

ผลของการตัดขนต่อการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาบางประการ ของโคนมเพศผู้

สมเกียรติ ประสานพานิช¹ กษิต อื้อเชี้ยวชาญกิจ² และ จำเริญ เทียงธรรม³

Abstract

Prasanpanich, S.¹, Uechiewcharnkit, K.² and Theingtham, J.¹
Effect of hair coat clipping on some physiological changes of dairy bulls
Songklanakarin J. Sci. Technol., 2006, 28(2) : 305-310

Some physiological responses of 6 Friesian crossbred (87.5%) bull yearling with 2.5 years old, averaging 235 kg. bodyweight were investigated under hot humid conditions. All animals were raised in a house (4 × 15 × 5; w × l × h meters, respectively) with concrete floor and were assigned to the Pair Comparison Design according to their weight and age into 2 groups. Animals in group 1 were maintained with their natural hair coat while their counterparts in group 2 were coat clipped fortnightly through a 70-day experimental period. The results indicated that the clipped animals had a significantly (P<0.05) lower sweating rate than did the unclipped ones (102.7±15.48 and 48.3±15.48 g/m²/hour, respectively). However,

¹Department of Animal Science, Faculty of Agriculture, Kasetsart University, Bangkok, 10900 Thailand. / Dairy Research and Development Centre, Suwanvajok-kasikitt Animal Research and Development Institute, Kasetsart University, Kamphaeng Sean Campus, Nakhon Pathom, 73143 Thailand.²Department of Agricultural Technology, Faculty of Science and Technology, Thammasat University, Rangsit Centre, Rangsit, Pathum Thani 12121, Thailand.

¹วท.ด.(สัตวศาสตร์), ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ²Ph.D.(Animal Science), ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ภาควิชาสัตวบาล คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ จตุจักร กรุงเทพฯ 10900 / ศูนย์วิจัยและพัฒนาการผลิตนม สถาบันสุวรรณวจากกลีงเพื่อการค้นคว้าและวิจัยปศุสัตว์ และผลิตภัณฑ์สัตว์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กำแพงแสน จังหวัดนครปฐม 73143 ³วท.ม.(เกษตรศาสตร์), รองศาสตราจารย์ ภาควิชาเทคโนโลยีการเกษตร คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ศูนย์รังสิต จังหวัดปทุมธานี 12121

Corresponding e-mail: agrskp@ku.ac.th

รับต้นฉบับ 20 กันยายน 2547 รับลงพิมพ์ 24 พฤษภาคม 2548

มีอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศสูง

อุปกรณ์และวิธีการ

สัตว์ทดลองและการตัดขน

โคนมเพศผู้ลูกผสมพันธุ์พื้นเมืองกับโฮลสไตน์-ฟรีเซียน 87.5% จำนวน 6 ตัว อายุโดยเฉลี่ย 2 ปี 6 เดือน น้ำหนักตัวโดยเฉลี่ย 235 กก. และให้คะแนนความสั้น-ยาวของขนที่ปกคลุมร่างกาย (คะแนน 1-8) ตามวิธีการของ (Turner and Schleger, 1960) โคทั้งหมดถูกแบ่งตามอายุและน้ำหนัก ตามแผนการทดลองแบบ Pair Comparison โดยกลุ่มที่ 1 เป็นกลุ่มควบคุมประกอบด้วยโคจำนวน 3 ตัวที่ไม่ได้รับการตัดขน ส่วนกลุ่มที่ 2 เป็นกลุ่มโคจำนวน 3 ตัวซึ่งได้รับการตัดขนโดยตัดด้วยปัตโตเลียนที่ใช้ตัดขนโค (ยี่ห้อ Rinderschermashine LAB Typ 2500-R, Germany รุ่น SS500) โดยตัดขนให้สั้นในระดับคะแนนที่ 1 คือตัดชิดผิวหนังให้มากที่สุด โดยตัดขนในทุกส่วนของร่างกายยกเว้นบริเวณหัว หน้า แฝงคอ หน้าแข้ง และหาง ซึ่งจะตัดขนก่อนเริ่มการเก็บข้อมูล 7 วัน เพื่อให้โคปรับตัวให้เข้ากับกลุ่มการทดลอง และทำการตัดขนทุกๆ 14 วัน

โรงเรือนและการให้อาหาร

โคทั้ง 6 ตัวถูกเลี้ยงรวมกันในโรงเรือนทดลองที่มีพื้นที่ขนาด 4x15 ตร.เมตร และสูงประมาณ 5 เมตร เป็นโรงเรือนเปิดทั้ง 4 ด้าน หลังคากระเบื้องลอนคู่และเป็นพื้นคอนกรีต มีรางอาหารและอ่างน้ำ โดยโคทั้งหมดได้รับอาหารหยาบคือ หญ้าขนอย่างเต็มที่ และเสริมอาหารชั้นโปรตีน 14% แก่โควันละ 1 กก./ตัว ซึ่งโรงเรือนดังกล่าวมีการระบายอากาศตามธรรมชาติ และไม่มีการติดตั้งระบบพัดลมระบายอากาศภายในโรงเรือน

การรวบรวมข้อมูลสภาพอากาศ

วัดอุณหภูมิสูงสุด-ต่ำสุดและความชื้นสัมพัทธ์ในแต่ละวัน ตลอดการทดลองจากตู้เก็บข้อมูลสภาพอากาศ (Stephenson Screen) ที่ตั้งอยู่นอกโรงเรือน นอกจากนี้ยังรวบรวมข้อมูลของสภาพอากาศภายในและภายนอกโรงเรือนในเวลา 14.00 น. ได้แก่ วัดอุณหภูมิของอากาศ (ambient temperature) วัดอุณหภูมิจากการแผ่รังสี (black globe temperature) จากเทอร์โมมิเตอร์วัดอุณหภูมิแบบ VENON GLOBE อุณหภูมิตุ้มเปียก-ตุ้มแห้งเพื่อนำไปคำนวณหาค่าความชื้นสัมพัทธ์ และคำนวณดัชนีอุณหภูมิ-ความชื้นสัมพัทธ์ (Temperature-humidity index) ตามวิธีการของ McDowell (1972) ดังสมการ ดัชนีอุณหภูมิ-ความชื้นสัมพัทธ์ = 0.72 (อุณหภูมิตุ้มเปียก+อุณหภูมิตุ้มแห้ง)+40.6

ซึ่งข้อมูลดังกล่าวได้แสดงไว้ใน Table 1

การวัดค่าทางสรีรวิทยา

โคแต่ละตัวถูกบังคับให้อยู่ในชองบังคับสัตว์เพื่อทำการรวบรวมข้อมูลทางสรีรวิทยาสัปดาห์ละ 3 ครั้ง ในระหว่างเวลา 14.00-14.30 น. ซึ่งได้แก่ วัดอัตราการหายใจ (respiratory rate) โดยนับจำนวนครั้งของการเคลื่อนไหวบริเวณสวามเป็นเวลา 1 นาที วัดอุณหภูมิร่างกาย (body temperature) โดยใช้เทอร์โมมิเตอร์วัดใช้สอดเข้าที่ทวารหนักนาน 1 นาที วัดอุณหภูมิผิวหนัง (skin temperature) โดยใช้เทอร์โมมิเตอร์ทาบริเวณหัวไหล่ นาน 5 นาที และวัดอัตราการขับเหงื่อ (sweating rate) โดยใช้วิธี cobalt chloride disc method (Schleger and Turner 1965) โดยที่อัตราการขับเหงื่อ มีหน่วยเป็น กรัมต่อพื้นที่ 1 ตร.เมตร ในเวลา 1 ชั่วโมง ดังสมการต่อไปนี้

Table 1. Meteorological mean (±SE) in both indoor and outdoor conditions at 14.00 h.

Items	Outdoors	Indoors
Black globe temperature (°C)	38.0±0.32	36.3±0.92
Ambient temperature (°C)	34.6±0.24	32.0±1.25
Temperature-humidity index	86.7± 4.2	84.6±3.4

อัตราการขับเหงื่อ (กรัม/ตร.เมตร/ชั่วโมง)
= (3.84×10^4) /เวลา (วินาที)

การวิเคราะห์ทางสถิติ

วิเคราะห์และเปรียบเทียบความแตกต่างของลักษณะการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาจากการตัดขนและไม่ตัดขน โดยทดสอบค่าเฉลี่ยแบบ group comparison ด้วยวิธีการ T-test (Steel and Torrie, 1980) โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SAS (1985) ในการคำนวณ

สถานที่ทำการทดลองและระยะเวลาในการทดลอง

ฟาร์มเลี้ยงสัตว์ของภาควิชาเทคโนโลยีการเกษตร คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ศูนย์รังสิต จังหวัดปทุมธานี ตั้งแต่วันที่ 28 สิงหาคม 2545 ถึงวันที่ 7 พฤศจิกายน 2545 เป็นเวลา 70 วัน

ผลและวิจารณ์

อุณหภูมิของสภาพแวดล้อม

สภาพภูมิอากาศในแต่ละรอบวันมีอุณหภูมิสูงสุดเฉลี่ยเท่ากับ 34.3°C อุณหภูมิต่ำสุดเฉลี่ยเท่ากับ 28.1°C ส่วนอุณหภูมิเฉลี่ยตลอดการทดลองเท่ากับ 31.6°C โดยมีความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยเท่ากับ 76% สภาพภูมิอากาศดังกล่าวมีค่าสูงกว่าอุณหภูมิที่เหมาะสมสำหรับโคที่ 26°C (thermo-neutral zone; Johnson *et al.*, 1961) ทำให้สัตว์เกิดความเครียดจากความร้อน (heat stress) และเกิดการเปลี่ยนแปลงทางด้านสรีรวิทยาในตัวโคโดยการปรับสภาพร่างกายให้เข้ากับสิ่งแวดล้อม (Yousef, 1985a) สำหรับอุณหภูมิสภาพแวดล้อม ณ เวลา 14.00 น. พบว่า

อุณหภูมิเฉลี่ยของอากาศและการแผ่รังสี รวมทั้งดัชนีอุณหภูมิ-ความชื้นสัมพัทธ์ภายในโรงเรือนและภายนอกโรงเรือนที่แสดงใน Table 1 นั้นไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่ทั้งอุณหภูมิอากาศและการแผ่รังสีภายในโรงเรือน มีค่าน้อยกว่าค่าทั้งสองที่วัดได้ภายนอกโรงเรือนก็เนื่องมาจากโรงเรือนมีหลังคากระเบื้องที่สามารถดักบังแสงแดดและลดพลังงานความร้อนจากการแผ่รังสีที่จะเข้าสู่ตัวสัตว์ได้มากถึง 30% (Bond *et al.*, 1967) และประกอบกับโรงเรือนมีลักษณะโปร่ง น่าจะมีกระแสลมพัดพาเอาความร้อนออกไปได้บ้าง แต่งานทดลองนี้ไม่ได้เก็บข้อมูลความเร็วลม ซึ่งความเร็วลมน่าจะเป็นปัจจัยหนึ่งที่จะช่วยเพิ่มการระบายความร้อนในตัวโคโดยวิธี convective heat loss (Elam, 1971) อย่างไรก็ตาม แม้อุณหภูมิที่ทำการทดลองนั้นถูกเลี้ยงอยู่ภายใต้โรงเรือนที่มีหลังคาดังกล่าว แต่ยังคงได้รับอุณหภูมิการแผ่รังสีที่สูงถึง 36.3°C (Table 1) ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบกับอุณหภูมิการแผ่รังสีภายนอกโรงเรือน (38.0°C) แล้ว ยังแตกต่างกันน้อยมาก (ประมาณ 1.7°C) หากพิจารณาถึงงานทดลองของ Prasanpanich และคณะ (2002) ก็พบว่าอุณหภูมิการแผ่รังสีนอกโรงเรือนมีค่ามากกว่าอุณหภูมิการแผ่รังสีในโรงเรือนถึง 7°C ซึ่งความเร็วลมในงานทดลองนั้นมีผลต่อสภาพอากาศและการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาของโคในโรงเรือน แต่สำหรับการทดลองนี้ความเร็วลมอาจจะมีผลต่อการระบายความร้อนโดยวิธี convective heat loss ไม่มากนัก ฉะนั้นโคทั้งหมดในโรงเรือนก็ยังได้รับอิทธิพลจากสภาพอากาศที่ร้อน จึงทำให้สัตว์เกิดความเครียดจากความร้อน (heat stress)

การเปลี่ยนแปลงค่าทางสรีรวิทยา

โคในกลุ่มที่ไม่ตัดขนมีคะแนนความยาวของขนอยู่ที่

Table 2. Physiological mean (\pm SE) between clipped and unclipped animals.

Physiological items	Unclipped animals	Clipped animals
Body temperature ($^{\circ}\text{C}$)	39.2 \pm 16.0	39.1 \pm 16.0
Skin temperature ($^{\circ}\text{C}$)	37.3 \pm 0.29	36.6 \pm 0.29
Respiratory rate (breaths/minute)	47.7 \pm 3.97	40.7 \pm 3.97
Sweating rate ($\text{g}/\text{m}^2/\text{hour}$)	102.7 \pm 15.48 ^a	48.3 \pm 15.48 ^b

Means within row of each parameter with different superscripts are significantly different at $P < 0.05$.

3.5 ที่เรียกว่าขนค่อนข้างยาว (fairy short to fairy long; Turner and Schleger, 1960) แต่โคในกลุ่มที่ได้รับการตัดขนจะมีคะแนนของขนหลังการตัดขนอยู่ที่ 2.0 ที่เรียกว่าขนสั้นมาก (very short; Turner and Schleger, 1960) ซึ่งมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงค่าทางสรีรวิทยาของโค กล่าวคือใน Table 2 พบว่า อัตราการขับเหงื่อในโคกลุ่มที่ไม่ได้รับการตัดขนมีค่าอัตราการขับเหงื่อที่มากกว่าโคที่ได้รับการตัดขนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) ส่วนอุณหภูมิร่างกาย อุณหภูมิผิวหนัง และอัตราการหายใจ ในโคทั้งสองกลุ่มนั้นแม้ว่าโคในกลุ่มที่ไม่ได้รับการตัดขนจะมีค่าสูงกว่าในโคที่ได้รับการตัดขน แต่ค่าดังกล่าวก็ไม่ได้แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ อย่างไรก็ตามขนที่ยาวนั้นจะเปรียบเสมือนฉนวนป้องกันไม่ให้เกิดการระบายความร้อนจากร่างกายสัตว์ (thermal insulator; Turner, 1962; Bennett, 1964) ทำให้การระบายความร้อนโดยการขับเหงื่อจะไม่สามารถระเหยน้ำเหงื่อได้อย่างรวดเร็ว ทำให้โคในกลุ่มที่ไม่ได้รับการตัดขนมีอุณหภูมิร่างกาย อุณหภูมิผิวหนัง (Bianca, 1959; Turner, 1964) และอัตราการหายใจที่สูงกว่า ซึ่งเป็นกระบวนการระบายความร้อนจากร่างกายโดยวิธี respiratory moisture vapourisation (McLean, 1963) แต่ในกลุ่มโคที่ได้รับการตัดขนออกนั้นมีส่วนช่วยให้กระบวนการระบายความร้อนจากร่างกายได้ดีขึ้นแม้จะอยู่ในสภาวะที่ไม่มีระบบการระบายอากาศใดๆ ในโรงเรือน กล่าวคือ เมื่อโคที่มีขนสั้นมีการขับเหงื่อออกมาทางผิวหนังทำให้น้ำเหงื่อที่ขับออกมาบนผิวหนังแล้วระเหยออกไป ทำให้อุณหภูมิผิวหนังเย็นลง อุณหภูมิผิวหนังจึงต่ำกว่าในกลุ่มโคที่ไม่ได้รับการตัดขน (Klemm and Robinson, 1955) มีผลต่ออุณหภูมิร่างกายที่ลดลงมาด้วยซึ่งอัตราการขับเหงื่อในโคจะถูกควบคุมโดยตัวรับความรู้สึกจากความร้อน (thermoreceptor) ที่อยู่บนผิวหนังและต่อมฮัยโปทาลามัส เพราะฉะนั้นเมื่ออุณหภูมิผิวหนังลดลง จึงทำให้อัตราการขับเหงื่อลดลง (Ingram *et al.*, 1961, 1963)

สำหรับอัตราการหายใจนั้นตามปกติของโคอยู่ที่ 10-30 ครั้ง/นาที (Hafez, 1968) แต่โคทั้งสองกลุ่มในการทดลองนี้มีค่าอัตราการหายใจอยู่ระหว่าง 40-48 ครั้ง/นาที ซึ่งสูงกว่าอัตราการหายใจตามปกติ ทำให้โคเกิดความเครียดจากความร้อนในระดับต่ำ (mild stress; Yousef, 1985b)

ในเขตร้อนชื้นโดยเฉพาะในระหว่างช่วงวันที่มีอุณหภูมิอากาศสูง ค่าดัชนีอุณหภูมิอากาศและความชื้นสัมพัทธ์ มักมีค่าสูงกว่า 72 ซึ่งแสดงว่าโคอยู่ภายใต้สภาวะเครียดเนื่องจากอากาศร้อน โคที่ได้รับการตัดขนมีอัตราการขับเหงื่อลดลงซึ่งน่าจะมีผลต่อสมดุลของน้ำและแร่ธาตุภายในร่างกาย งานวิจัยในอนาคตที่ศึกษาอิทธิพลของการตัดขนต่อการให้ผลผลิตโดยเฉพาะที่เกี่ยวข้องกับองค์ประกอบของน้ำนมและสมดุลของแร่ธาตุภายในร่างกายของโค น่าจะทำให้องค์ความรู้ทางด้านนี้มีคุณค่ามากขึ้นเพื่อให้เกษตรกรนำไปประยุกต์ใช้ในการผลิตต่อไป และน่าจะทำให้เข้าใจกลไกการปรับตัวของโคนมที่มีพันธุกรรมมาจากเขตอบอุ่นที่นำเข้ามาเลี้ยงในเขตร้อนชื้นได้ดีขึ้น อันอาจนำไปสู่การค้นคว้าหากกลยุทธ์ที่ดีและเหมาะสมที่สุดในการลดผลกระทบอันเนื่องมาจากอากาศร้อนชื้นที่มีผลต่อประสิทธิภาพของการให้นมของโคนม

สรุป

การเปลี่ยนแปลงทางด้านสรีรวิทยาของโคในกลุ่มที่ไม่ตัดขน และในกลุ่มที่ตัดขนในสภาพการเลี้ยงดูในโรงเรือนที่ไม่มีระบบระบายอากาศ พบว่าอัตราการขับเหงื่อจะลดลงในโคที่ได้รับการตัดขนให้สั้นลง ซึ่งทำให้โคสามารถปรับสภาพร่างกายให้เหมาะสมกับสภาพแวดล้อมได้ดีขึ้นซึ่งจะนำไปสู่การเพิ่มผลผลิตโคนมต่อไป

คำนิยาม

การศึกษาครั้งนี้ได้รับความอนุเคราะห์ทั้งสถานที่และสัตว์ทดลองจากทางภาควิชาเทคโนโลยีการเกษตร คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ศูนย์รังสิต รวมทั้งความร่วมมือในการดำเนินงานวิจัยจากนายบุญสม นนทิวฒน์วณิช และนางสาวรินดา ลักษณ์ทรวงศ์ ซึ่งคณะผู้วิจัยขอขอบพระคุณมา ณ โอกาสนี้

เอกสารอ้างอิง

ชวนิศนดากร วรวรรณ. 2534. การเลี้ยงโคนม. พิมพ์ครั้งที่ 4. โรงพิมพ์ไทยวัฒนาพานิช.

- ชาญวิทย์ วัชรพุกก์. 2539. สรีรวิทยาสภาพแวดล้อมของสัตว์เลี้ยงในเขตร้อน. พิมพ์ครั้งที่ 2. ภาควิชาสัตวบาล คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- สุวิช บุญโปร่ง. 2542. การตัดขนที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงทางค่าสรีรวิทยาบางประการและผลผลิตนมในโคลูกผสมออสเตรเลีย-ฟรีเซียน-ซาฮิวาลภายใต้สภาพอากาศร้อนชื้น. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพมหานคร.
- Bennett, J.W. 1964. Thermal insulation of cattle coats. Proc. Aust. Soc. Anim. Prod., 5: 160-166.
- Bianca, W. 1959. The effect of clipping the coat on various reactions of calves to heat. J. agric. Sci. (Camb.), 52 : 380-383.
- Bond, T.E., Kelly, C.F., S.R. Morrison and N. Pereira. 1967. Solar, atmospheric and terrestrial radiation received by shaded and unshaded animals. Trans. Amer. Soc. Agric. Eng. 10 : 622-627
- Dowling, D.E. 1958. The significance of sweating in heat tolerance of cattle. Aust. J. agric. Res. 9: 579-586.
- Elam, C.J. 1971. Problems related to intensive indoor beef production systems. J. Anim. Sci., 32: 554-559.
- Hafez, E.S.E. 1968. Environmental effects on animal productivity, pp. 26-40. In E.S.E. Hafez (ed.). Adaptation of Domestic Animals. Lea&Febiger, Philadelphia.
- Ingram, D.L., McLean, J.A. and Whittow, G.C. 1961. Increase of evaporative loss of water from the ox in response to local heating of the hypothalamus. Nature (Lond.), 191: 81-82.
- Ingram, D.L., McLean, J.A. and Whittow, G.C. 1963. The effects of heating the hypothalamus and the skin on the rate of moisture vaporisation from the skin of the ox (*Bos taurus*). J. Physiol. (Lond.), 169 : 394-403.
- Johnson, H.D., Kibler, H.H., Ragsdale, A.C., Berry, I.L. and Shanklin, M.D. 1961. Role of heat tolerance and production level in responses of lactating Holsteins to various temperature-humidity conditions. J. Dairy Sci. 44: 1191.
- Klemm, G.H. and Robinson, K.W. 1955. The heat tolerance of two breeds of calves from 1 to 12 months of age. Aust. J. agric. Res., 6: 350-364.
- McLean, J.A. 1963. Measurement of cutaneous moisture vaporisation from cattle by ventilated capsules. J. Physiol. (Lond.), 167: 417-426.
- McDowell, R.E. 1972. Determining the suitability of livestock to warm climates, p. 133-155. In R.E. McDowell (ed.). Improvement of Livestock Production in Warm Climates. W.H. Freeman and Co., San Francisco.
- Prasanpanich, S., Siwichai, S., Tunsaringkarn, K., Thwaites, C.J. and Vajrabukka, J. 2002. Physiological responses of lactating cows under grazing and indoor conditions in the tropics. J. agric. Sci. (Camb.), 138: 341-344.
- SAS. 1985. Statistical Analysis System. SAS Institute Inc., North Carolina. 506 p.
- Schleger, A.V. and Turner, T.G. 1965. Sweating rates of cattle in the field and their reaction to diurnal and seasonal changes. Aust. J. agric. Res., 16: 92-106.
- Steel, R.G.D. and Torrie, J.H. 1980. Principles and Procedures of Statistics: A Biometrical Approach. 2nd Ed, McGraw-Hill, Mexico. 521 p.
- Turner, H.G. 1962. The effect of clipping the coat on performance of calves in the field. Aust. J. agric. Res., 13: 180-192.
- Turner, H.G. 1964. Coat characters of cattle in relation to adaptation. Proc. Aust. Soc. Anim. Prod., 4: 181-187.
- Turner, H.G. and Schleger, A.V. 1960. The significance of coat type in cattle. Aust. J. agric. Res., 11: 645-663.
- Vajrabukka, C. 1978. Seasonal changes in the hair and coat characteristics of Hereford cattle with observations on the association between coat character and heat tolerance at various temperatures and humidities. M.Ag.Sc. thesis, University of New England, Armidale, Australia.
- Yousef, M.K. 1985a. Thermo-neutral zone, pp. 9-14. In M.K. Yousef (ed.). Stress Physiology in Livestock, Vol. 1 Basic Principles, CRC Press, Inc., Boca Raton.
- Yousef, M.K. 1985b. Thermal environment, pp. 67-74. In M.K. Yousef (ed.). Stress Physiology in Livestock, Vol. 1 Basic Principles, CRC Press, Inc., Boca Raton.