

การประมาณมูลค่าซากจากลักษณะภายนอกของโคลูกผสมบราห์มันเพศผู้

The estimation of carcass value form morphology of Brahman crossbred male

ขนิษฐา เรืองวิทยานุสรณ์^{1*}, ดอนงภา พรหมเกตุ¹ และ ทรงศักดิ์ จำปาหวะดี¹

Khanitta Ruangwittayanusorn^{1*} Doungnapa Promket¹ and Songsak Chumpawadee¹

บทคัดย่อ: การซื้อขายโคเนื้อในชนบทเป็นการซื้อขายแบบตกลงราคา ผู้ซื้อจะประมาณผลตอบแทนที่จะได้จากการชำแหละซากโคจากลักษณะภายนอก การจำหน่ายชิ้นส่วนโคเนื้อหลังชำแหละในภาคตะวันออกเฉียงเหนือจัดกลุ่มตามความนิยมบริโภค กลุ่มที่ 1 ประกอบด้วยเนื้อทั้งหมด ตับ ไต ม้าม หัวใจ กระเพาะ ลิ้น และอวัยวะ กลุ่มที่ 2 เนื้อแผ่นซี่โครง เนื้อริ้ว เศษเนื้อจากการตัดแต่ง ลำไส้ และหลอดเลือด กลุ่มที่ 3 ปอด หลอดลม กระเพาะปัสสาวะ กระดูกอ่อน เอ็น กลุ่มที่ 4 เขา และกระดูก กลุ่มที่ 5 หนัง แต่ละกลุ่มมีราคาแตกต่างกันไปตามความนิยมบริโภค และการใช้ประโยชน์ ซึ่งพบว่าชิ้นส่วนเนื้อกลุ่มที่ 1 มีมูลค่าคิดเป็นร้อยละ 84.99 ของมูลค่าทั้งหมด การศึกษานี้จึงทำการประมาณน้ำหนัก และมูลค่าของชิ้นส่วนเนื้อกลุ่มที่ 1 จากการวัดสัดส่วนร่างกายเมื่อมีชีวิตของโคเนื้อลูกผสมบราห์มัน เพศผู้ จำนวน 104 ตัว การศึกษาพบว่า สัดส่วนร่างกายได้แก่ ความยาวรอบอก ความสูง ความยาวลำตัว ความกว้างสะโพก ความยาวสะโพก มีความสัมพันธ์กับชิ้นส่วนเนื้อกลุ่มที่ 1 หรือเนื้อแดง ($P < 0.01$) ความยาวลำตัวสามารถประมาณน้ำหนักชิ้นส่วนเนื้อกลุ่มที่ 1 ได้ดีที่สุด ($R^2 = 68.90$, $RSD = 13.92$, $CV = 8.28$) โดยมีรูปสมการ $y = -26.38 + 1.48 \text{BodyL}$ รายได้รวมทั้งหมดจากการขายซากสามารถประมาณด้วยความกว้างสะโพกได้ดีที่สุด ($R^2 = 61.64$, $RSD = 4,359.45$, $CV = 7.98$) โดยมีรูปสมการ $y = 18678 + 807.84 \text{HipW}$ สมการพหุตัวแปรสำหรับประมาณน้ำหนักชิ้นส่วนเนื้อกลุ่ม 1 คือ $y = -97.52 + 0.56 \text{HG} + 0.90 \text{BodyL} + 0.93 \text{HipL}$ ($R^2 = 80.03$) จากสมการอย่างง่ายและสมการพหุตัวแปร พบว่าสมการพหุตัวแปรมีความเชื่อมั่นสูงกว่าสมการหนึ่งตัวแปร อย่างไรก็ตามการหนึ่งตัวแปรมีความสะดวกในการนำไปใช้ในซื้อขายโคในชนบทที่ไม่มีเครื่องชั่งน้ำหนักมากกว่า

คำสำคัญ: โคเนื้อ, การวัดสัดส่วนร่างกาย, ซาก, สมการรีเกรสชัน

ABSTRACT: Trading of beef cattle in rural areas is a price negotiation. The buyer will estimate the income of dissecting the carcass from the appearance. Sales of beef cattle parts after dissection in the northeastern region are grouped according to consumer preferences. Group 1 consists of all meats, liver, kidney, spleen, heart, stomach, testis and tongue. Group 2, bone out plate, trimmed meat, small and large intestine and blood vessels. Group 3, lung, bronchus, bladder, cartilage and ligament. Group 4, horn and bone. Group 5, skin. Each group will have different prices according to consumption and utilization which found that the first group of meat makes 84.99 percent income from the carcass selling. This study therefore estimated the weight and value of the meat Group 1 by measuring the live body appearance in the 104 Brahman crossbred male cattle. The study found that body proportions such as heart girth (HG), height, body length (BodyL), hip width (HipW), hip length (HipL), are related to the carcass ($P < 0.01$). Body length can estimate the weight of the first group of meat ($R^2 = 68.90$, $RSD = 13.92$, $CV = 8.28$) with the equation $y = -26.38 + 1.48 \text{BodyL}$ Total revenue from sales of carcasses can be estimated with the hip width ($R^2 = 61.64$, $RSD = 4,359.45$, $CV = 7.98$) with the equation $y = 18678 + 807.84 \text{HipW}$. The multiple regression equation for estimating weight of group 1 is $y = -97.52 + 0.56 \text{HG} + 0.90 \text{BodyL} + 0.93 \text{HipL}$ ($R^2 = 80.03$) from simple regression equations and multiple regression equations. It was found that the multiple regression equation had higher confidence than simple regression equations. However, simple regression is more convenient to use in trading cattle in rural areas without scales.

Keywords: beef, body measurement, carcass, regression equation

¹ ภาควิชาเทคโนโลยีการเกษตร คณะเทคโนโลยีมหาวิทยาลัยมหาสารคาม อ.กันทรวิชัย จ.มหาสารคาม 44150

Department of Agriculture technology, Faculty of Technology, Mahasarakham University. Kuntarawichai Maha Sarakham Province. 44150

* corresponding author: ppoomm@yahoo.com

บทนำ

การซื้อขายโคเนื้อในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ พ่อค้าจะซื้อโคจากตลาดนัด หรือจากเกษตรกร ในการซื้อขายแบบชาวบ้านนั้น ไม่มีการชั่งน้ำหนักเพื่อกำหนดราคาที่แน่นอน ราคาขึ้นกับความพึงพอใจของทั้งสองฝ่าย พ่อค้าที่สามารถประมาณผลตอบแทนที่จะได้จากตัวโคได้แม่นยำจากลักษณะภายนอก และสามารถกำหนดราคาซื้อที่เหมาะสมได้ การประมาณผลตอบแทนจากลักษณะภายนอกของโคมีชีวิตเป็นทักษะที่ต้องมีการฝึกฝนให้ชำนาญ อย่างไรก็ตามมีการศึกษาการประเมินลักษณะภายนอกของโค เช่นความยาวรอบอก ความยาวลำตัว เพื่อประมาณน้ำหนักมีชีวิต พบว่า สัดส่วนร่างกายมีความสัมพันธ์กับน้ำหนักมีชีวิต น้ำหนักซากสูง ซึ่งสัดส่วนดังกล่าวมีความสัมพันธ์กับปริมาณเนื้อแดงโดยตรง อย่างไรก็ตามในโคเนื้อยังไม่มีการศึกษาการประมาณผลตอบแทนที่จะได้จากตัวโค หรือซากโคจากลักษณะภายนอก นอกจากนี้ การตัดแต่งซากตามวัฒนธรรมการบริโภคของคนในภาคตะวันออกเฉียงเหนือมีการตัดแต่งที่แตกต่างจากวิธีสากล กล่าวคือมีการตัดแต่งและแบ่งกลุ่มของชิ้นส่วนตามความนิยมในการบริโภค และขายในราคาเดียวกัน แม้ว่าส่วนนั้นจะเป็นเนื้อเยื่อคนละประเภท ดังนั้นการประมาณผลตอบแทนที่จะได้จากการตัดแต่งซาก โดยพิจารณาจากลักษณะภายนอกจึงมีความสำคัญในการซื้อขายโค ตลอดจนประมาณผลตอบแทนที่จะได้รับจากซากโค งานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างสมการทำนายผลตอบแทนจากการตัดแต่งซากจากลักษณะภายนอกของโคมีชีวิต

วิธีการศึกษา

โคเนื้อเพศผู้อายุระหว่าง 1.5-3 ปี ลูกผสมบราห์มัน ที่ถูกคัดเลือกจากตลาดนัดโคกระบือ หรือจากเกษตรกร ครัวละชุด ๆ ละประมาณ 7-10 ตัว โคแต่ละชุดนำมาพักในลานพักโค เพื่อรอเข้าสู่โรงฆ่าสัตว์และส่งไปจำหน่ายยังตลาดสด หรือเขียงเนื้อโค การศึกษานี้ใช้ข้อมูลโคเนื้อทั้งสิ้น 104 ตัว สุ่มข้อมูลโค 80 ตัว เพื่อเป็นข้อมูลสำหรับสร้างสมการประมาณ (Train set) และข้อมูลที่เหลือ 24 ข้อมูล

เป็นข้อมูลสำหรับทดสอบความถูกต้องของสมการ (Test set) โคแต่ละตัววัดสัดส่วนร่างกายในของบังคับสัตว์ ได้แก่ ความยาวรอบอก โดยใช้สายวัดวัดความยาวรอบตัวโคผ่านชอกขาหน้า วัดความสูงโดยวางไม้ฉากกับพื้นติดกับขาหลัง วัดขึ้นไปจรดที่ความสูงระนาบของกระดูกก้นกบ ความยาวลำตัวโดยวัดจากกระดูกก้นกบ (Pin bone) จนถึงปุ่มหัวไหล่ (Point of shoulder) วัดความกว้างของสะโพก วัดจากสะโพกด้านซ้ายไปจนจรดสะโพกด้านขวาของโค ความยาวของสะโพก วัดด้านใดด้านหนึ่งด้วยสายวัดจากกระดูกก้นกบ (Pin bone) ไปจนถึงชอกขาหลัง การชำแหละซากโค ชำแหละซากโคที่โรงฆ่าสัตว์ของเทศบาลตำบล โดยผู้ชำแหละคนเดิมตลอดการทดลอง โคถูกทำให้สลบด้วยค้อนปอนด์ (Stunning hammer) แล้วแทงคอเอาเลือดออกลอกหนัง รวมหาง หัว หู จมูก ถึงหัวเข่า จากนั้นจึงเปิดช่องท้อง นำเครื่องในออก และตัดแต่งซากตามวิธีแบบอีสาน โดยจัดกลุ่มชิ้นส่วนเนื้อเพื่อเตรียมขายตามมูลค่าของชิ้นส่วนและความนิยมบริโภค (Table 1) เนื้อแต่ละกลุ่มถูกชั่งน้ำหนักรวม และขายในราคาของแต่ละกลุ่มชิ้นส่วนเนื้อ มูลค่าคำนวณจากน้ำหนักของชิ้นส่วนเนื้อคูณกับราคา/กก.ของชิ้นส่วนเนื้อกลุ่มนั้น ราคารวมคำนวณจาก น้ำหนักซากแต่ละส่วนคูณราคา รวมกับมูลค่าของขาและกระดูก (ซึ่งราคาคงที่) และหนัง

ข้อมูลความยาวรอบอก ถูกนำมาประมาณน้ำหนักมีชีวิต ด้วยตารางการเทียบน้ำหนักโคเนื้อลูกผสมเพศผู้ (ปรารถนา, 2526) และข้อมูลค่าสังเกตจากโค 80 ตัว นำมาศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างสัดส่วนร่างกายกับน้ำหนักและผลตอบแทนจากการขายซากกลุ่มต่าง ๆ เพื่อให้ได้สมการประมาณ (Prediction equations) การศึกษาวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ REG และ CORR procedure in SAS 9.4 software (2015) เมื่อได้สมการที่เหมาะสมจึงนำมาทดสอบความแม่นยำของสมการประมาณ กับข้อมูลโค 24 ตัว ที่ไม่ใช้ในการสร้างสมการ (Unseen data หรือ Test set) โดยทดสอบค่าเฉลี่ยของความคลาดเคลื่อนกำลังสอง (Means square error) ของข้อมูลที่ใช้สร้างสมการ (Train MSE) และข้อมูลที่ไม่ใช้ในการสร้างสมการ (Test MSE)

สัดส่วนร่างกาย น้ำหนักชิ้นส่วน น้ำหนักร่างกาย และรายได้รวม มีความสัมพันธ์กันค่อนข้างสูง (Table 3) เมื่อนำค่าสังเกตดังกล่าวมาศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะพบว่าความยาวลำตัวมีความสัมพันธ์กับชิ้นส่วนกลุ่ม 1 สูงที่สุด (0.8302) รองลงมาคือ ความกว้างสะโพก และความยาวรอบอก (0.7922 และ 0.7872 ตามลำดับ)

สำหรับชิ้นส่วนกลุ่ม 2, 3 และ 5 พบว่า ความยาวสะโพก และความยาวรอบอกมีความสัมพันธ์กับลักษณะดังกล่าวสูงสุด (0.4058, 0.6358 และ 0.6065 ตามลำดับ) ในส่วนของชิ้นส่วนกลุ่มที่ 4 ไม่มีการศึกษาความสัมพันธ์เนื่องจากเป็นผลตอบแทนแบบคงที่ไม่เปลี่ยนแปลงไปตามน้ำหนัก

Table 3 Correlation coefficient between body measurement and carcass groups weight, body weight and all income

Variables	Carcass value				Body weight	All income
	Group 1	Group 2	Group 3	Group 5		
HG	0.7872	0.2924	0.5269	0.6065	0.9988	0.7786
	<.0001	0.0085	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001
BodyH	0.6884	0.3768	0.5034	0.5150	0.7045	0.6966
	<.0001	0.0006	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001
BodyL	0.8302	0.1203	0.4039	0.3439	0.7100	0.7820
	<.0001	0.2879	0.0002	0.0018	<.0001	<.0001
HipW	0.7922	0.3001	0.6183	0.5469	0.8261	0.7851
	<.0001	0.0068	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001
HipL	0.7387	0.4058	0.6358	0.5767	0.7348	0.7507
	<.0001	0.0002	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001

จากการจำแนกชิ้นส่วนในการตัดแต่ง ชิ้นส่วนกลุ่มที่ 1 เป็นกลุ่มที่สร้างผลตอบแทนจากตัวโคได้สูงสุด คิดเป็นร้อยละ 84.99 ของมูลค่าซากทั้งหมด ดังนั้น การศึกษาครั้งนี้จึงสร้างสมการประมาณมูลค่าชิ้นส่วนกลุ่ม 1 น้ำหนักซากกลุ่มที่ 1 และมูลค่ารวม จากสัดส่วนร่างกาย (ความยาวรอบอก ความยาวลำตัว) ด้วยสมการเชิงเส้นอย่างง่าย และสมการพหุตัวแปร พบว่า ความยาวลำตัวสามารถใช้ในการประมาณน้ำหนักกลุ่มที่ 1 ได้ร้อยละ 68.90 ความยาวรอบอกประมาณได้ ร้อยละ 61.97 และเมื่อประมาณมูลค่าชิ้นส่วนกลุ่ม 1 และมูลค่ารวมพบว่า ความยาวลำตัว และความกว้างสะโพกสามารถประมาณมูลค่าจากชิ้นส่วนกลุ่ม 1 และ

มูลค่าซากโคทั้งหมดได้ร้อยละ 67.40 และ 61.64 ตามลำดับ และเพื่อให้สมการนำไปใช้ได้ง่ายขึ้น สมการรีเกรชันอย่างง่ายจึงสามารถสร้างเป็นสมการ 1 ตัวแปรไม่มีค่าคงที่เริ่มต้น (Non-intercept regression) ได้ดัง Table 4

สมการประมาณน้ำหนักชิ้นส่วนกลุ่มที่ 1 มูลค่าชิ้นส่วนกลุ่มที่ 1 และมูลค่าซากรวม นำมาทดสอบความถูกต้องของสมการดังกล่าว โดยเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของความคลาดเคลื่อนกำลังสองของข้อมูลที่ใช้สร้างสมการ (Train MSE, n=80) และข้อมูลที่ไม่ใช้ในการสร้างสมการ (Test MSE, n=24) (Montgomery, 1996) พบว่าค่าเฉลี่ยของความคลาดเคลื่อนกำลังสองของข้อมูลที่ไม่ใช้ใน

การสร้างสมการ มีค่าน้อยกว่าค่าเฉลี่ยของความคลาดเคลื่อนกำลังสองของข้อมูลที่ใช้สร้างสมการ สำหรับสมการประมาณค่าน้ำหนักชิ้นส่วนกลุ่ม 1 แต่สมการประมาณมูลค่าชิ้นส่วนกลุ่ม 1 และรายได้รวม พบว่า ค่าเฉลี่ยของความคลาดเคลื่อนกำลังสองของข้อมูลที่ไม่ใช้ในการสร้าง

สมการมีค่าสูงกว่าค่าเฉลี่ยของความคลาดเคลื่อนกำลังสองของข้อมูลที่ใช้ในการสร้างสมการเล็กน้อย จากการศึกษาพบว่าสมการประมาณทั้ง 4 สมการสามารถใช้ประมาณน้ำหนักชิ้นส่วนกลุ่มที่ 1 มูลค่าชิ้นส่วนกลุ่มที่ 1 และมูลค่ารวมได้ดี

Table 4 Simple linear regression, multiple linear regression, non-intercept simple regression to predict weight of group 1, price of group 1, and all income.

Dependent variables	Prediction Equations	R ²	RSD	Cv
weight of group 1	$y = -26.38 + 1.48\text{BodyL}$	68.90	13.92	8.28
weight of group 1	$y = -141.07 + 1.75\text{HG}$	61.97	15.40	9.16
weight of group 1	$y = 39.49 + 2.89\text{HipW}$	62.75	15.24	9.06
price of group 1	$y = -2,869.31 + 375.04\text{BodyL}$	67.40	3,656.26	7.87
All income	$y = 18,678 + 807.84\text{HipW}$	61.64	4,359.45	7.98
Non-intercept				
weight of group 1	$y = -1.28\text{BodyL}$	99.32	14.11	8.39
weight of group 1	$y = 0.96\text{HG}$	98.93	17.70	10.52
weight of group 1	$y = 3.76\text{HipW}$	99.09	16.27	9.66
price of group 1	$y = 353.47\text{BodyL}$	99.40	3,645.58	7.84
All income	$y = 1218.00\text{HipW}$	99.13	5,168.76	9.42
Multiple linear regression				
weight of group 1	$y = -97.52 + 0.56\text{HG} + 0.90\text{BodyL} + 0.93\text{HipL}$		C(p) = 6.219	
		80.03		
price of group 1	$y = -21846 + 151.13\text{HG} + 221.10\text{BodyL} + 242.49\text{HipL}$		C(p) = 6.536	
		79.20		
All income	$y = -30595 + 172.65\text{HG} + 102.20\text{BodyH} + 224.39\text{BodyL} - 407.17\text{HipW} + 579.28\text{HipL}$		C(p) = 6.000	
		77.82		

วิจารณ์ผลการศึกษา

การประมาณน้ำหนักองค์ประกอบซากจากสัดส่วนลักษณะภายนอกของโคเนื้อยังมีการศึกษาไม่มากนัก แต่พบในการศึกษาในแพะและแกะ (Agamy et al., 2015; Cam et al., 2010; Rahman, 2007) โดยพบว่า สัดส่วนร่างกายโดยเฉพาะความยาวรอบอก สามารถประมาณเนื้อแดงในแพะได้อย่างแม่นยำ (Gomes et al., 2013) โดย Kempster et al. (1986) รายงานว่า สมการจาก

สัดส่วนร่างกายสามารถประมาณร้อยละเนื้อแดงได้ โดยมีค่า RSD อยู่ระหว่าง 3.80 – 4.48 สำหรับในโคกระบือ น้ำหนักรอบอก ก็เป็นสัดส่วนที่นิยมนำมาประมาณน้ำหนักมีชีวิตเช่นกัน (Odadi, 2018; Rashid et al., 2016; สุวัฒน์, 2517; นิกร และคณะ 2537) ในการศึกษาพบว่าความยาวลำตัวมีความสัมพันธ์กับเนื้อและเครื่องใน มากกว่าความยาวรอบอก ทั้งนี้อาจเนื่องจาก ชิ้นส่วนกล้ามเนื้อที่สำคัญเช่นเนื้อสันนอก สันในเป็นกล้ามเนื้อที่มีปริมาณผันแปรตามความยาวของลำตัว

Table 5 Train and test mean square error of the prediction equation

Prediction equations	train MSE ^{1/}	test MSE ^{2/}	% of test MSE
prediction G1 by BodyL	188.96	38.89	20.58
prediction G1 by HG	231.20	46.74	20.22
Prediction G1 by HipW	226.44	79.51	35.11
prediction Price G1 by BodyL	46,481.25	48,573.66	104.50
prediction all income by hipW	7,400,493.89	7,464,861.60	100.87
Prediction G1 by BodyL (non-intercept)	196.57	32.38	16.47
Prediction G1 by HG (non-intercept)	309.27	39.98	12.93
Prediction Price G1 by BodyL (non-intercept)	46,512.65	48,484.74	104.24
Prediction all income by hipW (non-intercept)	26,382,101.14	13,018,156.56	49.34

Note: ^{1/} train MSE is the $(-1)^2$ of data that used for set prediction equation

^{2/} test MSE is the (-1) of data that not used for set the prediction equation

สรุป

ในการประมาณน้ำหนักองค์ประกอบซากและมูลค่าซาก จากลักษณะปรากฏภายนอกของโคเนื้อลูกผสมบราห์มัน เพศผู้ สามารถประมาณได้จากความยาวลำตัว ความยาวรอบอก ความกว้างสะโพก โดยสมการหนึ่งตัวแปรที่มีความเชื่อมั่นสูงสุดได้จากการวัดความยาวลำตัว โดยมีรูปแบบสมการ $y = -26.38 + 1.48\text{BodyL}$ ($R^2=68.90$, $RSD=13.92$, $CV= 8.28$) และสมการพหุตัวแปรที่มีตัวแปรเหมาะสม และมีค่า R^2 สูงสุด ในการประมาณน้ำหนักชิ้นส่วนเนื้อ มีรูปแบบสมการ $y = -97.52 + 0.56\text{HG} + 0.90\text{BodyL} + 0.93\text{HipL}$

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ขอขอบคุณเกรวลิน ภักวันต์ จตุรภัทร มวบขุนทด และอรณิชา ศรีบุญ นิสิตสาขาสัตวศาสตร์ในการเก็บบันทึกข้อมูลโคเนื้อ และขอบคุณเชียงเนื้อ แอ็ด-จ่อม เนื้อวัวสดบ้านเตาไห อำเภอเมือง จังหวัดกาฬสินธุ์ ในการอำนวยความสะดวกในการศึกษาครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

นิกร เกิดประโคน, ไชยวรรณ วัฒนจันทร์, และเวชสิทธิ์ ไทบุราณ. 2537. ประมาณน้ำหนักตัวกระบือจากความยาวรอบอกความสูง

- ของขาหน้า และความสูงของสะโพก. KKU. Vet. J. Vol. No. 1: 26-31.
- ปรารภนา พฤกษ์ศรี. 2526. การเลี้ยงโคเนื้อ (สบ. 416) นครปฐม: ภาควิชาสัตวบาล คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- สุวัฒน์ รัตนรณชาติ. 2517. ลักษณะและความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะของโคและกระบือไทย. ปริญญานิพนธ์มหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพมหานคร.
- Agamy, R., Abdel-Moneim A. Y., Abd-Alla M. S., Aboel-Mageed I. I. and Ashmawi G. M. 2015. Using linear body measurements to predict body weight and carcass characteristics of three egyptian fat tailed sheep breed. Asian J. of Anim. Vet. Adv. 10:335-344.
- Cam, M. A., Olfax M. and Soydan E. 2010. Body measurements reflect body weights and carcass yields in Karayaka sheep. Asian J. of Anim. Vet. Adv., pp. 1-8.
- Gomes, Helen Fernanda Barros, Gonçalves, Heraldo Cesar, Polizel Neto, Angelo, Cañizares, Gil Ignacio Lara, Roça, Roberto de Oliveira, Marques, Raquel Ornelas, Oliveira, Giuliana Micai de, and Queiroz, Edicarlo Oliveira. 2013. Common factors method to predict the carcass composition tissue in kid goats. Revista Brasileira de Zootecnia, 42(3): 193-203. Available: <https://dx.doi.org/10.1590/1516-35982013000300007>. Accessed April. 15, 2019.
- Kempster, A. J., Jones, D. W., Wolf, B. T., 1986. A comparison of alternative methods for predicting the carcass composition of crossbred lambs of different breeds and crosses. Meat Sci. 18:89-110.
- Montgomery, D.C. 1996. Design and analysis of experiments. 4th edition. John Wiley & Son Inc. USA. pp. 704.
- Odadi, W. O. 2018. Using heart girth to estimate live weight of heifers (Bos indicus) in pastoral rangelands of northern Kenya. Livestock Research for Rural Development. Volume 30, Article #16. Available: <http://www.lrrd.org/lrrd30/1/wood30016.html>. Accessed Mar. 27, 2019.
- Rahman, MD. F. 2007. Prediction of carcass weight from the body characteristics of Black Bengal goats. Int. J. Agri. Biol., Vol. 9(3):431-434.
- Rashid, M., A. Hoque, K. S. Huque, A. K. F. Haque Bhuiyan. 2016. Prediction of live weight for brahman crossbred cattle using linear body measurements in rural area. Advances in Animal and Veterinary Sciences. Available: https://nexusacademicpublishers.com/uploads/files/AAS_MH20151112181122_%20Rashid%20

et%20al.pdf. Accessed April. 15, 2019.
SAS Institute Inc. 2015. SAS/IML® 14.1 User's
Guide. Cary, NC: SAS Institute Inc.