

# การประมาณค่าพารามิเตอร์ทางพันธุกรรมของลักษณะการเจริญเติบโต ในไก่ลูกผสมพื้นเมืองไทยสายพันธุ์สังเคราะห์

## Estimation of genetic parameters for growth traits in Thai crossbred synthetic chicken lines

หนึ่งฤทัย พรหมวาที<sup>1</sup>, บัญญัติ เหล่าไพบูลย์<sup>1</sup>, เทวินทร์ วงษ์พระลับ<sup>1</sup>, วุฒิไกร บุญคุ้ม<sup>1</sup>  
และ มนต์ชัย ดวงจินดา<sup>1\*</sup>

Neungrutai Promwatee<sup>1</sup>, Banyat Loapaiboon<sup>1</sup>, Thevin Vongpralub<sup>1</sup>,  
Wuttigrai Boonkum<sup>1</sup> and Monchai Duangjinda<sup>1\*</sup>

**บทคัดย่อ:** การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อประมาณค่าพารามิเตอร์ทางพันธุกรรมของลักษณะการเจริญเติบโตในไก่ลูกผสมพื้นเมืองสายพันธุ์สังเคราะห์ 4 สายพันธุ์ ได้แก่ แก่นทอง มุกอีสาน สร้อยนิล และสร้อยเพชร โดยใช้ข้อมูลลักษณะน้ำหนักแรกเกิด น้ำหนักเมื่ออายุ 4, 8, 12 และ 14 สัปดาห์ ความยาวรอบอกที่ 14 สัปดาห์ และอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวัน (ADG) ในช่วง 0-4, 0-8, 0-12 และ 0-14 สัปดาห์ ประมาณค่าพารามิเตอร์ทางพันธุกรรมโดยวิธี REML ด้วยโปรแกรม BLUPF90 Chicken PAK2.5 พบว่า ไก่สายพันธุ์สังเคราะห์ทั้ง 4 สายพันธุ์ มีค่าอัตราพันธุกรรมของน้ำหนักแรกเกิดสูง (0.64-0.73) น้ำหนักตัวเมื่ออายุ 4, 8, 12 และ 14 สัปดาห์ และ ADG 0-4, 0-8, 0-12 และ 0-14 สัปดาห์มีค่าปานกลางถึงสูง (0.22-0.68) และความยาวรอบอกมีค่าต่ำถึงสูง (0.12-0.42) ค่าสหสัมพันธ์ทางพันธุกรรมระหว่างน้ำหนักแรกเกิดกับน้ำหนักเมื่ออายุ 14 สัปดาห์, ADG 0-14 และความยาวรอบอกพบว่ามีความสัมพันธ์เชิงบวกในระดับต่ำถึงปานกลาง (0.14-0.50) ดังนั้นลักษณะการเจริญเติบโตทุกลักษณะสามารถที่จะคัดเลือกและปรับปรุงพันธุกรรมให้เพิ่มสูงขึ้นได้

**คำสำคัญ:** ไก่ลูกผสมพื้นเมืองไทย, ไก่พันธุ์สังเคราะห์, ค่าพารามิเตอร์ทางพันธุกรรม, การเจริญเติบโต

**ABSTRACT:** The aim of this study was to estimate genetic parameters of growth traits in four Thai crossbred synthetic chicken lines, which were Kaen Tong, Mook Esarn, Soi Nin and Soi Pet. Data for growth traits were birth weight, body weight at 4, 8, 12, and 14 weeks of age, breast circumference at 14 weeks of age and average daily gain (ADG) during 0-4, 0-8, 0-12 and 0-14 weeks of age. The genetic parameters were estimated by REML using BLUPF90 Chicken PAK2.5. In four Thai crossbred synthetic chicken lines, the results showed that heritability of birth weight were high (0.64-0.73). Heritability of body weight at 4, 8, 12 and 14 weeks of age and ADG during 0-4, 0-8, 0-12 and 0-14 weeks of age were moderate to high (0.22-0.68) and breast circumference were low to high (0.12-0.42). Genetic correlation between birth weight and body weight at 14 weeks of age, ADG 0-14, and breast circumference were low to moderate positive correlation (0.14-0.50). Therefore, all growth traits genetics can be improved by selection.

**Keywords:** Thai crossbred chicken, Synthetic chicken lines, genetic parameters, growth traits

<sup>1</sup> ภาควิชาสัตวศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น อ.เมือง จ.ขอนแก่น 40002

Department of Animal Science, Faculty of Agriculture, KhonKaen University, KhonKaen, 40002

\* Corresponding author: monchai@kku.ac.th

## บทนำ

ไก่ลูกผสมพื้นเมืองเป็นไก่ที่มีการเจริญเติบโตสูงกว่าไก่พื้นเมืองพันธุ์แท้ อีกทั้งยังมีคุณภาพเนื้อที่ดีใกล้เคียงกับไก่พื้นเมืองไทยจึงเป็นที่ต้องการของผู้บริโภค (นวพร, 2553) การศึกษาของบัญญัติ และคณะ (2553) ด้านการเจริญเติบโตของไก่ลูกผสมพื้นเมือง (พ่อพันธุ์ประดู่หางดำ เหลืองหางขาว แดง และซี ผสมกับแม่พันธุ์ทางการค้า) พบว่า ไก่เพศผู้และเพศเมียอายุ 12 สัปดาห์มีน้ำหนักตัว 1,520-1,644 กรัม และ 1,202-1,341 กรัมตามลำดับ ในขณะที่ไก่พื้นเมืองไทยพันธุ์ประดู่หางดำ จะต้องใช้เวลาในการเลี้ยงถึง 18-20 สัปดาห์จึงจะมีน้ำหนักตัวเฉลี่ยประมาณ 1,284-1,443 กรัม (ทีวี และคณะ, 2549) ดังนั้นเพื่อเพิ่มทางเลือกสำหรับผู้ผลิตไก่ในเชิงการค้า ศูนย์เครือข่ายวิจัยและพัฒนาด้านการปรับปรุงพันธุ์สัตว์ (ไก่พื้นเมือง) มหาวิทยาลัยขอนแก่น จึงได้พัฒนาไก่ลูกผสมพื้นเมืองสายพันธุ์สังเคราะห์เพื่อรองรับการผลิตในระดับอุตสาหกรรม โดยพัฒนาไก่ลูกผสมจากไก่พ่อพันธุ์พื้นเมืองไทย (ไก่ซี) ผสมกับแม่พันธุ์ทางการค้า ซึ่งลูกผสมที่ได้มีความหลากหลายของสีขนที่สามารถจัดกลุ่มตามสีขนและวางแผนการผสมพันธุ์ภายในชั่วรุ่นเดียวกัน (Inter se) จนถึงชั่วรุ่นที่ 4 ได้ 4 สายพันธุ์ได้แก่ แก่นทอง มุกอีสาน สร้อยนิล และสร้อยเพชร เมื่อพิจารณาในมุมมองด้านการปรับปรุงพันธุ์ ลักษณะการเจริญเติบโตเป็นลักษณะที่มีความสำคัญเป็นลำดับแรกที่ต้องพิจารณาเพื่อการผลิตไก่พันธุ์เนื้อ ซึ่งการปรับปรุงพันธุ์สัตว์ให้มีประสิทธิภาพจำเป็นต้องทราบค่าพารามิเตอร์ทางพันธุกรรม เพื่อนำค่าดังกล่าวไปใช้ในการประมาณค่า EBV ในขณะที่ค่าสหสัมพันธ์ทางพันธุกรรมจะมีความสำคัญอย่างมากในการคัดเลือกพร้อมหลายลักษณะ และทำให้ทราบถึงผลกระทบที่จะเกิดขึ้นเมื่อคัดเลือกลักษณะหนึ่งจะส่งผลกระทบต่ออีกลักษณะหนึ่งอย่างไร ดังนั้นการศึกษาครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อประมาณค่าอัตราพันธุกรรมและค่าสหสัมพันธ์ทางพันธุกรรมของลักษณะการเจริญเติบโตในไก่ลูกผสมพื้นเมืองสายพันธุ์สังเคราะห์ทั้ง 4 สายพันธุ์ เพื่อเป็นข้อมูลเบื้องต้นในการพิจารณา กำหนดทิศทางการคัดเลือกและปรับปรุงพันธุ์ต่อไปในอนาคต

## วิธีการศึกษา

### ข้อมูลที่ใช้ในการศึกษา

ข้อมูลลักษณะการเจริญเติบโตของไก่พื้นเมืองสายพันธุ์สังเคราะห์ 4 สายพันธุ์ได้แก่ น้ำหนักแรกเกิด (BW0) น้ำหนักเมื่ออายุ 4 (BW4), 8 (BW8), 12 (BW12) และ 14 (BW14) สัปดาห์ ความยาวรอบอกที่ 14 สัปดาห์ (BrA) และอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวัน (ADG) ในช่วง 0-4, 0-8, 0-12 และ 0-14 สัปดาห์ โดยใช้ข้อมูลจากชั่วรุ่นที่ 2-4 ภายใต้สภาพการเลี้ยงของฟาร์มทดลองศูนย์เครือข่ายวิจัยและพัฒนาด้านการปรับปรุงพันธุ์สัตว์ (ไก่พื้นเมือง) มหาวิทยาลัยขอนแก่น

### การวิเคราะห์ข้อมูล

วิเคราะห์องค์ประกอบความแปรปรวน (variance components) โดยใช้วิธี Restriction Maximum Likelihood (REML) โดยการวิเคราะห์ครั้งละลักษณะ (single trait) สำหรับลักษณะการเจริญเติบโตทุกลักษณะ และใช้การวิเคราะห์ร่วมหลายลักษณะ (multivariate analysis) สำหรับลักษณะ BW0, BW14, BrA และ ADG 0-14 โดยประมาณค่าภายใต้โมเดลตัวสัตว์ (animal model) ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป BLUPF90 Chicken PAK2.5 (Duangjinda et al., 2005) มีโมเดลในการวิเคราะห์ที่เป็น  $y_i = X_i\beta_i + Z_i a_i + \varepsilon_i$  เมื่อ  $y_i$  คือ เวกเตอร์ของค่าสังเกตของลักษณะการเจริญเติบโตแต่ละลักษณะ,  $\beta$  คือ เวกเตอร์ของอิทธิพลคงที่เนื่องจากเพศ กลุ่มการจัดการ (ชุดฟักและชั่วรุ่น),  $a$  คือ เวกเตอร์ของอิทธิพลสุ่มเนื่องจากตัวสัตว์,  $\varepsilon$  คือ เวกเตอร์ของอิทธิพลสุ่มเนื่องจากความคลาดเคลื่อน และ  $X$  และ  $Z$  คือ เมตริกซ์ที่มีความสัมพันธ์กับการปรากฏของอิทธิพลคงที่และอิทธิพลสุ่มเนื่องจากตัวสัตว์ของลักษณะที่  $i$

### ผลการศึกษาและวิจารณ์

จากการวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้นและตรวจสอบการกระจายและการแจกแจงของข้อมูลได้สรุปค่า

สถิติเบื้องต้น ของลักษณะการเจริญเติบโตในไก่ทั้ง 4 สายพันธุ์ แสดงใน Table 1 และค่าอัตราพันธุกรรมของลักษณะการเจริญเติบโตในไก่ลูกผสมพื้นเมืองสายพันธุ์สังเคราะห์ทั้ง 4 สายพันธุ์ แสดงใน Table 1 จากการประมาณค่าอัตราพันธุกรรม ( $h^2$ ) พบว่าค่าอัตราพันธุกรรมของน้ำหนักแรกเกิด ของไก่ทั้ง 4 สายพันธุ์ (แก่นทอง มุกอีสาน สร้อยนิล และสร้อยเพชร) มีค่าสูง (0.64-0.73) ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกับการศึกษาของทวีและคณะ (2549) ที่ศึกษาในประชากรไก่ประดู่หางดำ และมีค่าอัตราพันธุกรรมของน้ำหนักแรกเกิดเท่ากับ 0.88 และน้ำหนักตัวที่อายุ 4, 8, 12 และ 14 สัปดาห์ในสายพันธุ์ แก่นทอง มุกอีสาน สร้อยนิล และสร้อยเพชร มีค่าอัตราพันธุกรรมอยู่ในระดับปานกลางถึงสูง โดยมีค่าเท่ากับ 0.40-0.56, 0.27-0.46, 0.24-0.49 และ 0.55-0.67 ตามลำดับ ความยาวรอบอกที่อายุ 14 สัปดาห์ในสายพันธุ์ แก่นทอง มุกอีสาน สร้อยนิล และสร้อยเพชร มีค่าอัตราพันธุกรรมอยู่ในระดับต่ำถึงสูง โดยมีค่าเท่ากับ 0.26, 0.12, 0.12 และ 0.42 ตามลำดับ และอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวันในช่วง 0-4, 0-8, 0-12 และ 0-14 สัปดาห์ ในสายพันธุ์ แก่นทอง มุกอีสาน สร้อยนิล และสร้อยเพชร มีค่าอัตราพันธุกรรมอยู่ในระดับปานกลางถึงสูง โดยมีค่าเท่ากับ 0.31-0.55, 0.27-0.45, 0.22-0.47 และ 0.54-0.68 ตามลำดับ ซึ่งค่าของลักษณะดังกล่าวมีความสอดคล้องกับการรายงานที่ผ่านมาเกี่ยวกับลักษณะการเจริญเติบโต ที่มีค่าอัตราพันธุกรรมของลักษณะน้ำหนักตัวอยู่ในช่วง 0.10-0.88 (ทวี และคณะ, 2549; วุฒิชัย และคณะ, 2550) จากค่าอัตราพันธุกรรมของน้ำหนักตัว และ ADG ในไก่ทั้ง 4 สายพันธุ์พบว่า น้ำหนักแรกเกิด มีค่าอัตราพันธุกรรมที่สูงกว่าน้ำหนักตัวที่อายุอื่น ซึ่งลักษณะที่มีค่าอัตราพันธุกรรมสูง แสดงว่าสัตว์มีความผันแปรทางพันธุกรรมสูง จึงทำให้สามารถคัดเลือกสัตว์ที่มีพันธุกรรมที่ดีได้อย่างแม่นยำมากกว่าลักษณะที่มีค่าอัตราพันธุกรรมต่ำ และส่งผลตอบสนองการคัดเลือกก้าวหน้าไปได้อย่างรวดเร็ว อย่างไรก็ตามการใช้ข้อมูลน้ำหนักแรกเกิดอาจมีความผิดพลาดได้ เนื่องจากค่าอัตราพันธุกรรมของน้ำหนักแรกเกิดอาจมีอิทธิพลทางพันธุกรรมของแม่ (maternal genetic effect) รวมอยู่ด้วย (Norris and Ngambi, 2006) ค่าสหสัมพันธ์ทางพันธุกรรม (Genetic

correlation;  $r_G$ ) ระหว่าง BW0 กับ BW14, BrA และ ADG 0-14 ในไก่สายพันธุ์ แก่นทอง และมุกอีสาน แสดงใน Table 2 และในไก่สายพันธุ์ สร้อยนิล และสร้อยเพชร แสดงใน Table 3 พบว่า ค่า  $r_G$  ในไก่ทั้ง 4 สายพันธุ์ มีทิศทางบวกในระดับปานกลางคืออยู่ในช่วง 0.14 - 0.50 สอดคล้องกับ วุฒิชัย และคณะ (2550) ที่รายงานน้ำหนักแรกเกิด กับน้ำหนัก 16 สัปดาห์, ADG 0-16 และความกว้างอกที่ 16 สัปดาห์ในไก่พื้นเมืองพันธุ์ซี มีทิศทางบวกในระดับปานกลางมีค่าอยู่ในช่วง 0.40-0.49 ซึ่งเป็นค่า  $r_G$  ในช่วงอายุ ณ จุดขายเช่นเดียวกัน ดังนั้นถ้าพิจารณาการคัดเลือกจากลักษณะน้ำหนักแรกเกิดที่สามารถเก็บข้อมูลได้เร็วและสะดวก น่าจะมีความเป็นไปได้ในสายพันธุ์ แก่นทอง สร้อยนิล และสร้อยเพชร ที่จะทำได้ไก่ที่มีน้ำหนักตัวที่ 14 สัปดาห์ ความยาวรอบอกและ ADG0-14 ที่สูงขึ้นตามไปด้วย ในขณะที่สายพันธุ์มุกอีสานยังไม่เหมาะสมที่จะใช้ข้อมูลน้ำหนักแรกเกิดในการคัดเลือกได้เนื่องจากมีค่า  $r_G$  ค่อนข้างต่ำ (0.14-0.17)

## สรุป

ไก่ลูกผสมพื้นเมืองสายพันธุ์สังเคราะห์ทั้ง 4 สายพันธุ์ พบว่าค่าอัตราพันธุกรรมของ BW0 มีค่าสูง (0.64-0.73) ส่วน BW4, BW8, BW12, BW14, ADG0-4, ADG 0-8, ADG0-12 และ ADG 0-14 มีค่าปานกลางถึงสูง (0.22-0.68) และ BrA มีค่าต่ำถึงสูง (0.12-0.42) ค่าสหสัมพันธ์ทางพันธุกรรม ระหว่าง BW0 กับ BW14, BrA และ ADG0-14 ซึ่งเป็นอายุ ณ จุดขาย ค่า  $r_G$  มีความสัมพันธ์เชิงบวกในระดับต่ำถึงปานกลาง (0.14-0.50)

## คำขอขอบคุณ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณศูนย์เครือข่ายวิจัยและพัฒนาด้านการปรับปรุงพันธุ์สัตว์ (ไก่พื้นเมือง) มหาวิทยาลัยขอนแก่น และสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.) ที่ให้ความเอื้อเฟื้อข้อมูลวิจัยในครั้งนี้

**Table 1** Data structure for analysis and genetic parameters of growth traits in 4 Thai synthetic chicken lines

Lines	Traits <sup>1/</sup>	n	Mean	Sd.	Min.	Max.	$\sigma_G^2$	$\sigma_e^2$	$h^2 = \pi r^2$
Kaen Tong	BW0	480	33.7	4.3	23	47	7.4	3.2	0.70
	BW4	480	205.6	49.4	90	350	840	1,090	0.44
	BW8	478	576.4	132.3	220	950	4,900	7,470	0.40
	BW12	458	1,033.8	214.6	400	1,650	12,500	18,500	0.40
	BW14	286	1,254.3	261.2	550	1,950	23,600	18,200	0.56
	BrA	286	22.4	1.9	13.9	28	0.7	1.9	0.26
	ADG0-4	480	6.1	1.8	1.8	11	0.7	1.6	0.31
	ADG0-8	478	9.7	2.4	3.2	16.4	1.4	2.5	0.36
	ADG0-12	458	11.9	2.6	4.3	19.2	1.7	2.7	0.38
ADG0-14	286	12.5	2.7	5.3	19.5	2.4	1.9	0.55	
Mook Esarn	BW0	608	36.3	4.1	25	51	7.4	3.2	0.70
	BW4	608	244.1	47.2	100	400	676	1,340	0.34
	BW8	606	649.8	129.1	300	1,020	4,480	7,100	0.39
	BW12	576	1,136.4	225.7	420	1,770	16,800	19,500	0.46
	BW14	373	1,375.9	269.2	550	2,090	11,500	31,600	0.27
	BrA	373	23	1.8	16.2	29.7	0.3	2.1	0.12
	ADG0-4	608	7.4	1.7	2.1	12.8	0.7	1.8	0.30
	ADG0-8	606	11.0	2.3	4.6	17.4	1.3	2.3	0.37
	ADG0-12	576	13.1	2.7	4.6	20.6	2.3	2.8	0.45
ADG0-14	373	13.7	2.7	5.3	20.9	1.2	3.3	0.27	
Soi Nin	BW0	582	34.2	4	24	47	8.3	3.1	0.73
	BW4	582	226.2	48.8	90	400	653	1,120	0.37
	BW8	577	622.2	130.8	200	1,230	2,880	8,880	0.24
	BW12	557	1,093.4	206.4	420	1,820	9,020	21,300	0.30
	BW14	355	1,324.8	238.8	550	1,980	17,800	18,400	0.49
	BrA	355	22.6	1.8	6.8	28.5	0.3	2	0.12
	ADG0-4	582	6.9	1.7	1.8	12.8	0.7	1.5	0.33
	ADG0-8	577	10.5	2.3	2.9	21.4	0.8	2.9	0.22
	ADG0-12	557	12.6	2.4	4.6	21.3	1.2	3.1	0.28
ADG0-14	355	13.2	2.4	5.3	19.9	1.8	2	0.47	
Soi Pet	BW0	450	34.1	3	24	45	4.2	2.3	0.64
	BW4	450	235.8	45.6	110	400	962	791	0.55
	BW8	445	645.9	117.5	340	1,060	6,770	4,600	0.60
	BW12	435	1,130.4	205.3	560	1,650	18,961	12,231	0.61
	BW14	364	1,370.4	245.1	760	2,030	25,800	12,500	0.67
	BrA	364	22.8	1.4	18.5	27	0.7	0.9	0.42
	ADG0-4	450	7.2	1.6	2.7	13	1.2	1	0.54
	ADG0-8	445	10.9	2.1	5.5	18.4	2.1	1.5	0.59
	ADG0-12	435	13.1	2.4	6.3	19.3	2.7	1.7	0.60
ADG0-14	364	13.6	2.5	7.4	20.4	2.7	1.3	0.68	
ADG0-14	364	13.6	2.5	7.4	20.4	2.7	1.3	0.68	

<sup>1/</sup> BW0, 4, 8, 12 and 14 = body weight (g) at hatch, 4, 8, 12, and 14 weeks of age respectively; BrA = breast Circumstance (cm) at 14 weeks of age; ADG 0-4, 0-8, 0-12 and 0-14 = average daily gain (g/day) during 0-4, 0-8, 0-12 and 0-14 weeks of age respectively

**Table 2** Genetic correlations for growth traits in Kaen Tong (above the diagonal) and MookEsarn(below the diagonal)

Traits	BW0	BW14	BrA	ADG0-14
BW0	-	0.41	0.44	0.39
BW14	0.17	-	0.86	0.99
BrA	0.16	0.32	-	0.86
ADG0-14	0.14	0.99	0.32	-

**Table 3** Genetic correlations for growth traits in Soi Nin (above the diagonal) and Soi Pet (below the diagonal)

Traits	BW0	BW14	BrA	ADG0-14
BW0	-	0.41	0.50	0.39
BW14	0.36	-	0.91	0.99
BrA	0.48	0.90	-	0.91
ADG0-14	0.35	0.99	0.90	-

### เอกสารอ้างอิง

ทวีอุปถุณ, ไสวนามคุณและอำนาจเลี้ยงวธวรกูล.2549. การสร้งฝูงไก่พื้นเมืองพันธุ์ประคู่หางดำ 5. ค่าพารามิเตอร์ทางพันธุกรรมของลักษณะน้ำหนักตัวไก่อายุต่างๆ. ใน เรื่องเติมการประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ครั้งที่ 44: สาขาสัตวศาสตร์ สาขาสัตวแพทยศาสตร์. กรุงเทพฯ. 373-381.

นพพร หงส์พันธุ์. 2553. ลักษณะและสมบัติเฉพาะตัวของเนื้อไก่พื้นเมืองไทยและไก่ลูกผสมและความชอบของผู้บริโภค. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยขอนแก่น, ขอนแก่น.

บัญญัติเหล่าไพบูลย์, มนต์ชัย ดวงจินดา, เทวินทร์ วงษ์พระลับ, พิชญ์รัตน์ แสนไชยสุริยา, เกษมนันท์ชัย และวุฒิไกรบุญคุ้ม. 2553. การทดสอบสมรรถนะการเจริญเติบโตและความนุ่มเนื้อในไก่ลูกผสมที่ได้จากไก่พ่อพันธุ์พื้นเมืองกับไก่แม่พันธุ์ทางการค้า. แก่นเกษตร. 38 : 373 - 384.

วุฒิชัย เคนไชยวงศ์, มนต์ชัย ดวงจินดา, บัญญัติ เหล่าไพบูลย์ และเทวินทร์ วงษ์พระลับ. 2550. การประมาณค่าพารามิเตอร์ทางพันธุกรรมของลักษณะการเจริญเติบโตในไก่พื้นเมืองไทยพันธุ์ซี. วารสารเกษตร. 23(3): 253-261.

Duangjinda, M., I. Misztal and S. Tsuruta. 2005. BLUPF90-ChickenPAK 2.5 [computer programs]. Khonkaen University, Thailand. <http://agsserver.kku.ac.th/monchai>.

Norris, D. and J.W. Ngambi. 2006. Genetic parameter estimates for body weight in local Venda chicken. TropAnim Health Prod. 38: 605-609.