข้อมูลในการศึกษาครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

ดำรง กิตติชัยศรี, อัจฉรา ภาณุรัตน์, จรัส สว่างทัพ และนฤมล สมคุณา. 2554. การพัฒนารูปแบบการเลี้ยงสุกรพื้นเมืองตามปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง ของเกษตรกรรายย่อยในลุ่มน้ำโขงตอนล่างโดยกระบวนการมีส่วนร่วม. แก่นเกษตร. 39: 389-398.

ศรัญญา ศิริปัญญา 2555. การประมาณค่าพารามิเตอร์ทางพันธุกรรมของลักษณะทางการสืบพันธุ์และการพัฒนาดัชนีการคัดเลือกด้านการให้ผลผลิตในแม่สุกรพันธุ์ลาร์จไวท์และพันธุ์แลนด์เรซ. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาสัตวศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

ศรัญญา ศิริปัญญา, มนต์ชัย ดวงจินดา และสุกร กตเวทิน. 2553. การประมาณค่าพารามิเตอร์และสหสัมพันธ์ทางพันธุกรรมของลักษณะทางการสืบพันธุ์ในสุกร. น.22-25. ใน: ประชุมวิชาการเกษตร ครั้งที่ 11 วันที่ 25-26 มกราคม 2553 คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

Arango, J., I. Misztal, S. Tsuruta, M. Culbertsson, J. W. Holl, and W.Herring. 2006. Genetic study of individual preweaning mortality and birth weight in Large white piglets using threshold-linear models. Livest. Sci. 101: 208-218.

Duangjinda, M., I. Misztal, and S. T. Surata. 2005. BLUPF90-Pig PAK 2.5 Genetic Evaluation Program for pig. Department of Animal and Dairy Science The University of Georgia and Department of Animal Science Khon Kean University, Khon Kean

Falconer, D. S., and F. C. Mackay. 1996. Introduction to Quantitative Genetics. 4th ed., Longman Group Ltd.

Holm, B., M. Bakken, O. Vangen, and R. Rekaya. 2005. Genetic analysis of age at first service, return rate, litter size, and weaning-to-first service interval of gilts and sows. J. Anim. Sci. 83: 41-48.

Qutnton, V. M., J. W. Wilton, J. A. Robinson, and P. K. mathur. 2006. Economic weights for sow productivity traits in nucleus pig populations. Livest. Sci. 99: 69-77.

Rosendo, T. Druet, J. Gogue, L. Canario, and J. P. Bidanel. 2007. Correlated responses for litter traits to six generations of selection for ovulation rate or prenatal survival in French Large White pigs. J. Anim. Sci. 85: 1615-1624.

Rydhmer, L., N. Lundeheim, and L. Canario. 2008. Genetic correlations between gestation length, piglet survival and early growth. Livest. Sci. 115: 287-293.

Sujjipittham, N. 2007. Estimation of (co)variance components and genetic parameters for litters per sow per year and pigs weaned per sow per year. Master, thesis, Iowa State University, Iowa.

Vasupen K., C. Yuangklang, S. Wongsuthavas, P. Srenanul, J. Mitchaothai, and A. C. Beynen. 2008. Macronutrient digestibility in Kadon pigs fed diets with isonitrogenous amounts of various carbohydrate sources. Trop Anim Health Prod. 40: 249-253.

Vasupen, K., C.Samklong, C.Yuangklang, S.Wongsuttravas, P. Srinanuan, and P.Kesorn. 2004. Effect of dietary protein levels on growth performance of native swine in Sakon Nakhon province. In: Proceedings of the Agricultural Seminar, Animal Science/Animal Husbandry, Department of Animal Science, Faculty of Agriculture, Khon Kaen University, Thailand. pp. 599-605.