รายงานผลการวิจัย

ผลของความเครียดเนื่องจากความร้อนต่อการใช้น้ำในร่างกายกระบือ

Effect of heat stress on water metabolism of swamp buffalo.

โดย


| | |
|---|---|
| ประภา | ลอยเพ็ชร |
| ณรงค์ศักดิ์ | ชัยบุตร |
| วิวัฒน์ | ชวนใช้ |
| อายุส | พิชัยชาญณรงค์ |


มิถุนายน ๒๕๓๐

# สารบาญ


| | หน้า |
|---|---|
| สารบาญตาราง | ii |
| บทนำ | 1 |
| จุดประสงค์การวิจัย | 3 |
| อุปกรณ์และวิธีการ | 3 |
| แผนภูมิการดำเนินการทดลอง ระยะควบคุม | 6 |
| ระยะทดลอง | 7 |
| ผลการทดลอง | 12 |
| วิจารณ์ ผลการทดลอง | 16 |
| สรุป | 19 |
| เอกสารอ้างอิง | 20 |
| กิตติกรรมประกาศ | 25 |
| Summary | 26 |

# สารบาญ ตารางและกราฟ


| | หน้า |
|---|---|
| กราฟ แสดง การหาปริมาณน้ำในรูเมน | 9 |
| กราฟแสดง การหาปริมาณของสารรังสีที่เวลาเริ่มต้น | 11 |
| ตารางที่ 1 | 12 |
| ตารางที่ 2 | 13 |
| ตารางที่ 3 | 14 |
| ตารางที่ 4 | 15 |

# ผลของความเครียด เนื่องจากความร้อนต่อการใช้น้ำในร่างกายกระบือ

# Effect of heat stress on water metabolism of swamp buffalo

ประภา ลอยเพ็ชร
ณรงค์ศักดิ์ ชัยบุตร
วิวัฒน์ ช่วนใย้
อายุส พิชัยชาญณรงค์

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

## บทนำ

กระบือเป็นสัตว์เศรษฐกิจสำคัญของประเทศไทย นอกจากจะใช้งานทางเกษตรกรรมแล้ว ยังใช้เนื้อเป็นอาหาร เขา และหนัง ทำเป็นผลิตภัณฑ์เครื่องใช้อื่น ๆ แต่อย่างไรก็ตาม กระบือเป็นสัตว์เคี้ยวเอื้องที่แตกต่างจากสัตว์เคี้ยวเอื้องอื่น ในด้านความทนทานต่อความร้อนและการใช้น้ำในร่างกาย เพราะธรรมชาติของกระบืออยู่ในภูมิอากาศที่มีอากาศชุ่มชื้นอบอุ่น (NRC,1981) ดังนั้น ภาวะอากาศที่แห้งแล้งและร้อนจัด จะมีอิทธิพลต่อการดำรงชีวิตของกระบือการที่กล่าวได้เช่นนี้ เนื่องจากลักษณะทางวิทยาฮิสโตของผิวหนังกระบือ เมื่อเปรียบเทียบกับของโค ปรากฏว่า กระบือมีผิวหนังหนากว่า (Hafez et al.,1955) ทำให้การคายความร้อนออกจากร่างกายโดยการพา (convection) และโดยการแผ่(radiation) เป็นไปได้น้อย ประกอบกับรูขุมขนในผิวหนังกระบือมีจำนวนน้อย (Nair และ Banjamin, 1963) และแต่ละขุมขนจะมีต่อมเหงื่อ เพียงต่อมเดียว (Hafez et al.1955) ดังนั้นจำนวนต่อมเหงื่อจึงมีจำนวนจำกัด และน้อยกว่าของโค (prusty, 1965 ) ประกอบกับขนาดของต่อมเหงื่อโตและอยู่ลึกกว่าของโค ดังนั้นการระเหยของเหงื่อ(evaporation) จากผิวหนังเป็นไปได้ยากกว่า การกระจายความร้อนจึงจำกัด นอกจากนี้สีของผิวหนังกระบือส่วนใหญ่เป็นสีดำเนื่องจากมี melanin pigment กระจายอยู่หนาแน่นมากกว่าของโค (Hafez et al.1955) จึงเป็นการเพิ่มการดูดแสงอินฟราเรด จากแสงอาทิตย์ ทำให้อุณหภูมิร่างกายยิ่งเพิ่มมากขึ้น เหตุนี้เองเป็นผลให้กระบือมีความเครียดมากกว่าโค เมื่อตากแดดนาน ๆ

ความเครียดอันเนื่องจากความร้อนนี้ อาจจะเป็นสาเหตุให้มีการเปลี่ยนแปลงทางสรีรสภาพ หลายประการ เช่น อัตราการหายใจ อัตราการเต้นของหัวใจ ตลอดจนการควบคุมสมดุลย์ของ ๆ เหลวในร่างกาย เพื่อเป็นการปรับตัวให้ร่างกายอยู่รอดในสภาวะที่มีอากาศร้อนนั้น (Findlay,1958; Collins และ Weiner,1968) ในปี 1969 Kamal และSeif แสดงให้เห็นว่ากระบือจะมีค่า total body water เพิ่มขึ้น และมี water turnover rate เพิ่ม (MacFarlane, 1968) นอกจากนี้ปริมาตรของพลาสม่าก็เพิ่มขึ้นในฤดูร้อน เมื่อเปรียบเทียบกับฤดูหนาว (Garg and Nangia,1981) แต่ยังไม่มีรายงานว่ามีค่าปริมาตรเม็ดเลือดอัดแน่น (packed cell volume) เปลี่ยนแปลงอย่างใดในขณะที่ค่าปริมาตรพลาสม่าเพิ่มขึ้นเมื่อสัตว์อยู่ในภาวะเครียดเนื่องจากความร้อน

ผลของความเครียดจากอากาศร้อนที่มีต่อหัวใจ การหายใจ และอุณหภูมิของร่างกายนั้น ในกระบือเมื่อโดนตากแดดเป็นเวลานาน ตั้งแต่ 1 ชั่วโมงขึ้นไปจะมีผลเพิ่มอัตราการเต้นของหัวใจ อุณหภูมิร่างกายสูงขึ้น และหายใจหอบ (Pandey และ Roy,1969; Mullick,1960) ซึ่งเปรียบเทียบได้กับกระบือที่อยู่กลางแดดในฤดูร้อนมีค่าดังกล่าวสูงกว่าเมื่ออยู่ในที่ร่ม (Pandey และ Roy, 1969(b)

ในปี 1982 มีรายงานของ Tilakertne และ Ranawana ว่ากระบือที่ตากแดด จะมีอุณหภูมิร่างกาย อัตราการหายใจ และการเต้นของหัวใจสูงกว่าในโคพันธุ์ shorthorn เมื่ออยู่ในภาวะเดียวกัน แสดงว่ากระบือมีความไวต่อแสงแดด และมีการปรับตัวต่ออากาศร้อนมากกว่าโค (Moran, 1973 และ Chilamune,1983) โดยอธิบายไว้ว่า ลักษณะผิวหนังที่เข้มกว่า และขนที่กระจายบางกว่า จะเปิดโอกาสให้ความร้อนตกเข้าทางผิวหนังของกระบือมากกว่า จึงเกิดความเครียดสูงกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับโค

ผลของความร้อนและความแห้งแล้ง ต่อปริมาณของ ๆ เหลว และการใช้ของเหลวในร่างกาย ได้มีการศึกษาโดยให้กระบืออดน้ำและงดการลงน้ำในฤดูร้อน ต่อการเปลี่ยนแปลงของ water turnover rate โดย Ranawana et al.,1984 ปรากฏว่าปริมาณของน้ำในร่างกายทั้งหมดเพิ่มขึ้น และยิ่งงดการให้น้ำดื่ม งดการ ลงแช่น้ำยิ่งทำให้ water turnover rate เพิ่ม นอกจากนี้มีรายงานทำนองเดียวกันโดย Kamal, 1982 (a) พร้อมทั้งยังให้เห็นเพิ่มเติมว่าปริมาตรของพลาสม่าในเลือดก็เพิ่มขึ้น เมื่อกระบืออยู่ในภาวะอากาศร้อนเป็นเวลานาน

แรมเดือน การเปลี่ยนแปลงของ total body water, water turnover rate ปริมาตรของพลาสม่าในเลือดของกระบือที่อยู่ในภาวะอากาศร้อน เป็นการเปลี่ยนแปลงทางสรีรสภาพเพื่อปรับอุณหภูมิของร่างกาย (Garg และ Nangia, 1981 ; Kamal และ Seif, 1969 ; MacFarlane, 1968)

จุดประสงค์ของการวิจัย

การศึกษาถึงเมตาบอลิสมของน้ำในร่างกาย (water metabolism) ซึ่งมีความสัมพันธ์กับเมตาบอลิสมของพลังงาน (energy metabolism) ถ้ามีการเปลี่ยนแปลงของการใช้น้ำในร่างกายย่อมหมายถึงมีการเปลี่ยนแปลงของเมตาบอลิสม อันเป็นการเปลี่ยนแปลงทางสรีรสภาพ

การศึกษาเกี่ยวกับปริมาณของ ๆ เหลว และการใช้น้ำในร่างกาย เมื่อกระบือเกิดภาวะเครียดเนื่องจากความร้อนอย่างเฉียบพลัน เป็นแนวทางให้ทราบถึงการปรับตัวของสัตว์โดยยึดการเปลี่ยนแปลงทางสรีรสภาพ และอัตราการใช้น้ำในร่างกาย เป็นหลัก ถ้าเปลี่ยนแปลงดังกล่าวเกิดสูงเกินไปก็จะมีผลต่อสุขภาพสัตว์ ดังนั้นจากข้อมูลในการศึกษานี้ นำไปปรับปรุงสภาพความเป็นอยู่ของสัตว์จนตลอดการเลี้ยงดู เพื่อลดปัญหาดังกล่าวเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของผลผลิตโดยทางอ้อมด้วย

อุปกรณ์ และ วิธีการ

การเตรียมสัตว์ :

ใช้กระบือที่มีสุขภาพดี ไม่ตั้งท้องจำนวน 6 ตัว เพศเมียทั้งหมด อายุตั้งแต่ 5-8 ปี น้ำหนักตัวระหว่าง 300-400 กิโลกรัม ได้รับการเลี้ยงดูเป็นปกติจนกระทั่งถึงวันที่ทำการทดลอง โดยขณะที่ทำการทดลองงดอาหารแต่จัดน้ำดื่มไว้ให้ตามที่สัตว์ต้องการ

สัตว์ทดลองที่ใช้ในการวิจัยนี้ ไม่ถูกวางยาสลบหรือยาระงับประสาทอย่างใด ขณะทำการทดลองสัตว์ยืนบนพื้นคอนกรีตในคอกผิดซึ่งปรับอุณหภูมิในคอกให้สม่ำเสมอ

ก่อนการทดลองได้ทำการสอดท่อโพลีเอทธีลีนขนาด PE200 เข้าในเส้นเลือดดำ jugular เพื่อใช้ในการฉีดสารรังสี และนำตัวอย่างเลือดออกมาสำหรับวิเคราะห์ ผลบริเวณสวาปซ้าย (flank) ได้สอดท่อโลหะเข้าสู่กระเพาะรูเมน สำหรับฉีดสารโพลีเอทธิลีน-

กลัยคอล (PEG) และสำหรับนำน้ำจากรูเมนมาทำการวิเคราะห์ผลการเตรียมตัวสัตว์ทดลอง ทุกขั้นตอน จะทำล่วงหน้าก่อนการทดลองที่มีระยะเวลาห่างกันพอสมควร และสัตว์หมดความตื่นตกใจ โดยสังเกตจากอาการสัตว์ที่ยืนสงบ จึงเริ่มดำเนินการทดลอง

อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

1. คอกทดลองพื้นคอนกรีต ผนังอิฐ 2 ชั้นเพื่อป้องกันความร้อนออก
2. เครื่องควบคุมอุณหภูมิภายในคอก
3. สารเคมี - สารรังสีตรีเตรียม (TOH)
   - โพลี่เอทธิลีนกลัยคอล (PEG) น้ำหนักอณู 4,000
   - เฮปพาริน, สี T-1824
   - ไดอ๊อกเซน, แนพทาลีน, POPOP, PPO.
   - ซันดัซัลเฟท, แบเลี่ยมคลอไรด์, แบเรียมไฮดรอกไซด์, กรด ไตรคลอโรอะเซติค
4. เครื่องแก้ว - ขวดบรรจุสารละลายเพื่อนับสารรังสี
   - หลอดทดลอง
5. เครื่องวัดรังสีเบต้า, เครื่องสเปคโตรโฟโตมิเตอร์, เครื่องปั่นแยก

วิธีทดลอง :

แบ่งการทดลองเป็น 2 ระยะ คือ ระยะควบคุม และระยะเครียด เนื่องจากความร้อนสูงอย่างเฉียบพลัน ระยะเวลาห่างกันระหว่างการทดลองทั้งสองประมาณ 3 สัปดาห์

ระยะที่ 1 ระยะควบคุม

ในกระบือทดลอง อยู่ในคอกที่มีอุณหภูมิเท่ากับอากาศในที่ร่ม ระหว่าง 28.83± 1.57$^{o}$ซ. ถึง 32.7 ± 1.35$^{o}$ซ. การทดลองเริ่มตั้งแต่ 1000 น. ถึง 1700 น. ก่อนเริ่มการทดลองได้นำเลือดจากเส้นเลือดดำจูกูล่าร์ผ่านทางท่อที่สอดไว้แล้วจำนวน 15 ลบ.ซม.ใส่สารกันเลือดแข็ง เฮปพาริน เพื่อนำไปแยกพลาสม่า เก็บไว้วิเคราะห์ และนำน้ำจากรูเมนจำนวน 50 ลบ.ซม. เพื่อใช้ในการวิเคราะห์เช่นกัน

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



จากนั้นได้ฉีดสารรังสีตริเตรียม (TOH) ขนาด 3,000 ไมโครคิวรี่ต่อตัวสัตว์เข้าทางเส้นเลือดดำ และตามด้วยสีอีแวนส์บลู ( T-1824) ขนาด 0.5% จำนวน 20 ลบ.ซม. ตั้งเวลาเมื่อเริ่มฉีดสารทั้งสองอย่าง หลังจากฉีดสารรังสีและสีอีแวนส์บลูแล้ว เป็นระยะเวลา 10, 20, 30 นาที 1,2, 3, 4, 5 และ 6 ชั่วโมง ตามลำดับ ได้นำตัวอย่างเลือดออกมาครั้งละ 15 ลบ.ซม. เพื่อแยกพลาสม่าสำหรับวิเคราะห์หาปริมาณ total body water, water turnover rate, plasma volume, blood volume และเลือดที่ได้ก่อนแยกพลาสม่านำไปหาค่า pecked cell volume ก่อนด้วย

ในช่วงเวลาเดียวกันนั้น ได้ทำการฉีดโพลีเอทธิลีนกลัยคอล (PEG ซึ่งมีน้ำหนักอณู 4,000 ของ Nakarai chemical Ltd., Japan) ในปริมาณความเข้มข้นร้อยละ 80 ละลายในน้ำกลั่น จำนวน 500 ลบ.ซม. เข้าไปในรูเมนหลังจากรอเวลาให้โพลีเอทธิลีนกลัยคอลคลุกเคล้าทั่วภายในกระเพาะแล้ว ซึ่งใช้เวลานานประมาณ 1 ชั่วโมง จึงนำน้ำจากรูเมนออกมา และครั้งต่อ ๆ ไป ทุก ๆ ชั่วโมง จำนวนครั้งละ 50 ลบ.ซม. จนครบ 6 ชั่วโมง เพื่อนำไปวิเคราะห์หาปริมาณความเข้มข้นของโพลีเอทธิลีนกลัยคอลในรูเมน แต่ละชั่วโมง แล้วจึงนำไปคำนวนหาค่าอัตราการเปลี่ยนแปลงของปริมาณน้ำในกระเพาะรูเมน

นอกจากนั้นได้ทำการบันทึกอัตราการเต้นของหัวใจ อัตราการหายใจ และอุณหภูมิของร่างกาย และอุณหภูมิอากาศ ทุก ๆ ชั่วโมงตลอดการทดลองเช่นเดียวกัน

ระยะที่ 2 ระยะเครียด

ก่อนเริ่มทำการทดลองได้เก็บตัวอย่างเลือดและน้ำจากรูเมน เพื่อนำไปวิเคราะห์เป็นค่าควบคุม ต่อจากนั้นฉีดสีอีแวนส์บลูเข้าเส้นเลือดดำฐกูล่าร์ แล้วเก็บตัวอย่างเลือดหลังจากฉีดสี 10, 20, 30, 60 นาที ตามลำดับ แล้วจึงนำกระบือเข้าในคอกซึ่งเพิ่มอุณหภูมิให้ร้อนตามลำดับจนถึง 42°ซ. เริ่มฉีดสารรังสีตริเตรียม 3,000 ไมโครคิวรี่เข้าเส้นเลือดและฉีดโพลีเอทธิลีนกลัยคอล 500 ลบ.ซม. ความเข้มข้น 80% หลังจากนั้นเก็บตัวอย่างเลือดที่ 10, 20, 30 และ 60 นาที 2, 3, 4, 5, 6, 12, 24, 36, 48 และ 60 ชั่วโมง ตามลำดับ และนำตัวอย่างน้ำจากรูเมนหลังจากฉีดสารเป็นเวลา 1,2,3,4,5, และ 6 ชั่วโมง ตามลำดับ เพื่อนำไปใช้ในการวิเคราะห์ผล

แต่ในระยะชั่วโมงที่ 4 กระบือยู่ในคอกที่มีอุณหภูมิอากาศร้อนได้ทำการหาปริมาณของเลือดโดยการฉีดสีอีแวนส์บลู และเจาะเลือดเมื่อ 10, 20, 30 และ 60 นาที ตามลำดับอีกครั้ง ทำเช่นเดียวกับเมื่อยังไม่ได้เพิ่มความร้อนของอากาศ

ดำเนินการทดลองเช่นเดียวกับระยะควบคุม คือ บันทึกอุณหภูมิอากาศ อุณหภูมิร่างกาย อัตราการหายใจ และอัตราการเต้นของหัวใจ ทุก ๆ ชั่วโมง ตลอดระยะเวลาของการทดลอง ตามแผนภูมิการดำเนินการทดลอง ดังนี้

<u>ระยะควบคุม</u>

กระบือยืนในคอกที่มีอุณหภูมิ ระหว่าง 28°ซ. - 32°ซ.

↓

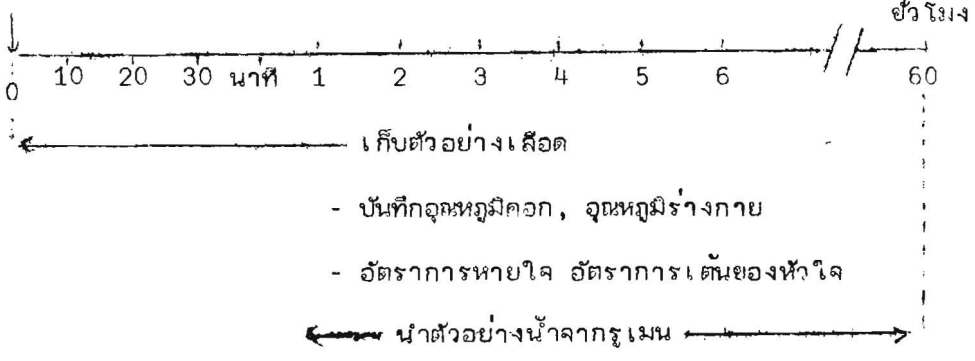
- เก็บตัวอย่างเลือด, น้ำจากรูเมน
- บันทึกอุณหภูมิคอก, อุณหภูมิร่างกาย อัตราการหายใจ อัตราการเต้นของหัวใจ

↓

ฉีดสารรังสีตริเตรียม

อีอีแวนส์บลู

โพลีเอทธิลีนกลัยคอล } เข้าเส้นเลือดดำ



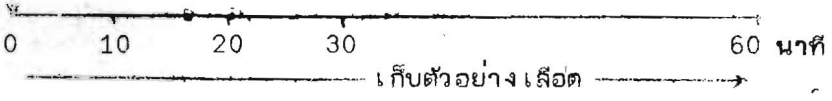
ระยะเครียด

กระบือในคอกที่มีอุณหภูมิเท่าอากาศภายนอก 30 ซ. - 35 ซ.

- เก็บตัวอย่างเลือด, น้ำจากรูเมน
- บันทึก อุณหภูมิคอก, อุณหภูมิร่างกาย
- บันทึกอัตราการหายใจ อัตราการเต้นของหัวใจ

↓

ฉีดลีอีแวนส์บลู เข้าเส้นเลือดดำ 20 ลบ.ซม. 0.5%



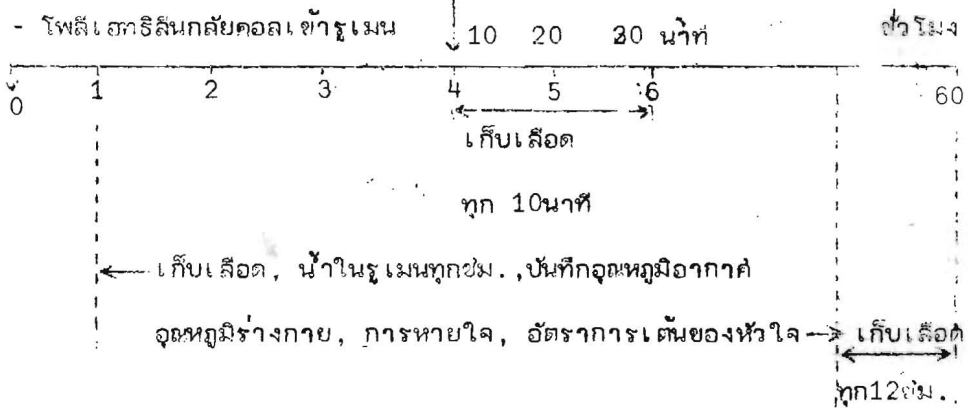

↓

เพิ่มอุณหภูมิจนถึง 42 ซ.

↓

ฉีด TOH เข้าเส้นเลือดดำ

- โพลีเฮกซิลีนกลัยคอลเข้ารูเมน




การวิเคราะห์หาปริมาณของพลาส่มา และเลือดในร่างกาย

โดยการฉีดลีอีแวนส์บลูความเข้มข้น 0.5% จำนวน 20 ลบ.ซม. เข้าเส้นเลือดดำก่อนจะฉีดลีและ หลังฉีดลีแล้ว 10, 20, 30 และ 60 นาที เก็บเลือดมาแยกพลาส่มานำมาวัดความเข้มข้นของลีที่กระจายตัวในพลาส่มา โดยเครื่องสเปคโตรโฟโตมิเตอร์ นำค่าที่อ่านได้ทุกค่ามาพล๊อตในกระดาษกราฟเซมิล๊อค ระหว่างความเข้มข้นของลีในพลาส่มากับระยะที่นำตัวอย่างเลือดออกมา แล้วลากเส้นต่อไปตัดแกนที่ตั้งระยะเวลาศูนย์ ความเข้มข้นที่อ่านได้จาก

เวลาที่ศูนย์ นำมาคำนวนหาปริมาณของพลาสม่าตามหลักของ Fick (Kolmer, 1951) แล้วจึงนำมาคำนวนเป็นค่าปริมาณเลือด สัมพันธ์กับค่าเฮมาโตคริต ดังสูตร

$$\text{ปริมาณของเลือด} = \frac{\text{ปริมาตรของพลาสม่า} \times 100}{(100 - \text{เฮมาโตคริต})}$$

<u>วิธีหาปริมาณน้ำในกระเพาะอาหารรูเมน และอัตราการลดหายของน้ำไปส่วนอื่น</u>

โดยการฉีดโพลีเอทธิลีนกลัยคอล ตามวิธีของ Hyden (1961) ขนาด 80% จำนวน 500 ลบ.ซม. แต่ก่อนที่ฉีดและหลังฉีดแล้ว 1,2,3,4,5,และ 6 ชั่วโมง ตามลำดับ นำน้ำจากรูเมนมาประมาณ 50 ลบ.ซม. มาปั่นแยกส่วนใสออก ตามวิธีของ Smith (1959) นำส่วนใสมา 5 ลบ.ซม. เติม 0.3 N $Ba(OH)_2$ จำนวน 2 ลบ.ซม. กับ 5% (W/V) $ZnSO_4$ 7 $H_2O$ จำนวน 2 ลบ.ซม. ตามด้วย 10% (W/V) $BaCl_2.2H_2O$ 0.5ลบ.ซม. หลังจากนั้นเติมน้ำกลั่นจนครบ 10 ลบ.ซม. เขย่าให้ผสมดี แล้วนำไปปั่นแยกส่วนใสมา 3 ลบ.ซม. ใส่ในหลอดทดลอง เติมน้ำกลั่นจนครบ 5 ลบ.ซม. ตามด้วย 30% Tri-Chloro acetic กับ 5.9 % $BaCl_2$ $2H_2O$ ผสมดีแล้วตั้งทิ้งไว้ 5 นาที

การเตรียมน้ำยามาตรฐาน

น้ำยามาตรฐานของโพลีเอทธิลีนกลัยคอลปริมาณแน่นอน 5 ลบ.ซม. ที่ความเข้มข้นต่าง ๆ เป็นลำดับ ตั้งแต่ 0, 0.125, 0.25, 0.5 และ 0.75 มก.ลบ.ซม. ของโพลีเอทธิลีนกลัยคอล แต่ละหลอดนำมาเติมน้ำยาผสม TCA/$BaCl_2$ ในปริมาณหลอดละ 5 ลบ.ซม. ทำนองเดียวกับวิธีทำของน้ำในรูเมน เขย่าให้ผสมกันดีแล้วตั้งไว้ 5 นาที

วัดปริมาณความขุ่นของทุกหลอด ทั้งน้ำยาตัวอย่าง และน้ำยามาตรฐาน โดยเครื่องสเปคโตโฟโตมิเตอร์ ที่คลื่นแสง 540 นาโนเมตร นำมาคำนวนหาความเข้มข้นของโพลีเอทธิลีนกลัยคอล ในตัวอย่างน้ำจากรูเมน ที่เวลาต่าง ๆ กัน นำไปพล๊อตลงกระดาษกราฟ เซมิล็อคซึ่งแสดงไว้ในกลราฟที่ 1 เพื่อหาปริมาณความเข้มข้นที่เวลาศูนย์ และค่าครึ่งชีวิต (half-life) ของโพลีเอทธิลีนกลัยคอล ในร่างกายกระบือ อ่านจากกราฟแล้วนำไปคำนวนหาปริมาณของน้ำในรูเมน จากสูตร

$$\text{ปริมาณน้ำในรูเมน (ลิตร} = \frac{\text{จำนวนโพลีเอทธิลีนกลัยคอลที่ฉีด}}{\text{ความเข้มข้นของโพลีเอทธิลีนที่เวลาศูนย์}}$$

จากนั้นคำนวนหา อัตราการหายไปของน้ำจากรูเมน

$$Xt = Xo.\ C^{-ut/v}$$

Xo คือ ความเข้มข้นของโพลีเอทธลีนกลัยคอลที่เวลา เริ่มต้น (ศูนย์)

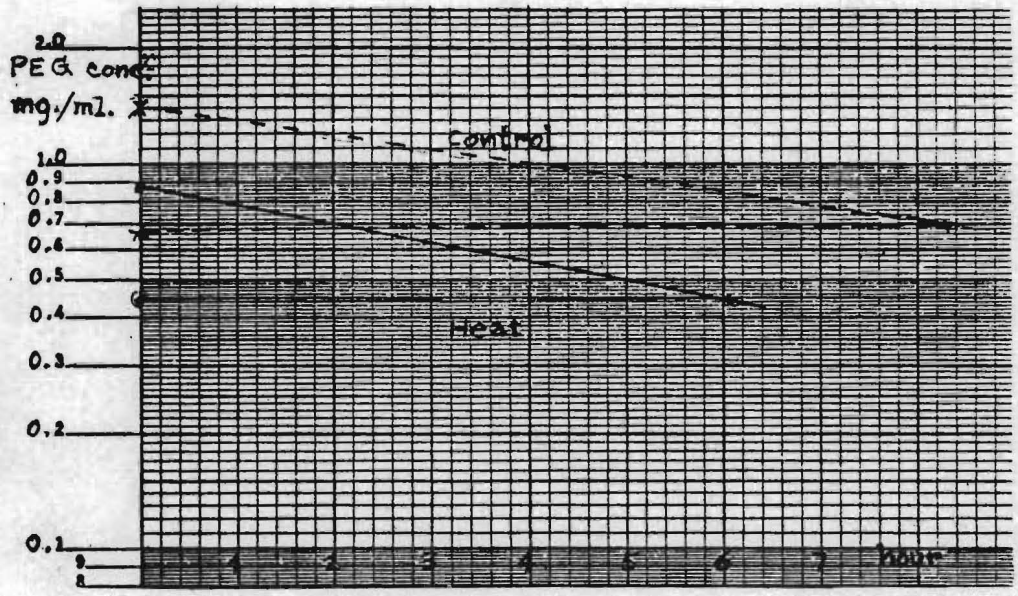
Xt คือ ความเข้มข้นของโพลีเอทธิลีนกลัยคอลที่เก็บน้ำจากรูเมนเวลาต่าง ๆ

u อัตราการลดหายของน้ำจากรูเมน

v ปริมาตรของน้ำในรูเมนทั้งหมด

$$\text{ค่า u คิดได้จาก} = \frac{0.693\ v}{T_{1/2}}$$

$T_{1/2}$ เป็นระยะเวลาที่ความเข้มข้นของโพลีเอทธิลีนกลัยคอลลดลงครึ่งหนึ่ง




กราฟแสดงการหาปริมาณน้ำในรูเมน

ปริมาณน้ำในรูเมน ระยะควบคุม = 28.61 ลิตร

ระยะให้ความร้อน =44.74 ลิตร

วิธีการทดลองหาปริมาณของน้ำในร่างกายทั้งหมด และอัตราการใช้น้ำ

ใช้สารตริเตรียม (TOH) ฉีดเข้าทางเส้นเลือดดำ ตามวิธีในคำแนะนำการใช้สารรังสีในสัตว์ทดลอง (Technical report Series, IAEA/FAO,1979) ใช้สารรังสีปริมาณ 3,000 ไมโครคิวรี่ นำตัวอย่างเลือดมาทั้งก่อนการฉีดสารรังสีและหลังฉีดสารรังสี 10, 20, 30, 40, 60 นาที 2, 3, 4, 5,6, 12, 24, 36, 48 และ 60 ชั่วโมง ตามลำดับ มาแยกพลาสม่าออกแล้วนำไปวิเคราะห์หาปริมาณรังสีที่กระจายตัวโดยวิธี Internal standardization ของ Vaughan และ Boling (1961) ดังนี้

นำพลาสม่า 1 ลบ.ซม. มาตกตะกอนโปรตีนด้วย Dioxane Scintillant 17 ลบ.ซม. ซึ่งแบ่งเป็น 2 แบบ คือ internal standardized scintillant และ nonstandardized scintillant แยกส่วนใส่ทั้ง 2 แบบ มาถ่ายใส่ในหลอดสำหรับวัดปริมาณรังสี (counting vial) ให้หมด (ประมาณ 18 ลบ.ซม.)

Internal standardized scintillant ประกอบด้วย 7 กรัม diphenyl oxazole, 50 กรัม naphthalene, 0.05 กรัม1,4 di(2-(5 phenyloxazloy) benzene และ 1,000 ลบ.ซม. Dioxane แล้วเติมตริเตรียม (TOH) ในอัตราส่วน 10 ไมโครลิตรที่มี high specific activity ลงใน scintillant

ส่วน non-standardized scintillant นั้น ไม่ต้องเติมตริเตรียมเลย และส่วนนี้เมื่อยังไม่เติมพลาสม่า 1 ลบ.ซม. ลงไปคือ Blank นำหลอดทั้ง standardized non-standardized, น้ำยาผสมของ standardized 17 ลบ.ซม. และ non-standardized 1 ลบ.ซม. น้ำยาblank ไปวัดปริมาณรังสีแล้วนำมาคำนวณจากสูตร

$$xc = \bar{x} \frac{S}{(X + s) - (\bar{x})}$$

$\bar{x}$ คือ ปริมาณรังสีที่นับได้จากหลอด nonstandardized scintillant

(X+s) คือ ปริมาณรังสีที่นับได้จากหลอด infertnatly standardized scintillant

S คือ ปริมาณรังสีที่นับได้จากหลอด internat standardized 17 ลบ.ซม.+non-standardized 1ลบ.ซม.

Xc คือ ค่าที่ได้คำนวนแก้ไข quenching และที่สูญเสียไปในตะกอน

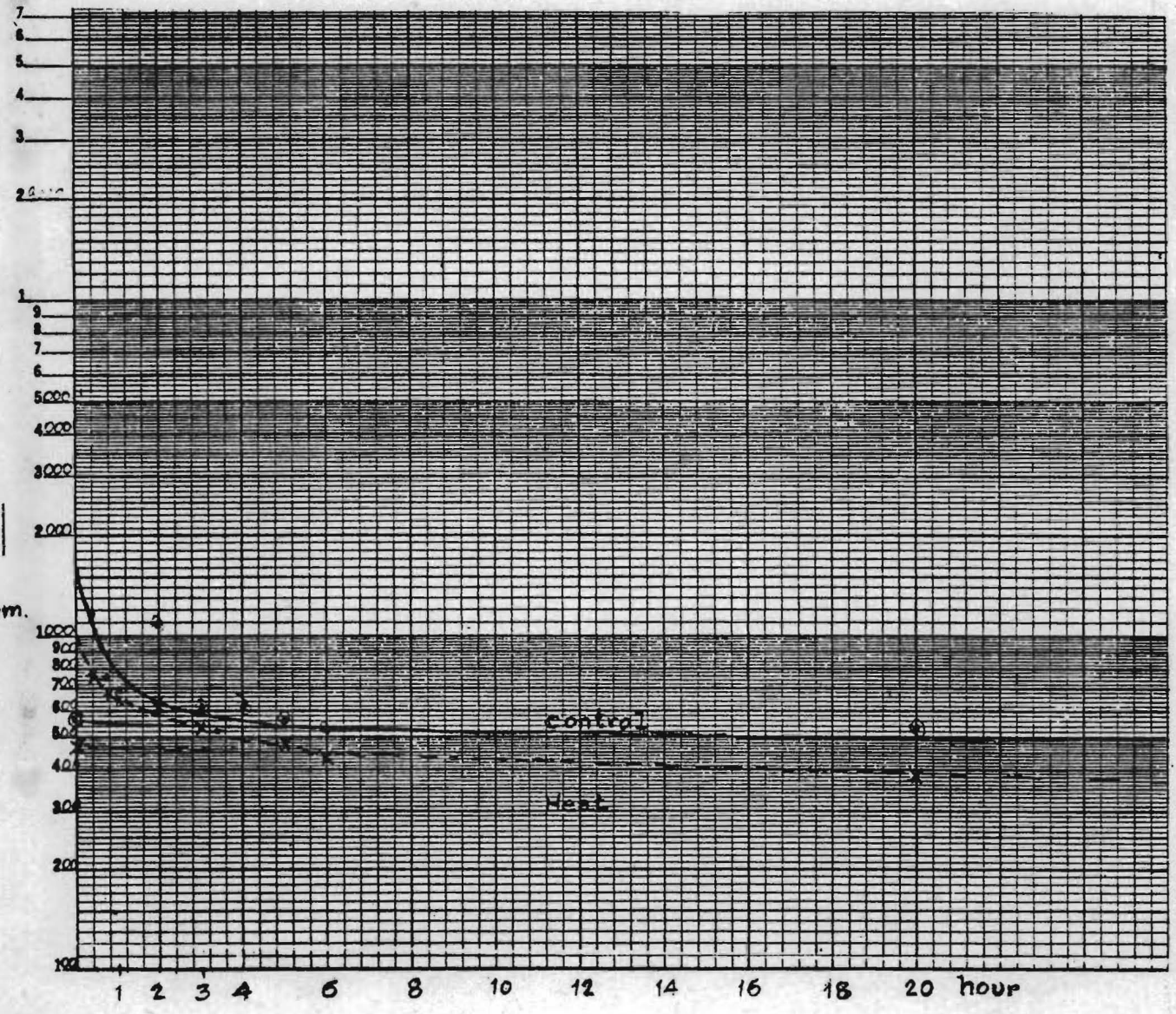
จากค่าปริมาณรังสีที่ระยะเวลาต่าง ๆ นำมาพล็อตกราฟเซมิล็อค แล้วหาค่าปริมาณของสารรังสีที่เวลาเริ่มต้น (คูนย์) แล้วจึงนำไปคำนวนค่า

$$\text{Total body water (V)} = \frac{\text{ขนาดของตริเตรียมที่ใช้}}{\text{ประสิทธิภาพของตริเตรียมที่เวลาคูนย์}}$$

$$\text{Water turnover rate} = V \times K$$

$$K = \frac{0.693}{t1/2}$$

t 1/2 = เวลาที่ประสิทธิภาพของรังสีลดลงครึ่งหนึ่ง




กราฟแสดงการหาปริมาณของสารรังสีที่เวลาเริ่มต้น

ผล

ตารางที่ 1 แสดงค่าสภาวะอากาศแวดล้อม เฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของอุณหภูมิอากาศ กระเปาะแห้ง ($^0$ซ.), กระเปาะเปียก ($^0$ซ), ค่าดรรชนีอุณหภูมิ/ความชื้นอากาศเปรียบเทียบระหว่าง การทดลองระยะควบคุม และภาวะเครียดเนื่องจาก ความร้อนของกระบือ 6 ตัว ตลอดการทดลอง 6 ชั่วโมง

| การทดลอง / ชั่วโมงที่ | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| อุณหภูมิกระเปาะแห้ง ($^0$ซ) | 28.83 | 30.17 | 31.75 | 32.50 | 32.67 | 32.67 |
| ระยะควบคุม ± | 1.57 | 1.37 | 1.13 | 1.18 | 1.57 | 1.94 |
| ระยะเครียด ± | 39.42 | 40.40 | 41.08 | 41.58 | 42.33 | 42.00 |
| | 1.36 | 1.05 | 0.80 | 0.49 | 1.37 | 1.09 |
| อุณหภูมิกระเปาะเปียก ($^0$ซ) | | | | | | |
| ระยะควบคุม ± | 23.67 | 23.5 | 23.83 | 24.17 | 24.08 | 24.38 |
| | 1.29 | 0.84 | 0.88 | 0.98 | 1.28 | 1.36 |
| ระยะเครียด ± | 31.0 | 31.33 | 31.50 | 31.92 | 32.5 | 32.0 |
| | 1.10 | 0.82 | 0.84 | 1.11 | 1.22 | 1.41 |
| ค่าดรรชนีอุณหภูมิความชื้น | | | | | | |
| ระยะควบคุม ± | 78.4 | 79.19. | 80.62 | 81.40 | 81.46 | 81.51 |
| | 1.73 | 1.43 | 1.28 | 1.36 | 1.64 | 1.70 |
| ระยะเครียด ± | 91.30 | 92.32 | 92.86 | 93.52 | 94.36 | 93.88 |
| | 1.68 | 1.05 | 0.66 | 0.91 | 1.18 | 1.44 |

ค่าต่าง ๆ ของสภาวะอากาศแวดล้อมในคอกทดลองควบคุมวัดจากปรอทกระเปาะแห้งอุณหภูมิสูงสุดเฉลี่ย 32.67± 1057$^0$ซ และปรอทกระเปาะเปียก 24.38 ± 1.36$^0$ซ เมื่อเวลา 15.00 น. ซึ่งขณะนั้นค่าดรรชนีของอุณหภูมิ - ความชื้นอากาศเท่ากับ 81.46 ±1.64

ส่วนค่าของสภาวะอากาศแวดล้อมในระยะเครียดนั้นอุณหภูมิภายในคอกทดลองวัดจากเทอร์มอมิเตอร์กระเปาะแห้ง อยู่ระหว่าง 39.42± 1.36$^0$ซ จนถึง 42.33± 1.37$^0$ซ ค่าดรรชนีอุณหภูมิ - ความชื้นอากาศอยู่ระหว่าง 91.30 ±1.68 ถึง 94.36± 1.18 ค่าต่าง ๆ เหล่านี้ของภาวะเครียดมีความแตกต่างจากระยะควบคุมอย่างมีนัยสำคัญ ($P < 0.001$)

ตารางที่ 2 แสดงค่าเปลี่ยนแปลงของอัตราการเต้นของหัวใจ การหายใจ และอุณหภูมิร่างกายเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน เปรียบเทียบกันระหว่าง กระบือ 6 ตัว ในขณะอยู่ในภาวะควบคุม และภาวะเครียดเนื่องจากความร้อน ในเวลา 6 ชั่วโมง

| การทดลอง | สภาวะ | ชั่วโมงที่ 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| อัตราการเต้นหัวใจ ครั้ง/นาที | ระยะควบคุม | 40.00 | 40.33 | 40.67 | 43.83 | 41.00 | 41.33 |
| | ± | 6.32 | 5.72 | 5.16 | 4.67 | 4.52 | 4.32 |
| | ระยะเครียด | 46.67 | 47.33 | 51.33 | 51.50 | 50.80 | 50.83 |
| | ± | 3.93 | 4.18 | 8.82 | 4.18 | 3.92 | 2.99 |
| อัตราการหายใจ ครั้ง/นาที | ระยะควบคุม | 21.33 | 20.67 | 22.83 | 23.00 | 22.33 | 22.83 |
| | ± | 3.50 | 2.66 | 7.28 | 6.57 | 6.50 | 6.08 |
| | ระยะเครียด | 46.00 | 58.00 | 78.17 | 82.17 | 86.00 | 79.00 |
| | ± | 22.80 | 31.82 | 32.87 | 36.49 | 38.28 | 27.44 |
| อุณหภูมิร่างกาย °ซ. | ระยะควบคุม | 38.33 | 38.33 | 38.34 | 38.36 | 38.40 | 38.57 |
| | ± | 0.24 | 0.24 | 0.24 | 0.22 | 0.29 | 0.34 |
| | ระยะเครียด | 38.82 | 39.00 | 39.28 | 39.44 | 39.72 | 39.80 |
| | ± | 0.15 | 0.15 | 0.19 | 0.34 | 0.44 | 0.47 |

ค่าต่าง ๆในตารางชี้ให้เห็นถึงการเปลี่ยนแปลงทางสรีรสภาพที่เกี่ยวกับการทำงานของหัวใจในระยะควบคุม มีอัตราการเต้นของหัวใจเกือบคงที่ตั้งแต่ 40.00 ± 6.32 ครั้ง/นาที จนถึง 41.33 ± 4.32 ครั้ง/นาที ซึ่งตามกันไปกับอุณหภูมิร่างกาย วัดทางทวารหนักเฉลี่ยตั้งแต่ 38.33 ± 0.24 °ซ. ถึง 38.57 ± 0.34 °ซ. ซึ่งก็เกือบคงที่ตลอดเวลาการทดลอง 6 ชั่วโมงในกระบือ 6 ตัวเช่นกัน ทำนองเดียวกับอัตราการหายใจเกือบคงที่อยู่ในระยะ 20.67 ± 2.66 ครั้ง/นาที จนถึง 23.00 ± 6.57 ครั้ง/นาที ต่าต่าง ๆ เหล่านี้เมื่อเปรียบเทียบกับกระบือพวกเดียวกันแต่เป็นกลุ่มที่ทดลองในภาวะเครียดจะมีการเพิ่มอัตราการเต้นของ

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

หัวใจเฉลี่ยตั้งแต่ 46.67 ± 3.93 ครั้ง/นาที จนถึง 51.50 ± 4.18 ครั้ง/นาที อัตราการหายใจ ตั้งแต่ 46.00 ± 22.80 ครั้ง/นาที ถึง 86.00 ± 38.28 ครั้ง/นาที และอุณหภูมิร่างกายตั้งแต่ 38.82 ± 0.15°ซ. ถึง 39.80 ± 0.47 °ซ. ตามลำดับ ซึ่งสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญ

ตารางที่ 3 เป็นค่าน้ำหนักตัว, ปริมาณเลือด, ปริมาณพลาส่มา, ปริมาตรเม็ดเลือดอัดแน่น และอัตราการไหลของปัสสาวะ เฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของกระบือ 6 ตัว เปรียบเทียบระหว่างการทดลองควบคุมและอยู่ในภาวะอากาศร้อน

| การทดลอง | สภาวะควบคุม | สภาวะเครียด |
|---|---|---|
| น้ำหนักตัว (กก.) | 343.42±19.41 | 359.0±23.34 |
| ปริมาตรของเลือด (ลิตร/100 กก.ของนน.ตัว) | 6.41± 0.56 | 6.69±0.66 |
| ปริมาตรพลาส่มา (ลิตร/100 กก.ของนน.ตัว) | 4.67 ±0.63 | 5.00±0.51 |
| ปริมาตรเม็ดเลือดอัดแน่น ( % ) | 25.33 ±2.75 | 24.42±4.76 |
| อัตราการไหลของปัสสาวะ (ลบ.ซม./นาที) | 9.29± 6.86 | 6.52±2.93 |

ตามตาราง ปริมาตรของเลือดและพลาส่มาที่อยู่ในสภาวะเครียดเปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้นจากสภาวะควบคุมตามอุณหภูมิของอากาศและอุณหภูมิของร่างกายที่เพิ่มขึ้น คือ ปริมาตรของเลือดเพิ่มจาก 6.41 ± 0.56 ลิตร/100 กก.นน.ตัว เมื่ออยู่ในภาวะควบคุมไปเป็น 6.69 ± 0.66 ลิตร/100 กก.นน.ตัว ทำนองเดียวกันกับปริมาตรของพลาส่มาเปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้นจาก 4.67 ± 0.63 ลิตร/100 กก.นน.ตัว ไปเป็น 5.00 ± 0.51 ลิตร/กก.นน.ตัว เมื่ออยู่ในภาวะอากาศร้อน และปริมาตรเม็ดเลือดอัดแน่นลดจาก 25.33 ± 2.75 % เป็น 24.42 ± 4.76 % อย่างไม่มีนัยสำคัญ แต่อัตราการไหลของปัสสาวะในภาวะควบคุม 9.29 ± 6.86 ลบ.ซม./นาที สูงกว่าในสภาวะอากาศร้อน 6.52 ± 2.93 ลบ.ซม./นาที อย่างไม่มีนัยสำคัญ

ตารางที่ 4 แสดงค่า Water turnover rate, biological half life ของตริเตรียม, ปริมาณน้ำทั้งหมดในร่างกาย, ปริมาตรของน้ำในรูเมน และอัตราการหายไปของน้ำในรูเมนในกระบือ 6 ตัว เปรียบเทียบกันระหว่าง ภาวะควบคุมและภาวะเครียดเนื่องจากความร้อน

| การทดลอง | ภาวะควบคุม | ภาวะเครียด |
|---|---|---|
| ปริมาณน้ำในร่างกาย(ลิตร/100 กก.นน.ตัว) | 93.11 ± 23.28 | 100.92 ± 36.79 |
| Water turnover rate(ลบซม./กก.$^{0.82}$/วัน) | 523.26 ±165.92 | 1,159.21 ±493.28 |
| Biological half life( ตริเตรียม(ชม.) | 98.33 ± 32.73 | 54.17 ± 20.28 |
| ปริมาณน้ำในรูเมน(ลิตร/100 กก.นน.ตัว) | 11.59 ± 4.46 | 13.59 ± 4.28 |
| อัตราการหายของน้ำในรูเมน (ลิตร/ชม.) | 3.57 ± 4.25 | 8.99 ± 7.25 |
| half - life ของ PEG (ชม.) | 8.39 ± 3.25 | 6.04 ± 6.01 |

ตารางนี้แสดงให้เห็นถึงผลเปลี่ยนแปลงของอัตราการใช้น้ำในร่างกายได้แก่ Water turnover rate มีค่า 523.26±165.92 ลบ.ซม./กก.$^{0.82}$/วัน ในระยะควบคุม ต่ำกว่า 1,159.21± 493.28 ลบ.ซม./กก.$^{0.82}$/วัน ในสภาวะเครียด อย่างมีนัยสำคัญ $P < 0.025$ ตามกันไปกับค่า biological half-life ของตริเตรียม 98.33±32.73 ชม. ในระยะควบคุมและมากกว่าในระยะเครียดซึ่งเท่ากับ 54.17±20.28 ชม. อย่างมีนัยสำคัญ ( $P < 0.025$) เช่นกัน ปริมาณของน้ำทั้งหมดในร่างกายในภาวะควบคุม 93.11±23.28 ลิตร/100 กก.น้ำหนักตัว น้อยกว่าปริมาณ 100.92±36.79 ลิตร/100กก. น้ำหนักตัว ขณะเมื่ออยู่ในภาวะอากาศร้อน อย่างไม่มีนัยสำคัญ ทำนองเดียวกับอัตราการหายไปของน้ำในรูเมน ในระยะควบคุม มีค่า 3.57±4.25 ลิตร/ชม. และปริมาณน้ำในรูเมน 11.59±4.46 ลิตร/100 กก.น้ำหนักตัว ซึ่งต่ำกว่า เมื่อกระบืออยู่ในภาวะเครียด ซึ่งมีค่าเท่ากับ 8.99±7.25 ลิตร/ชม. และ 13.59±24.28 ลิตร/100 กก.น้ำหนักตัว ตามลำดับ อย่างไม่มีนัยสำคัญ ส่วน half-life ของ PEG ในระยะควบคุม 8.39±3.25 ชั่วโมง นานกว่าเมื่ออยู่ในภาวะเครียดซึ่งมีค่า 6.04±6.01 ชั่วโมง อย่างไม่มีนัยสำคัญเช่นกัน

044004

วิจารณ์

ผลทางสภาวะอากาศซึ่งได้จากการทดลอง วัดโดยปรอทกระเปาะแห้ง และกระเปาะเปียก เปรียบเทียบระหว่างกลุ่มควบคุม และกลุ่มได้รับความร้อน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ตั้งแต่ชั่วโมงที่ 1 จนถึง ชั่วโมงที่ 6 ที่ความเชื่อมั่น 99.9 % อันเป็นผลให้ค่าดรรชนีความร้อนและความชื้นสัมพัทธ์ของสภาระอากาศร้อน มีค่าสูงกว่าระยะควบคุมอย่างมีนัยสำคัญ ($P < 0.001$) เช่นกัน ซึ่งเป็นการชี้บ่งถึงสภาวะอากาศที่ก่อให้เกิดความเครียด และผลนี้ทำให้มีการปรับตัวในเบื้องต้นของกระบือ โดยมีการเพิ่มสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญของอัตราการหายใจ อุณหภูมิร่างกาย และอัตราการเต้นของหัวใจ ซึ่งเป็นผลสนับสนุน ผลการศึกษาของ Mullick, 1960 ; Moran, 1973 Tilakaratne et al., 1982. ที่ได้แสดงให้เห็นถึงการเพิ่มอุณหภูมิของภาวะแวดล้อมในช่วงเวลาสั้นเพียง 2-6ชั่วโมง ทำให้กระบือมีการปรับตัว ทางสรีรสภาพ (acclimation) ในปี 1968 Hafez ได้ศึกษาถึงการเปลี่ยนแปลงทางพฤติกรรมของสัตว์ในภาวะอากาศร้อนจะแสดงอาการหายใจหอบ น้ำลายไหล หรือลงแช่น้ำ หรือปลัก การเปลี่ยนแปลงทางพฤติกรรมเหล่านี้ แสดงถึงการปรับตัว เพื่อให้ร่างกายทนอยู่ได้ในภาวะปกติ โดยการระบายความร้อนออกจากร่างกายในทางที่สามารถจะทำให้เป็นไปได้

ถึงแม้การระบายความร้อนในกระบือโดยการระเหยน้ำทางผิวหนังเป็นไปได้อย่างจำกัด เมื่อเปรียบเทียบกับโค อันเนื่องมาจากลักษณะทางกายวิภาคของผิวหนัง นับตั้งแต่สีผิวที่เข้มจะสะสมความร้อนจากแสงอาทิตย์ไว้ ความหนามากของหนังทำให้พาความร้อนจากชั้นในใต้ผิวหนังถ่ายลง จำนวนและขนาดของต่อมเหงื่อที่มีน้อยแต่ขนาดใหญ่ ทำให้การขับเหงื่อมาสู่ชั้นนอกของหนังน้อยกว่าสัตว์อื่น จำนวนที่มีน้อย อยู่ห่างกันมาก ทำให้ไม่มีโอกาสบังเงาจากแสงอาทิตย์ให้ผิวหนังได้ แต่ผิวหนังที่เกลี้ยงและเป็นมัน มีส่วนช่วยให้มีการสะท้อนคลื่นความร้อน และแสงอาทิตย์ หักเหออกไปจากตัว ในเวลาเดียวกันหนังที่หนากว่าสัตว์อื่น ทำหน้าที่เป็นฉนวนป้องกันความร้อนซึมจากชั้นนอกของผิวหนังลงสู่เนื้อเยื่อใต้ผิวหนัง นอกจากนี้ต่อมเหงื่อที่มีจำนวนน้อยกว่ามีขนาดใหญ่กว่าและลึก กว่าของโค (Hafez et al.,1955) ซึ่งทำให้การขับเหงื่อเป็นไปได้ยากขึ้น เป็นขบวนการถนอมรักษาน้ำไว้ไม่ให้สูญเสียออกจาก

ร่างกาย โดยเฉพาะในกรณีที่มีน้ำจำกัด ลักษณะทั่วไปดังกล่าวเป็นการปรับตัวทางพันธุกรรม (genetic adaptation) สำหรับการอยู่รอดในภูมิอากาศร้อน(acclimatization)

สำหรับค่าปริมาตรของเลือด ปริมาตรพลาสม่า และปริมาตรของเม็ดเลือดอัดแน่นของกระบือที่อยู่ในภาวะควบคุมได้ผลตรงกับรายงานของ Pandey และ Roy (1969a ) แต่เมื่อสัตว์ได้รับความร้อนอย่างเฉียบพลันในระยะเวลาสั้น 2-6 ชั่วโมง จะมีผลทำให้เลือดใส (hemodilution) ดังนั้นค่าปริมาตรเม็ดเลือดอัดแน่น จึงลดลงตามไปกับปริมาณเลือดและพลาสม่าที่เพิ่มขึ้น ผลนี้เป็นไปในทำนองเดียวกันกับผลที่ได้จากการศึกษาในโค (Bianca, 1957) และในแม่กระบือ (murticและ Mullick, 1961; Garg และ Nangia, 1956) จากการศึกษาในลูกกระบือโดยSodhiและSingh1974 ก็ได้ผลเช่นเดียวกัน ในปี 1956 Bassและ Henschel และปี 1968 Pandey และ Roy ก็ได้ศึกษาเกี่ยวกับการปรับตัวของสัตว์ เนื่องจากอยู่ในภาวะอากาศร้อน มีผลทำให้เพิ่มปริมาณของของเหลวภายนอกเซลล์ ทั้งนี้เนื่องจาก ในขณะที่อากาศร้อน จะมีการถ่ายเทน้ำจากภายนอกเส้นเลือดเข้าสู่ภายในเส้นเลือดเพิ่มขึ้น (Garg และ Nangia, 1981) ขบวนการนี้น่าจะเกิดขึ้นได้ทำนองเดียวกันในกระบือที่อยู่ในภาวะแวดล้อมที่ร้อนชื้น นอกจากนี้เมื่อวัดปริมาณการขับปัสสาวะปรากฏว่ามีแนวโน้มลดลงในภาวะอากาศร้อนเมื่อเปรียบเทียบกับระยะควบคุม ซึ่งตรงกับรายงานของ Pandey และ Roy, 1969 (a) แสดงว่าปริมาณน้ำที่เพิ่มขึ้นในพลาสม่า ได้มาจากการดูดซึมกลับของน้ำผ่านทางไต เข้าสู่เส้นเลือด จึงมีปริมาณปัสสาวะลดลง แต่พลาสม่าเพิ่ม (Garg และ Nangia, 1981) ขบวนการนี้เป็นขบวนการถนอมรักษาน้ำไว้ในร่างกายของกระบือในสภาวะอากาศร้อน

จากการศึกษาครั้งนี้ค่าปริมาณน้ำทั้งหมดในร่างกายของกระบือเมื่ออยู่ในภาวะควบคุมมีค่าสูงเล็กน้อยกว่าในรายงานของ Ranjhan et al.,1982 และ Ranawana et al.,1982 ซึ่งศึกษาในกระบือแม่น้ำในสภาวะปกติ แต่เมื่ออยู่ในสภาวะอากาศร้อนเป็นเวลานาน 6 ชั่วโมง ปรากฏว่ามีค่าเพิ่มขึ้น และเป็นผลตามไปกับรายงานของ Kamal, 1982(b); Ranjhan et al.,1982 และทำนองเดียวกันกับรายงานของ Ghosal et al., 1974 และ Kamal, 1982 (a) ซึ่งศึกษาในอูฐตามรายงานของ Springell, 1968

ในโคเนื้อก็มีการเพิ่มปริมาณน้ำในร่างกาย เมื่ออยู่ในภาวะอากาศร้อนเช่นกัน ในปี 1969 Kamal และ Seif กล่าวว่าเมื่อสัตว์อยู่ในภาวะเครียดเนื่องจากความร้อนแล้วก็มีการสูญเสียน้ำออกจากร่างกาย จึงทำให้เกิดการกระตุ้น thirst center ใน hypothalamus และ Seif, 1973 ก็ได้อธิบายว่าผลนี้เป็นเหตุให้มีร่างกายต้องการน้ำเพิ่มขึ้น จึงมีการเพิ่มปริมาณน้ำทั้งหมดของร่างกายซึ่งเป็นผลตามมา

ในการศึกษาเกี่ยวกับสภาวะอากาศร้อนต่อ Water turnover rate ของกระบือ 6 ตัว มีค่าเฉลี่ยเพิ่มขึ้น และ biological half - life ของ TOH ลดลงอย่างมีนัยสำคัญ เมื่อเปรียบเทียบกับระยะควบคุม ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของ Kamal, 1982(b) ; Ranjhan et al.,1982 ; Ranawana et al., 1984 ซึ่งศึกษาในกระบือแม่น้ำ Ghosal et al.,1974 และ Kamal, 1982(a) ในอูฐ และรายงานของ Springell, 1968 ในโคเนื้อซึ่งมีค่า Water turnover rate เพิ่มขึ้น และค่า biological half-life ของ TOH ลดลง ในฤดูร้อน ส่วนรายงานของ King,1979 แสดงให้เห็นความแตกต่างของ water turnover rate ในกระบือมีสูงกว่าในสัตว์เคี้ยวเอื้องอื่น ๆ ซึ่งแสดงว่ากระบือน้ำต้องการใช้น้ำในร่างกายสูง เพื่อช่วยในการลดความร้อนของร่างกายโดยการระเหย (MacFarlane, 1968) เพื่อรักษาระดับของอุณหภูมิร่างกายไม่ให้สูงเกินไป (Ranjhan et al.,1982)

ปริมาณของน้ำในกระเพาะรูเมนในกระบือ 6 ตัว ที่ได้จากการศึกษานี้ในระยะควบคุม ได้ค่าใกล้เคียงกับที่ปรากฏในรายงานของ Rana และ Langer,1980 แต่ในรายงานของ Davis, 1967 ซึ่งศึกษาในโคมีค่าต่ำกว่ากระบือในการศึกษาครั้งนี้เล็กน้อย ในสภาวะอากาศร้อนมีผลให้ปริมาณของน้ำในกระเพาะรูเมนเพิ่มขึ้นเล็กน้อย (ประมาณ 15%) อย่างไม่มีนัยสำคัญ ปริมาณน้ำที่เพิ่มขึ้นนี้อาจจะเนื่องมาจากในภาวะอากาศร้อน กระบือมีการขับน้ำลายออกมามาก และกลืนกลับลงสู่กระเพาะอีก ประกอบกับน้ำที่ถูกขับออกจากผนังของรูเมน (Smith, 1959) จึงทำให้ปริมาณน้ำในรูเมนเพิ่มขึ้นจากปกติ แต่อัตราการหายไปของน้ำจากรูเมนในภาวะอากาศร้อนเร็วกว่า เมื่อกระบืออยู่ในภาวะควบคุมถึง 50% ซึ่งแสดงว่าภาวะอากาศร้อนน้ำในรูเมนจะผ่านต่อไป ยังส่วนถัดไป

ของท่อทางเดินอาหารได้เร็วกว่า เมื่ออยู่ในอากาศธรรมดา ทั้งนี้ตามไปกับค่าhalf-life ของPEG ที่ลดลงเป็นลำดับเช่นกัน อีกประการหนึ่ง การเพิ่มอุณหภูมิภายนอก ทำให้อุณหภูมิภายในร่างกายเพิ่มขึ้น อาจจะเป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้เพิ่มการเคลื่อนไหวของท่อทางเดินอาหารตั้งแต่รูเมนลงไป (Cakala,1965) และช่วยให้การดูดซึมของน้ำผ่านจากผนังของท่อทางเดินอาหารเพิ่มขึ้น เพราะตามรายงานของ Smith, 1959 พบว่าน้ำจากรูเมนจะไหลติดต่อไปยัง abomasum เป็นการช่วยในการย่อยอาหารและดูดซึมอาหารและน้ำในท่อทางเดินอาหารส่วนถัดไป การเพิ่มการดูดซึมของน้ำจากท่อทางเดินอาหารนี้เอง เป็นปัจจัยอย่างหนึ่งที่ทำให้ปริมาตรของพลาสม่าเพิ่มขึ้น ซึ่งเป็นการปรับตัวเพื่อการถนอมรักษาน้ำไว้ในร่างกาย

สรุป

การวิจัยครั้งนี้ แสดงให้เห็นผลเปรียบเทียบ เมื่อกระบืออยู่ในภาวะเครียดเนื่องจากความร้อน ถึงแม้ในระยะเวลาสั้นแบบเฉียบพลัน กับระยะควบคุมในอุณหภูมิอากาศปกติ สัตว์จะแสดงการปรับตัวทางสรีรสภาพในภาวะอากาศร้อนโดยการเพิ่มอัตราการหายใจ การเต้นของหัวใจ และอุณหภูมิของร่างกาย รวมทั้งมีการเพิ่มอัตราการใช้น้ำในร่างกาย (Water metabolism) แต่ในเวลาเดียวกัน ก็มีบวนการเก็บถนอมน้ำไว้ใช้ในร่างกาย โดยการจำกัดปริมาณการขับน้ำทั้งทางเหงื่อและทางปัสสาวะ

การศึกษานี้ นำไปสู่ความรู้ทางสรีรวิทยาที่เกี่ยวกับเมตาบอลิสมของร่างกาย เนื่องจากเมตาบอลิสมของการใช้น้ำมีความสัมพันธ์กับเมตาบอลิสมของการใช้พลังงาน ถ้ามีการเปลี่ยนแปลงบวนการใช้น้ำ และเปลี่ยนแปลงการใช้พลังงานย่อมมีการเปลี่ยนแปลงของระบบอื่น ๆ ทั้งหมด ดังนั้นในการเลี้ยง และดูแลสัตว์ ควรจะมีการปรับปรุงสภาพแวดล้อมให้เหมาะสม เพื่อจะหลีกเลี่ยงสภาวะที่ก่อให้เกิดความเครียดต่อสัตว์ เพื่อประโยชน์ในการเพิ่มผลผลิตอย่างอื่นตามมา

เอกสารอ้างอิง

Bass, D.E. and Henschel,A. 1956. Response of body fluid compartments to heat and cold. Physiol. Rev. 36:1,128-144.

Bianca, W. 1957. Effect of repeated exposure to heat on the volume of blood of the calf. Br. Vet.J. 113 : 227.

Cakala, S. 1965. Effect of high temperature on reticuloruminal motility in goats. Bulletin of Veterinary Institute in Pulawy, Warsaw. pp. 103-108.

Chikamune, T. 1983. Comparison of Physiological response to environment in swamp buffaloes and cattle under a temperate condition. International Sympasium on swamp buffalo. University of Tsukuba, Japan, August 12-13.

Collins, K.J. and Weiner, J.S. 1968. Endocrinological aspects of exposure to high environmental temperature. Physiol. Rev. 48(4), 785.

Davis,C.L. 1967. Acetate production in the rumen of cow fed either control or low-fiber, high-grain diets. J. Dairy Sci. 50(10) : 1621-1625.

Findlay, J.D. 1968. Physiological reactions of cattle to climatic stress. Proc. Nutr. Soc. 17, 186.

Garg, S.K. and Nangia, O.P. 1981. Response of body fluid compartments to climatic variations in buffaloes. Indian. J. Anim. Sci. 51(11) : 1028-1033.

Ghosal,A.K. ; Appana,T.C. and Dwaraknath,P.K. 1974. Seasonal variations in water compartment of the Indian camel. Br. Vet. J. 130 : xlvii-xlix.

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



King,J.M.1979. Game domestication for animal production in Kenya : Field studies of the body water turnover of game and livestock. J. Agri. Sci. Camb. 93 : 71-79.

Kolmer, J.A. ; Spaulding,E.H. and Robinson, H.W. 1951. In : Approved Laboratory technique, 66-69 Atteton. Century Croft, Inc. New York.

MacFarlane, W.V. 1968. Adaptation of ruminants to tropics and deserts. In : Adaptation of domestic animals. Lea and Febiger. pp. 164-181.

Moran,J.B. 1973. Heat tolerance of Brahman cross, buffalo, banteng and Shorthorn steers during expcsure to sun and as a result of exercise. Aust. J. Agric. Res. 24 : 775.

Mullick,D.N. 1960. Effect of humidity and exposure to sun on the pulse rate, respiratory rate, rectal temperature and hemoglobin level in defferent sexes of cattle and buffalo. J. Agric. Sci. Camb. 54 : 39.

Murti,T.L. and Mullick,D.N. 1961. Seasonal variations of plasma and blood volumes in buffaloes. Ann. Biochem. Exp. Med. 21 : 91-96.

Nair,P.G. and Benjamin,B.R. 1963. Studies on sweat glands in the Indian water buffalo I. Standardization of technique and preliminary observations. Indian.J.Vet.Sci. 32(2) : 102-106.

National Research council 1981. In : The water buffalo. New prospects for an underutilized animal. National Academy Press., Washington,D.C. pp. 45-54.

Hafez,E.S.E. ; Badreldin,A.L. and Shafei,M.M. 1955. Skin structure of Egyptian buffaloes and cattle with particular reference to sweat glands. J.Agric. Sci. Camb. 46:19-30

Hafez,E.S.E.1968. Behavioral adaptation In : Adaptation of domestic animals. Lea and Febiger, Philadelphia pp.206-207.

Hyden,S. 1961. Determination of the amount of fluid in the reticulo-rumen of the sheep and its rate of passage to the osnasum. Kungl. Lantbrukshogskol. Ann. 27 : 51, 79.

Kamal,T.H. 1982(a). Water turnover rate and total body water as affected by different physiological factors under Egyptian environmental condition. In : Use of tritiated water in a studies of production and adaptation in ruminants. International Atonic Energy Agency, Vienna, 143-153.

Kamal,T.H. 1982 (b). Tritiated-water heat-tobrance index to predict the growth rate in calves in hot deserts. In: Use of of tritiated water in studies of production and adaptation in ruminants. International Atomic Energy Agency, Vienna, 155-165.

Kamal,T.H. and Seif,S.M. 1969. Effect of natural and controlled Climates of the Sahara on virtual tritium space in Friesians and water buffaloes. J. Dairy. Sci. 52(10) : 1657-1663.

Kibler,H.H. 1964. Environmental physiology and shelter engineering LXVII. Thermal effect of various temperature humidity combination of Holstein cattle as measured by eight physiological responses. Res.Bull.MO.Agric.Exp.Stat.No.862.

Pandey,M.D. and Roy, A. 1968. Variation in volume and composition of body fluids (interstitial, blood and urine), as a measure of adaptability in buffaloes to hot environment. Br. Vet. J. 124 : 389-402.

Pandey,M.D. and Roy,A. 1969(a). Studies on the adaptability of buffaloes to tropical climate I. Seasonal changes in the water electrolytes status of buffalo-cows. Indian. J. Anim. Sci. 39(5) : 367-317.

Pandey,M.D. and Roy,A. 1969(b). Studies on the adaptability of buffaloes to tropical climate II. Seasonal changes in the body temperature, cardio-respiratory and hematological attributes in buffalo-cows. Indian.J.Anim. Sci.39(5):378-386.

Pandey,M.D. and Roy,A. 1969. Variation in cardio-respiratory rates, rectal temperature, blood hematocrit and hemoglobin as measures of adaptability in buffalo to a hot environment. Br. Vet. J. 125 (9) : 463-470.

Prusty,J.N. 1965. Distribution of the hair follicles and sweat glands in the skin of a buffalo-bullock. Indian Vet.J. 42 : 113-116.

Prusty,J.N. 1971. Sweat gland morphology of Indian water buffalo. Indian. J. Anim. Health. December, 163-164.

Rana,V.K. and Langar, P.N. 1980. Studies on the rumen fluid volume, dilution rate and outflow rate in ruminants. Indian. J. J. Anim. Sci. 50(5) : 398-399.

Ranawana,S.S.E. ; Rajaratne,A.A.J. ; Tilakaratne,N. and Srikandakumar A. 1984. Utilization of water by buffaloes in a hot and humid environment. Final research coordination meeting on the us of nuclear-techniques to improve domestic buffalo production in Asia. Manila. Philippines. 30 Jan. - 3 Feb.

Ranjhan,S.K. ; Kalanidhi,A.P. ; Gosh,T.K. ; Singh,U.N. and Saxena, K.K. 1982. Body composition and water metabolism in tropical ruminants using tritiated water. In : Use of tritiated water in studies of production and adaptation. in ruminants. International Atomic Energy Agency. pp. 117-132.

Seif, S.M.; Johnson,H.D. and Hahn,L. 1973. Environmenta; heat and partial water restriction effect on body fluid spaces, water loss, body temperature and metabolism of Holstein cows. J. Dairy. Sci. 56(5) : 581-586).

Smith, R.H. 1959. The development and function of the rumen in milk-fed calves. J. Agric. Sci. 52-72.

Sodhi, S.P.S. and Singh,A. 1974. Blood and plasma volumes and changes in the electrolyte content under stress and normal conditions in buffalo calves. Indian.J.Anim.Sci. 44(5) : 305-310.

Springell,P.H. 1963. Water content and water turnover in beef cattle. Aust. J. Agric. Res. 191 : 129-144.

Tilakaratne,N. ; Ranawana,S.S.E.; Srikandakumar,A. and Rajaratne,A.A.J. 1982. The buffalo and the tropical environment, Workshop on water buffalo research in Sri Lanka, November 24-28, In : Sarec Report. 103-108.

Vaughan,B.E. and Boling,E.A.1961. Rapid assay proceedures for tritium - labelled water in body fluid.J. Lab. and Clin. Med. 57(1) : 159-164.

---

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยครั้งนี้ จะไม่สำเร็จด้วยดี ถ้าไม่ได้รับความอนุเคราะห์จากหัวหน้าภาค และอาจารย์ทุกท่าน ในภาควิชานิวเคลียร์เทคโนโลยี คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ที่อนุญาตให้ใช้เครื่องมือ และอำนวยความสะดวกทุกประการในการใช้เครื่องวัดปริมาณรังสีเบต้า คณะผู้วิจัยจึงขอแสดงความขอบคุณเป็นอย่างสูง

---

## Summary

The investigation was performed to study the adaptive changes in response to acute heat stress on water metabolism of swamp buffaloes. Six healthy swamp buffaloes, 5-8 years old and their body weights ranging from 300-400 kilograms were used.

The experiment was divided into control and acute heat stress periods. Respiratory rate, heart rate and rectal temperature of the heat stressed buffaloes were recorded, they were significantly higher than those of the control period ( $P < 0.001$).

Blood volume, plasma volume, total body water, ruminal fluid volume and disappearance rate of ruminal fluid had tendency to increase during heat stress period.

On the control period, the rate of water turnover was significantly lower than that of heat stressed period, but urine flow of buffalo during heat stress decreased not significantly.

These results thus show that the changes in cardio-respiratory frequency, body fluid volume water turnover rate and urine flow are the mechanism for adaptation to hot environment of buffaloes.