

สมรรถภาพการเจริญเติบโตของโคพื้นเมืองสายอิสานสถานีวิจัยทดสอบพันธุ์สัตว์ชัยภูมิ^{1/}
สันติชัย จันทรบุนญา^{2/} สมพร โชคเจริญ^{3/}

บทคัดย่อ

ข้อมูลการเจริญเติบโตของโคพื้นเมืองชุดใหม่ภายใต้สภาพแวดล้อมของสถานีวิจัยและทดสอบพันธุ์สัตว์ชัยภูมิ จำนวน 874 ตัวที่เลี้ยงตั้งแต่ปี พ.ศ.2544 – พ.ศ.2547 นำมาวิเคราะห์ ด้วยวิธี Least Square Analysis (Harvey, 1975) ผลการศึกษาพบว่า มีน้ำหนักตัวเมื่อแรกเกิด เมื่อหย่านม (200 วัน) และเมื่ออายุ 400 วัน เท่ากับ 16.36, 81.95 และ 92.92 กิโลกรัมตามลำดับ มีส่วนสัดส่วนร่างกายได้แก่ ความสูงลำตัว ความยาวรอบอก และความยาวลำตัวเมื่อแรกเกิด เท่ากับ 61.65, 58.59 และ 45.02 เซนติเมตร เมื่อหย่านม (200 วัน) เท่ากับ 90.04, 104.22 และ 73.23 เซนติเมตร และเมื่ออายุ 400 วัน เท่ากับ 90.20, 109.71 และ 78.23 เซนติเมตรตามลำดับ โดยมีค่าใกล้เคียงกับโคพื้นเมืองสายอิสานชุดเดิมที่เลี้ยงอยู่ที่หน่วยขุนทรริก สถานีวิจัยทดสอบพันธุ์สัตว์อุบลราชธานี และปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อลักษณะเมื่อแรกเกิด และหย่านมที่ได้แก่เพศ เดือนเกิด และปีที่เกิด ส่วนลักษณะเมื่ออายุ 400 วัน พบว่าปัจจัยดังกล่าวไม่มีอิทธิพลต่อลักษณะที่ศึกษา

คำสำคัญ: การเจริญเติบโต โคพื้นเมือง อิสาน

^{1/} ทะเบียนวิชาการเลขที่ 49(3) -0406 - 123

^{2/} สถานีวิจัยทดสอบพันธุ์สัตว์ชัยภูมิ อ. เมือง จ.ชัยภูมิ (36000)

^{3/} ศูนย์วิจัยและบำรุงพันธุ์สัตว์ลำพูนากลาง ต.หนองรี อ.ลำสนธิ จ.ลพบุรี (10590)

Growth Performance of North East Native Cattle in Chaiyaphum Breeding Station ^{1/}

Santichai Chantornboonta ^{2/} Somporn Chokcharoen ^{3/}

Abstract

The growth performance record of north east native cattle In Chaiyaphum Breeding Station were 878 record from 2001 – 2004 and statistical analysis by least square analysis (Harvey, 1975). The result of this study showed that birth weight, weaning weight (200 day) and yearling weight (400 day) were 16.36, 81.95 and 92.92 kilogram respectively. The body measurement were hip height, hard girth and shoulder to pin at birth were 61.65, 58.59, 45.02 centimeter at weaning (200 day) were 90.04, 104.22, 73.23 centimeter and at yearling (400 day) were 90.20, 109.71 and 78.23 centimeter respectively. These studies were the same old record in north east native cattle in Boontharic livestock unit in Ubonratchatani livestock breeding station. The fixed effect were sex, month and year of birth were effect for birth and yearling but no effect for yearling traits.

Keywords: growth performance, thai native cattle, north east.

^{1/} Research Project No 49(3) -0406 - 123

^{2/} Chaiyaphum Livestock Breeding Station, Muang, Chaiyaphum, (36000)

^{3/} Lampayaklang Livestock Research and Breeding Center, Lamsonti, Lopburi (15190)

บทนำ

โคพื้นเมืองไทยเป็นโคที่จัดอยู่กลุ่มของโคอินเดีย (*Bos indicus*) เป็นโคที่มีโครงร่างขนาดเล็ก เพศผู้หนักประมาณ 350 กิโลกรัม เพศเมียหนักประมาณ 250 กิโลกรัม คุณภาพเนื้อไม่ค่อยดีตามมาตรฐานสากล เนื่องจากไขมันแทรกน้อย มีเปอร์เซ็นต์ซากต่ำประมาณ 50 % แต่มีความดีเด่นคือมีความสามารถต้านทานต่อสภาพอากาศร้อนได้ดี อยู่ได้ในสภาพที่ทุรกันดาร ทนต่อโรคแมลงเมืองร้อนได้ดี และมีความสมบูรณ์พันธุ์ที่สูงมาก ปัจจุบันกรมปศุสัตว์ได้แบ่งโคพื้นเมืองไทยออกเป็น 4 กลุ่มสายพันธุ์ได้แก่ โคพื้นเมืองสายภาคเหนือ (โคขาวลำพูน) โคพื้นเมืองสายภาคกลาง (โคลาน) โคพื้นเมืองสายภาคใต้ (โคชน) และโคพื้นเมืองสายอีสาน (กองบำรุงพันธุ์สัตว์, 2547)

โคพื้นเมืองสายอีสาน เป็นโคที่เลี้ยงมาแต่ดั้งเดิมในแถบภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนบนและตอนล่าง ลักษณะทั่วไปจะมีหลายสี ได้แก่สีน้ำตาล น้ำตาลแกมแดง สีเหลืองนวล และสีดำ โดยกรมปศุสัตว์ได้จัดสรรงบประมาณให้กับกองบำรุงพันธุ์สัตว์จัดซื้อโคพื้นเมืองสายอีสานครั้งแรกเมื่อปี พ.ศ. 2535 เป็นเพศผู้ 10 ตัว เพศเมีย 100 ตัว นำมาเลี้ยงที่สถานีบำรุงพันธุ์สัตว์บุญทริก (ชื่อเดิม) ตั้งอยู่ที่ อ.บุญทริก จ.อุบลราชธานี โดยมีวัตถุประสงค์เพื่ออนุรักษ์พันธุ์กรรมของโคพื้นเมืองไว้ (สมมาตร และคณะ, 2537) ต่อมาเมื่อปี 2544 กรมปศุสัตว์ได้จัดสรรงบประมาณเพิ่มเติมเพื่อจัดซื้อโคพื้นเมืองในแต่ละสายพันธุ์เพิ่มเติม โดยนำแต่ละสายพันธุ์ไปเลี้ยงไว้ตามสถานี ๔ ในแต่ละพื้นที่ และโคพื้นเมืองสายอีสานได้จัดซื้อและนำมาเลี้ยงไว้ที่สถานีวิจัยทดสอบพันธุ์สัตว์ชัยภูมิเมื่อปี พ.ศ. 2544 เป็นต้นมา

ดังนั้นการศึกษาครั้งนี้จึงเป็นการศึกษาถึงสมรรถภาพการผลิตของโคพื้นเมืองสายอีสาน ซึ่งเป็นโคชุดใหม่ที่จัดซื้อเข้ามาเลี้ยงเมื่อปี พ.ศ.2544 เพื่อศึกษาสมรรถภาพการเจริญเติบโตของลักษณะเมื่อแรกเกิด เมื่อหย่านม (200 วัน) และเมื่ออายุ 400 วัน ได้แก่ น้ำหนักตัว ความสูงลำตัว ความยาวลำตัว และความยาวรอบอก

อุปกรณ์และวิธีการ

การศึกษานี้เก็บรวบรวมข้อมูลลักษณะการเจริญเติบโตของโคพื้นเมืองสายอีสาน จำนวน 874 ตัวตั้งแต่ปี 2544 ถึงปี 2547 ประกอบด้วยน้ำหนักตัวและสัดส่วนร่างกายเมื่อแรกเกิด เมื่อหย่านม (200 วัน) และเมื่ออายุ 400 วันของโคพื้นเมืองสายอีสานชุดใหม่ (Table 1) และข้อมูลปัจจัยคงที่ (Fixed Effect) ของโคแต่ละตัวที่จะส่งผลกระทบต่อลักษณะต่าง ๆ ได้แก่ สีของลำตัว วัน เดือน ปีเกิด วันเดือนปีที่เก็บข้อมูล เพศ ลำดับการคลอด และอายุวันที่ทำการเก็บข้อมูลเป็นต้น จากข้อมูลที่รวบรวมได้ทำการตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูล และตรวจสอบการกระจายของข้อมูล เพื่อให้ได้ข้อมูลที่มีการกระจายแบบปกติ (Normal distribution) มีการลบข้อมูลที่มีค่ามากกว่าหรือน้อยกว่าปกติ (outlier)

นอกจากฐานข้อมูล จากนั้นนำข้อมูลที่รวบรวมได้ไปวิเคราะห์โดยวิธี Least Square Analysis (Harvey, 1975) โดยมีตัวแบบทางสถิติดังนี้คือ

$$Y_{ijklmn} = \mu + A_i + B_j + C_k + D_l + E_m + \varepsilon_{ijklmn}$$

เมื่อ Y_{ijklmn} = ค่าสังเกตของลูกโคตัวที่ m ที่เกิดมามีสี i เพศที่ j ลำดับการคลอดที่ k มีเดือนเกิดที่ l, ปีเกิดที่ m เมื่อ μ = ค่าเฉลี่ยของลักษณะที่ศึกษา, A_i = อิทธิพลของสีที่ลูกโคเกิด (สีดำ สีน้ำตาล และสีครีม), B_j = อิทธิพลของเพศลูกโค (เพศผู้และเพศเมีย), C_k = อิทธิพลของลำดับการคลอด (1, 2, 3, ... และ 5), D_l = อิทธิพลของเดือนเกิดที่ l (1, 2, 3...12), E_m = อิทธิพลของปีเกิดที่ m (2544, 2545, 2546 และ 2547 และ ε_{ijklmn} = ความคลาดเคลื่อนสุ่มอื่น ๆ

Table1. Characteristics of data analysis in north east native cattle.

Traits	N	Means	Std	Minimum	Maximum
Birth Growth Trait					
birth weight (kg)	588	16.36	2.61	10.00	26.00
hip height (cm)	539	61.65	4.34	37.00	82.00
heart girth (cm)	541	58.59	4.17	42.00	71.00
shoulder to pin (cm)	538	45.02	4.38	29.00	67.00
Weaning Growth Trait					
weaning weight (kg)	525	81.95	18.47	31.00	147.00
hip height (cm)	423	90.04	5.74	60.00	116.00
heart girth (cm)	425	104.22	8.34	61.00	131.00
shoulder to pin (cm)	421	73.23	6.02	50.00	92.00
Yearling Growth Trait					
yearling weight (kg)	64	92.92	18.55	59.00	133.00
hip height (cm)	64	92.20	5.85	81.00	106.00
heart girth (cm)	64	109.71	8.22	93.00	130.00
shoulder to pin (cm)	64	78.23	6.74	65.00	98.00

ผลและวิจารณ์ผลการศึกษา

ลักษณะเมื่อแรกเกิด

ผลจากการศึกษาพบว่าโคพื้นเมืองสายอิสานชุดใหม่ที่มีเลี้ยงที่สถานีวิจัยทดสอบพันธุ์สัตว์ ชัยภูมิมีน้ำหนักตัวเมื่อแรกเกิด เท่ากับ 16.36 กิโลกรัม (Table 1) สูงกว่าการรายงานของเกรียงเดช (2531) ที่รายงานไว้มีค่าเท่ากับ 13.4 และ 11.7 กิโลกรัมตามลำดับ และใกล้เคียงกับการรายงานของ สมมาตร (2537) และกรมปศุสัตว์ (2542, 2546 และ 2549) ซึ่งรายงานน้ำหนักแรกเกิดของโคพื้นเมือง สายอิสานชุดก่อนที่เลี้ยงที่หน่วยบุญทริก จ.อุบลราชธานีมีค่าเท่ากับ 15.7, 16.1, 16.5 และ 16.96 กิโลกรัมตามลำดับ และมีค่าใกล้เคียงกับการรายงานของกิตติ (2546) มีค่าเท่ากับ 15.9 กิโลกรัม เช่นเดียวกัน ส่วนความสูงลำตัว ความยาวรอบอก และความยาวลำตัว จากการศึกษาคั้งนี้มีค่าเท่ากับ 61.65, 58.59 และ 45.02 เซนติเมตรตามลำดับ (Table 1) มีค่าสูงกว่าการรายงานของกิตติ (2546) ที่ รายงานไว้มีค่าเท่ากับ 58.9, 52.2 และ 39.9 เซนติเมตรตามลำดับ

ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อลักษณะการเจริญเติบโตเมื่อแรกเกิดพบว่าสี และลำดับการคลอดไม่มี อิทธิพลต่อลักษณะน้ำหนักตัว ความสูงลำตัว ความยาวลำตัว และความยาวรอบอก เพศของลูกโคมี อิทธิพลต่อน้ำหนักตัว และความสูงลำตัว ($P < 0.01$) ความยาวรอบอก ($P < 0.05$) แต่ไม่มีอิทธิพลต่อ ความยาวลำตัว ส่วนเดือนที่เกิดมีอิทธิพลต่อทุกลักษณะที่ศึกษา ($P < 0.01$) ปีที่เกิดมีอิทธิพลต่อ ลักษณะความสูงลำตัวกับความยาวรอบอก ($P < 0.01$) แต่ไม่มีอิทธิพลต่อน้ำหนักตัวและความยาว ลำตัวดังแสดงใน Table 2 ซึ่งจากการรายงานของมังกร (2541) พบว่าเพศมีอิทธิพลต่อน้ำหนักแรกเกิด โดยเพศผู้จะมีน้ำหนักสูงกว่าเพศเมีย แต่จากการศึกษาของกิตติ (2546) พบว่าเพศ ปีเกิด และ อายุแม่ เมื่อคลอดไม่มีอิทธิพลต่อลักษณะการเจริญเติบโตเมื่อแรกเกิด

ลักษณะเมื่อหย่านม

ผลจากการศึกษาพบว่าโคชุดดังกล่าวมีน้ำหนักหย่านม เท่ากับ 81.95 กิโลกรัม มีค่าใกล้เคียง กับเป้าหมายน้ำหนักหย่านมปรับ 200 วัน เท่ากับ 85 กิโลกรัม (Table 1) อย่างไรก็ตามการศึกษาคั้งนี้ มีค่าต่ำกว่ารายงานของกรมปศุสัตว์ (2542, 2546 และ 2549) ซึ่งรายงานน้ำหนักหย่านมของโค พื้นเมืองสายอิสานชุดก่อนที่เลี้ยงที่หน่วยบุญทริก จ.อุบลราชธานี มีค่าเท่ากับ 94.4, 86.0 และ 90.32 ตามลำดับและจากรายงานของกิตติ (2546) มีน้ำหนักหย่านม เท่ากับ 95.4 กิโลกรัม แต่ยังมีค่าสูงกว่า การรายงานของเกรียงเดช (2531) รายงานไว้มีค่าเท่ากับ 74.3 กิโลกรัม ส่วนสัดส่วนของร่างกายได้แก่ ความสูงลำตัว ความยาวรอบอก และความยาวลำตัวเมื่อหย่านมมีค่าเท่ากับ 90.04, 104.22 และ 73.23 เซนติเมตร (Table 1) ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกันกับรายงานของกิตติ (2546) มีค่าเท่ากับ 91.7, 104.3 และ 80.7 เซนติเมตรตามลำดับ ซึ่งเป็นการรายงานของโคพื้นเมืองสายอิสานเช่นเดียวกัน

ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อลักษณะการเจริญเติบโตเมื่อหย่านม พบว่าลักษณะสีมีอิทธิพลต่อความยาวรอบอก และความยาวลำตัวที่แตกต่างกัน ($P<0.05$) เพศมีอิทธิพลต่อน้ำหนักหย่านมแตกต่างกัน ($P<0.05$) ลำดับการคลอดไม่มีอิทธิพลต่อลักษณะการเจริญเติบโตเมื่อแรกเกิด เดือนที่เกิดมีอิทธิพลต่อความยาวรอบอก ($P<0.05$) ส่วนปีเกิดมีอิทธิพลกับความยาวรอบอก ($P<0.01$) และความยาวลำตัว ($P<0.05$) ดังแสดงใน Table 2 ซึ่งจากการศึกษาของกิตติ (2546) พบว่าเพศ ลำดับการคลอด ฤดูกาลเกิด ปีเกิดมีอิทธิพลต่อลักษณะการเจริญเติบโตเมื่อหย่านมเป็นส่วนใหญ่ และสมมาตร (2537) รายงานว่าฤดูกาลเกิดมีอิทธิพลต่อน้ำหนักหย่านม ส่วนเพศไม่มีอิทธิพลแต่อย่างใด

Table2. Effect of fixed factor on growth traits in north east native cattle.

Traits	Fixed factor				
	Color	Sex	Parity	Month	Year
Birth Growth Trait					
birth weight (kg)	ns	**	ns	**	ns
hip height (cm)	ns	**	ns	**	**
heart girth (cm)	ns	*	ns	**	**
shoulder to pin (cm)	ns	ns	ns	**	ns
Weaning Growth Trait					
weaning weight (kg)	ns	**	ns	ns	ns
hip height (cm)	ns	ns	ns	ns	ns
heart girth (cm)	*	ns	ns	*	**
shoulder to pin (cm)	*	ns	ns	ns	*
Yearling Growth Trait					
yearling weight (kg)	ns	ns	-	ns	ns
hip height (cm)	ns	ns	-	ns	ns
heart girth (cm)	ns	ns	-	ns	ns
shoulder to pin (cm)	ns	ns	-	ns	ns

Remark ns = non significant difference ($p>0.05$)

* = significant difference ($p<0.05$)

** = highly significant difference ($p<0.01$)

ลักษณะเมื่ออายุ 1 ปี (400 วัน)

ผลจากการศึกษาพบว่าโคชุดดังกล่าวมีน้ำหนักเมื่ออายุ 1 ปี เท่ากับ 92.92 กิโลกรัม (Table 1) มีค่าใกล้เคียงกับการรายงานของสมมาตร (2537) ที่รายงานโคพื้นเมืองสายอิสานชุดก่อนที่เลี้ยงที่หน่วยบุญทริก จ.อุบลราชธานี มีค่าเท่ากับ 92.3 กิโลกรัม และใกล้เคียงกับรายงานของกรมปศุสัตว์ (2542, 2546 และ 2549) มีค่าเท่ากับ 95.5, 86.0 และ 90.3 กิโลกรัมตามลำดับ แต่มีค่าต่ำกว่าการรายงานของกิตติ (2546) มีค่าเท่ากับ 126.7 กิโลกรัมตามลำดับ ส่วนความสูงลำตัว ความยาวรอบอก และความยาวลำตัวเมื่อหย่านมมีค่าเท่ากับ 92.20, 109.71 และ 78.23 เซนติเมตร (Table 1) ซึ่งมีค่าต่ำกว่าการรายงานของกิตติ (2546) เท่ากับ 101.9, 106.2 และ 107.2 เซนติเมตรตามลำดับ ซึ่งเป็นการรายงานของโคพื้นเมืองสายอิสานเช่นเดียวกัน

ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อลักษณะการเจริญเติบโตเมื่ออายุ 1 ปี ได้แก่สีของโค เพศ เดือนที่ลูกโคเกิด ปีที่ลูกโคเกิดไม่มีอิทธิพลต่อลักษณะการเจริญเติบโต ได้แก่ลักษณะน้ำหนักตัว ความสูงลำตัว ความยาวรอบอก และความยาวลำตัว ดังแสดงใน Table 2 ซึ่งจากการรายงานของกิตติ (2546) พบว่าปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อน้ำหนักตัวเมื่ออายุ 1 ปีของโคพื้นเมืองสายอิสาน ได้แก่ เพศ ลำดับการคลอด ฤดูกาลเกิด และปีเกิด

สรุปผลการศึกษา

ลักษณะน้ำหนักแรกเกิด น้ำหนักหย่านม (200 วัน) และน้ำหนักเมื่ออายุ 400 วันของโคพื้นเมืองสายอิสานชุดใหม่ที่เลี้ยงภายใต้สภาพแวดล้อมของสถานีวิจัยทดสอบพันธุ์สัตว์ชัยภูมิมีค่าเท่ากับ 16.36, 81.95 และ 92.92 กิโลกรัมตามลำดับ และพบว่าปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อลักษณะเมื่อแรกเกิดและหย่านมที่ควรมีการปรับในโมเดลได้แก่เพศ เดือนเกิด และปีที่เกิด ส่วนลักษณะเมื่ออายุ 400 วันพบว่าปัจจัยดังกล่าวไม่มีอิทธิพลต่อลักษณะที่ศึกษา

ข้อเสนอแนะ

การศึกษารุ่นนี้เป็นการศึกษาเฉพาะลักษณะการเจริญเติบโตได้แก่ลักษณะน้ำหนักตัว และสัดส่วนร่างกาย ในอนาคตเมื่อมีข้อมูลเพิ่มมากขึ้นจำเป็นต้องมีการศึกษาข้อมูลด้านความสมบูรณ์พันธุ์อื่น ๆ ได้แก่ข้อมูลอายุเมื่อให้ลูกตัวแรก ช่วงห่างการคลอดลูก เพื่อให้ได้ข้อมูลที่ครอบคลุมมากยิ่งขึ้น จากข้อมูลที่ได้จากการศึกษาพบว่าโคพื้นเมืองชุดใหม่ที่เริ่มนำมาเลี้ยงในปี พ.ศ. 2544 ที่สถานีวิจัยทดสอบพันธุ์สัตว์ชัยภูมิ พบว่ามีค่าใกล้เคียงกับข้อมูลของโคพื้นเมืองสายอิสานชุดเดิมที่เลี้ยงอยู่ที่หน่วยบุญทริก สถานีวิจัยทดสอบพันธุ์สัตว์อุบลราชธานี ดังนั้นจึงสามารถกล่าวได้ว่าโคฝูงดังกล่าวสามารถเป็นตัวแทนของประชากรโคพื้นเมืองสายอิสานร่วมกับฝูงเดิมของกรมปศุสัตว์ได้

เอกสารอ้างอิง

- กรมปศุสัตว์. 2542. การอนุรักษ์และพัฒนาสัตว์พื้นเมืองของกรมปศุสัตว์. โครงการวิจัยและพัฒนาความหลากหลายทางชีวภาพด้านการปศุสัตว์ 2542-2546. กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.
- กลุ่มงานวิจัยและพัฒนาโคเนื้อ กองบำรุงพันธุ์สัตว์. 2546. คู่มือการปฏิบัติงานการวิจัยและพัฒนาโคเนื้อ ปี 2546. กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.
- กลุ่มงานวิจัยและพัฒนาโคเนื้อ กองบำรุงพันธุ์สัตว์. 2547. มาตรฐานของลักษณะประจำพันธุ์โคเนื้อ. กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.
- กลุ่มงานวิจัยและพัฒนาโคเนื้อ กองบำรุงพันธุ์สัตว์. 2549. คู่มือการปฏิบัติงานการวิจัยและพัฒนาโคเนื้อ ปี 2549. กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.
- กิตติ อรรคชาติ. 2546. การจำแนกกลุ่มสายพันธุ์และการประมาณค่าพารามิเตอร์ทางพันธุกรรมของลักษณะการเจริญเติบโตและสัดส่วนร่างกายในโคพื้นเมืองไทย. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- เกรียงเดช ลำแดง. 2531. ผลการเสริมอาหารขึ้นต่อลักษณะการเจริญเติบโตและซากโคขุนโคพื้นเมืองไทยและพันธุ์อเมริกันบราห์มันที่เลี้ยงในทุ่งหญ้าในฤดูแล้ง. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- มังกร วงศ์ศรี เทอดศักดิ์ ชมชื่นจิตร และสวัสดิ์ คงหนู. 2541. ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการเจริญเติบโตก่อนหย่านมและค่าอัตราพันธุกรรมของโคพื้นเมืองไทย. รายงานผลการปฏิบัติงานประจำปี 2541. กองบำรุงพันธุ์สัตว์ กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.
- สมมาตร สุวรรณมาโจ วิทวัส เวชบุษกร และปิยศักดิ์ สุวรรณณี. 2537. รายงานผลงานวิจัยงานค้นคว้าและวิจัยการผลิตสัตว์ ประจำปี พ.ศ. 2537. สาขาการปรับปรุงพันธุ์สัตว์และการจัดการฟาร์ม กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.
- Harvey, W. R. 1975. Least Square Analysis of Data with Unequal Subclass Number. Agri. Res. Serv., U.S.D.A.