

การศึกษาความแปรปรวนของลักษณะทางเศรษฐกิจของสุกรพันธุ์ปากช่อง 2

Study on Homogeneity of Variance of Economic Traits of Pak-Chong 2 Swine

วโรชา จำปารัตน์^{1*}, กมล ฉวีวรรณ¹, วิศาล ศรีสุริยะ²

Warocha Champarat^{1*}, Kamon Chaweewan¹, Visan Srisuriya²

บทคัดย่อ: การศึกษาความแปรปรวนของลักษณะทางเศรษฐกิจของสุกรพันธุ์ปากช่อง 2 จากสุกรจำนวน 271 ตัว เป็นตัวอายุที่ 4 จำนวน 131 ตัว และตัวอายุที่ 5 จำนวน 140 ตัว นำข้อมูลมาวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบลีสต์สแควร์ (Least square analysis) พบว่าสุกรพันธุ์ปากช่อง 2 มีอัตราการเจริญเติบโต (Average daily gain, ADG) ประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหาร (Feed conversion ratio, FCR) และความหนาไขมันสันหลังเฉลี่ย (Back fat thickness, BF) เท่ากับ 762.63 กรัม/วัน, 2.75 และ 0.79 เซนติเมตร ตามลำดับ จากการศึกษาความแปรปรวนของลักษณะทางเศรษฐกิจระหว่างตัวอายุที่ 4 และตัวอายุที่ 5 ของ ADG FCR และ BF เท่ากับ 8,449.1760 และ 7,610.9571, 0.0995 และ 0.0712, 0.0333 และ 0.0261 ตามลำดับ จากการเปรียบเทียบสัดส่วนของความแปรปรวนโดยใช้วิธี Hartley ratio พบว่าค่าความแปรปรวนของแต่ละลักษณะระหว่างตัวอายุ 4 และ 5 ของ ADG และ BF ไม่แตกต่างกัน แสดงให้เห็นว่าสุกรพันธุ์ปากช่อง 2 สามารถถ่ายทอดลักษณะดังกล่าวไปยังรุ่นลูกหลานได้อย่างสม่ำเสมอ

คำสำคัญ: สุกรพันธุ์ปากช่อง 2, ความแปรปรวน, ลักษณะทางเศรษฐกิจ

ABSTRACT: The variation of economic traits of the 4th and 5th generation of Pak-Chong 2 swine was studied. The data were recorded from 271 performance tested pigs, 131 and 140 pigs for 4th and 5th generation, respectively. The variation of economic traits was analyzed using least square analysis. The average daily gain (ADG), feed conversion ratio (FCR), back fat thickness (BF) were 762.63 gram/day, 2.75 and 0.79 centimeter, respectively. The homogeneity of variance of economic traits between 4th and 5th generations was tested by Hartley ratio method. Homogeneity of variance of ADG, FCR and BF were 8,449.1760 and 7,610.9571, 0.0995 and 0.0712 ($P < 0.05$), 0.0333 and 0.0261, respectively. The unity of homogeneity of economic traits was shown in the 4th and 5th generation of Pak-Chong 2 swine. The economic traits of ancestor can be consistent transmitted to the next generation.

Keywords: Pak-Chong2 swine, homogeneity of variance, economic traits.

¹ ศูนย์วิจัยและบำรุงพันธุ์สัตว์นครราชสีมา อ.ปากช่อง จ.นครราชสีมา 30130

Nakornratchasima Livestock Research and Breeding Center. PakChong, Nakornratchasima 30130

² กลุ่มพัฒนาวิชาการปศุสัตว์ กรมปศุสัตว์ 10400

Livestock Knowledge Division, DLD, Bangkok 10400

* Corresponding author: Warocha Champarat, j_varocha@yahoo.com

คำนำ

การพัฒนาพันธุ์สุกรพันธุ์ปากช่อง 2 เพื่อใช้เป็นพ่อพันธุ์สุดท้ายในระบบการผลิตสุกร โดยคาดหวังให้ลูกสุกรขุนที่เกิดขึ้นมีเปอร์เซ็นต์เนื้อแดงสูง ไขมันบาง แข็งแรง ซึ่งมีวัตถุประสงค์ในการสร้างสุกรพันธุ์ปากช่อง 2 ดังนี้

1. ลักษณะสีขน เป็นสีเหลือง-จุดดำ, สีเหลือง
2. อัตราการเจริญเติบโต (Average daily gain, ADG) ไม่น้อยกว่า 750 กรัม/วัน
3. ประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหาร (Feed conversion ratio, FCR) ไม่เกิน 2.60
4. ความหนาไขมันสันหลัง (Back fat thickness, BF) ไม่เกิน 1.1 ซม.

5. เป็นสุกรที่มีมัดกล้ามเนื้อชัดเจน เปอร์เซ็นต์เนื้อแดงสูง รูปร่างแข็งแรง ไหล่-หลังและสะโพกใหญ่

สุกรพันธุ์ปากช่อง 2 เป็นการรวมพันธุ์กรรมที่ดีของสุกรพันธุ์ดุริยและสุกรพันธุ์เปี้ยตรงเข้าด้วยกัน โดยการแสดงออกในชั่วอายุที่ 1 เป็นผลของเฮตโรซิส (heterosis) จากการผสมข้ามพันธุ์ โดยจะมีลักษณะทางเศรษฐกิจเหมือนกับสุกรลูกผสมทั่วไปแต่หากนำไปผสมกับสุกรแม่พันธุ์ที่เป็นลูกผสมเพื่อผลิตเป็นสุกรขุน ลูกสุกรที่ได้จะมีการแสดงออกของลักษณะทางเศรษฐกิจไม่สม่ำเสมอ โดยในชั่วอายุแรกของการสร้างพันธุ์นั้นจะมีความแปรปรวนของลักษณะทางเศรษฐกิจต่างๆ ค่อนข้างสูง ทำให้มีโอกาสสูงขึ้นในการคัดเลือกและการจับคู่ให้เหมาะสมเพื่อให้มีลักษณะทางเศรษฐกิจที่ต้องการ (England and Winters, 1953) ดังนั้นจึงต้องผสมพันธุ์ภายในรุ่น (inter-se mating) เพื่อให้มีการเข้าคู่ของยีนที่ควบคุมลักษณะที่ต้องการ จากนั้นจึงคัดเลือกลูกสุกรที่ได้เข้าทดสอบสมรรถภาพ และใช้ข้อมูลที่ได้ในการคัดเลือกเป็นสุกรพ่อแม่พันธุ์ในรุ่นถัดไป

การตรวจสอบความสม่ำเสมอในการถ่ายทอดลักษณะทางเศรษฐกิจต่างๆไปยังรุ่นลูกของสุกรพันธุ์ปากช่อง 2 ตรวจสอบได้จากความเป็นเอกภาพของความแปรปรวน (Homogeneity of variance) ว่าความแปรปรวนของลักษณะทางเศรษฐกิจต่างๆ มีความสม่ำเสมอในการแสดงออกหรือไม่ ในการศึกษา

ครั้งนี้จึงเปรียบเทียบลักษณะทางเศรษฐกิจในสุกรพันธุ์ปากช่อง 2 ในชั่วอายุที่ 4 และ 5 ได้แก่ อัตราการเจริญเติบโต ประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหาร และความหนาไขมันสันหลัง ซึ่งเป็นวิธีหนึ่งเพื่อใช้ยืนยันว่าสุกรพันธุ์ปากช่อง 2 มีการถ่ายทอดลักษณะทางเศรษฐกิจต่างๆ ไปยังรุ่นลูกได้อย่างสม่ำเสมอเพื่อสามารถนำไปใช้ประโยชน์ในอุตสาหกรรมการผลิตสุกรต่อไป

วิธีการศึกษา

การเตรียมสุกรพันธุ์ปากช่อง 2

เตรียมสุกรพันธุ์ปากช่อง 2 ชั่วอายุที่ 4 และ 5 จากสุกรพ่อและแม่พันธุ์ชั่วอายุที่ 3 จำนวน 20 และ 40 ตัว และจากสุกรพ่อและแม่พันธุ์ชั่วอายุ 4 จำนวน 14 และ 44 ตัว จัดให้มีการผสมพันธุ์ในช่วงระยะเวลาใกล้เคียงกัน เพื่อให้ได้ลูกสุกรเข้าทดสอบในระยะใกล้เคียงกัน จากนั้นคัดเลือกสุกรในชั่วอายุที่ 4 จำนวน 131 ตัว (เพศผู้ 57 ตัว และเพศเมีย 74 ตัว) และสุกรในชั่วอายุที่ 5 จำนวน 140 ตัว (เพศผู้ 69 ตัว และเพศเมีย 71 ตัว) รวมจำนวน 271 ตัว โดยในแต่ละรุ่นให้หลีกเลี่ยงการใช้ลูกสุกรที่เกิดจากพ่อพันธุ์เดียวกันขึ้นทดสอบ (พ่อพันธุ์ละไม่เกิน 3 ครอก)

การทดสอบพันธุ์

ทดสอบพันธุ์สุกรชั่วอายุที่ 4 และ 5 ในระยะเวลาใกล้เคียงกัน เริ่มทดสอบพันธุ์เมื่อสุกรมีน้ำหนักเฉลี่ย 30 กก. ปรับสภาพสุกรก่อนเข้าทดสอบ 2 สัปดาห์ และฉีดวัคซีนป้องกันโรคคหิวหวัดสุกร และโรคปากและเท้าเปื่อยก่อนเข้าทดสอบ ชั่งเดี่ยวสุกรในชั่งขนาด 1.2 x 2.4 ม. ให้สุกรได้รับอาหารเต็มที่และน้ำสะอาดตลอดเวลา ตลอดการทดสอบให้อาหารโปรตีน 18 % ซึ่งน้ำหนักสุกรทุก 3 สัปดาห์ สิ้นสุดการทดสอบเมื่อสุกรมีน้ำหนักเฉลี่ย 90 กก.

การวิเคราะห์ข้อมูล

นำข้อมูล ADG FCR และ BF มาคำนวณค่าเฉลี่ย วิเคราะห์ความแปรปรวนแบบ Least square analysis และทดสอบความเป็นเอกภาพของความแปรปรวนในแต่ละลักษณะทางเศรษฐกิจด้วยวิธี Hartley ratio

(มนต์ชัย, 2544) โดยตั้งสมมติฐานว่า $H_0 : \sigma^2_{\text{Max}} = \sigma^2_{\text{Min}}$, $H_A : \sigma^2_{\text{Max}} \neq \sigma^2_{\text{Min}}$

ผลการศึกษาและวิจารณ์

สมรรถนะการผลิตของสุกรพันธุ์ปากช่อง 2 ในช่วงอายุที่ 4 และ 5 มีค่าเฉลี่ย ADG FCR และ BF เท่ากับ 762.63 กรัม/วัน, 2.75 และ 0.79 ซม. ตามลำดับ ดังแสดงใน Table 1 โดยสมรรถนะการผลิตของสุกรพันธุ์ปากช่อง 2 ใกล้เคียงกับวัตถุประสงค์ในการพัฒนาพันธุ์ คือ ADG ไม่น้อยกว่า 750 กรัม/วัน FCR ไม่เกิน 2.6 และมี BF ไม่เกิน 1.1 ซม.

ความแปรปรวนของลักษณะ ADG FCR และ BF ในสุกรพันธุ์ปากช่อง 2 มีค่าเท่ากับ 7,872.2990, 0.0856 และ 0.0307 ตามลำดับ โดยค่าความแปรปรวนชี้ให้เห็นการกระจายตัวของข้อมูล ถ้ามีความแปรปรวนสูงแสดงให้เห็นว่าข้อมูลมีการกระจายตัวจากค่าเฉลี่ยเป็นแนวกว้างกว่าค่าความแปรปรวนต่ำ ทำให้มีโอกาสในการคัดเลือกมากขึ้น ซึ่งในการพัฒนาพันธุ์ในระยะแรกอาจจะมีค่าความแปรปรวนสูงและค่าความแปรปรวนจะลดลงเนื่องจากการคัดเลือกลักษณะที่ต้องการในสุกรแต่ละชั่วอายุ ส่งผลให้สุกรในชั่วอายุถัดไปมีลักษณะทางเศรษฐกิจที่ต้องการมากขึ้น และมีความแปรปรวนของลักษณะดังกล่าวลดลง

สุกรพันธุ์ปากช่อง 2 ในช่วงอายุที่ 4 และ 5 มี ADG เฉลี่ยเท่ากับ 752.13 และ 767.31 กรัม/วัน ตามลำดับ ดังแสดงใน Table 2 โดยรวมลักษณะดีเด่นของสุกรสองพันธุ์เข้าด้วยกัน ได้แก่ ADG และ FCR จากสุกรพันธุ์คูร็อค และปริมาณเนื้อแดงสูงจากสุกรพันธุ์เปี้ยตรง สอดคล้องกับปิยะวรรณ และคณะ (2547) ที่รายงานผลการศึกษาลักษณะทางเศรษฐกิจของสุกรทดสอบพันธุ์ที่ศูนย์วิจัยและบำรุงพันธุ์สัตว์นครราชสีมาว่า สุกรพันธุ์คูร็อคมีค่าเฉลี่ย ADG เท่ากับ 871.32 กรัม/วัน และ FCR เท่ากับ 2.48 ส่วนสุกรพันธุ์เปี้ยตรงมีค่า BF 0.94 ซม. ลักษณะ ADG สามารถปรับปรุงให้ดีขึ้นได้เนื่องจากมีค่าอัตราพันธุกรรมอยู่ระหว่าง 0.21 - 0.40 (สมชัย, 2530) การคัดเลือกพ่อและแม่พันธุ์ที่มีลักษณะ ADG สูง จะทำให้มีการถ่ายทอดลักษณะดังกล่าวไปยังรุ่นลูกและมีค่าเฉลี่ยสูงตามไปด้วย

ในส่วนของ FCR สุกรชั่วอายุที่ 4 และ 5 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2.81 และ 2.72 ตามลำดับ ดังแสดงใน Table 2 ซึ่งมีค่าเฉลี่ยสูงกว่าวัตถุประสงค์การสร้างพันธุ์ โดยลักษณะ FCR มีอัตราพันธุกรรมระหว่าง 0.20 - 0.48 (สมชัย, 2530) ซึ่งการปรับปรุงลักษณะ FCR ให้ดีขึ้นโดยการคัดเลือกสุกรที่มี FCR ดีเป็นสุกรพ่อและแม่พันธุ์ จะทำให้สามารถปรับปรุงลักษณะ FCR ในสุกรรุ่นต่อไปให้ดีขึ้นได้ เนื่องจากลักษณะนี้เป็นลักษณะที่มีผลต่อต้นทุนการผลิต ดังนั้นควรให้ความสำคัญต่อลักษณะ FCR มากขึ้น

Table 1 Economic traits of Pak-Chong 2 swine.

Traits	No.	Mean	SD	Variance
ADG	271	762.63	88.7259	7,872.2990
FCR	271	2.75	0.2925	0.0856
BF	271	0.79	0.1752	0.0307

Table 2 Economic traits of 4th and 5th generation of Pak-Chong 2 swine

Traits	G4		G5	
	LSMEAN	S.E.	LSMEAN	S.E.
No.	131		140	
ADG	752.13	±7.88	767.31	±7.56
FCR	2.81 ^b	±0.02	2.72 ^a	±0.02
BF	0.82	±0.01	0.75	±0.01

ลักษณะ BF ในสุกรช่วงอายุที่ 4 และ 5 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.82 และ 0.75 ซม. ตามลำดับ ดังแสดงใน Table 2 ซึ่งมีค่าเฉลี่ยต่ำกว่าวัตถุประสงค์ในการสร้างพันธุ์โดยมีค่าเฉลี่ยของ BF ต่ำกว่าที่รายงานโดยปิยะวรรณ และคณะ (2547) รายงานในสุกรพันธุ์ดิวรีค เปียตรง และสุกรที่สร้างใหม่ เฉลี่ยเท่ากับ 1.19, 0.94 และ 1.06 ซม. ตามลำดับ ซึ่งลักษณะ BF มีค่าอัตราพันธุกรรมเท่ากับ 0.69 (ปิยะวรรณ และคณะ, 2547) ลักษณะ BF ของสุกรพ่อแม่พันธุ์จะมีความสัมพันธ์กับคุณภาพซากของสุกรขุน ถ้ามีการใช้พ่อพันธุ์สุดท้าย (terminal boar) ที่มีลักษณะ BF บางในการผลิตสุกรขุนจะส่งผลให้ได้สุกรขุนที่มีปริมาณเนื้อแดงสูง สอดคล้องกับการศึกษาของ สัมฤทธิ์ และคณะ (2551ก) ที่รายงาน BF ของสุกรขุนที่เกิดจากพ่อพันธุ์ดิวรีคมี BF 1.72 ซม. ซึ่งมากกว่าสุกรขุนที่เกิดจากพ่อพันธุ์ปากช่อง 2 ที่มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.26 เซนติเมตร นอกจากนี้ Edwards et al. (2006) รายงานค่าเฉลี่ย BF ของสุกรขุนเมื่ออายุ 26 สัปดาห์ ที่เกิดจากพ่อพันธุ์ดิวรีคมีค่าเฉลี่ยสูงกว่าสุกรขุนที่เกิดจากพันธุ์เปียตรง และการใช้พ่อพันธุ์ที่แตกต่างกันมีผลต่อลักษณะ BF ในรุ่นลูกทุกระยะการเจริญเติบโต

ความแปรปรวนของลักษณะทางเศรษฐกิจ

จากการทดสอบความเป็นเอกภาพของความแปรปรวนของลักษณะทางเศรษฐกิจของสุกรพันธุ์ปากช่อง 2 ในช่วงอายุที่ 4 และ 5 โดยเป็นการทดสอบสัดส่วนของความแปรปรวนสูงสุดต่อค่าต่ำสุดของลักษณะทางเศรษฐกิจดังกล่าว ถ้ามีค่ามากกว่า 3 แสดงให้เห็นว่าประชากรของทั้งสองช่วงอายุมีความแปรปรวนแตกต่างกัน (มนต์ชัย, 2544) เมื่อทำการทดสอบลักษณะ ADG พบว่ามีค่าความแปรปรวนในช่วงอายุ 4 และ 5 เท่ากับ 8,449.1760 และ 7,610.9571 ตามลำดับ ดังแสดงใน Table 3 ซึ่งมีค่าไม่แตกต่างกัน

สอดคล้องกับการศึกษาของสัมฤทธิ์ และคณะ (2551ข) ที่รายงานในสุกรพันธุ์แลนด์เรซสายพันธุ์ปากช่อง 1 ในช่วงอายุ 4 และ 5 มีค่าเท่ากับ 9,469.20 และ 7,896.90 ตามลำดับ แต่ต่ำกว่าในสุกรแลนด์เรซสายพันธุ์ GI ในช่วงอายุ 4 และ 5 มีค่าเท่ากับ 11,102.75 และ 13,913.14 ตามลำดับ (จงเจริญ และคมจักร, 2546) โดยค่าความแปรปรวนของลักษณะ ADG สามารถลดลงได้โดยการผสมพันธุ์ภายในกลุ่มและคัดเลือกลักษณะตามเป้าหมายและวัตถุประสงค์ที่ต้องการส่งผลให้การถ่ายทอดลักษณะไปยังรุ่นถัดไปมีความสม่ำเสมอเพิ่มมากขึ้น นอกจากนี้ Janss et al. (1997) ได้พัฒนาพันธุ์สุกรระหว่างพ่อพันธุ์หมุยซานและแม่พันธุ์ลาร์จไวท์และพันธุ์แลนด์เรซ จากนั้นผสมพันธุ์และคัดเลือกพันธุ์เป็นช่วงอายุ 1 และผสมพันธุ์ในรุ่นและคัดเลือกลูกที่เกิดเป็นช่วงอายุ 2 พบว่าลักษณะ ADG ของช่วงอายุ 1 และ 2 มีความแปรปรวนเท่ากับ 5,889 และ 9,444 ซึ่งความแปรปรวนที่เพิ่มขึ้นในช่วงอายุ 2 อาจเกิดเนื่องจากการจับคู่ผสมพันธุ์ที่มีลักษณะแบบ heterozygous ในช่วงอายุ 1 ทำให้มีความแปรปรวนเพิ่มขึ้น

ความแปรปรวนของลักษณะ FCR ในช่วงอายุ 4 และ 5 มีค่าเท่ากับ 0.0995 และ 0.0712 ตามลำดับ ($P < 0.05$) ดังแสดงใน Table 3 มีค่าใกล้เคียงกับสัมฤทธิ์ และคณะ (2551ข) ที่รายงานในสุกรพันธุ์แลนด์เรซสายพันธุ์ปากช่อง 1 ในช่วงอายุ 4 และ 5 มีค่าเท่ากับ 0.0994 และ 0.0951 ตามลำดับ และจงเจริญ และคมจักร (2546) ที่รายงานในสุกรพันธุ์แลนด์เรซสายพันธุ์ GI ในช่วงอายุ 4 และ 5 มีค่าเท่ากับ 0.0835 และ 0.0863 ตามลำดับ การลดความแปรปรวนของลักษณะ FCR สามารถทำได้โดยการคัดเลือกและวางแผนผสมพันธุ์ในกลุ่มสุกรที่มีค่า FCR ใกล้เคียงกัน เพื่อส่งผลให้ได้สุกรรุ่นถัดไปที่มีความแปรปรวนของลักษณะ FCR ลดลง นำไปสู่ความสม่ำเสมอในการถ่ายทอดลักษณะ FCR ไปยังสุกรรุ่นต่อไป

Table 3 Homogeneity of variance of Pak-Chong 2 swine between generation 4 and 5.

Traits	G4		G5		ratio	P-value
	n	variance	n	variance		
ADG	131	8,449.1760	140	7,610.9571	1.1101	0.2761
FCR	131	0.0995	140	0.0712	1.3963	0.0290
BF	131	0.0333	140	0.0261	1.2778	0.0817

ความแปรปรวนของลักษณะ BF ในชั่วอายุ 4 และ 5 มีค่าเท่ากับ 0.0333 และ 0.0261 ตามลำดับ พบว่ามีความเป็นเอกภาพ ดังแสดงใน Table 3 โดยมีค่าใกล้เคียงกับสัมฤทธิ์ และคณะ (2551) ที่รายงานในสุกรพันธุ์แลนด์เรซสายพันธุ์ปากช่อง 1 ในชั่วอายุ 4 และ 5 มีค่าเท่ากับ 0.0576 และ 0.0316 ตามลำดับ และจางเจษฎ์ และคมจักร (2546) ที่รายงานในสุกรพันธุ์แลนด์เรซสายพันธุ์ GI ในชั่วอายุ 4 และ 5 มีค่าเท่ากับ 0.0075 และ 0.0055 ตามลำดับ ซึ่งลักษณะของ BF เป็นปัจจัยหนึ่งที่มีผลต่อการเลือกใช้พ่อพันธุ์สุดท้าย เนื่องจากเป็นลักษณะที่ถ่ายทอดไปยังสุกรขุน ดังนั้นการใช้พ่อพันธุ์สุดท้ายที่มีไขมันสันหลังบาง พื้นที่หน้าตัดเนื้อสันใหญ่ จะได้สุกรขุนที่มีลักษณะซากดี ปริมาณเนื้อแดงซากสูง

สรุปและข้อเสนอแนะ

ความแปรปรวนของลักษณะทางเศรษฐกิจ ได้แก่ ADG และ BF ของสุกรพันธุ์ปากช่อง 2 ในชั่วอายุที่ 4 และ 5 มีความสม่ำเสมอในการแสดงออก แต่ลักษณะ FCR ยังไม่มีความสม่ำเสมอในการแสดงออก ควรดำเนินการพัฒนาคัดเลือกลักษณะ FCR ในสุกรรุ่นถัดไปให้มีความแปรปรวนลดลง

การศึกษาความแปรปรวนของลักษณะทางเศรษฐกิจที่บ่งชี้ความสม่ำเสมอในการถ่ายทอดและความเป็นพันธุ์แท้ของสุกรที่พัฒนาพันธุ์ อาจต้องใช้วิธีทางอนุพันธุศาสตร์เพื่อให้สามารถสรุปผลของการพัฒนาพันธุ์ดังกล่าวได้ชัดเจนขึ้น

เอกสารอ้างอิง

- จางเจษฎ์ ศรีกระจำว และคมจักร พิษัยรณรงค์สงคราม. 2546. การสร้างสุกรพันธุ์แลนด์เรซของกรมปศุสัตว์ 27. ศึกษาความแปรปรวนของลักษณะทางเศรษฐกิจของสุกรพันธุ์แลนด์เรซสายพันธุ์เยอรมันไอร์แลนด์ในชั่วอายุ 4 และในชั่วอายุ 5. แผนการปฏิบัติงานกลุ่มวิจัยและพัฒนาสัตว์เล็ก ประจำปีงบประมาณ 2546. กลุ่มงานวิจัยและพัฒนาสัตว์เล็ก. กองบำรุงพันธุ์สัตว์. กรมปศุสัตว์. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. น. 112-126.
- ปิยะวรรณ เป็นสูงเนิน อ่าง ทองจำรูญ สุภาวัลย์ บรรเลงทอง สัมฤทธิ์ แสนบัว วิศาล ศรีสุริยะ วโรชา เจียมรัมย์ และไพจิตร อินตรา. 2547. อิทธิพลของปัจจัยคงที่มีผลลักษณะทางเศรษฐกิจและอัตราพันธุกรรมของสุกรทดสอบพันธุ์ที่ศูนย์วิจัยและบำรุงพันธุ์สัตว์นครราชสีมา. การประชุมสัมมนาวิชาการเกษตรแห่งชาติ ประจำปี 2547 สาขาสัตวศาสตร์/สัตวบาล. หน้า 396-407.
- มนต์ชัย ดวงจินดา. 2544. การใช้โปรแกรม SAS เพื่อวิเคราะห์งานวิจัยทางสัตว์. มหาวิทยาลัยขอนแก่น. 313 น.
- สมชัย จันทร์สว่าง. 2530. การปรับปรุงพันธุ์สัตว์. ภาควิชาสัตวบาล. คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 505 น.
- สัมฤทธิ์ แสนบัว วิศาล ศรีสุริยะ และวโรชา จำปารัตน์. 2551ก. การเปรียบเทียบลักษณะทางเศรษฐกิจของสุกรขุนที่ใช้พ่อสุดท้ายเป็นพันธุ์ดิว็อค และปากช่อง 2. e-Journal กองบำรุงพันธุ์. http://www.dld.go.th/breeding/Journal/e_journal_2551_vol1.html
- สัมฤทธิ์ แสนบัว วิศาล ศรีสุริยะ วโรชา จำปารัตน์ และศรัชัย คงสุข. 2551ข. การสร้างสุกรพันธุ์แลนด์เรซของกรมปศุสัตว์ 28. การศึกษาความแปรปรวนของลักษณะทางเศรษฐกิจของสุกรพันธุ์แลนด์เรซ สายพันธุ์ปากช่อง 1 ในชั่วอายุ 4 และในชั่วอายุ 5. e-Journal กองบำรุงพันธุ์. http://www.dld.go.th/breeding/Journal/e_journal_2551_vol1.html
- Edwards, D. B., R. J. Tempelman and R. O. Bates. 2006. Evaluation of Duroc- vs. Pietrain-sire pigs for growth and composition. J. Anim. Sci. 84: 266-275.
- England, D. C. and L. M. Winters. 1953. The effects of genetic diversity and performance of inbred lines per se on hybrid vigor in swine. J. Anim. Sci. 12: 836-847.
- Janss, L. L., J. A. Van Arendonk and E. W. Brascamp. 1997. Segregation analyses for presence of major genes affecting growth, backfat, and litter size in dutch meishan crossbreds. J. Anim. Sci. 75: 2864-2876.