

การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ทางพันธุกรรมและการประมาณค่าพารามิเตอร์ทางพันธุกรรมของลักษณะผลผลิตโปรตีนนมและไขมันนมในโคนมลูกผสมไทยโฮลสไตน์

Analysis of genetic relationships and genetic parameters estimation for milk protein and milk fat yields in Thai x Holstein crossbreds

วุฒิไกร บุญคุ้ม^{1,2*}, กนกกาญจน์ ธิเบตรัมย์¹, มนต์ชัย ดวงจินดา^{1,2}, สายัณห์ บัวบาน³ และ จุรีรัตน์ แสนโกชน³
Wuttigrai Boonkum^{1,2*}, Kanokkarn Reebangrum¹, Monchai Duangjinda^{1,2},
Sayan Buaban³ and Jureeratn Sanpote³

บทคัดย่อ: วัตถุประสงค์ของการวิจัยครั้งนี้เพื่อวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ทางพันธุกรรมและประมาณค่าพารามิเตอร์ทางพันธุกรรมของลักษณะผลผลิตไขมันนมและโปรตีนนมในโคนมลูกผสมไทยโฮลสไตน์ ข้อมูลวันทดสอบผลผลิตไขมันนมและโปรตีนนมจำนวน 281,584 และ 283,504 บันทึกตามลำดับจากแม่โคนมลูกผสมไทยโฮลสไตน์จำนวน 33,320 ตัวซึ่งให้ผลผลิตในระยะการให้นมที่ 1 ถึง 3 ถูกใช้ในการวิเคราะห์ครั้งนี้ โดยข้อมูลทั้งหมดถูกเก็บบันทึกได้จากโครงการ master bull project ภายใต้การดูแลของกรมปศุสัตว์ในช่วงปี พ.ศ. 2541 ถึงปี พ.ศ. 2551 ค่าองค์ประกอบความแปรปรวนและค่าประมาณพารามิเตอร์ทางพันธุกรรมวิเคราะห์โดยใช้วิธี Bayesian via Gibbs sampling ภายใต้โมเดลวันทดสอบที่มีการวัดซ้ำหลายลักษณะ ผลการวิจัยพบว่าค่าอัตราพันธุกรรมของลักษณะผลผลิตไขมันนมและโปรตีนนมมีค่าอยู่ในช่วง 0.22-0.32 ค่าสหสัมพันธ์ทางพันธุกรรมระหว่างระยะการให้นมมีค่าอยู่ในช่วง 0.82-0.96 ค่าสหสัมพันธ์ทางพันธุกรรมและกับอิทธิพลความเครียดเนื่องจากความร้อน (a_{0,a_i}) และสหสัมพันธ์ของอิทธิพลเนื่องจากสภาพแวดล้อมถาวรกับอิทธิพลความเครียดเนื่องจากความร้อน (p_{0,p_i}) มีค่าอยู่ในช่วง -0.09 ถึง -0.68 และ -0.43 ถึง -0.55 ตามลำดับนั้นแสดงให้เห็นว่าอิทธิพลดังกล่าวมีผลต่อการลดลงของปริมาณองค์ประกอบน้ำมัน อย่างไรก็ตามการคัดเลือกโคนมเพื่อให้ได้ศักยภาพทางพันธุกรรมที่ดีทั้งในลักษณะปริมาณไขมันและโปรตีนในน้ำนมในโคนมลูกผสมไทยโฮลสไตน์สามารถทำได้เมื่อพิจารณาจากค่าอัตราพันธุกรรมและความสัมพันธ์ของค่าการผสมพันธุ์

คำสำคัญ: ความเครียดเนื่องจากความร้อน, ไขมันนม, โปรตีนนม, โคนมลูกผสมไทยโฮลสไตน์

ABSTRACT: The objectives of this research were to analyze the genetic relationships and to estimate genetic parameters for milk fat and milk protein yields in Thai x Holstein crossbreds. Data included 281,584 and 283,504 test-day milk fat and milk protein yield records, respectively of 33,320 Thai x Holstein crossbreds at first three lactations. Data were obtained from the master bull project under Department of Livestock Development during 1998 to 2008. Variance components and genetic parameters analyzed by Bayesian via Gibbs sampling under a multiple-trait repeatability test-day model. It was found that the heritability of milk fat and milk protein ranged from 0.22-0.32 genetic correlations among parities for additive effects without heat stress considered ranged from 0.82-0.96 and genetic correlations between additive effects and heat stress effects ranged from -0.09 and -0.68 and correlations between permanent environmental effects and heat stress effects ranged from -0.43 and -0.55. These results showed that heat stress affected on decreased milk composition. However, genetic selection in Thai x Holstein crossbreds to improve milk fat and milk protein can be possible by consider from heritability and genetic relationship

Keywords: Heat stress, Milk fat, Milk protein, Thai x Holstein crossbred

¹ ภาควิชาสัตวศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น ขอนแก่น 40000

Department of Animal Science, Faculty of Agriculture, Khon Kaen University, Khon Kaen 40000

² กลุ่มวิจัยโคนมทนร้อน มหาวิทยาลัยขอนแก่น ขอนแก่น 40000

Thermo-tolerance Dairy Cattle Research Group, Khon Kaen University, Khon Kaen 40000

³ สำนักเทคโนโลยีชีวภาพการผลิตปศุสัตว์ กรมปศุสัตว์ ปทุมธานี 12000

Bureau of Biotechnology in Livestock Production, Department of Livestock Development, Pathumthani, 12000

* Corresponding author: wboonkum@gmail.com

บทนำ

เกษตรกรผู้เลี้ยงโคนมในปัจจุบันมุ่งเน้นพัฒนาโคนมเพื่อเพิ่มศักยภาพการให้ผลผลิตน้ำนมเป็นหลัก ซึ่งส่งผลกระทบโดยตรงต่อการลดลงของคุณภาพน้ำนมเนื่องจากปริมาณน้ำนมมีความสัมพันธ์ด้านลบกับองค์ประกอบของน้ำนม ในขณะที่ผู้บริโภคได้ให้ความสำคัญต่อการบริโภคน้ำนมที่มีคุณภาพเพิ่มมากขึ้น ดังนั้นหากปัญหาดังกล่าวไม่ได้รับการแก้ไข อาจทำให้รายได้ของเกษตรกรลดลง ทั้งนี้เนื่องจากการกำหนดราคาน้ำนมส่วนใหญ่พิจารณาจากองค์ประกอบน้ำนมเป็นหลัก (สำนักงานมาตรฐานสินค้าและอาหารแห่งชาติ 2553) จากการศึกษาที่ผ่านมาพบว่าปัจจัยเนื่องจากสภาพแวดล้อม เช่น ความเครียดเนื่องจากความร้อนเป็นปัจจัยที่สำคัญประการหนึ่งที่ส่งผลกระทบต่อการลดลงของคุณภาพน้ำนมในโคนมทั้งของประเทศไทยและต่างประเทศ (Aguilar et al., 2009; Boonkum et al., 2011) และแม้ว่าแนวทางการพัฒนาเพื่อยกระดับคุณภาพน้ำนมและปริมาณองค์ประกอบน้ำนมโดยพิจารณาเฉพาะปัจจัยเรื่องอาหารและการจัดการการเลี้ยงดูถูกนำมาใช้อย่างต่อเนื่องแต่ผลลัพธ์ที่ปรากฏพบว่าทั้งคุณภาพและปริมาณองค์ประกอบน้ำนมมีแนวโน้มลดลงอย่างต่อเนื่อง (Maddalena et al., 1990; Bryant et al., 2007; Marcillac-Embertson et al., 2009) ซึ่งสะท้อนให้เห็นว่าการพัฒนาแนวทางทั้งเรื่องอาหารและการจัดการเลี้ยงดูอาจไม่เพียงพอสำหรับการยกระดับคุณภาพและปริมาณองค์ประกอบน้ำนม ด้วยเหตุนี้การพัฒนาเทคนิคการคัดเลือกโคนมเพื่อให้ได้มาซึ่งโคนมที่มีพันธุกรรมที่ดีของลักษณะองค์ประกอบน้ำนมร่วมกับมีความสามารถในการทนต่ออิทธิพลความเครียดเนื่องจากความร้อนได้น่าจะช่วยให้การพัฒนาอาชีพโคนมของประเทศไทยมีความมั่นคงและยั่งยืน ดังนั้นวัตถุประสงค์ของการวิจัยในครั้งนี้จึงเพื่อประมาณค่าพารามิเตอร์ทางพันธุกรรมของลักษณะเปอร์เซ็นต์โปรตีนและไขมันในน้ำนมในโคนมลูกผสมไทยโฮลสไตน์สำหรับใช้เป็นแนวทางในการคัดเลือกโคนมต่อไปในอนาคต

วิธีการศึกษา

ข้อมูลในการวิจัย

ข้อมูลวันทดสอบ ของโปรตีนนม และไขมันนม (milk protein and milk fat yields) จากแม่โคนมลูกผสมไทยโฮลสไตน์ รายตัวในระยะเวลาการให้นมที่ 1-3 จากฟาร์มเกษตรกรทั่วประเทศไทยภายใต้โครงการ master bull project ของกรมปศุสัตว์ในช่วงปี พ.ศ. 2541 ถึงปี พ.ศ. 2551 ถูกใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ข้อมูลที่ใช้ในการวิเคราะห์อยู่ในช่วง 5 ถึง 305 วันของการให้ผลผลิต กลุ่มพันธุ์โคนมลูกผสมไทยโฮลสไตน์ถูกจำแนกตามระดับเปอร์เซ็นต์สายเลือดของโคพันธุ์โฮลสไตน์ซึ่งแบ่งได้ 5 กลุ่มดังนี้ <75.0, 75.0 ถึง 87.4, 87.5 ถึง 93.6, 93.7 ถึง 97.9 และ ≥ 98.0 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (Boonkum et al., 2011) สำหรับข้อมูลอุณหภูมิรายวันได้แก่บันทึกอุณหภูมิ (temp: เซลเซียส) และความชื้นสัมพัทธ์ (RH: เปอร์เซ็นต์) ถูกใช้ในการคำนวณค่าดัชนีอุณหภูมิความชื้นสัมพัทธ์ (temperature humidity index; THI) ตามวิธีของ National Oceanic and Atmospheric Administration (1976) เพื่อใช้ศึกษาผลกระทบของความเครียดเนื่องจากความร้อนที่มีต่อผลผลิตโปรตีนนม ไขมันนม และค่าพารามิเตอร์ทางพันธุกรรม โดยข้อมูล THI ถูกบันทึกและเก็บรวบรวมจากสถานีอุตุนิยมวิทยาแต่ละจังหวัดซึ่งใกล้เคียงกับฟาร์มโคนมแต่ละฟาร์มโดยใช้รหัสไปรษณีย์ของที่ตั้งฟาร์ม (postal cord) โมเดลวันทดสอบที่มีการวัดซ้ำ (repeatability test-day model; RTDM) (Ravagnolo and Misztal, 2000) โดยวิเคราะห์แยกระหว่างโปรตีนนม และไขมันนม การประมาณค่าองค์ประกอบความแปรปรวนและความแปรปรวนร่วม และค่าพารามิเตอร์ทางพันธุกรรมใช้วิธี Bayesian ด้วย Gibbs sampling โดยใช้แกรมสำเร็จรูป Gibbs2f90 (Misztal et al., 2002) ซึ่งมีข้อกำหนดในการวิเคราะห์คือ จำนวนตัวอย่างสุ่มที่ใช้ทั้งหมด 300,000 ตัวอย่าง โดย 30,000 ตัวอย่างแรกจะไม่นำมาพิจารณา (burn-in period) รูปแบบโมเดล RTDM ดังนี้

$$Y_{ijklmn} = hmy_{ij} + dim_k bg_{jl} + ca_{jm} + a_{0jn} + a_{1jn} \times f(THI) + p_{0jn} + p_{1jn} \times f(THI) + \varepsilon_{ijklmn}$$

$$\text{Var} \begin{bmatrix} a \\ p \\ e \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} A \otimes G_0 & 0 & 0 \\ 0 & I \otimes P_0 & 0 \\ 0 & 0 & I \otimes R_0 \end{bmatrix}$$

เมื่อ คือเวกเตอร์ของผลผลิตโปรตีนนมและไขมันนมรายตัวในวันทดสอบของโคนมลูกผสมไทย-โฮลสไตน์ตัวที่ n ในฝูง-เดือนทดสอบ-ปีทดสอบ (i) จัดแบบ class ที่ i , กลุ่มพันธุ์ (j) จัดแบบ class ที่ j ร่วมกับวันให้ผลผลิตโปรตีนนมและไขมันนม (k) จัดแบบ class ที่ k , อายุเมื่อคลอดลูก (l) จัดแบบ class ที่ l ในระยะการให้นมที่ j ; คือเวกเตอร์ของอิทธิพลคงที่เนื่องจากฝูง-เดือนทดสอบ-ปีทดสอบที่ i ในระยะการให้นมที่ j ; คือเวกเตอร์ของอิทธิพลคงที่เนื่องจากกลุ่มพันธุ์ที่ j ในระยะการให้นมที่ j ; คือเวกเตอร์ของอิทธิพลคงที่เนื่องจากวันให้ผลผลิตโปรตีนนมและไขมันนมที่ k ; คือเวกเตอร์ของอิทธิพลคงที่เนื่องจากอายุเมื่อคลอดลูกที่ l ในระยะการให้นมที่ j ; คือเวกเตอร์ของอิทธิพลสุ่มเนื่องจากยีนแบบบวกสะสม ณ ภาวะปกติ (0) ของสัตว์ตัวที่ n ใน

ระยะการให้นมที่ j ; คือเวกเตอร์ของอิทธิพลสุ่มเนื่องจากยีนแบบบวกสะสม ณ ภาวะเครียดเนื่องจากความร้อน (1) ของสัตว์ตัวที่ n ในระยะการให้นมที่ j ; คือเวกเตอร์ของอิทธิพลสุ่มเนื่องจากสภาพแวดล้อมถาวร ณ ภาวะปกติ (0) ของสัตว์ตัวที่ n ในระยะการให้นมที่ j ; คือเวกเตอร์ของอิทธิพลสุ่มเนื่องจากสภาพแวดล้อมถาวร ณ ภาวะเครียดเนื่องจากความร้อน (1) ของสัตว์ตัวที่ n ในระยะการให้นมที่ j ; คือเวกเตอร์ของอิทธิพลสุ่มเนื่องจากความคลาดเคลื่อน; คืออัตราการผลิตของผลผลิตน้ำนมต่อการเปลี่ยนแปลงของค่าคือเมทริกซ์ความสัมพันธ์ระหว่างตัวสัตว์; คือ Identity matrix; คือฟังก์ชันของดัชนีอุณหภูมิความชื้นสัมพัทธ์ ซึ่งมีรูปแบบฟังก์ชันดังนี้

$$f(THI) = \begin{cases} 0 & ; THI \leq THI_{\text{threshold}} \text{ (no heat stress),} \\ THI - THI_{\text{threshold}} & ; THI > THI_{\text{threshold}} \text{ (heat stress)} \end{cases}$$

ผลการศึกษาและวิจารณ์

Table 1 แสดงผลการวิเคราะห์ค่าสหสัมพันธ์ทางพันธุกรรมระหว่างอิทธิพลของยีนแบบบวกสะสม ณ ภาวะปกติกับภาวะเครียดเนื่องจากความร้อนของลักษณะผลผลิตไขมันนม มีค่าอยู่ในช่วง -0.09 ถึง -0.52 สำหรับลักษณะผลผลิตโปรตีนนมมีค่าอยู่ในช่วง -0.32 ถึง -0.68 ผลดังกล่าวชี้ให้เห็นว่าอิทธิพลของความเครียดเนื่องจากความร้อนมีผลกระทบต่องานผลิตไขมันและโปรตีนนมในโคนมลูกผสมไทยโฮลสไตน์อย่างมาก หรืออาจกล่าวอีกนัยหนึ่งว่าการคัดเลือกโคนมที่มีความสามารถทางพันธุกรรมของการให้ผลผลิตองค์ประกอบของน้ำนมสูงส่งผลให้โคนมเกิดความเครียดเนื่องจากความร้อนได้เร็วขึ้นตามไปด้วย

ซึ่งเสี่ยงต่อการที่โคนมอาจมีอายุการใช้งานสั้นลง (Freitas et al., 2006) อย่างไรก็ตามเนื่องจากค่าสหสัมพันธ์ที่วิเคราะห์ได้ทั้งในพ่อพันธุ์ (0.10-0.50) และแม่พันธุ์ (0.15-0.30) (Figure 1) มีค่าอยู่ในช่วงปานกลาง ดังนั้นโอกาสที่จะคัดเลือกโคนมที่มีความสามารถทางพันธุกรรมของการให้ผลผลิตไขมันและโปรตีนในน้ำนมที่สูงร่วมกับมีความสามารถทนต่อสภาพอากาศภายใต้ความเครียดเนื่องจากความร้อนจึงมีความเป็นไปได้ ค่าอัตราพันธุกรรมของลักษณะไขมันนม อยู่ในช่วง 0.22 ถึง 0.24 และค่าอัตราพันธุกรรมของโปรตีนนมอยู่ในช่วง 0.25 ถึง 0.32 ซึ่งมีค่ามีค่าอยู่ในช่วงปานกลาง ซึ่งชี้ให้เห็นว่าการปรับปรุงพันธุ์โดยใช้การคัดเลือกสามารถที่จะเพิ่มความสามารถทางพันธุกรรมในลักษณะดังกล่าวได้

Table 1 Estimate heritability and genetic correlations among and across parities for test-day milk fat and milk protein yields at a temperature-humidity index (THI) threshold of 75.

Parameters ¹	Milk fat yield (kg x 100) ²			Milk protein yield (kg x 100) ²		
	Parity 1	Parity 2	Parity 3	Parity 1	Parity 2	Parity 3
h^2	0.24	0.22	0.24	0.27	0.25	0.32
r_g						
a_0 (parity 1, parity ≥ 1)		0.95	0.87		0.96	0.94
a_0 (parity 2, parity 3)			0.82			0.95
a_1 (parity 1, parity ≥ 1)		-0.11	-0.27		0.04	0.14
a_1 (parity 2, parity 3)			0.03			0.13
a_0, a_1	-0.09	-0.26	-0.52	-0.43	-0.68	-0.32
r_p						
p_0 (parity 1, parity ≥ 1)		0.10	-0.03		0.12	-0.08
p_0 (parity 2, parity 3)			0.23			0.27
p_1 (parity 1, parity ≥ 1)		0.19	0.07		0.17	0.08
p_1 (parity 2, parity 3)			0.87			0.18
p_0, p_1	-0.53	-0.55	-0.45	-0.44	-0.43	-0.53

¹ h^2 = heritability; r_g = genetic correlation between general and heat stress effects; r_p = permanent environmental correlation between general and heat stress effects; a_0 = general additive gene effect; a_1 = additive gene effect for heat stress effects; p_0 = general permanent environmental effect; a_1 = permanent environmental effect for heat stress effects

สรุปและข้อเสนอแนะ

การคัดเลือกโคนมเพื่อให้ได้ศักยภาพทางพันธุกรรมที่ดีทั้งในลักษณะปริมาณไขมันและโปรตีนในน้ำนมในโคนมลูกผสมไทยโฮลสไตน์สามารถทำได้โดยพิจารณาจากค่าอัตราพันธุกรรมและความสัมพันธ์ของค่าการผสมพันธุ์ของทั้งสองลักษณะ อย่างไรก็ตาม

อิทธิพลของความเครียดเนื่องจากความร้อนส่งผลกระทบท่อผลผลิตไขมันนมและโปรตีนนมในประชากรโคนมของประเทศไทยอย่างมาก ดังนั้นการพัฒนาเทคนิคการคัดเลือกพันธุ์เพื่อเพิ่มความแม่นยำในการคัดเลือกร่วมกับการพัฒนาระบบการจัดการทั้งในด้านอาหารและการเลี้ยงดูยังจำเป็นต้องศึกษาและพัฒนาเพิ่มมากขึ้นในอนาคต

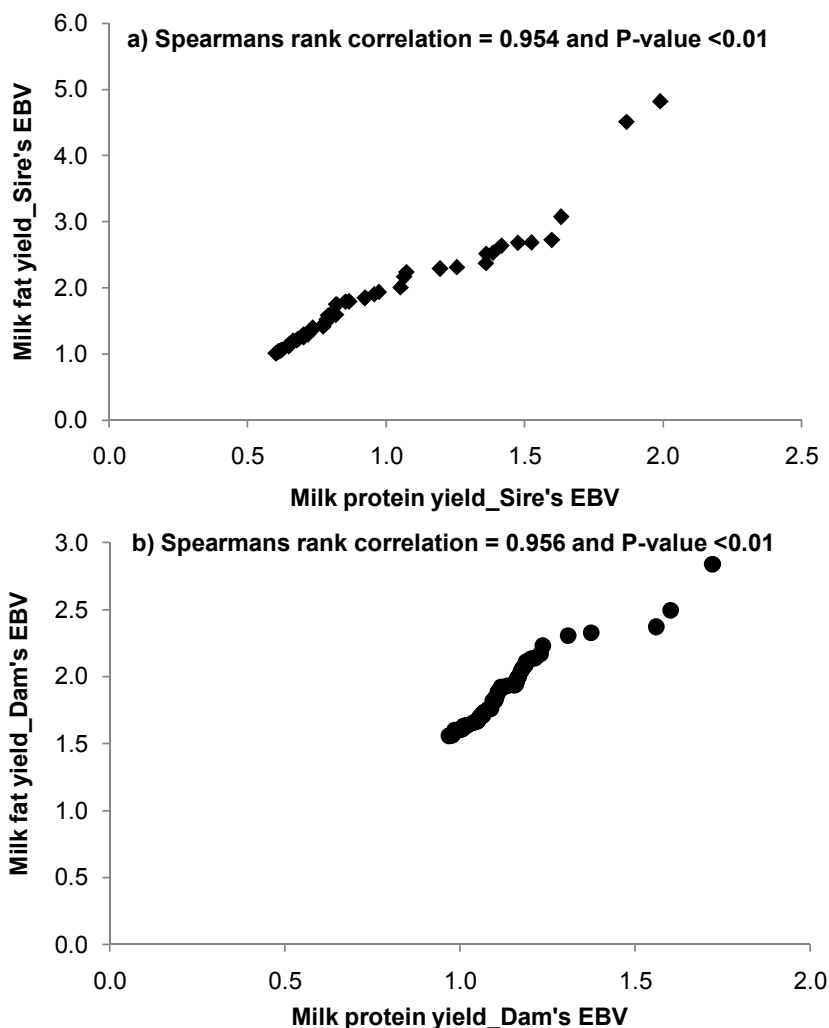


Figure 1 Estimated breeding value (EBV) spearmans rank correlation between milk fat and milk protein yields in first three lactations simultaneously sire and dam Thai x Holstein crossbreds.

เอกสารอ้างอิง

- สำนักงานมาตรฐานสินค้าและอาหารแห่งชาติ. 2553.มาตรฐานสินค้าเกษตร: น้ํานมโคดิบ. http://www.acfs.go.th/standard/download/raw_cow_milk.pdf. ค้นเมื่อ 29 กันยายน 2557.
- Aguilar, I., I. Misztal, and S. Tsuruta. 2009. Genetic components of heat stress for dairy cattle with multiple lactations. *J. Dairy Sci.* 92:5702-5711.
- Boonkum, W., I. Misztal, M. Duangjinda, V. Pattarajinda, S. Tumwasom, and J. Sanpote. 2011. Genetic effects of heat stress on milk yield of Thai Holstein crossbreds. *J. Dairy Sci.* 94:487-492.
- Bryant, J. R., N. Lopez-Villalobos, J. E. Pryce, C. W. Holmes, D. L. Johnson, and D. J. Garrick. 2007. Environmental sensitivity in New Zealand dairy cattle. *J. Dairy Sci.* 90:1538-1547.
- Freitas, M. S., I. Misztal, J. Bohmanova, and R. Torres. 2006. Regional differences in heat stress in U.S. Holsteins. Commun. No. 01-11 in Proc. 8th World Congr. Genet. Appl. Livest. Prod., Belo Horizonte.
- Madalena, F. E., R. L. Teodoro, A. M. Lemos, J. B. N. Monteiro, and R. T. Barbosa. 1990. Evaluation of strategies for crossbreeding of dairy cattle in Brazil. *J. Dairy Sci.* 73:1887-1901.

- Mader, T. L., S. M. Holt, G. L. Hahn, M. S. Davis, and D. E. Spiers. 2002. Feeding strategies for managing heat load in feedlot cattle. *J. Anim. Sci.* 80:2373-2382.
- Marcillac-Embertson, N. M., P. H. Robinson, J. G. Fadel, and F. M. Mitloehner. 2009. Effects of shade and sprinklers on performance, behavior, physiology, and the environment of heifers. *J. Dairy Sci.* 92:506-517.
- Misztal, I., S. Tsuruta, T. Strabel, B. Auvray, T. Druet, and D. H. Lee. 2002. BLUPF90 and related programs (BGF90). Commun. No. 28-07 in 7th World Congress on Genetics Applied to Livestock Production, Montpellier, France.
- National Oceanic and Atmospheric Administration. 1976. Livestock hot weather stress. US Dept. Commerce, Natl. Weather Serv. Central Reg., Reg. Operations Manual Lett. C-31-76. US Govt. Printing Office, Washington, DC.
- Ravagnolo, O., and I. Misztal. 2000. Genetic component of heat stress in dairy cattle, parameter estimation. *J. Dairy Sci.* 83:2126-2130.