

ความผันแปรของอุณหภูมิร่างกายของกระบือปลักสาว ที่เลี้ยงแบบขังคอก และปล่อยแทะเล็มในช่วงฤดูหนาว

Variation of Body Temperature of Swamp Buffalo Heifers under Indoor Feeding and Grazing Conditions during Winter Season

พิพัฒน์ สมภาร ปัทมา จึงประสพโชค

ภาควิชาเทคโนโลยีการเกษตร คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ศูนย์รังสิต

ตำบลคลองหนึ่ง อำเภอคลองหลวง ปทุมธานี 12121

สุพัตรา มานะไตรนนท์ ราชพร เขียนประสิทธิ์และคงพันธ์ รุ่งประทีปถาวร

ศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ

กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ตำบลคลองหนึ่ง อำเภอคลองหลวง ปทุมธานี 12121

บทคัดย่อ

ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยทางอุณหภูมิวิทยาที่ส่งผลต่ออุณหภูมิร่างกายและพฤติกรรมของกระบือปลัก ในช่วงต้นฤดูหนาว ณ ศูนย์วิจัยและบำรุงพันธุ์สัตว์สุรินทร์ จังหวัดสุรินทร์ กระบือปลักสาวอายุ 2 ปี จำนวน 12 ตัว ถูกแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม โดยให้แต่ละกลุ่มมีน้ำหนักตัวเฉลี่ยใกล้เคียงกัน กระบือสาวจำนวน 6 ตัว ถูกเลี้ยงไว้ในคอก ซึ่งแบ่งออกเป็นส่วนที่มีหลังคาสังกะสีคลุมและพื้น โลง ในแต่ละวันจะได้รับหญ้าที่สดอย่างเต็มที่ โดยจะให้อาหารเวลา 07:30 12:00 และ 15:00 น. ส่วนกระบือสาวอีก 6 ตัว ถูกปล่อยแทะเล็มแบบจำเอนแปลงหญ้าซึ่งขนาด 6 ไร่ ซึ่งมีต้นไม้ขนาดใหญ่ขึ้นอยู่ ทำการสูมกระบือ 2 ตัว จากแต่ละกลุ่ม เพื่อติดอุปกรณ์บันทึกข้อมูลอัตโนมัติ บันทึกอุณหภูมิใกล้คอเสื้อแก้วหู ทุกๆ 1 นาที ตั้งแต่เวลา 06:00-18:00 น. และบันทึกพฤติกรรมโดยใช้วิธีการสังเกตสัตว์แต่ละตัวโดยตรงทุกๆ 1 นาที ในช่วงเวลาเดียวกัน

ผลจากการศึกษาพบว่าอุณหภูมิร่างกายของกระบือมีสหสัมพันธ์สูงกับอุณหภูมิอากาศ ($r=0.80-0.89$) และดัชนีอุณหภูมิ-ความชื้น ($r=0.80-0.90$) และมีสหสัมพันธ์ปานกลางกับอุณหภูมิตุ้มดำ ($r=0.77-0.78$) และรังสีอาทิตย์ ($r=0.54-0.59$) กระบือที่เลี้ยงในคอกและในแปลงหญ้าใช้เวลาทำกิจกรรมต่างๆ ในช่วงกลางวันแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) จากการศึกษาครั้งนี้ชี้ให้เห็นว่าอุณหภูมิอากาศและดัชนีอุณหภูมิ-ความชื้น สามารถใช้เป็นดัชนีบ่งชี้การเกิดความเครียดจากความร้อนของกระบือได้ดี ทั้งในสภาพการเลี้ยงแบบขังคอกและปล่อยแทะเล็ม

คำสำคัญ: กระบือปลัก อุณหภูมิร่างกาย พฤติกรรม ฤดูหนาว

Abstract

The study was undertaken during early winter at Surin Livestock Research and Breeding Center, Surin Province to investigate interrelations among meteorological factors potentially affecting the body temperature and behaviour of swamp buffaloes. Twelve 2-year-old swamp buffalo heifers were divided into two groups, each of six heifers, with the mean group weights being as similar as possible. Six heifers were kept in corral, which was divided into a shaded area, covered by corrugated metal-sheet roof, and an open un-shaded area. Fresh ruzi grass was offered *ad libitum* at approximately 07:30, 12:00 and 15:00 h each day. The other six heifers were continuously stocked on an area of 6 rai ruzi pasture, which contained large trees. Two heifers in each group were randomly assigned to be fitted with portable data loggers to record the tympanic temperature at 1-min intervals from 06:00 to 18:00. Animal activity was also monitored individually by visual observation at 1-min intervals during the same period.

The result showed that the body temperature was highly correlated with the air temperature ($r=0.80-0.89$) and the temperature-humidity index ($r=0.80-0.90$), while its correlations with black-globe temperature ($r=0.77-0.78$) and solar radiation were moderate ($r=0.54-0.59$). During daytime, the times spent in all activity were not significantly different ($P>0.05$) between the indoor and grazed buffaloes. It was suggested that the air temperature and temperature-humidity index be good indicators of the stress imposed by the environment, either for buffaloes kept indoor or in the pasture.

Key words: Swamp buffalo, Body temperature, Behaviour, Winter season.

คำนำ

กระบือจัดเป็นสัตว์เลี้ยงลูก ซึ่งต้องมีการรักษา อุณหภูมิร่างกายให้คงที่ด้วยระบบควบคุมอุณหภูมิที่ ซับซ้อน ซึ่งรวมถึงการปรับเปลี่ยนพฤติกรรม การสร้างความร้อนขึ้นภายในร่างกาย การเคลื่อนย้าย ความร้อนจากส่วนลึกไปสู่ส่วนผิวของร่างกาย การ สูญเสียความร้อนจากผิวของร่างกายและการระเหย ความผันผวนของอุณหภูมิร่างกายในระยะสั้นๆ สามารถเกิดขึ้นได้จากกระบวนการเมแทบอลิซึม การ เปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยา และปัจจัยทาง สภาพแวดล้อมที่ก่อให้เกิดความเครียด [1] การวัด อุณหภูมิร่างกายในสัตว์เคี้ยวเอื้องที่ให้ความแม่นยำ

สามารถทำได้ 3 ตำแหน่ง คือ ทวารหนัก ช่องคลอด และรูหู ในตำแหน่งที่ใกล้กับเยื่อแก้วหู อุณหภูมิใกล้ เยื่อแก้วหู (tympanic membrane) จะมีการตอบสนอง ต่อสิ่งเร้าจากภายนอกอย่างมากที่สุด [2] และเป็นที่ยอมรับในการใช้อุณหภูมิดังกล่าวเพื่อเป็นดัชนีบ่งชี้ อุณหภูมิของไฮโปทาลามัส ดังนั้นการวัดอุณหภูมิใกล้ เยื่อแก้วหู จึงถูกนำมาใช้ในการวัดการเกิดความเครียด จากสภาพแวดล้อมของสัตว์ด้วย [1]

ในขณะที่องค์ความรู้เกี่ยวกับการตอบสนอง ของสัตว์เคี้ยวเอื้องต่อสภาพแวดล้อมได้ถูกพัฒนาขึ้น อย่างต่อเนื่อง การจัดการกับสัตว์เพื่อลดผลกระทบ ของสภาพอากาศยังคงเป็นสิ่งท้าทายของนักวิจัย [3]

โดยเฉพาะอย่างยิ่ง กลยุทธ์ในการจัดการสภาพแวดล้อมให้กับสัตว์ เป็นที่ต้องการสำหรับเกษตรกร เพื่อใช้เป็นแนวทางในการตัดสินใจก่อนและระหว่างการเกิดสภาพอากาศที่เลวร้าย อย่างไรก็ตาม การศึกษาเกี่ยวกับการตอบสนองของกระบือปลักต่อปัจจัยทางด้านอุณหภูมิวิทยายังมีน้อยมาก โดยเฉพาะอย่างยิ่งกระบือที่เลี้ยงแบบปล่อยแพะเล็ม ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิร่างกาย ปัจจัยทางอุณหภูมิวิทยา และรูปแบบพฤติกรรมของกระบือในสภาพการเลี้ยงแบบขังคอกและปล่อยแพะเล็มภายใต้สภาพแวดล้อมของประเทศไทย โดยใช้อุณหภูมิใกล้เชื้อแก้วหูเป็นตัวแทนอุณหภูมิร่างกายของกระบือ

อุปกรณ์และวิธีการ

งานวิจัยครั้งนี้ดำเนินการทดลอง ณ ศูนย์วิจัยและบำรุงพันธุ์สัตว์สุรินทร์ ตำบลนาบัว อำเภอเมืองสุรินทร์ (เส้นรุ้งที่ 14° 45' เหนือ และเส้นแวงที่ 103° 26' ตะวันออก, ความสูงวัดจากระดับน้ำทะเล 146 เมตร) ระหว่างวันที่ 25 ตุลาคม 2550 ถึง 11 พฤศจิกายน 2550 โดยอยู่ในช่วงต้นฤดูหนาว รวมระยะเวลาการทดลองนาน 18 วัน

1. สัตว์ทดลองและการจัดการ

กระบือปลักเพศเมียอายุประมาณ 2 ปี ซึ่งทำการหย่านมพร้อมกัน จำนวน 12 ตัว น้ำหนักตัวเฉลี่ย 318.42 ± 17.45 กิโลกรัม นำมาเลี้ยงรวมกันก่อนเริ่มต้นการทดลองประมาณ 2 สัปดาห์ โดยในแต่ละวันปล่อยให้แพะเล็มในแปลงหญ้าผสม ซึ่งส่วนใหญ่เป็นหญ้าพันธุ์พื้นเมือง ระหว่างเวลา 08:00-15:00 น. และเลี้ยงรวมกันภายในคอกพักระหว่างเวลา 15:00-

08:00 น. ซึ่งมีน้ำสะอาดให้ดื่มและแร่ธาตุก้อนให้เลียตลอดเวลา และมีหญ้าสดตัดให้กินอย่างเต็มที่

ก่อนเริ่มการทดลอง 2 วัน ทำการชั่งน้ำหนักกระบือ โดยอดอาหารนาน 24 ชั่วโมง แต่มีน้ำสะอาดให้ดื่มเต็มที่ก่อนชั่งน้ำหนัก และแบ่งกระบือออกเป็น 2 กลุ่ม โดยจัดให้แต่ละกลุ่มมีน้ำหนักตัวใกล้เคียงกันมากที่สุด จากนั้นสุ่มให้กระบือแต่ละกลุ่มได้รับทริทเมนต์ดังนี้ ทริทเมนต์ที่ 1 เลี้ยงกระบือไว้ในคอกพื้นคอนกรีต ขนาดกว้าง 17 เมตร ยาว 28.5 เมตร โดยภายในคอกแบ่งออกเป็นพื้นที่มีหลังคาคลุมและพื้นโล่ง หลังคาทำด้วยสังกะสีมีขนาดกว้าง 5.5 เมตร ยาว 28.5 เมตร สูง 2.5 เมตร กระบือจะได้รับหญ้าธูซี่ (*Brachiaria ruziziensis*) สดอย่างเต็มที่ โดยให้วันละ 3 ครั้ง ได้แก่ เวลาประมาณ 7.30 12.00 และ 17.00 น. ส่วนทริทเมนต์ที่ 2 ปล่อยให้กระบือแพะเล็มในแปลงหญ้าธูซี่ ขนาดประมาณ 6 ไร่ ตลอด 24 ชั่วโมง มีผลผลิตหญ้าก่อนปล่อยแพะเล็ม 965 กิโลกรัมน้ำหนักแห้งต่อไร่ โดยในแปลงหญ้าจะมีต้นไม้ขนาดใหญ่สำหรับใช้เป็นร่มเงาแก่สัตว์ขึ้นกระจายอยู่ทั่วแปลง กระบือทั้งสองกลุ่มจะมีน้ำสะอาดให้ดื่มตลอดเวลา

2. การวัดและบันทึกข้อมูล

2.1) การวัดอุณหภูมิร่างกาย

ใช้อุณหภูมิใกล้เชื้อแก้วหู เป็นตัวแทนของอุณหภูมิของร่างกาย การวัดทำโดยผู้คุมกระบือทริทเมนต์ละ 2 ตัว เพื่อติดเครื่องบันทึกอุณหภูมิอัตโนมัติ (data logger) อุปกรณ์ดังกล่าวจะบรรจุอยู่ในกล่องพลาสติกกันน้ำและใส่ไว้ในกระเป๋าน้ำ ถูกติดไว้ที่บริเวณคอของกระบือ เครื่องบันทึกอุณหภูมิจะต่อเข้ากับสายเคเบิลที่ปลายอีกด้านหนึ่งเป็นเครื่องรับรู้ (sensor) สำหรับวัดอุณหภูมิ (thermister) โดยเครื่องบันทึกดังกล่าวจะถูกควบคุมการทำงานด้วย

คอมพิวเตอร์ สายเคเบิลที่ใช้กับสัตว์จะมีการเคลือบด้วยยาปฏิชีวนะชนิดจีฟังก์่อนสอดเข้าไปในช่องหู โดยจะถูกสอดเข้าไปภายในช่องหูให้ส่วนปลายของเครื่องรับรู้อยู่ใกล้กับเยื่อแก้วหู (tympanic membrane) หรือลึกประมาณ 12-13 เซนติเมตร ตามวิธีการของ Wiersma และ Stott [2] ทำการยึดสายเคเบิลไว้กับหู และเขาของกระบือด้วยผ้าพันแผลแบบรัดตัวเอง (3M™ Coban™, 3M, USA) ในวันที่ 15 วันของการทดลองกระบือจะถูกติดอุปกรณ์โดยไม่มีการบันทึกข้อมูลเพื่อฝึกให้กระบือเคยชินกับอุปกรณ์ และบันทึกข้อมูลในวันที่ 17 และ 18 ของการทดลอง โดยบันทึกอุณหภูมิทุก 1 นาที เป็นระยะเวลาต่อเนื่อง 12 ชั่วโมง ระหว่างเวลา 06:00-18:00 น. เนื่องจากเครื่องบันทึกอุณหภูมิอัตโนมัติที่ติดไว้กับกระบือบางตัวเกิดความผิดพลาดในการบันทึกข้อมูล จึงมีข้อมูลรายงานเพียง 6 ชุดข้อมูล (2 วัน x 3 ตัว)

2.2) การวัดสภาพภูมิอากาศ

ข้อมูลทางอุตุนิยมวิทยาได้แก่ อุณหภูมิอากาศ อุณหภูมิจุดน้ำค้าง อุณหภูมิตุ้มดำ (black-globe temperature) และรังสีอาทิตย์ บันทึกทุก 1 นาที ในวันที่ 16 17 และ 18 ของการทดลอง โดยใช้เครื่องบันทึกข้อมูลอัตโนมัติ (Onset Computer Corporation, USA) วางไว้ในตู้ Stevenson's Screen ซึ่งตั้งไว้ในบริเวณแปลงทดลอง ต่อจากนั้นจึงนำข้อมูลมาคำนวณค่าดัชนีอุณหภูมิ-ความชื้น (Temperature-Humidity Index หรือ THI) โดยใช้สมการสำหรับสัตว์เลี้ยง [4] ดังนี้ $THI = T_{db} + 0.36 T_{dp} + 41.2$ โดยที่ T_{db} คืออุณหภูมิอากาศ หน่วยวัด $^{\circ}C$ และ T_{dp} คืออุณหภูมิจุดน้ำค้าง หน่วยวัด $^{\circ}C$

2.3) การสังเกตพฤติกรรม

การสังเกตพฤติกรรมกระบือจะกระทำตลอด 12 ชั่วโมง ตั้งแต่เวลา 06.00-18.00 น. ในวันที่ 16 17 และ 18 ของการทดลอง พฤติกรรมที่สังเกต ได้แก่ การกิน/การแทะเล็ม การเคี้ยวเอื้อง การอยู่เฉยๆ และการใช้ร่มเงาจากหลังคาหรือต้นไม้ โดยการสังเกตพฤติกรรมกระบือแต่ละตัว ในแต่ละกลุ่มทุกๆ 1 นาที การจำแนกกระบือจะใช้สายพลาสติกสีคล้องคอ ใช้คล้องส่องทางไกลขนาด 8x40 เท่า ช่วยในการสังเกตพฤติกรรม

มื้อ (meal) ของการกินหรือแทะเล็ม คือการที่กระบือกินหรือแทะเล็มอย่างต่อเนื่องเป็นระยะเวลาไม่ต่ำกว่า 12 นาที และหากในช่วงเวลาถัดมาสัตว์ตัวนั้นแสดงพฤติกรรมอื่นๆ (เคี้ยวเอื้องหรืออยู่เฉย) เป็นระยะเวลาเท่ากับหรือมากกว่า 12 นาที จะจัดว่าเป็นระยะเวลาระหว่างมื้อ (inter-meal interval)

3. การวิเคราะห์ทางสถิติ

การวิเคราะห์ข้อมูลอุณหภูมิร่างกายและปัจจัยทางอุตุนิยมวิทยาจะใช้ข้อมูลที่ได้จากกระบือแต่ละตัวในแต่ละวันเป็นซ้ำ และข้อมูลพฤติกรรมจะใช้ค่าเฉลี่ยของกระบือแต่ละกลุ่มในแต่ละวันเป็นซ้ำ

3.1) จำนวนค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของระยะเวลาที่กระบือใช้ไปเพื่อทำกิจกรรมต่างๆ ได้แก่ การแทะเล็ม/กิน จำนวนมื้อ ระยะเวลาในแต่ละมื้อ (meal interval) การเคี้ยวเอื้อง และการอยู่เฉย และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยระหว่างทรีทเมนต์ โดยใช้ TTEST procedure [5]

3.2) จำนวนเปอร์เซ็นต์ของกระบือที่ใช้ร่มเงาจากหลังคาหรือต้นไม้

3.3) จำนวนค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของอุณหภูมิร่างกายของกระบือในแต่ละทรีทเมนต์

โดยแบ่งออกเป็น 2 ช่วงเวลา ได้แก่ ช่วงเช้า ตั้งแต่เวลา 06:00-12:00 น. และช่วงบ่าย ตั้งแต่เวลา 12:00-18:00 น. และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยระหว่างทริทเมนต์ในแต่ละช่วงเวลา โดยใช้ TTEST procedure [5]

3.4) คำนวณค่าสหสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิร่างกายและปัจจัยทางอุนิยมวิทยา ได้แก่ อุณหภูมิอากาศ อุณหภูมิตุ้มดำ ค่าดัชนีอุณหภูมิ-ความชื้น และรังสีอาทิตยซ์ โดยใช้ CORR procedure [5]

ผลการทดลอง

1.สภาพภูมิอากาศ

ตารางที่ 1 แสดงอุณหภูมิอากาศ อุณหภูมิตุ้มดำ ดัชนีอุณหภูมิ-ความชื้น และรังสีอาทิตยซ์ระหว่างวันที่ 16 ถึง 18 ของการทดลองโดยพบว่าค่าเฉลี่ยเท่ากับ 23.95 องศาเซลเซียส 25.41 องศาเซลเซียส 71.61 และ 178.34 วัตต์ต่อตารางเมตร ตามลำดับ ภาพที่ 1(a) และภาพที่ 2 (a) แสดงอุณหภูมิอากาศและดัชนีอุณหภูมิ-ความชื้น และอุณหภูมิตุ้มดำและรังสีอาทิตยซ์ ระหว่างเวลา 06:00-18:00 น. ของวันที่ 18 ของการทดลอง โดยพบว่าระหว่างเวลา 11:30-12:30 น. เป็นช่วงที่สัตว์จะได้รับความร้อนและรังสีอาทิตยซ์สูงสุด

2.อุณหภูมิร่างกาย

ภาพที่ 1(b) แสดงการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิร่างกายของกระบือที่เลี้ยงแบบขังคอกและปล่อยแพะเล็ม ระหว่างเวลา 06:00-18:00 น. ของวันที่ 18 ของการทดลอง ซึ่งจะเห็นว่าอุณหภูมิร่างกายของกระบือทั้งสอง ทริทเมนต์จะค่อย ๆ เพิ่มขึ้นเรื่อยๆ จนกระทั่งถึงจุดสูงสุดประมาณเวลา 12:30 น.สำหรับกระบือที่ปล่อยแพะเล็ม และ 13:30 น. สำหรับกระบือ

ในคอก จากการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิร่างกายของกระบือทั้งสองทริทเมนต์ (ตารางที่ 2) พบว่าในช่วงเช้าอุณหภูมิร่างกายของกระบือทั้งสองทริทเมนต์แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญ ($P>0.05$) แต่ในช่วงบ่ายพบว่าอุณหภูมิร่างกายของกระบือที่ปล่อยแพะเล็ม (39.22 องศาเซลเซียส) สูงกว่ากระบือที่ขังคอก (38.56 องศาเซลเซียส) อย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($P<0.01$) ตารางที่ 3 แสดงค่าสหสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิร่างกายและพารามิเตอร์ต่าง ๆ ทางอุนิยมวิทยา โดยพบว่าอุณหภูมิอากาศ และค่าดัชนีอุณหภูมิ-ความชื้น มีสหสัมพันธ์ในระดับสูง ($r=0.80-0.90$) ส่วนอุณหภูมิตุ้มดำและรังสีอาทิตยซ์มีสหสัมพันธ์ในระดับปานกลาง ($r=0.77-0.59$) กับอุณหภูมิร่างกาย

3.พฤติกรรม

ภาพที่ 1(c) แสดงรูปแบบตามช่วงเวลาของพฤติกรรมการกิน/แพะเล็ม การเคี้ยวเอื้องและการอยู่เฉย และภาพที่ 2(b) แสดงค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์ของกระบือที่ใช้รุ่มเงาจากหลังคาหรือต้นไม้แต่ละชั่วโมงของกระบือทุกตัวทั้งในคอกและแปลงหญ้าในวันที่ 18 ของการทดลอง และตารางที่ 4 แสดงค่าเฉลี่ยของเวลาที่เข้าไปในแต่ละพฤติกรรม จำนวนมือและระยะที่ใช้ในแต่ละมือของกระบือ ในระหว่างวันที่ 16 ถึง 18 ของการทดลอง จากการทดสอบค่าที่พบว่ากระบือทั้งสองกลุ่มทำกิจกรรมแต่ละพฤติกรรมแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) โดยกระบือใช้เวลาส่วนใหญ่ในช่วงกลางวัน ในการกิน/แพะเล็ม รองลงมาได้แก่ เคี้ยวเอื้องและอยู่เฉย ตามลำดับ ในการทำกิจกรรมการกิน กระบือในคอกและกระบือในแปลงหญ้าจะแบ่งกิจกรรมการกินออกเป็น 5 และ 4 มือ โดยใช้เวลาในแต่ละมือเฉลี่ย 100 และ 130 นาที

ตามลำดับ ในการใช้ร่วมเงาจากหลังคาหรือต้นไม้ พบว่า กระจบือในแปลงหญ้าจะเข้าร่วมเงาระหว่างเวลา 10:00-16:00 น. โดยมีเปอร์เซ็นต์การเข้าใช้สูงสุด (100

เปอร์เซ็นต์) ระหว่างเวลา 11:00-12:00 น. ในขณะที่ กระจบือในคอกใช้เวลาส่วนใหญ่ตลอดทั้งวัน ทำกิจกรรมอยู่ได้หลังคา

ตารางที่ 1 ค่าเฉลี่ย ค่าต่ำสุด ค่าสูงสุดของอุณหภูมิอากาศ อุณหภูมิคุ่มค้ำ ดัชนีอุณหภูมิ-ความชื้น และรังสีอาทิตย์ ในระหว่างวันที่ 16 และ 18 ของการทดลอง

	ค่าเฉลี่ย	ค่าต่ำสุด	ค่าสูงสุด
อุณหภูมิอากาศ (องศาเซลเซียส)	23.95	18.40	30.05
อุณหภูมิคุ่มค้ำ (องศาเซลเซียส)	25.41	17.59	38.60
ดัชนีอุณหภูมิ-ความชื้น (THI)	71.61	64.93	77.85
รังสีอาทิตย์ (วัตต์ต่อตารางเมตร)	178.34	0	1066.90

ตารางที่ 2 ค่าเฉลี่ยของอุณหภูมिर่างกายในช่วงเช้า (06:00-12:00) และช่วงบ่าย (12:00-18:00) ของกระจบือที่เลี้ยงแบบขังคอกและปล่อยแทะเล็ม

ช่วงเวลา	ทรีทเมนต์		P-value
	ขังคอก	ปล่อยแทะเล็ม	
เช้า	38.19 ± 0.41	38.54 ± 0.54	0.235
บ่าย	38.56 ± 0.23	39.22 ± 0.41	<0.001

แสดงค่าเป็นค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ตารางที่ 3 สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมिर่างกายของกระจบือที่เลี้ยงแบบขังคอกและปล่อยแทะเล็มกับ พารามิเตอร์ต่างๆ ทางอตุณิยวิทยา

พารามิเตอร์ทางอตุณิยวิทยา	ทรีทเมนต์	
	ขังคอก	ปล่อยแทะเล็ม
อุณหภูมิอากาศ (องศาเซลเซียส)	0.80**	0.89**
อุณหภูมิคุ่มค้ำ (องศาเซลเซียส)	0.77**	0.78**
ดัชนีอุณหภูมิ-ความชื้น (THI)	0.80**	0.90**
รังสีอาทิตย์ (วัตต์ต่อตารางเมตร)	0.59**	0.54**

** ค่าสหสัมพันธ์มีนัยสำคัญที่ระดับ 0.01

ตารางที่ 4 ค่าเฉลี่ยของระยะเวลาในการกิน/แพะเล็ม จำนวนมือ ระยะเวลาที่ใช้ในแต่ละมือ ระยะเวลาในการเกี่ยวเอื้องและอยู่เฉย ในช่วงกลางวันของกระบือที่เลี้ยงแบบขังคอกและปล่อยแพะเล็ม

กิจกรรม	พรีทเมนต์			
	ขังคอก		ปล่อยแพะเล็ม	
การกิน/แพะเล็ม (นาที)	443.17	± 4.84	458.22	± 15.59
จำนวนมือ	5.00	± 1.01	3.67	± 0.58
ระยะเวลาของมือ (นาที)	100.26	± 25.81	129.90	± 29.06
การเกี่ยวเอื้อง (นาที)				
-นอน	157.00	± 19.39	188.33	± 27.95
-ยืน	74.11	± 38.54	40.56	± 9.00
การอยู่เฉย (นาที)				
-นอน	4.83	± 6.23	7.56	± 4.95
-ยืน	40.89	± 27.08	25.33	± 2.52

แสดงค่าเป็นค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

วิจารณ์ผลการทดลอง

ในช่วงดำเนินการทดลองเป็นช่วงเปลี่ยนฤดู จากฤดูฝนเป็นฤดูหนาว ทำให้ท้องฟ้ามีเมฆปกคลุมมาก อุณหภูมิอากาศในช่วงกลางวันอยู่ในช่วง 15-30 องศาเซลเซียส โดยมีค่าต่ำสุดในช่วงเช้านี้ และเพิ่มสูงขึ้นเรื่อยๆ จนกระทั่งถึงจุดสูงสุดระหว่างเวลา 11:30-13:00 น หลังจากนั้นจะเริ่มลดลงอย่างช้าๆ เมื่อพิจารณาความผันแปรของค่าดัชนีอุณหภูมิ-ความชื้น พบว่ามีรูปแบบเช่นเดียวกับอุณหภูมิอากาศ โดยทั่วไปในช่วงเช้า มีค่าต่ำกว่า 74 ซึ่งจัดว่าสภาพอากาศอยู่ในระดับปกติ (normal) ตามการจัดระดับความเสี่ยงต่อการเกิดความเครียดจากความร้อนของ Livestock Conservation Institute [6] และตั้งแต่วันที่ 10:30 น. ไปจนกระทั่งเวลาประมาณ 18:00 น. จะมีค่าดัชนีอุณหภูมิ-ความชื้นสูงกว่า 74 ซึ่งจัดอยู่ในระดับเฝ้าระวัง (alert) [6] สำหรับรังสีอาทิตย์และอุณหภูมิคู่มือ เนื่องจากในบางช่วงของวันที่ท้องฟ้ามีเมฆปกคลุมและ

บดบังแสงจากดวงอาทิตย์ ทำให้พารามิเตอร์ทั้งสองมีความผันผวนค่อนข้างมาก อย่างไรก็ตามในช่วงประมาณเที่ยงวัน ยังคงเป็นช่วงที่มีความเข้มของรังสีอาทิตย์สูงสุด

การวัดอุณหภูมิร่างกายและพฤติกรรมของกระบือ จำเป็นต้องกระทำไปพร้อมๆ กัน แต่เนื่องจากมีข้อจำกัดด้านแรงงาน (ผู้สังเกต) และอุปกรณ์ในการบันทึกอุณหภูมิร่างกาย ทำให้การบันทึกพฤติกรรมและอุณหภูมิร่างกายทำได้เฉพาะในช่วงกลางวันเท่านั้น จากการบันทึกอุณหภูมิร่างกายทุก 1 นาที ระหว่างเวลา 06:00-18:00 น. พบว่าอยู่ในช่วง 37.0-39.6 องศาเซลเซียส โดยจะมีค่าต่ำสุดในช่วงเช้านี้ และเพิ่มสูงขึ้นเรื่อยๆ จนกระทั่งถึงจุดสูงสุดระหว่างเวลา 12:00-13:00 น หลังจากนั้นจะเริ่มลดลงอย่างช้าๆ ซึ่งมีรูปแบบความผันแปรเช่นเดียวกับรายงานของ Koga et al.[7] Chikamune et al.[8] รายงานว่าอุณหภูมิร่างกายปกติของกระบือปลักจะต่ำกว่าโค

เล็กน้อย โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 37.6 และ 38.5 องศาเซลเซียสตามลำดับ เมื่อพิจารณาความผันแปรของอุณหภูมิร่างกายจะเห็นว่ามีความสัมพันธ์กับความผันแปรของอุณหภูมิอากาศและดัชนีอุณหภูมิ-ความชื้น จึงทำให้ค่าสัมพัทธ์ระหว่างอุณหภูมิร่างกายและอุณหภูมิอากาศและดัชนีอุณหภูมิ-ความชื้นมีค่าสูง สอดคล้องกับงานวิจัยของ Chikamune et al.[8] ซึ่งรายงานว่าคุณสมบัติของร่างกายกระป๋องมีความสัมพันธ์ในทางบวกกับการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิอากาศซึ่งจะผันแปรไปตามฤดูกาล จากข้อมูลดังกล่าวแสดงให้เห็นว่าพารามิเตอร์ทั้งสองสามารถใช้เป็นดัชนีบ่งชี้การเกิดความเครียดจากความร้อนของกระป๋องได้ดี ทั้งภายใต้สภาพการเลี้ยงในคอกและปล่อยแทะเล็ม อุณหภูมิร่างกายในช่วงเช้าของกระป๋องทั้งสองกลุ่มจะแตกต่างกันเพียงเล็กน้อย อย่างไรก็ตามในช่วงบ่ายอุณหภูมิร่างกายของกระป๋องที่ปล่อยแทะเล็มจะสูงกว่ากระป๋องในคอกอย่างชัดเจน Ingram และ Mount [9] รายงานว่าการที่อุณหภูมิร่างกายของสัตว์ที่อยู่กลางแจ้งสูงกว่าสัตว์ที่อยู่ในร่ม เนื่องจากร่างกายมีการสะสมความร้อนมากกว่า ถึงแม้ว่ากระป๋องที่ปล่อยแทะเล็มสามารถเข้าใช้ร่มเงาจากต้นไม้ได้ตลอดเวลา แต่กระป๋องจำเป็นต้องออกไปแทะเล็มหญ้าในที่โล่งในขณะที่กระป๋องที่อยู่ในคอก กินอาหารในรางซึ่งอยู่ภายใต้หลังคา ทำให้กระป๋องที่ปล่อยแทะเล็มได้รับรังสีอาทิตย์มากกว่ากระป๋องที่อยู่ในคอก [10] Chikamune et al.[8] ศึกษาการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิร่างกายของกระป๋องปลักและโคที่ได้รับรังสีโดยตรงจากอาทิตย์ในช่วงเวลา 12:00-14:00 น. พบว่าภายหลังจากรับรังสีอาทิตย์ อุณหภูมิร่างกายของกระป๋องจะเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วในลักษณะเส้นตรง โดยมีอัตราการเพิ่มขึ้นเร็วกว่าโค (0.44 และ 0.18 องศาเซลเซียสต่อ

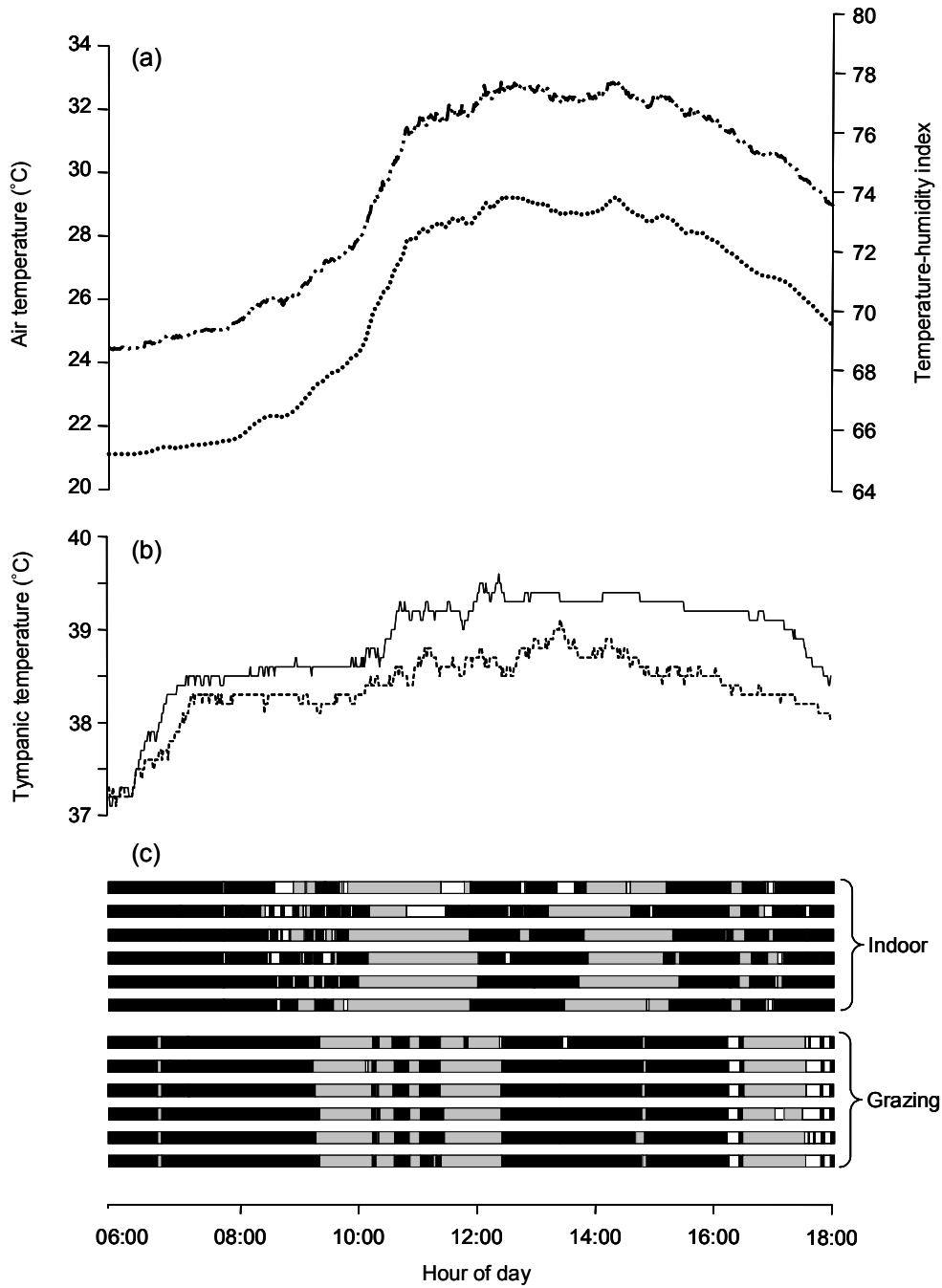
20 นาที ตามลำดับ) การที่กระป๋องตอบสนองต่อความร้อนและรังสีอย่างรวดเร็ว เนื่องจากกระป๋องมีขนและต่อมเหงื่อน้อยกว่าโค ผิวหนังหนาและมีสีดำ ซึ่งง่ายต่อการดูดกลืนรังสีจากดวงอาทิตย์ [8] นอกจากนี้การเดินเพื่อหาอาหาร (ในขณะที่แทะเล็ม) ยังก่อให้เกิดความร้อนขึ้นภายในร่างกายและทำให้อุณหภูมิของร่างกายเพิ่มขึ้นด้วย Coppock et al.[11] รายงานว่าโคนมที่เดินเป็นระยะ 1 กิโลเมตรจากแปลงหญ้าไปสู่คอกรีด ในช่วงเที่ยงวัน ส่งผลให้อุณหภูมิร่างกายสูงขึ้น 1.6-1.9 องศาเซลเซียส ปัจจัยดังกล่าวเหล่านี้ส่งเสริมให้อุณหภูมิร่างกายกระป๋องที่ปล่อยแทะเล็มในช่วงกลางวันเฉลี่ยสูงกว่า และมีโอกาสเกิดความเครียดจากความร้อนมากกว่ากระป๋องที่เลี้ยงในคอก อย่างไรก็ตามจำเป็นต้องมีการศึกษารายละเอียดเพิ่มเติมต่อไป โดยเฉพาะอย่างยิ่งในช่วงเวลาที่มีอากาศร้อนติดต่อกันเป็นเวลานานหลายชั่วโมง เช่น ฤดูร้อน เป็นต้น และควรมีการบันทึกอุณหภูมิร่างกายตลอด 24 ชั่วโมง เพื่อศึกษาผลกระทบในระยะยาวด้วย

จากภาพที่ 1 และ 2 จะเห็นว่าในช่วงที่มีอากาศร้อน ระหว่างเวลา 11:00-16:00 น. กระป๋องปลักที่ปล่อยแทะเล็มจะทำกิจกรรมบริเวณใต้ร่มไม้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งระหว่างเวลา 11:30-12:30 น. ซึ่งเป็นช่วงที่มีอุณหภูมิอากาศ อุณหภูมิร่างกายกระป๋อง และรังสีอาทิตย์ถึงจุดสูงสุด กระป๋องในแปลงหญ้าจะหยุดกิจกรรมแทะเล็ม และเปลี่ยนไปนอนเลียเอื้องอยู่ใต้ร่มเงาไม้ Somparn et al.[12] รายงานว่ากระป๋องจะพยายามหลีกเลี่ยงการแทะเล็มในช่วงที่มีอุณหภูมิและรังสีอาทิตย์สูง Widowski [13] รายงานว่าเปอร์เซ็นต์การเข้าใช้ร่มเงาของโคเนื้อที่ปล่อยแทะเล็มในแปลงหญ้าจะเพิ่มขึ้นจาก 12.5 เปอร์เซ็นต์ เมื่ออุณหภูมิต่ำกว่า 25 องศาเซลเซียส เป็น 28.7

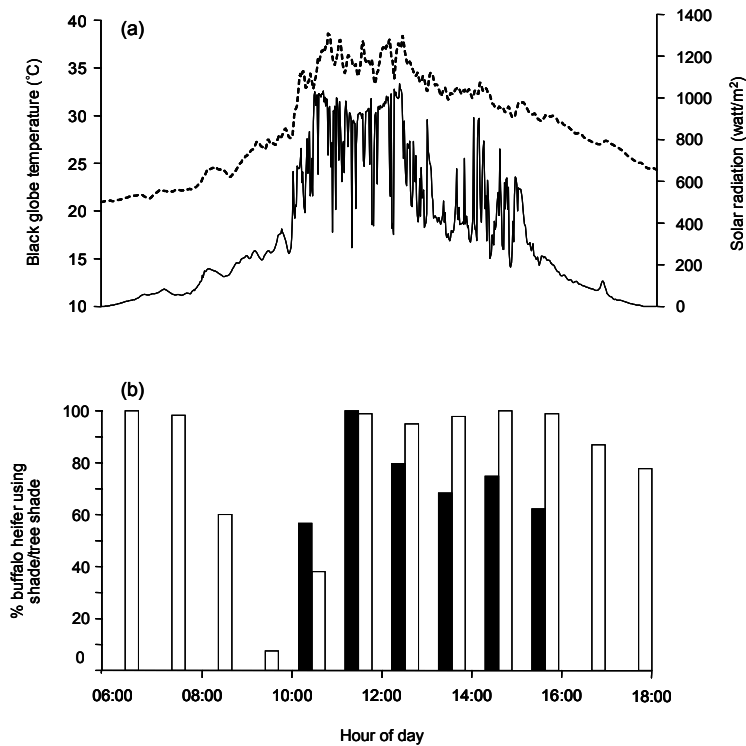
เปอร์เซ็นต์ เมื่ออุณหภูมิอากาศสูงกว่า 28 องศาเซลเซียส Sakurai และ Dohi [14] รายงานว่าหากอุณหภูมิผิวหนังของโค สูงเกิน 40 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที โคจะหยุดแทะเล็มและเดินเข้าร่มเงาทันที Chikamune [15] รายงานว่า หากอุณหภูมิอากาศสูงเกิน 30 องศาเซลเซียส กระบือจะหยุดเลียตัวเองและเริ่มหอบ จากข้อมูลที่ได้จากการศึกษาครั้งนี้พบว่า ในช่วงบ่าย ความเข้มของรังสีอาทิตย์จะลดลงอย่างรวดเร็ว แต่อุณหภูมิอากาศลดลงอย่างช้าๆ อย่างไรก็ตามอุณหภูมิอากาศในช่วงบ่ายโดยเฉลี่ยต่ำกว่า 30 องศาเซลเซียส ซึ่งจัดว่าไม่ร้อนมากสำหรับกระบือ ดังนั้นกระบือที่อยู่ในแปลงหญ้า จึงเริ่มกิจกรรมการแทะเล็มทันทีที่อุณหภูมิร่างกายเริ่มลดลง แต่การแทะเล็มส่วนใหญ่จะเกิดขึ้นในบริเวณใต้ร่มเงาของต้นไม้ (ภาพที่ 2(b)) Somparn et al.[12] รายงานว่ากระบือที่ปล่อยแทะเล็มในช่วงฤดูร้อน ซึ่งมีอุณหภูมิอากาศในช่วงบ่ายสูงกว่า 32 องศาเซลเซียส จะเริ่มกิจกรรมการแทะเล็มในช่วงบ่ายล่าช้าออกไป โดยเฉพาะอย่างยิ่งกระบือที่ปล่อยแทะเล็มในแปลงที่ไม่มีการจัดเตรียมปลั๊กให้ จากข้อมูลดังกล่าวชี้ให้เห็นว่าอุณหภูมิร่างกายเป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับการกิจกรรมการแทะเล็ม นอกเหนือจากปัจจัยทางด้านอุณหภูมิอากาศที่กล่าวมา ในส่วนของกระบือที่อยู่ภายในคอก กิจกรรมการกินสูงสุดในรอบวันจะ

สัมพันธ์กับเวลาในการให้อาหารใหม่ (สด) อย่างชัดเจน สอดคล้องกับรายงานของ Somparn et al.[16] ในสภาพการเลี้ยงแบบขังคอก การจัดเตรียมอาหารใส่รางอาหารจัดเป็นการกระตุ้นที่ทำให้สัตว์กินอาหารเพิ่มขึ้นได้มากที่สุด [17]

จากผลการศึกษาจะเห็นว่ากระบือปลั๊กที่เลี้ยงแบบปล่อยแทะเล็มจะได้รับผลกระทบจากสภาพอากาศมากกว่ากระบือที่เลี้ยงแบบขังคอก ด้วยข้อจำกัดทางกายวิภาคของกระบือ (ผิวหนังหนาและมีสีดำ ขนและต่อมเหงื่อน้อย) ทำให้กลไกการควบคุมอุณหภูมิของร่างกายของกระบือเกิดขึ้นอย่างไม่มีประสิทธิภาพ อย่างไรก็ตามกระบือสามารถปรับตัวเข้ากับสภาพอากาศร้อนของประเทศไทยได้ โดยอาศัยพฤติกรรมลงปลั๊ก [12] แต่เนื่องจากการศึกษาวิจัยครั้งนี้เป็นเพียงการศึกษาเบื้องต้น ประกอบกับเป็นช่วงฤดูหนาวจึงไม่มีปลั๊กตามธรรมชาติอยู่ภายในแปลงหญ้า ดังนั้นจึงควรมีการศึกษาเพิ่มเติมเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิร่างกายกับพฤติกรรมลงปลั๊กของกระบือที่ปล่อยแทะเล็ม โดยเฉพาะอย่างยิ่งในช่วงฤดูแล้ง ซึ่งข้อมูลดังกล่าวนี้จะช่วยให้วัตถุประสงค์ในการวิจัยเกี่ยวกับการเกิดความร้อนจากความร้อนในกระบือปลั๊ก มีความชัดเจนและตรงประเด็นมากขึ้น และสามารถใช้เป็นแนวทางในการจัดการฟาร์มกระบือต่อไปในอนาคตได้



ภาพที่ 1 (a) อุณหภูมิอากาศ (.....) และดัชนีอุณหภูมิ-ความชื้น (— · ·); (b) อุณหภูมิร่างกายของกระบือปลักบางตัวที่เลี้ยงแบบขังคอก (— · ·) และปล่อยแทะเล็ม (—); (c) รูปแบบตามช่วงเวลาของการกิน/แทะเล็ม (■) การเคี้ยวเอื้อง (■) และการอยู่เฉย (□) ของกระบือปลักแต่ละตัว ในวันที่ 18 ของการทดลอง



ภาพที่ 2 (a) อุณหภูมิคุ้มค้ำ (---) และรังสีอาทิตย์ (—); (b) ค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์กระบือ (n=6) ที่เลี้ยงแบบบังคอก (□) และปล่อยแทะเล็ม (■) ที่เข้าใช้ร่มเงา/ร่มเงาจากต้นไม้แต่ละชั่วโมง ในวันที่ 18 ของการทดลอง

ถึงแม้ว่าในช่วงฤดูหนาว กระบือที่เลี้ยงแบบปล่อยแทะเล็มจะได้รับผลกระทบจากสภาพอากาศไม่มากนัก แต่จากการที่กระบือมีวิวัฒนาการทางกายวิธานวิทยาและสรีรวิทยาที่พร้อมกับการลดปลัก [18] ซึ่งถือว่าเป็นพฤติกรรมที่สำคัญต่อการดำรงชีพของกระบือปลัก ดังนั้นในระบบการเลี้ยงกระบือแบบปล่อยแทะเล็ม หากมีการจัดเตรียมปลักให้กระบือในแปลงหญ้าเพื่อให้กระบือมีโอกาสลงปลัก อาจช่วยให้กระบือมีสวัสดิภาพที่ดีขึ้นได้

สรุป

จากการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิร่างกาย ปัจจัยทางอนุนิยมนวิทยา และรูปแบบ

พฤติกรรมของกระบือในสภาพการเลี้ยงแบบบังคอกและปล่อยแทะเล็ม พบว่าอุณหภูมิอากาศและดัชนีอุณหภูมิ-ความชื้น มีสหสัมพันธ์ในระดับสูงกับอุณหภูมิร่างกาย ส่วนอุณหภูมิคุ้มค้ำและรังสีอาทิตย์มีสหสัมพันธ์ในระดับปานกลางกับอุณหภูมิร่างกาย กระบือที่เลี้ยงในคอกและในแปลงหญ้าใช้เวลาในการทำกิจกรรมต่างๆ แตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ผลจากการศึกษาครั้งนี้ชี้ให้เห็นว่าอุณหภูมิอากาศและดัชนีอุณหภูมิ-ความชื้น สามารถใช้เป็นดัชนีบ่งชี้การเกิดความเครียดจากความร้อนของกระบือได้ดี ทั้งในสภาพการเลี้ยงบังคอกและปล่อยแทะเล็ม

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณ ศูนย์วิจัยและบำรุงพันธุ์สัตว์สุรินทร์ กองบำรุงพันธุ์สัตว์ กรมปศุสัตว์ ที่อนุเคราะห์ให้ใช้กระบือทดลองและแปลงทดลอง คุณสุพรชัย ฟ้ารี คุณภูวดล บุญญฤทธิ์ และเจ้าหน้าที่ของศูนย์วิจัยและบำรุงพันธุ์สัตว์สุรินทร์ทุกท่านที่ให้การช่วยเหลือเป็นอย่างดีตลอดการทดลอง ศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ ที่ให้ความอนุเคราะห์อุปกรณ์บันทึกอุณหภูมิร่างกาย Professor Dr. Terry Mader, University of Nebraska, สหรัฐอเมริกา ที่ให้คำปรึกษาในการติดตั้งอุปกรณ์บันทึกอุณหภูมิร่างกาย Associate Professor Dr. Tina Widowski, University of Guelph, แคนาดา สำหรับข้อมูลที่เป็นประโยชน์ต่อการการทดลอง นักศึกษาปริญญาตรี ชั้นปีที่ 4 ภาควิชาเทคโนโลยีการเกษตร และคุณอนุชาติ แซ่ตั้ง นักศึกษาปริญญาโทสาขาเกษตรยั่งยืน ที่ช่วยในการสังเกตพฤติกรรมกระบือและวิเคราะห์ข้อมูลบางส่วน และสุดท้ายขอขอบคุณคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ที่ให้การสนับสนุนงบวิจัยตลอดการทดลอง

เอกสารอ้างอิง

- [1] Hahn, G.L., Chen, Y.R., Nienaber, J.A., Eigenberg, R.A. and Parkhurst A.M., Characterizing Animal Stress through Fractal analysis of Thermoregulatory Responses, J. Therm. Biol., Vol.17, pp.115-120, 1992.
- [2] Wiersma, F. and Stott, G.H., A Technique for Securing a Temperature Probe Adjacent to the Tympanic Membrane in Bovine, Trans. Amer. Soc. Agric. Eng. Vol. 26, pp.185-187, 1983.

- [3] Hahn, G.L., Dynamic Responses of Cattle to Thermal Heat Load, J. Anim. Sci., Vol.77 (Suppl.2), pp.10-20, 1999.
- [4] Yousef, M.K., Stress Physiology : Definition and Terminology, pp 3-7, In M.K. Yousef (ed), Stress Physiology in Livestock : Volume I, Basic Principles, CRC Press, Boca Raton, Fla, 1985.
- [5] SAS Institute Inc., SAS OnlineDoc[®], Version 8 with PDF Files, SAS Institute Inc., Cary, 2000.
- [6] Livestock Conservation Institute, Patterns of Transit Losses. Livestock Conservation Institute, Omaha, NE, 1970.
- [7] Koga, A., Kurata, K., Furukawa, R., Nakajima, M., Kanai, Y. and Chikamune, T., Thermoregulatory Responses of Swamp Buffaloes and Friesian Cows to Diurnal Changes in Temperature, Asian-Aus. J. Anim. Sci., Vol.12, pp.1273-1276, 1999.
- [8] Chikamune, T., Comparison of Physiological Response to Environments in Swamp Buffaloes and Cattle under a Temperate Condition, In H. Shimizu (ed.), Proceedings of the Preconference Symposium of the 5th World Conference on Animal Production, Tsukuba, Japan, pp.107-127, 1983.
- [9] Ingram, D.L. and Mount, L.E., Man and Animals in Hot Environments, Springer, New York Heidelberg Berlin, 185 p., 1975.
- [10] Esmay, M.L., Principles of Animal Environment, AVI Publication Company, Inc., Westport, 359 p., 1978.

- [11] Coppock, C. E., Grant, P.A., Portzer, S.J., Escobosa, A. and Wehrly, T.E., Effect of Varying Dietary Ratio of Sodium and Chloride on the Responses of Lactating Dairy Cows in Hot Weather., J. Dairy Sci., Vol.65, pp.552-565, 1982.
- [12] Somparn, P., M.J. Gibb and Vajrabukka, C., Wallowing Behaviour of Swamp Buffalo (*Bubalus bubalis*) Heifers under Continuous Stocking During the Summer in Northeastern Thailand, Buffalo J., Vol.22 (1), pp.11-24, 2006.
- [13] Widowski, T.M., Shade-seeking Behavior of Rotationally-Grazed Cows and Calves in a Moderate Climate, In Stowell, R.R., Bucklin, R. and Bottcher, R.W. (eds.), Livestock Environment VI Proceedings the 6th International Symposium, Louisville, Kentucky, pp.632-639, 2001.
- [14] Sakurai, M. and Dohi, H., Thermoregulatory Behaviour of Grazing Cattle. I. The Relationships between Hair Temperature and Thermoregulatory Behaviour in a Hot Environment, Bull. Natl. Grassl. Res. Inst., No.38, pp.1-13, 1988.
- [15] Chikamune, T., Effect of Environmental Temperature on Thermoregulatory Responses and Oxygen Consumption in Swamp Buffalo and Holstein Cattle, Buffalo J., Vol.2, pp.151-160, 1986.
- [16] Somparn, P., Gibb, M.J., Markvichitr, K., Chaiyabutr, N., Thummabood, S. and Vajrabukka, C., Effect of Supplementary Lighting on Eating Behaviour by Corralled Swamp Buffalo (*Bubalus bubalis*) Heifers in Thailand., Songklanakarin J. Sci. Technol., Vol. 29, pp.399-411, 2007.
- [17] Fell, L.R., and Clarke, M.R., Behaviour of Lot-fed Cattle, In Farrell, D.J.(ed.), Recent Advances in Animal Nutrition in Australia, University of New England, Armidale, NSW, Australia, pp.107-116, 1993.
- [18] Koga, A., Kurata, K., Furukawa, R., Nakajima, M., Homma, H. and Kanai, Y., Rectal-Skin Temperature Difference Regulated by Blood Volume in Swamp Buffaloes in Hot Conditions : Comparative Study of Thermo-Regulation in Buffaloes and Cattle, Anim. Sci. Technol. (Jpn.), Vol.69, pp.81-89, 1998.