บทที่ 4

ผลและวิจารณ์ผลการวิจัย

การศึกษาการตอบสนองทางสรีรวิทยาการปรับตัวของโคพันธุ์พื้นเมือง (NT) และพันธุ์โฮลสไตน์-ฟรีเชี่ยน (HF) ต่อความเครียดโดยการชักนำให้มีการเปลี่ยนแปลงสภาพแวดล้อม คือ การเปลี่ยนจากขณะโคอยู่ในร่ม (T1, เก็บตัวอย่าง 2 ครั้งแรกของการเก็บตัวอย่าง 10 ครั้ง/วัน) ไปเป็นขณะโคออกกลางแจ้ง (T2, เก็บตัวอย่าง 6 ครั้งถัดมาของการเก็บตัวอย่าง 10 ครั้ง/วัน) และกลับเข้าร่มหลังออกกลางแจ้ง (T3, เก็บตัวอย่าง 2 ครั้งสุดท้ายของการเก็บตัวอย่าง 10 ครั้ง/วัน) โดยมี 4 ช่วงการเก็บตัวอย่าง ใน 1ปี (S1, S2, S3 และ S4) และเปรียบเทียบการปรับตัวทางสรีรวิทยาระหว่างโคสองพันธุ์เมื่อเกิดความเครียดดังกล่าว ผลของการวิจัยแสดงให้เห็นว่าโคทั้งสองพันธุ์มีการปรับตัวทางสรีรวิทยา เมื่อเกิดความเครียดจากการเปลี่ยนแปลงสภาพแวดล้อม แตกต่างกันอย่างเด่นชัดในค่าอุณหภูมิทวารหนัก อัตราการหายใจ อัตราการเต้นของชีพจร จำนวนเม็ดเลือดแดง ค่าฮีมาโตคริต และค่าฮีโมโกลบิน สำหรับจำนวนเม็ดเลือดขาวพบเฉพาะความแตกต่างระหว่างช่วงการเก็บตัวอย่าง ในขณะที่ความเข้มข้นของฮอร์โมนคอติโซล มีความแปรปรวนสูงไม่สามารถสรุปได้ การเสนอผล การเปรียบเทียบ และการวิจารณ์ผล แบ่งเป็นหัวข้อดังนี้

4.1 อุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศแวดล้อม

การศึกษานี้นำอุณหภูมิอากาศแวดล้อมเฉลี่ย (AT) และความชื้นสัมพัทธ์อากาศแวดล้อมเฉลี่ย (RH) เฉพาะในขณะที่ทำการเก็บตัวอย่าง 10 ครั้ง มาวิเคราะห์ ซึ่งพบว่าอุณหภูมิอากาศแวดล้อมของ 4 ช่วงการเก็บตัวอย่างใน 1 ปี มีค่าระหว่าง 22 - 57 องศาเซลเซียส และความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศแวดล้อมของ 4 ช่วงการเก็บตัวอย่างใน 1 ปี มีค่าระหว่าง 28.0 - 101.0 เปอร์เซ็นต์ โดยในแต่ละสภาพแวดล้อม ของแต่ละช่วงการเก็บตัวอย่างมี AT และ RH แตกต่างกัน (ตารางที่ 10) สำหรับการเปลี่ยนแปลงของ AT และ RH ใน 10 ครั้งของการเก็บตัวอย่างของแต่ละช่วงการเก็บตัวอย่าง แสดงเป็นกราฟในภาพผนวกที่ 1-4

ตารางที่ 10 อุณหภูมิอากาศแวดล้อมเฉลี่ย (AT) และความชื้นสัมพัทธ์อากาศแวดล้อมเฉลี่ย (RH) ในแต่ละสภาพแวดล้อม ของ 4 ช่วงการเก็บตัวอย่างใน 1 ปี

ค่าสังเกต	ช่วงการเก็บตัวอย่าง	1/สภาพแวดล้อม2/ T1	T2	T3
AT (°C)	S1	^{a}32.89±3.49^{ข}	^{b}42.29 ±4.52^{ก}	^{a} 32.78±3.97^{ข}
	S2	^{a}33.80±2.80^{ข}	^{a}45.69±7.96^{ก}	^{a} 32.55±3.79^{ข}
	S3	^{b}31.30±2.59^{ข}	^{d}36.88±5.71^{ก}	^{a} 30.36±2.16^{ข}
	S4	^{b}31.40±1.27^{ข}	^{c}39.09±3.86^{ก}	^{a} 32.07±1.56^{ข}
RH (%)	S1	^{bc}55.69±7.94^{ก}	^{c} 48.61±7.80^{ข}	c47.80±11.61^{ข}
	S2	^{b} 57.81±7.35^{ก}	^{b}57.26±10.82^{ข}	^{b}61.83±16.15^{ก}
	S3	^{a} 70.38±6.56^{ก}	^{a} 71.08±9.13^{ก}	^{a}71.20±11.05^{ก}
	S4	^{c} 52.55±4.27^{ก}	^{c} 46.58±5.43^{ข}	^{c} 45.48±6.76^{ข}

1/ ตัวอักษรในแนวตั้งเดียวกัน ที่แตกต่างกันถือว่ามีความแตกต่างของค่าเฉลี่ย เมื่อช่วงการเก็บตัวอย่างต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$)

2/ ตัวอักษรในแนวนอนเดียวกัน ที่แตกต่างกันถือว่ามีความแตกต่างของค่าเฉลี่ย เมื่อสภาพแวดล้อมเปลี่ยนแปลงไปอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$)

การเปลี่ยนแปลงของ AT เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงสภาพแวดล้อม ของทั้ง 4 ช่วงการเก็บตัวอย่าง มีลักษณะทิศทางการเปลี่ยนแปลงเป็นไปในทางเดียวกัน คือ ที่ T2 มี AT รอบตัวโคสูงขึ้นจาก T1 อย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.05$) และเมื่อเปลี่ยนสภาพแวดล้อมเป็น T3 AT รอบตัวโคลดต่ำลงจาก T2 อย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.05$) ซึ่งเป็นการลดลงจนถึงระดับที่ไม่แตกต่างกันทางสถิติกับ T1 ($P>0.05$) นอกจากนี้เมื่อพิจารณาความแตกต่างของ AT ในช่วงการเก็บตัวอย่างทั้ง 4 ช่วง พบว่า ที่ T1 AT รอบตัวโค ใน S1 และ S2 ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) แต่สูงกว่า S3 และ S4 อย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.05$) ในขณะที่ที่ T2 ทั้ง 4 ช่วงการเก็บตัวอย่างมีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P<0.05$) โดยใน S2 มีค่า AT สูงสุด รองลงมาคือ S1, S4 และ S3 ตามลำดับ สาเหตุที่ระดับ AT ใน S3 มีค่าต่ำสุดเนื่องจาก ช่วงการเก็บตัวอย่างนี้เป็นช่วงที่มีฝนตกชุก ทำให้สภาพอากาศแวดล้อมมีความชื้นสูง จึงส่งผลทำให้มี AT ในระดับที่ต่ำสุด ในทางตรงข้าม

ใน S2, S1 และ S4 มีฝนตกน้อยหรือไม่มีฝนเลย ทำให้สภาพอากาศแวดล้อมมีความชื้นต่ำจึงส่งผลให้ AT มีระดับที่สูงตามไปด้วย

การเปลี่ยนแปลงของ RH เมื่อสภาพแวดล้อมเปลี่ยนแปลงไป ของ 4 ช่วงการเก็บตัวอย่างใน 1 ปี มีความแตกต่างกันดังนี้ S1 และ S4 มีลักษณะทิศทางการเปลี่ยนแปลงที่เป็นไปในทางเดียวกัน คือ ที่ T2 RH รอบตัวโคลดต่ำลงจาก T1 อย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.05$) และที่ T3 RH รอบตัวโคไม่แตกต่างกันทางสถิติกับ T2 ($P>0.05$) แต่สำหรับ S2 RH รอบตัวโคที่ T2 ต่ำกว่า T1 และ T3 อย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.05$) ที่ T3 มี RH ที่สูงขึ้นจนถึงระดับที่ไม่แตกต่างทางสถิติกับ T1 เนื่องจากในช่วงนี้มักมีฝนตกในช่วงบ่าย ซึ่งตรงกับการเก็บตัวอย่างที่ T3 ทำให้สภาพแวดล้อมมีความชื้นสูง จึงส่งผลให้ RH สูงขึ้น ในขณะที่ S3 ที่ T1, T2 และ T3 RH ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) ทั้งนี้เนื่องจากช่วง S3 เป็นช่วงที่มีฝนตกมากกว่าช่วงอื่น ๆ และมักมีฝนตกในช่วงกลางคืนด้วย ทำให้ RH ที่ T1 มีระดับที่สูงและคงระดับเดิมตลอดการเก็บตัวอย่างใน 1 วัน นอกจากนี้เมื่อพิจารณาความแตกต่างของ RH ในช่วงการเก็บตัวอย่างทั้ง 4 ช่วง พบว่า ที่ T1 RH รอบตัวโค ใน S1, S2 และ S4 ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) แต่ต่ำกว่า S3 อย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.05$) ในขณะที่ที่ T2 ทั้ง 4 ช่วงการเก็บตัวอย่างมีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P<0.05$) โดยใน S3 มีค่า RH สูงสุด รองลงมาคือ S2, S1 และ S4 ตามลำดับสาเหตุที่ระดับ RH ใน S3 มีค่าสูงสุดเนื่องจาก ช่วงการเก็บตัวอย่างนี้เป็นช่วงที่มีฝนตกชุก ทำให้สภาพอากาศแวดล้อมมีความชื้นสูง จึงส่งผลทำให้มี RH ในระดับที่สูงสุด ในทางตรงข้ามใน S2, S1 และ S4 มีฝนตกน้อยหรือไม่มีฝนเลย ทำให้สภาพอากาศแวดล้อมมีความชื้นต่ำ จึงส่งผลให้ RH มีระดับที่ต่ำตามไปด้วย

4.2 อุณหภูมิทวารหนัก (RT)

ผลการศึกษา RT ของโค NT และ HF เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงสภาพแวดล้อม ของ 4 ช่วงการเก็บตัวอย่างใน 1 ปี มีค่าเฉลี่ยดังนี้ NT ที่ T1, T2 และ T3 มี RT เท่ากับ 38.83, 39.32 และ 39.26 °C ตามลำดับ สำหรับ HF ที่ T1, T2 และ T3 มี RT เท่ากับ 38.77, 40.09 และ 39.70 °C ตามลำดับ แสดงรายละเอียดในตารางที่ 11 สำหรับการเปลี่ยนแปลงของ RT ใน 10 ครั้งของการเก็บตัวอย่าง ของโค NT และ HF ของแต่ละช่วงการเก็บตัวอย่าง แสดงเป็นกราฟในภาพผนวกที่ 5-8 ซึ่งมีการเปลี่ยนแปลงที่มีลักษณะเดียวกับการหาค่าเฉลี่ยจากแต่ละสภาพแวดล้อม

คือ ขณะที่โคออกกลางแจ้ง RT มีค่าเพิ่มสูงขึ้น และเมื่อโคกลับเข้าร่มอีกครั้ง RT มีแนวโน้มที่ลดต่ำลง และผลการวิเคราะห์ทางสถิติแสดงในตารางผนวกที่ 1

ตารางที่ 11 อุณหภูมิทวารหนักเฉลี่ย (RT) ของโคพันธุ์พื้นเมือง (NT) และพันธุ์โฮลสไตน์-ฟรีเซี่ยน (HF) ในแต่ละสภาพแวดล้อม ของ 4 ช่วงการเก็บตัวอย่างใน 1 ปี

ช่วงการเก็บตัวอย่าง	RT (°C)					
	NT			HF		
	T1	T2	T3	T1	T2	T3
S1	38.88	39.33	39.28	38.64	39.98	39.54
S2	38.88	39.33	39.28	38.64	39.98	39.54
S3	38.87	39.33	39.28	38.64	39.98	38.64
S4	38.69	39.30	39.20	39.18	40.41	40.20
ค่าเฉลี่ย1/	38.83ง	39.32ค	39.26ค	38.77ง	40.09ก	39.70ข

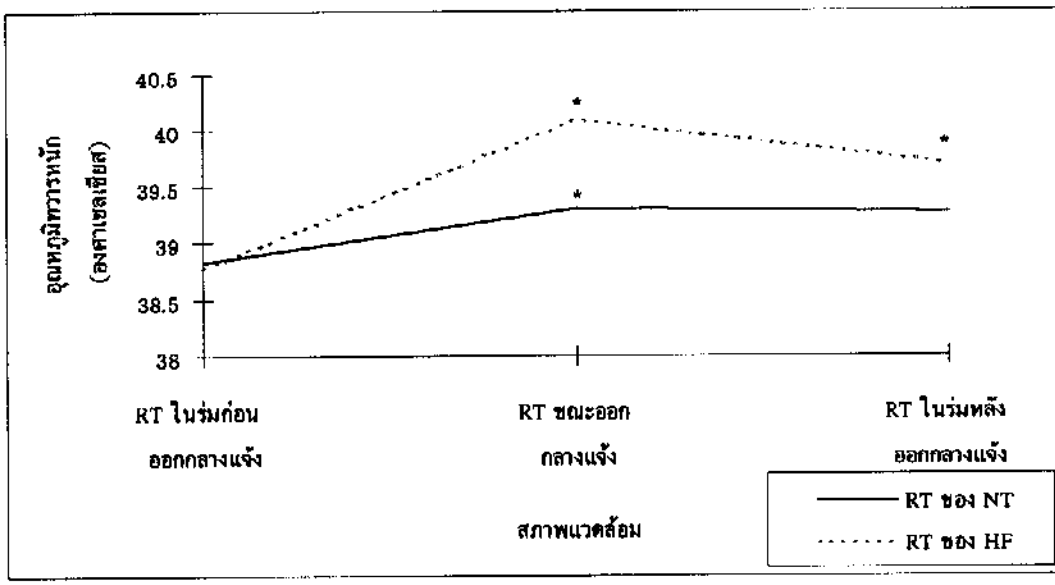
1/ ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวนอนถือว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$)

ที่ T2 โคจะมี RT เพิ่มขึ้นจาก T1 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากเมื่อโคถูกทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงสภาพแวดล้อมไปอยู่กลางแจ้ง โคจะได้รับการถ่ายเทความร้อนจากสิ่งแวดล้อมที่มีอุณหภูมิสูงกว่าเข้าสะสมในร่างกายโคเพิ่มมากขึ้น ซึ่งเมื่อพิจารณาจากระดับของ AT ในหัวข้อ 4.1 จะเห็นได้อย่างชัดเจนว่าในทุกช่วงการเก็บตัวอย่าง ที่ T2 มีอุณหภูมิเพิ่มสูงขึ้นกว่า T1 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และเป็นอุณหภูมิที่เกินช่วงอุณหภูมิสบายของโคทั้งพันธุ์พื้นเมือง และพันธุ์โฮลสไตน์-ฟรีเซี่ยน จึงส่งผลให้โคต้องพยายามระบายความร้อนออกจากร่างกายโดยกลไกการระเหย ซึ่งโคอาจจะไม่สามารถระบายความร้อนออกจากร่างกายได้ทันทำให้มี RT เพิ่มสูงขึ้น (ชวนิศดากร, 2522; Binaca, 1965 อ้างโดย Hafez, 1968; Bond and McDowell, 1972; Rhynes and Ewing, 1973; Younas et al., 1979; Wise et al., 1988; Legates et al., 1991) และเมื่อเข้าสู่ T3 RT ของโคมีแนวโน้มลดต่ำลง แต่ไม่สามารถปรับลดระดับ RT ให้ต่ำลงจนถึงระดับที่ไม่แตกต่างจาก T1 ได้ในระยะเวลาของการทดลองนี้ ซึ่งอาจ

เนื่องมาจากระยะเวลาหลังจากที่โคกลับเข้าร่มเพียง 1 ชั่วโมงไม่เพียงพอที่จะปรับ RT ให้กลับเข้าสู่ระดับเดิมได้

ช่วงการเก็บตัวอย่างไม่มีผลทำให้ RT ของโคทั้ง NT และ HF ที่ตอบสนองต่อสภาพแวดล้อมที่เปลี่ยนแปลงไปแตกต่างกัน แสดงถึงคุณสมบัติหนึ่งของการเป็นสัตว์เลือดอุ่นซึ่งพยายามที่จะรักษาระดับอุณหภูมิของร่างกายไว้ให้คงที่ หรือมีการเปลี่ยนแปลงที่น้อยที่สุดแม้ว่าจะมีสภาพอุณหภูมิแวดล้อมเปลี่ยนแปลงไปอย่างไร และอาจเนื่องจากเมื่อพิจารณาระดับ AT และ RH ของแต่ละช่วงการเก็บตัวอย่าง ไม่มีความแตกต่างกันมากนัก ถึงแม้จะพบความแตกต่างอย่างมากของ RH ใน S3 ซึ่งสอดคล้องกับ Quazi และ Shrode (1954) ที่รายงานว่าในสภาพของฟาร์ม ความชื้นของอากาศแวดล้อมมีผลต่ออุณหภูมิของร่างกายโคเพียงเล็กน้อย แสดงถึงการมีปัจจัยทางสภาพภูมิอากาศอื่น ๆ เข้ามาเกี่ยวข้องกับอุณหภูมิของร่างกาย เช่น การเคลื่อนที่ของอากาศแวดล้อม ความเร็วลม ความเข้มของแสง ปริมาณการแผ่รังสีความร้อน เป็นต้น จึงทำให้ช่วงการเก็บตัวอย่างไม่มีผลต่อ RT

อย่างไรก็ตามพบความแตกต่างระหว่างพันธุ์ที่มีผลต่อการตอบสนองของ RT และเห็นได้อย่างชัดเจนขึ้น ดังในภาพที่ 18



ภาพที่ 18 การตอบสนองของอุณหภูมิทวารหนัก (RT) ต่อการชักนำ ในโคพันธุ์พื้นเมือง (NT) และพันธุ์โฮลสไตน์-ฟรีเซี่ยน (HF)

ที่ T1 NT มี RT ที่ไม่แตกต่างทางสถิติกับ RT ของ HF ($P>0.05$) ต่อมาที่ T2 RT ของ NT ต่ำกว่า RT ของ HF อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) และที่ T3 RT ของ NT ยังคงต่ำกว่า RT ของ HF อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) สอดคล้องกับรายงานของ Mullick และ Kehar (1959); Thomas และ Razdan (1973) ซึ่งรายงานว่า อุณหภูมิร่างกายของโคพันธุ์อินเดียต่ำกว่าโคพันธุ์ยุโรป

RT ของโค NT และ HF ที่ตอบสนองต่อสภาพแวดล้อมที่เปลี่ยนแปลงไปจากเดิม มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.05$) เฉพาะในอัตราของการเปลี่ยนแปลง โดย NT มีเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงที่น้อยกว่า HF คือ NT มีเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงของ RT เมื่อสภาพแวดล้อมเปลี่ยนจาก T1 เป็น T2 น้อยกว่า HF 1.14 เปอร์เซ็นต์ โดยใน NT มี RT เพิ่มขึ้น 0.49 °C ขณะที่ HF เพิ่มขึ้น 1.32 °C ซึ่งถ้าพิจารณาจากเกณฑ์ของดำรง (2534) ซึ่งกล่าวว่าในโคนมถ้าอุณหภูมิทวารหนักสูงขึ้นจากเดิม 0.5°C แสดงถึงการเริ่มมีปัญหาของการระบายความร้อนออกจากร่างกายโค อาจจะแสดงว่า HF เริ่มมีความเครียดเกิดขึ้น และการเปลี่ยนจาก T2 เป็น T3 NT ยังคงมีเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงของ RT ที่น้อยกว่า HF 0.81 เปอร์เซ็นต์ แสดงในตารางที่ 12 นอกจากนี้การเปลี่ยนสภาพแวดล้อมจาก T2 เป็น T3 RT ของ NT ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) ต่างจาก HF ซึ่งมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญของ RT ($P<0.05$)

ตารางที่ 12 เปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิทวารหนัก (RT) เมื่อสภาพแวดล้อมเปลี่ยนแปลงไป ในโคพันธุ์พื้นเมือง (NT) และพันธุ์โฮลสไตน์-ฟรีเซี่ยน (HF)

สภาพแวดล้อมที่เปรียบเทียบ	เปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลง		เปอร์เซ็นต์ NT-เปอร์เซ็นต์ HF
	NT	HF	
T1 และ T2	+1.26	+3.04	-1.14[2/]
T2 และ T3	-0.16	-0.97	0.81[2/]

\+ หมายถึง เปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงที่เพิ่มขึ้นจากเดิม

\- หมายถึง เปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงที่ลดลงจากเดิม

2/ หมายถึง NT มีเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงที่น้อยกว่า HF

จากความแตกต่างของการตอบสนองระหว่างพันธุ์ NT มีการเปลี่ยนแปลงที่น้อยกว่า HF ชี้ให้เห็นว่า NT สามารถควบคุมอุณหภูมิร่างกายให้คงที่ได้ดีกว่า HF ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากความสามารถในการระบายความร้อนออกจากร่างกายได้เร็ว และในระดับที่ใกล้เคียงกับระดับความร้อนที่ผลิตได้ในร่างกาย ทำให้สามารถปรับตัวให้เข้ากับสภาพแวดล้อมได้ดีกว่า

RT ของ HF ที่เพิ่มขึ้นในอัตราที่สูงกว่า RT ของ NT สอดคล้องกับการรายงานของ Ferguson (1971) ซึ่งพบว่าโคพันธุ์พื้นเมืองอินเดีย (*Bos indicus*) เมื่อต้องอยู่ภายใต้สภาพแวดล้อมที่มีอุณหภูมิสูง การเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิร่างกายมีอัตราที่ต่ำกว่าโคพันธุ์ยุโรป (*Bos taurus*) ชี้ให้เห็นว่า HF มีความสามารถในการปรับอุณหภูมิของร่างกายได้ต่ำกว่า NT ตรงกับการรายงานของ Hafez (1968) ซึ่งรายงานว่า ความสามารถในการปรับความร้อน (การระบายความร้อนโดยการขับเหงื่อ) ของโคในเขตร้อนมีสูงกว่าโคในเขตหนาว โคที่มีความสามารถในการขับเหงื่อสูงจะสามารถทนความร้อนได้มากกว่า *Bos indicus* มีต่อมเหงื่อที่มีขนาดใหญ่ (ความจุ 480 มิลลิลิตร/ตารางเมตร) และจำนวนที่มากกว่า *Bos taurus* (ความจุ 40 มิลลิลิตร/ตารางเมตร) ซึ่งมักมีความสัมพันธ์กับร่างกายที่มีขนาดพื้นที่ผิวที่ใหญ่ และด้วยเหตุที่โคพันธุ์อินเดียมีอัตราส่วนของพื้นผิวต่อมวลสูง ทำให้มีการสูญเสียความร้อนผ่านทางการแผ่รังสี การนำ และการพาความร้อนมากกว่าการสูญเสียผ่านทางการระเหย นอกจากนี้ขนาดของร่างกายของ HF ที่มีขนาดใหญ่กว่า NT ทำให้ความต้องการอาหารเพื่อการดำรงชีพทั้งทางด้านปริมาณและคุณภาพมีความต้องการมากกว่า NT ซึ่งส่งผลให้เกิดการผลิตและสะสมความร้อนในร่างกายมากกว่า NT สำหรับคุณภาพของขนที่แตกต่างกัน ซึ่งมีผลต่อการสะท้อนกลับของแสงสีขาว ลักษณะของขนส่วนใหญ่ของ HF มีสีดำ ยาว อ่อนนุ่ม และหยิกหยอง ความสามารถในการสะท้อนกลับของแสงสีขาวมีเพียง 4 เปอร์เซ็นต์ นอกจากนี้ยังเป็นอุปสรรคต่อการระบายความร้อนโดยการระเหยออกทางเหงื่อ ในขณะที่ขนของ NT เป็นขนบนผิวหนังสีครีม ที่มีลักษณะสั้นและแข็งกว่า สามารถสะท้อนกลับแสงสีขาวได้ถึง 15 เปอร์เซ็นต์ (Rubsaman and Hales, 1985)

4.3 อัตราการหายใจ (RR)

ผลการศึกษา RR ของโค NT และ HF เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงสภาพแวดล้อม ของ 4 ช่วงการเก็บตัวอย่างใน 1 ปี มีค่าเฉลี่ยดังนี้ NT ที่ T1, T2 และ T3 มี RR เท่ากับ 42.80, 56.09 และ 39.76 ครั้ง/นาที ตามลำดับ สำหรับ HF ที่ T1, T2 และ T3 มี RR เท่ากับ 54.27,

98.82 และ 70.54 ครั้ง/นาที ตามลำดับ การวิเคราะห์ทางสถิติพบปฏิสัมพันธ์ร่วมระหว่าง สภาพแวดล้อมที่เปลี่ยนแปลงไปกับพันธุ์ และปฏิสัมพันธ์ร่วมระหว่าง สภาพแวดล้อมที่เปลี่ยนแปลงไป กับช่วงการเก็บตัวอย่าง แสดงรายละเอียดในตารางที่ 13 สำหรับการเปลี่ยนแปลงของ RR ใน 10 ครั้งของการเก็บตัวอย่าง ของโค NT และ HF ของแต่ละช่วงการเก็บตัวอย่าง แสดงเป็นกราฟในภาพผนวกที่ 9-12 ซึ่งมีการเปลี่ยนแปลงที่มีลักษณะเดียวกับการหาค่าเฉลี่ยจากแต่ละสภาพแวดล้อม คือขณะที่โคออกกลางแจ้ง RR มีค่าเพิ่มสูงขึ้น และเมื่อโคกลับเข้าร่มอีกครั้ง RR มีแนวโน้มที่ลดต่ำลง ผลการวิเคราะห์ทางสถิติ แสดงในตารางผนวกที่ 2

ตารางที่ 13 อัตราการหายใจเฉลี่ย (RR) ของโคพันธุ์พื้นเมือง (NT) และพันธุ์โฮลสไตน์-ฟรีเชี่ยน (HF) ในแต่ละสภาพแวดล้อม ของ 4 ช่วงการเก็บตัวอย่างใน 1 ปี

ช่วงการเก็บตัวอย่าง	RR (ครั้ง/นาที)					
	NT			HF		
	T1	T2	T3	T1	T2	T3
S1 1/	46.57^{ค}	59.78^{ข}	41.50^{ง}	47.46^{ค}	97.47^{ก}	63.71^{ข}
S2	44.89^{ง}	57.12^{ค}	41.50^{ง}	57.78^{ค}	104.06^{ก}	78.36^{ข}
S3	39.54^{ง}	51.20^{ค}	34.39^{ง}	52.29^{ค}	83.11^{ก}	59.68^{ข}
S4	40.21^{ง}	56.26^{ค}	41.64^{ง}	59.57^{ค}	110.65^{ก}	80.43^{ข}
ค่าเฉลี่ย	42.80^{ง}	56.09^{ค}	39.76^{ง}	54.27^{ค}	98.82^{ก}	70.54^{ข}

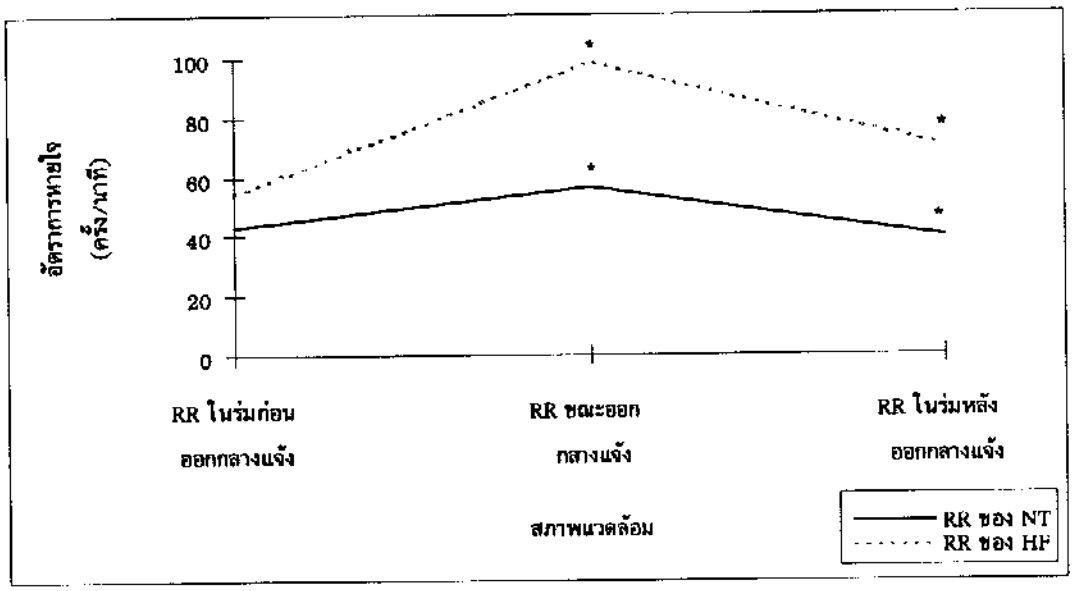
1/ ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวนอน ถือว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$)

ที่ T2 โคจะมี RR เพิ่มขึ้นจาก T1 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) คล้ายคลึงกับการตอบสนองของ RT แต่มีเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงที่มากกว่า RT มาก สอดคล้องกับ Bond และ McDowell (1972); Rhynes และ Ewing (1973); Seath และ Miller (1946) อ้างโดยR 5< 0 Eu Younas และคณะ (1979); Thompson (1985); Lagates (1991); Singh และ Bhattacharyya (1991); Kubuga (1992) ซึ่งพบว่าเมื่ออุณหภูมิแวดล้อมของโคสูงขึ้น โคจะตอบสนองโดยการมีอัตราการหายใจที่เพิ่มสูงขึ้นจากเดิมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และเมื่อเข้าสู่ T3 RR ของโคลดต่ำลง

แต่ไม่สามารถปรับให้กลับสู่ในระดับเดิมที่ T1 ได้ ซึ่งอาจเป็นเพราะว่า เวลาเพียง 1 ชั่วโมงเมื่อกลับเข้าร่ม หลังการอยู่กลางแจ้งไม่พอเพียงในการปรับ RR ให้เข้าสู่ระดับเดิม

การเพิ่มขึ้นของ RR อาจเป็นผลเนื่องจากความพยายามที่จะรักษาระดับความร้อนในร่างกาย ซึ่งส่วนหนึ่งได้จากการถ่ายเทความร้อนจากสิ่งแวดล้อมที่มีอุณหภูมิสูงกว่าเข้าสู่ร่างกาย และส่วนหนึ่งได้จากขบวนการเมตตาบอลิซึมภายในร่างกาย ซึ่งจะส่งผลให้ร่างกายเกิดภาวะการมีกรดในกระแสเลือด (acidosis) มากเกินไป ร่างกายจึงมีความจำเป็นต้องขับเอากรดออกจากร่างกายโดยเร็ว ซึ่งส่วนใหญ่คือก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ และการหายใจเป็นกลไกหนึ่งที่สามารถขับก๊าซนี้ได้โดยตรง นอกจากนี้ยังเป็นกลไกระบายความร้อนออกจากร่างกายได้ โดยผ่านการระเหยของน้ำจากทางเดินหายใจส่วนบน รวมทั้งความร้อนที่จะสูญเสียจากน้ำลายที่มักมีการไหลพร้อม ๆ กับการหายใจระยะที่ 2 ที่สั้นและมีความถี่เพิ่มมากขึ้น ดังนั้นอัตราการหายใจจึงเพิ่มสูงขึ้นเพื่อประโยชน์ดังกล่าว (ชวนิศดากร, 2522; ดำรง, 2534; McDowell, 1972 อ้างโดย Kabuga, 1992)

ความแตกต่างระหว่างพันธุ์มีผลต่อการตอบสนองของ RR และเห็นได้อย่างชัดเจนขึ้น ดังในภาพที่ 19



ภาพที่ 19 การตอบสนองของอัตราการหายใจ (RR) ต่อการชักนำ ในโคพันธุ์พื้นเมือง (NT) และพันธุ์โฮลสไตน์-ฟรีเซี่ยน (HF)

ที่ T1, T2 และ T3 NT มี RR ที่ต่ำกว่า RR ของ HF อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) นอกจากนี้ พบว่า RR ของ HF ที่ T1 มีค่าสูงกว่า RR ที่กำหนดเป็นค่าปกติของโคพันธุ์โฮลสไตน์-ฟรีเชี่ยน คือ 10-30 ครั้ง/นาที (Hafez, 1968) ซึ่งเมื่อพิจารณา AT ที่ T1 ในทุกช่วงการเก็บตัวอย่าง (31.30-33.80°C) พบว่ามีค่าที่สูงกว่าค่าอุณหภูมิสบายของโคพันธุ์ยุโรปซึ่งมีระดับอุณหภูมิที่ไม่เกิน 27°C (Moody et al., 1967; Martz et al., 1971 อ้างโดย Younas et al., 1979) จึงอาจกล่าวได้ว่า HF มีความเครียดเกิดขึ้นตั้งแต่เมื่อเริ่มการเก็บตัวอย่าง ซึ่งต่างจาก NT เนื่องจากเป็นโคที่อยู่ในเขตร้อนจะมีระดับอุณหภูมิสบายไม่เกิน 35°C (Moody et al., 1967; Martz et al., 1971 อ้างโดย Younas et al., 1979) อัตราการหายใจของ NT จึงต่ำกว่า HF เนื่องจากมีการปรับตัวให้เข้ากับสภาพอากาศที่มีอุณหภูมิสูงดีกว่า และอาจเป็นเพราะอุณหภูมิที่ถือเป็นอุณหภูมิวิกฤตของ NT มีระดับของอุณหภูมิที่สูงกว่า

RR ของโค NT และ HF ที่ตอบสนองต่อสภาพแวดล้อมที่เปลี่ยนแปลงไปจากเดิม มีความแตกต่างกันเฉพาะอัตราของการเปลี่ยนแปลง โดย NT มีเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลง เมื่อสภาพแวดล้อมเปลี่ยนจาก T1 เป็น T2 น้อยกว่า HF แต่จาก T2 เป็น T3 มากกว่า HF

นอกจากนี้ยังพบว่า NT มี RR ที่ T3 ปรับเข้าสู่ระดับที่ไม่ต่างจาก T1 ได้ ในขณะที่ HF ไม่สามารถปรับได้ แสดงให้เห็นว่า NT มีการปรับตัวให้กลับเข้าสู่สภาพเดิมได้เร็วกว่า ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากการที่ NT มีจำนวนเม็ดเลือดแดงในกระแสเลือดที่มากกว่า HF จำนวนเม็ดเลือดแดงมีผลต่อการใช้การหายใจเพื่อขับกาซคาร์บอนไดออกไซด์ (ของเสียจากขบวนการเมตตาบอลิซึม) โดยตรงซึ่งจะใช้จำนวนครั้งของการหายใจน้อยกว่า เนื่องจากในแต่ละครั้งของการหายใจจะสามารถขับก๊าซออกได้มากกว่าโคที่มีจำนวนเม็ดเลือดแดงน้อยกว่า และเมื่อขับออกไปได้มาก การปรับเข้าสู่สภาพเดิมก็จะเร็วขึ้นด้วย ดังนั้น NT จึงมี RR ที่ T3 ปรับเข้าสู่ระดับเดิมได้เร็วกว่า HF รวมทั้งอาจเนื่องจากการเพิ่มขึ้นของ RR ใน NT เพิ่มขึ้นในอัตราที่ต่ำกว่า HF แต่มีการปรับลดต่ำลงในอัตราที่สูงกว่า HF จากข้อจำกัดทางลักษณะทางกายภาพของ HF ทำให้มีความด้อยในการระบายความร้อนผ่านทางการระเหยโดยการขับเหงื่อ ซึ่ง HF จะทดแทนด้วยการระบายความร้อนผ่านการหายใจ ทำให้ดูเหมือนว่ามีอัตราการหายใจที่มีประสิทธิภาพมาก สอดคล้องกับ Singh และ Bhattacharyya (1991) ซึ่งรายงานว่าโคที่เลี้ยงในสภาพที่มีอุณหภูมิสูง จะมีอัตราการหายใจเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว เพื่อระบายความร้อนผ่านทางการระเหย และเกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนแปลงของเมตตาบอลิซึม

RR ใน NT เพิ่มในอัตราที่ต่ำกว่า HF และมีแนวโน้มที่จะกลับสู่สภาพเดิมได้เร็วกว่า HF ซึ่งสอดคล้องกับ Hafez (1968) ซึ่งพบว่าโคพันธุ์อินเดียมีการระบายความร้อนผ่านทางการหายใจน้อยกว่าโคพันธุ์ยุโรป และพันธุ์ที่มีการปรับตัวต่อความร้อนต่ำ ใช้เวลาการปรับตัวให้กลับสู่สภาพเดิมได้ช้ากว่าโคที่มีความสามารถในการปรับตัวได้สูงกว่า

นอกจากนี้พบอัตราการหายใจที่สูงขึ้นมากกว่าค่าวิกฤตที่กำหนดโดย McDowell (1972) คือมากกว่า 80 ครั้ง ใน HF (98.82 ครั้ง/นาที) เมื่อมีอุณหภูมิแวดล้อมที่สูงขึ้นแล้วยังพบการหายใจทางปากร่วมกับการไหลของน้ำลายด้วย ซึ่งเหตุการณ์นี้ไม่พบใน NT ชี้ให้เห็นถึงความสามารถในการปรับความร้อนของ NT ที่มากกว่า HF

เปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงของอัตราการหายใจ เมื่อสภาพแวดล้อมเปลี่ยนแปลงไปของ NT และ HF ในช่วงการเก็บตัวอย่างที่ 1 ถึง 4 แสดงในตารางที่ 14

ตารางที่ 14 เปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงของอัตราการหายใจ (ครั้ง/นาที) เมื่อสภาพแวดล้อมเปลี่ยนแปลงไป ในโคพันธุ์พื้นเมือง (NT) และพันธุ์โฮลสไตน์-ฟรีเซี่ยน (HF) ในช่วงการเก็บตัวอย่างที่ 1 ถึง 4

สภาพแวดล้อม	% การเปลี่ยนแปลงใน S1			% การเปลี่ยนแปลงใน S2		
ที่เปรียบเทียบ	NT	HF	% NT- % HF	NT	HF	% NT- % HF
T1 และ T2	+28.37	+105.37	-77.00 2/	+27.24	+80.09	-52.85 2/
T2 และ T3	-30.58	-34.64	4.06 2/	-27.34	-24.69	-2.65 3/
สภาพแวดล้อม	% การเปลี่ยนแปลงใน S3			% การเปลี่ยนแปลงใน S4		
ที่เปรียบเทียบ	NT	HF	% NT- % HF	NT	HF	% NT- % HF
T1 และ T2	+29.48	+58.94	-29.46 2/	+39.92	+85.75	-45.83 2/
T2 และ T3	-32.83	-27.19	-4.64 3/	-25.99	-27.31	1.32 2/

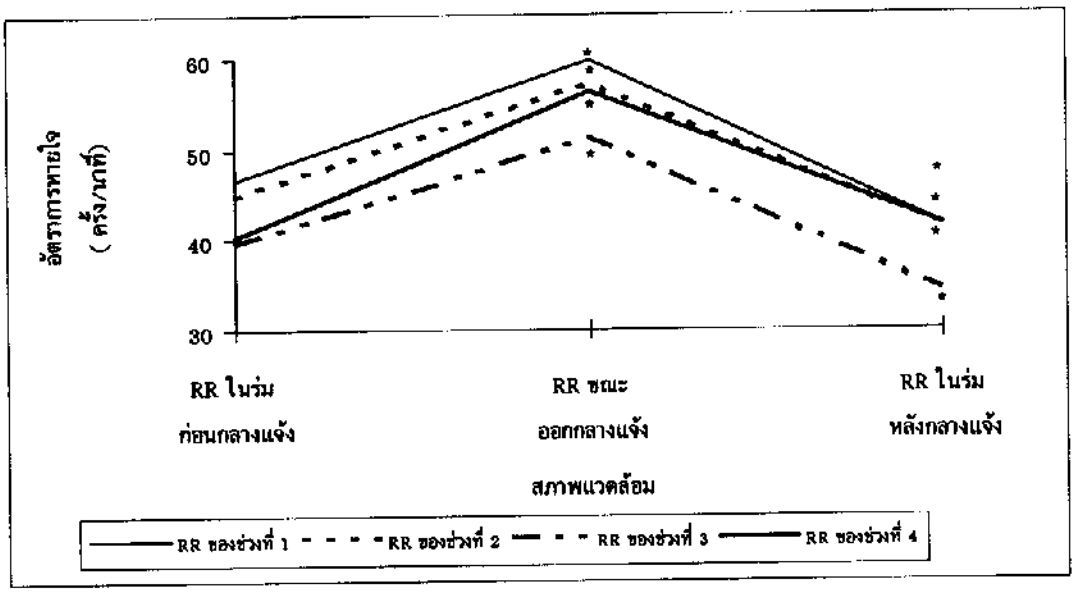
\+ หมายถึง เปอร์เซ็นต์ความแตกต่างที่เพิ่มขึ้นจากเดิม

\- หมายถึง เปอร์เซ็นต์ความแตกต่างที่ลดลงจากเดิม

2/ หมายถึง NT มีเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงที่น้อยกว่า HF

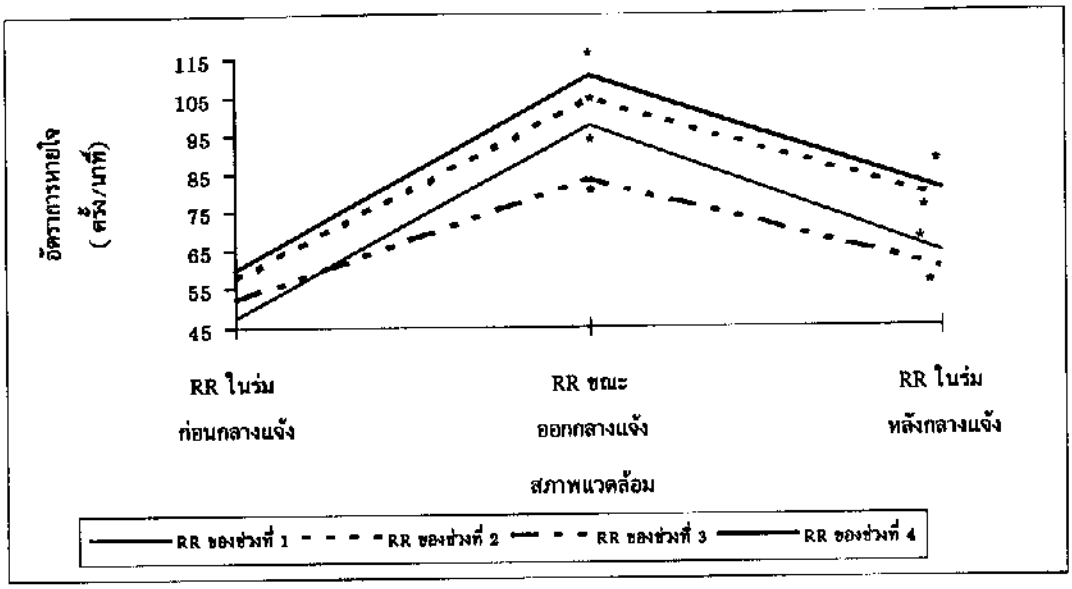
3/ หมายถึง NT มีเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงที่มากกว่า HF

นอกจากนี้ยังพบว่า ช่วงการเก็บตัวอย่างมีผลทำให้ RR ของโคทั้ง NT และ HF ตอบสนองต่อสภาพแวดล้อมที่เปลี่ยนแปลงไปแตกต่างกัน ซึ่งแตกต่างจาก RT คือช่วงการเก็บตัวอย่างไม่มีผลต่อการตอบสนองของ RT ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากการตอบสนองของ RR มีความไวต่อการเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศมากกว่า RT (Seath and Miller, 1946 อ้างโดย Younas et al., 1979) ได้แสดงกราฟของการตอบสนองของ RR ของ 4 ช่วงการเก็บตัวอย่างใน 1 ปี ของ NT ในภาพที่ 20 และ HF ในภาพที่ 21



ภาพที่ 20 การตอบสนองของอัตราการหายใจ (RR) ต่อการชักนำ ในโคพันธุ์พื้นเมือง (NT) ของ 4 ช่วงการเก็บตัวอย่างใน 1 ปี

ในทุกช่วงการเก็บตัวอย่าง มีการตอบสนองของ RR เป็นไปในทิศทางเดียวกันจะแตกต่างกันเฉพาะอัตราการเปลี่ยนแปลง RR ของ NT ทุกช่วงการเก็บตัวอย่างสามารถปรับลด RR ที่ T3 ให้มีระดับที่ไม่แตกต่างจากที่ T1 โดยพบว่าช่วงการเก็บตัวอย่างที่มีเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้นมากที่สุดคือ ที่ S4 รองลงมาคือที่ S3, S1 และ S2 ตามลำดับ ดังตารางที่ 14



ภาพที่ 21 การตอบสนองของอัตราการหายใจ (RR) ต่อการชักนำ ในโคพันธุ์โฮลสไตน์-ฟรีเซี่ยน (HF) ของ 4 ช่วงการเก็บตัวอย่างใน 1 ปี

ในทุกช่วงการเก็บตัวอย่าง มีการตอบสนองของ RR เป็นไปในทิศทางเดียวกันเช่นเดียวกับที่พบใน NT จะแตกต่างกันเฉพาะอัตราการเปลี่ยนแปลง RR ของ HF ทุกช่วงการเก็บตัวอย่างไม่สามารถปรับลด RR ที่ T3 ให้มีระดับที่ไม่แตกต่างจากที่ T1 ได้ โดยพบว่าช่วงการเก็บตัวอย่างที่มีเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้นมากที่สุดคือ ที่ S1 รองลงมาคือที่ S4, S2 และ S3 ตามลำดับ ดังตารางที่ 14

4.4 อัตราการเต้นของชีพจร (P)

ผลการศึกษา P ของโค NT และ HF เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงสภาพแวดล้อม ของ 4 ช่วงการเก็บตัวอย่างใน 1 ปี มีค่าเฉลี่ยดังนี้ NT ที่ T1, T2 และ T3 มี P เท่ากับ 78.07, 78.91 และ 76.64 ครั้ง/นาที ตามลำดับ สำหรับ HF ที่ T1, T2 และ T3 มี P เท่ากับ 72.23, 79.96 และ 76.00 ครั้ง/นาที ตามลำดับ นอกจากนี้การวิเคราะห์ทางสถิติพบปฏิสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์ช่วงการเก็บตัวอย่าง และสภาพแวดล้อมของโคที่เปลี่ยนแปลงไป จึงได้แยกเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงของ Hct ที่มีต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพแวดล้อมของ NT และ HF เป็นแต่ละช่วงการเก็บตัวอย่างดังแสดงรายละเอียดในตารางที่ 15 สำหรับการเปลี่ยนแปลงของ P ใน 10 ครั้งของ

การเก็บตัวอย่าง ของ NT และ HF ของแต่ละช่วงการเก็บตัวอย่าง แสดงเป็นกราฟในภาพผนวกที่ 13-16 ซึ่งการเปลี่ยนแปลงส่วนใหญ่มีลักษณะคล้ายคลึงกับการหาค่าเฉลี่ยจากแต่ละสภาพแวดล้อม โดยในขณะที่โคออกกลางแจ้ง P มีค่าเพิ่มสูงขึ้น และเมื่อโคกลับเข้าร่มอีกครั้ง P มีแนวโน้มที่ลดต่ำลง และผลการวิเคราะห์ทางสถิติแสดงในตารางผนวกที่ 3

ตารางที่ 15 อัตราการเต้นของชีพจรเฉลี่ย (P) ของโคพันธุ์พื้นเมือง (NT) และพันธุ์โฮลสไตน์-ฟรีเชี่ยน (HF) ในแต่ละสภาพแวดล้อม ของ 4 ช่วงการเก็บตัวอย่างใน 1 ปี

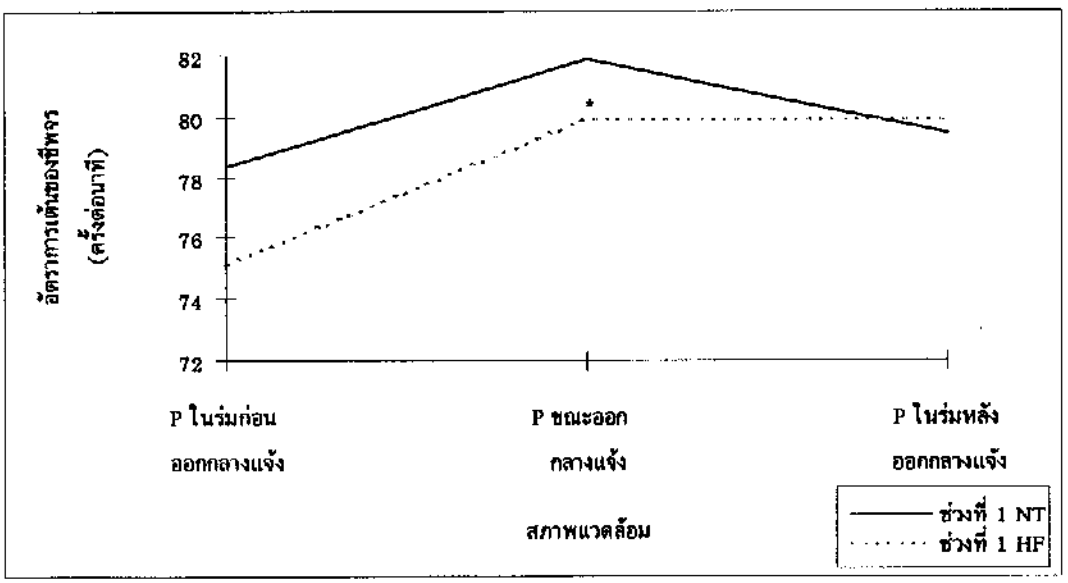
ช่วงการเก็บตัวอย่าง	P (ครั้ง/นาที)					
	NT			HF		
	T1	T2	T3	T1	T2	T3
S1 1/	78.39 กข	81.89 ก	79.50 กข	75.11 ข	79.93 ก	79.93 ก
S2	83.64 ก	79.64 ข	79.07 กขค	74.78 ค	82.64 ก	80.07 กข
S3	72.89 กข	76.14 ก	73.14 กข	68.14 ค	72.81 ข	68.21 ค
S4	77.36 ข	77.98 ข	74.86 ขค	71.00 ค	81.45 ก	75.79 ข

1/ ตัวอักษรในแนวนอนเดียวกันที่แตกต่างกัน ถือว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$)

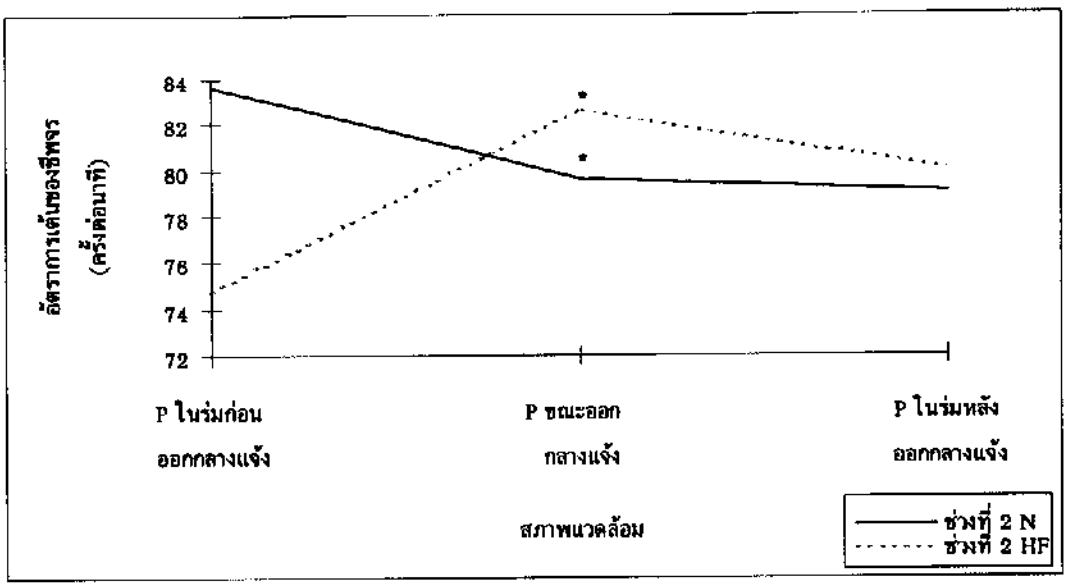
ที่ T2 โคจะมี P เพิ่มขึ้นจาก T1 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) โดยเฉพาะอย่างยิ่งใน HF สอดคล้องกับงานของ Brody และคณะ (1949); Mullick และ Kehar (1959); Kibler และคณะ (1965); Singh และ Bhattacharyya (1990) ซึ่งพบว่า เมื่ออุณหภูมิแวดล้อมสูงขึ้น ทำให้อัตราการเต้นของชีพจรสูงขึ้นด้วย อย่างไรก็ตามมีข้อขัดแย้งในงานของ Kabuga (1992) ซึ่งไม่พบการเปลี่ยนแปลงของอัตราการเต้นของชีพจร เมื่อโคเกิดความเครียดจากความร้อน เมื่ออุณหภูมิของสิ่งแวดล้อมตัวโคสูงขึ้น การเปลี่ยนแปลงของ P ที่เพิ่มขึ้น อาจมีสาเหตุจากสัตว์ต้องการระบายความร้อนออกจากร่างกาย โดยอาศัยกระแสเลือดที่ไหลเวียนไปสู่ส่วนรอบนอกของร่างกาย ทำให้สัตว์ต้องเพิ่มการบีบตัวของหัวใจเพื่อเพิ่มปริมาณเลือดที่ออกจากหัวใจ จึงส่งผลให้อัตราการเต้นของชีพจรซึ่งเป็นตัวแทนของอัตราการบีบตัวของหัวใจเพิ่มขึ้น และอาจเนื่องมาจากการตอบสนองของอัตราการหายใจที่เพิ่มสูงมากขึ้น เป็นเหตุให้เกิดแรงผลักดันให้หัวใจบีบตัวเกิดอัตราการเต้นของชีพจรที่มากขึ้น หลังจากนั้นเมื่อโคเข้าสู่ T3 อุณหภูมิแวดล้อมโคลดต่ำลง

การเปลี่ยนแปลงของ P มีการเปลี่ยนแปลงที่ไม่มากนัก พบเฉพาะบางช่วงการเก็บตัวอย่างเท่านั้น ที่ P ของโคจะมีระดับที่ลดต่ำลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$)

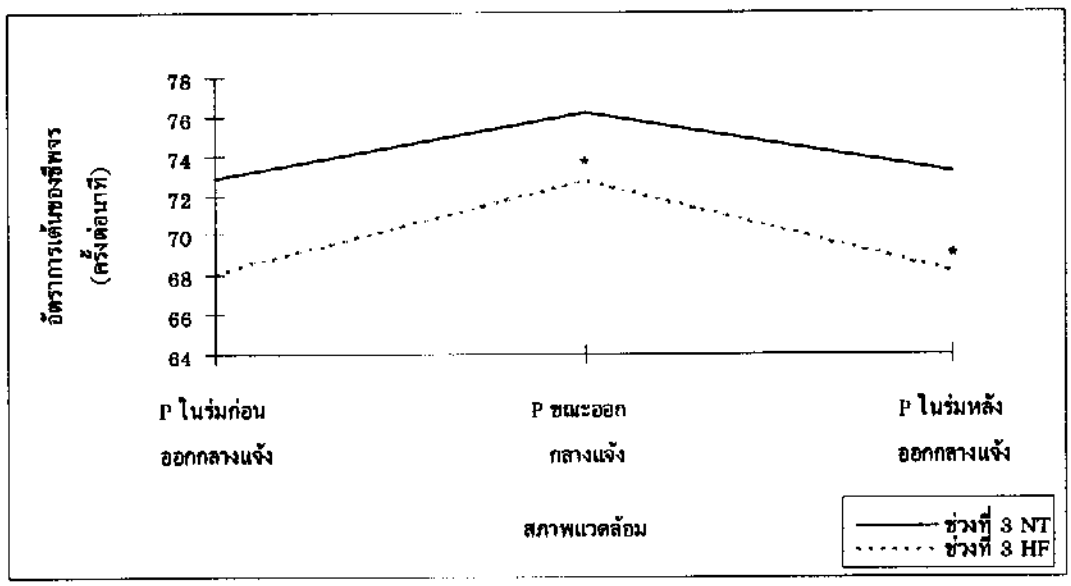
นอกจากนี้ พบว่าช่วงการเก็บตัวอย่างมีผลทำให้ P ที่ตอบสนองต่อสภาพแวดล้อมที่เปลี่ยนแปลงไป ของทั้ง NT และ HF แตกต่างกัน ดังนี้ ใน NT ทิศทางการตอบสนองของ P ในทุกช่วงการเก็บตัวอย่างคล้ายคลึงกัน คือไม่พบความแตกต่างทางสถิติใน T1, T2 และ T3 แสดงถึงการตอบสนองของ P ที่ต่ำ พบการเปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้นที่ T2 เพียงเล็กน้อยอย่างไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ยกเว้นในช่วงการเก็บตัวอย่างที่ 2 ที่ T1 มีความแตกต่างจาก T1 และ T2 มาก ซึ่งอาจเป็นเพราะในช่วงการเก็บตัวอย่างนี้เกิดความผิดพลาด จากการที่มี NT 2 ตัวมีอาการตื่นเต้นมากผิดปกติไปในขณะที่ทำการบันทึกค่าอัตราการเต้นของชีพจรในครั้งที่ 1 และ 2 แต่สำหรับใน HF การตอบสนองของ P ให้ผลที่ชัดเจนมากกว่า ดังนี้ ที่ S1 และ S2 มีการตอบสนองที่คล้ายคลึงกันคือ T2 มี P ที่เพิ่มขึ้นจาก T1 อย่างมีนัยสำคัญ หลังจากนั้นเมื่อเข้าสู่ T3 P ไม่มีการเปลี่ยนแปลงจาก T2 ซึ่งต่างจากที่ S3 คือที่ T3 ค่า P สามารถปรับลดลงจนมีค่าที่ไม่แตกต่างจากที่ T1 ได้ ในขณะที่ที่ S4 ที่ T3 มีการปรับลดลงในระดับที่แตกต่างทางสถิติกับ T2 แต่ยังมีความแตกต่างทางสถิติกับ T1 (ภาพที่ 22-25)



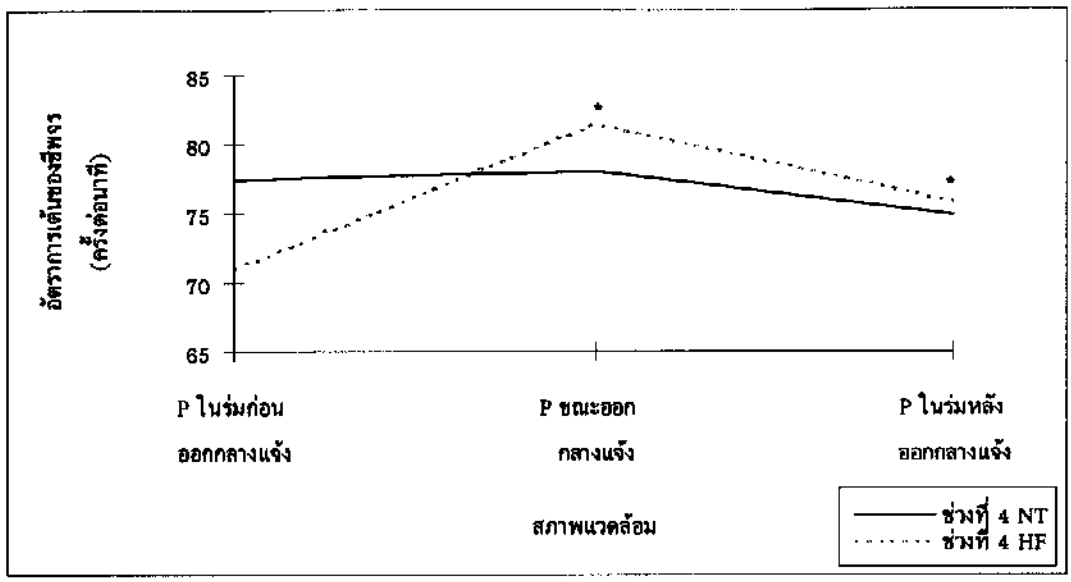
ภาพที่ 22 การตอบสนองของอัตราการเต้นของชีพจร (P) ต่อการชักนำ ในโคพันธุ์พื้นเมือง (NT) และพันธุ์โฮลสไตน์-ฟรีเซี่ยน (HF) ของช่วงการเก็บตัวอย่างที่ 1



ภาพที่ 23 การตอบสนองของอัตราการเต้นของชีพจร (P) ต่อการชักนำ ในโคพันธุ์พื้นเมือง (NT) และพันธุ์โฮลสไตน์-ฟรีเชี่ยน (HF) ของช่วงการเก็บตัวอย่างที่ 2



ภาพที่ 24 การตอบสนองของอัตราการเต้นของชีพจร (P) ต่อการชักนำ ในโคพันธุ์พื้นเมือง (NT) และพันธุ์โฮลสไตน์-ฟรีเชี่ยน (HF) ของช่วงการเก็บตัวอย่างที่ 3



ภาพที่ 25 การตอบสนองของอัตราการเต้นของชีพจร (P) ต่อการชักนำ ในโคพันธุ์พื้นเมือง (NT) และพันธุ์โฮลสไตน์-ฟรีเชี่ยน (HF) ของช่วงการเก็บตัวอย่างที่ 4

ในแต่ละสภาพแวดล้อมที่เปลี่ยนแปลงไป ของแต่ละช่วงการเก็บตัวอย่าง พบว่าอัตราการเต้นของชีพจรใน NT และ HF มีค่าที่ไม่แตกต่างกันมากนัก ซึ่งมีค่าที่ต่ำกว่าค่าเฉลี่ยของสมศักดิ์ (2521) ที่ให้ค่าอัตราการเต้นของชีพจรเฉลี่ยในลูกโคพันธุ์พื้นเมืองอายุ 1-2 ปี เท่ากับ 84.65 $\pm$0.74 ครั้ง/นาที และลูกโคนมพันธุ์ผสมอายุ 1-2 ปี มีค่าเฉลี่ย 96.10$\pm$0.66 ครั้ง/นาที ซึ่งอาจเป็นเพราะอายุของโค และพันธุ์ที่ใช้ในการศึกษาแตกต่างกัน ที่ T1 P ของ NT มีแนวโน้มสูงกว่า HF อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ในขณะที่ที่ T2 และ T3 ทั้ง NT และ HF มี P ที่ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) นอกจากนี้ใน S3 ทั้ง NT และ HF มี P ที่มีค่าเฉลี่ยต่ำเมื่อเทียบกับ S1, S2 และ S4 ทั้งนี้อาจเนื่องจากช่วงการเก็บตัวอย่างนี้ เมื่อพิจารณาค่าอุณหภูมิ (AT) และความชื้นของอากาศแวดล้อม (RH) จะพบว่ามี RH ที่สูงจึงทำให้มี AT ที่ต่ำกว่าช่วงการเก็บตัวอย่างอื่น ๆ จึงส่งผลให้มี P ในช่วงการเก็บตัวอย่างนี้มีค่าต่ำ สอดคล้องกับรายงานของ Bhattacharya และคณะ (1965) ซึ่งพบว่าอัตราการเต้นของชีพจร ในฤดูร้อนมีค่าสูงสุด และในฤดูหนาวมีค่าต่ำสุด แสดงว่าในช่วงที่มีอุณหภูมิต่ำอัตราการเต้นของชีพจรก็จะมีค่าต่ำด้วย

P ของโค NT และ HF ที่ตอบสนองต่อสภาพแวดล้อมที่เปลี่ยนแปลงไปจากเดิม มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.05$) ในเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลง โดย NT มีเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลง เมื่อสภาพแวดล้อมเปลี่ยนจาก T1 เป็น T2 น้อยกว่า HF ใน S4 มีเปอร์เซ็นต์

ของความแตกต่างระหว่างพันธุ์มากที่สุด 18.14 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือ S2, S3 และ S1 ซึ่งมีเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงเท่ากับ 5.72, 2.39 และ 1.96 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ พบว่าในช่วงการเก็บตัวอย่างที่มี AT สูง HF จะมีเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงของ P ที่มากกว่าช่วงที่มีค่า AT ต่ำกว่า แสดงถึงการตอบสนองของ P ที่มาก ในสภาพแวดล้อมที่มี AT สูงอย่างเห็นได้ชัด ซึ่งแตกต่างจาก NT ที่พบว่าใน 4 ช่วงของการเก็บตัวอย่างเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงอยู่ในระดับที่ไม่แตกต่างกันมากนัก ทั้งนี้อาจเนื่องจาก HF มีข้อจำกัดหลายประการที่มีผลต่อการระบายความร้อนออกจากร่างกายดังที่ได้กล่าวมาในหัวข้อ 4.2 และ 4.3 สำหรับเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงของ P แสดงในตารางที่ 16

ตารางที่ 16 เปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงของอัตราการเต้นของชีพจร (P) เมื่อสภาพแวดล้อมเปลี่ยนแปลงไป ในโคพันธุ์พื้นเมือง (NT) และพันธุ์โฮลสไตน์-ฟรีเชี่ยน (HF) ในช่วงการเก็บตัวอย่างที่ 1 ถึง 4

สภาพแวดล้อม	% การเปลี่ยนแปลงใน S1			% การเปลี่ยนแปลงใน S2		
ที่เปรียบเทียบ	NT	HF	% NT- % HF	NT	HF	% NT- % HF
T1 และ T2	+4.46	+6.42	-1.96 2/	-4.78	+10.50	-5.72 2/
T2 และ T3	-2.96	0.00	-2.96 3/	-0.72	-3.11	2.39 2/
สภาพแวดล้อม	% การเปลี่ยนแปลงใน S3			% การเปลี่ยนแปลงใน S4		
ที่เปรียบเทียบ	NT	HF	% NT- % HF	NT	HF	% NT- % HF
T1 และ T2	+4.46	+6.85	-2.39 2/	+0.80	+18.94	-18.64 2/
T2 และ T3	-3.94	-6.32	2.38 2/	-0.79	-10.25	9.46 2/

\+ หมายถึง เปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงที่เพิ่มขึ้นจากเดิม

\- หมายถึง เปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงที่ลดลงจากเดิม

2/ หมายถึง NT มีเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงที่น้อยกว่า HF

3/ หมายถึง NT มีเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงที่มากกว่า HF

การตอบสนองของ P ในโค NT และ HF มีความแตกต่างกันในเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลง ใน NT มีการตอบสนองของ P ต่อสภาพแวดล้อมที่เปลี่ยนแปลงไปน้อยกว่า HF มาก และมีแนวโน้มที่จะปรับให้กลับสู่ระดับเดิมเมื่อเริ่มต้นได้มากกว่า HF นอกจากนี้ระดับของการตอบสนองยัง

มีความแตกต่างระหว่างช่วงการเก็บตัวอย่างด้วย ซึ่งมีความสัมพันธ์กับอุณหภูมิอากาศแวดล้อม คือ ใน HF ที่ S4 ซึ่งมีอุณหภูมิแวดล้อมเฉลี่ยสูง แม้ว่าจะต่ำกว่าที่ S1 แต่ที่ S4 มีความชื้นสัมพัทธ์ที่ต่ำกว่า S1 จึงทำให้มีความรุนแรงของความร้อนที่สูงกว่า ส่งผลให้ S4 มีการตอบสนองของ P เกิดขึ้นในอัตราที่สูงที่สุดเมื่อเทียบกับช่วงการเก็บตัวอย่างอื่น ซึ่งอาจเป็นไปได้ว่าช่วงการเก็บตัวอย่างนี้ HF มีความเครียดเกิดขึ้นสูงสุด เนื่องจากความรุนแรงของความร้อนที่สูงกว่าช่วงอื่น ซึ่งโดยปกติแล้วในโคมีการตอบสนองของ P เป็นอันดับสามรองจาก อัตราการหายใจ และอุณหภูมิทวารหนัก (Seath and Miller, 1946 อ้างโดย Younas et al.,1979) แต่สำหรับ NT พบว่าช่วงการเก็บตัวอย่างทั้ง 4 ช่วงมีการตอบสนองที่ไม่แตกต่างกัน

4.5 ค่าโลหิตวิทยา

4.5.1 จำนวนเม็ดเลือดแดง (RBC)

ผลการศึกษา RBC ของโค NT และ HF เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงสภาพแวดล้อม ของ 4 ช่วงการเก็บตัวอย่างใน 1 ปี มีค่าเฉลี่ยดังนี้ NT ที่ T1, T2 และ T3 มี RBC เฉลี่ย 7.19, 6.40 และ 6.38 ล้านเซล/ลูกบาศก์มิลลิเมตร ตามลำดับ สำหรับ HF ที่ T1, T2 และ T3 มี RBC เฉลี่ย 5.22, 4.80 และ 4.67 ล้านเซล/ลูกบาศก์มิลลิเมตร ตามลำดับ แสดงรายละเอียดในตารางที่ 17 การเปลี่ยนแปลงของ RBC ใน 10 ครั้งของการเก็บตัวอย่าง ของโค NT และ HF ของแต่ละช่วงการเก็บตัวอย่าง แสดงเป็นกราฟในภาพผนวกที่ 17-20 ซึ่งมีการเปลี่ยนแปลงที่มีลักษณะเดียวกับการหาค่าเฉลี่ยจากแต่ละสภาพแวดล้อม คือเมื่อโคออกกลางแจ้ง จำนวนเม็ดเลือดแดงมีแนวโน้มลดต่ำลงจากเมื่อเริ่มต้น และเพิ่มขึ้นเล็กน้อยเมื่อกลับเข้าร่ม และผลการวิเคราะห์ทางสถิติโดยละเอียดแสดงในตารางผนวกที่ 4

ตารางที่ 17 จำนวนเม็ดเลือดแดงเฉลี่ย(RBC) ของโคพันธุ์พื้นเมือง (NT) และพันธุ์โฮลสไตน์-ฟรีเซี่ยน (HF) ในแต่ละสภาพแวดล้อม ของ 4 ช่วงการเก็บตัวอย่างใน 1 ปี

ช่วงการเก็บตัวอย่าง	RBC (ล้านเซล/ลูกบาศก์มิลลิเมตร)					
	NT			HF		
	T1	T2	T3	T1	T2	T3
S1	8.38	7.61	7.75	6.09	5.80	5.98
S2	7.54	6.75	5.70	5.40	4.68	4.58
S3	7.13	6.22	6.19	5.15	5.08	4.87
S4	5.69	4.99	5.87	4.24	3.65	3.32
ค่าเฉลี่ย[1/]	7.19 ก	6.39 ข	6.38 ข	5.22 ค	4.80 ง	4.67 ง

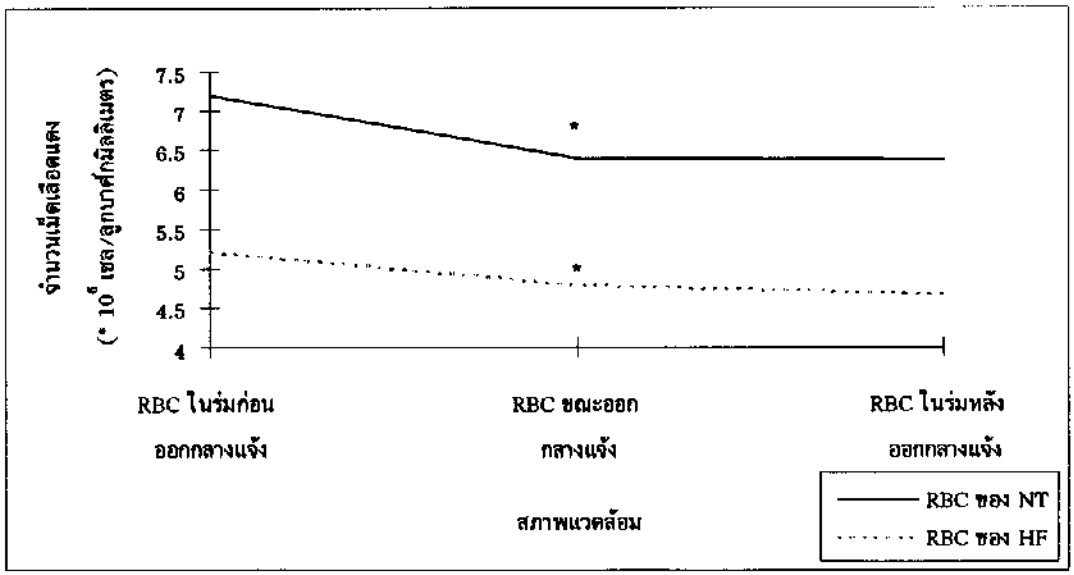
1/ ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวนอนถือว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$)

ที่ T2 โคมี RBC ลดลงจาก T1 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) จากนั้นเมื่อโคเข้าสู่ T3 RBC ของโคไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับที่ T2

การลดลงของ RBC เมื่อโคมีอุณหภูมิแวดล้อมสูงขึ้น ทั้งนี้อาจเนื่องมาจาก โคได้รับการถ่ายเทความร้อนจากสภาพแวดล้อมที่มีอุณหภูมิสูงกว่าเข้าสะสมในร่างกายโคเพิ่มมากขึ้น เมื่ออุณหภูมิร่างกายโคสูงขึ้น ศูนย์ควบคุมการหดตัวของเส้นเลือดรอบนอก บริเวณไฮโปธารามัสจะถูกกด เพื่อให้เส้นเลือดรอบนอกเกิดการขยายตัว และมีการถ่ายเทของเหลวจากภายนอกเส้นเลือดเข้าสู่เส้นเลือดเพิ่มมากขึ้น โดยเฉพาะการดูดซึมของเหลวจากบริเวณกระเพาะหมัก ซึ่งมีของเหลวอยู่มาก เพื่อประโยชน์ในการระบายความร้อน โดยผ่านทางการขับเหงื่อ เป็นเหตุให้เลือดมีความเจือจาง ดังนั้น RBC จึงลดต่ำลงตามความเข้มข้นของเลือดที่เปลี่ยนไป (Hafez, 1968; Garg and Nangia,1981) ซึ่งสอดคล้องกับความเห็นของ Schalm และคณะ (1975) ซึ่งรายงานว่า เมื่อสัตว์เครียดเนื่องจากความร้อน สัตว์มีความจำเป็นต้องรักษาระดับความร้อนในร่างกายให้คงที่ หรือมีการเปลี่ยนแปลงที่น้อยที่สุด ดังนั้นเลือดในส่วนที่ไปเลี้ยงทางเดินอาหาร และต่อมหมวกไตจะลดปริมาณลง เพื่อควบคุมเมตตาบอลิซึ่มในร่างกาย ส่งผลให้ฮอร์โมนจากต่อมหมวกไตลดต่ำลง เป็นผลให้เกิดการชะงักการผลิตเม็ดเลือดแดง เนื่องจากการขาดการกระตุ้นการทำงานของอีริโทรโปอิตีน (erytropoetin) ซึ่งเป็นกลัยโคโปรตีนตัวหนึ่งที่มีอิทธิพลต่อขบวนการสร้างเม็ดเลือดแดง ทำหน้าที่กระตุ้นสารตั้งต้นของเม็ดเลือดแดงที่อยู่ภายในไขกระดูก ซึ่งขัดแย้งกับ

รายงานของ Bianca และคณะ (1965) อ้างโดย Schalm และคณะ (1975) ซึ่งรายงานว่าอาการกลัวหรือการตื่นเต้นในเวลาการเก็บตัวอย่างเลือด ทำให้ม้ามบีบตัว เนื่องจากอิทธิพลของฮอร์โมนอิพิเนฟฟริน เป็นผลให้จำนวนเม็ดเลือดแดง ค่าฮีมาโตคริต และค่าฮีโมโกลบินเพิ่มสูงขึ้น อย่างไรก็ตามในการวิจัยครั้งนี้ผลการวิจัยคือ จำนวนเม็ดเลือดแดงลดต่ำลง เมื่ออุณหภูมิแวดล้อมของโคสูงขึ้น ซึ่งเชื่อว่าเนื่องจากเหตุผลดังที่กล่าวมา และอาจเนื่องจากระยะเวลาในการเกิดความเครียดนี้มีระยะเวลาที่สั้น ดังนั้นหากโคเกิดความเครียดเป็นระยะเวลานาน อาจทำให้จำนวนเม็ดเลือดแดงสูงขึ้นจากความเครียดนี้ได้ เนื่องจากโคเกิดการขาดน้ำและสูญเสียน้ำออกจากร่างกายมากขึ้น ทำให้เลือดมีความเข้มข้นมากขึ้น ส่งผลให้มีจำนวนเม็ดเลือดแดงเพิ่มสูงขึ้นได้ หรืออาจเป็นเพราะโคไม่เกิดอาการตื่นเต้นตกใจ ซึ่งพบเฉพาะใน HF อย่างไรก็ตามใน NT มีอาการตื่นเต้นแต่ก็ยังพบว่ามีการลดลงของ RBC เช่นกัน เมื่อโคเข้าสู่ T3 RBC ของโคไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับที่ T2 ซึ่งอาจเนื่องมาจากการปรับตัวของ RBC เกิดขึ้นได้ช้าต้องอาศัยระยะเวลาที่ใช้ในการปรับให้กลับเข้าสู่สภาพเดิมที่นานกว่า 1 ชั่วโมงหลังจากกลับเข้าร่ม

RBC ของทั้ง NT และ HF ที่ตอบสนองต่อสภาพแวดล้อมที่เปลี่ยนแปลงไปจากเดิมช่วงการเก็บตัวอย่างไม่มีผลทำให้ RBC ของโคแตกต่างกัน พบเฉพาะความแตกต่างระหว่างพันธุ์ที่มีผลต่อ RBC ของโค เช่นเดียวกับการตอบสนองของ RT และจะเห็นได้ชัดเจนขึ้นในภาพที่ 26



ภาพที่ 26 การตอบสนองของจำนวนเม็ดเลือดแดง (RBC) ต่อการชักนำ ในโคพันธุ์พื้นเมือง (NT) และพันธุ์โฮลสไตน์-ฟรีเชี่ยน (HF)

ที่ T1, T2 และ T3 NT มี RBC ที่มากกว่า RBC ของ HF อย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.05$) ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของ Walker (1958) อ้างโดย สมพงษ์ (2523) ว่าโคพันธุ์พื้นเมืองในเขตร้อนมีจำนวนเม็ดเลือดแดงมากกว่าโคในเขตหนาว

RBC ของโค NT และ HF ที่ตอบสนองต่อสภาพแวดล้อมที่เปลี่ยนแปลงไปจากเดิม มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.05$) เฉพาะเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลง โดย NT มีเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงของ RBC เมื่อสภาพแวดล้อมเปลี่ยนจาก T1 เป็น T2 มากกว่า HF 3.04 เปอร์เซ็นต์ แต่การเปลี่ยนจาก T2 เป็น T3 NT มีเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงของ RBC น้อยกว่า HF 2.47 เปอร์เซ็นต์ แสดงในตารางที่ 18

ตารางที่ 18 เปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงของจำนวนเม็ดเลือดแดง (RBC) เมื่อสภาพแวดล้อมเปลี่ยนแปลงไป ในโคพันธุ์พื้นเมือง (NT) และพันธุ์โฮลสไตน์-ฟรีเชี่ยน (HF)

สภาพแวดล้อมที่เปรียบเทียบ	เปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลง		เปอร์เซ็นต์ NT-เปอร์เซ็นต์ HF
	NT	HF	
T1และ T2	-11.06	-8.02	3.04[3/]
T2 และ T3	-0.29	-2.76	2.47[2/]

\- หมายถึง เปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงที่ลดลงจากเดิม

2/ หมายถึง NT มีเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงที่น้อยกว่า HF

3/ หมายถึง NT มีเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงที่มากกว่า HF

จากความแตกต่างของการตอบสนองระหว่างพันธุ์ NT มีการเปลี่ยนแปลงที่มากกว่า HF ซึ่งสอดคล้องกับ Howes และคณะ (1957, 1963) อ้างโดย Rubsaman และ Hales (1985) ที่พบว่า ในขณะที่โคเกิดความเครียดจากความร้อน โคพันธุ์อินเดียมีปริมาณพลาสมาของเลือดและปริมาณเลือดทั้งหมดเปลี่ยนแปลงเพิ่มสูงขึ้นมากกว่าโคพันธุ์ยุโรป ซึ่งมีผลทำให้เลือดมีความเข้มข้นลดต่ำลง ดังนั้น NT จึงพบการลดลงของ RBC ที่มากกว่า HF แสดงให้เห็นถึงการปรับตัวของ NT ที่แสดงออกทางส่วนประกอบของเลือดที่มากกว่า HF รวมทั้งการปรับให้เข้าสู่ระดับเดิมใน NT ยังเป็นไปได้ช้ากว่า HF ด้วย ซึ่งเห็นได้จากการปรับตัวของ RBC หลังจากที่โคกลับเข้าร่มแล้วใน NT มีการเปลี่ยนแปลงที่น้อยกว่า

4.5.2 ค่าฮีมาโตคริต (Hct)

ผลการศึกษา Hct ของ NT และ HF เมื่อสภาพแวดล้อมของโคเปลี่ยนแปลงไป ของ 4 ช่วงการเก็บตัวอย่างใน 1 ปี มีค่าเฉลี่ยดังนี้ NT ที่ T1, T2 และ T3 มี Hct เฉลี่ย 34.30 , 29.94 และ 31.07 เปอร์เซ็นต์ สำหรับ HF ที่ T1, T2 และ T3 มี Hct เฉลี่ย 22.11, 21.25 และ 21.98 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ นอกจากนี้การวิเคราะห์ทางสถิติพบปฏิสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์ ช่วงการเก็บตัวอย่าง และสภาพแวดล้อมของโคที่เปลี่ยนแปลงไป จึงได้แยกเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงของ Hct ที่มีต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพแวดล้อม ของ NT และ HF เป็นแต่ละช่วงการเก็บตัวอย่าง ดังแสดงรายละเอียดในตารางที่ 19 การเปลี่ยนแปลงของ Hct ใน 10 ครั้งของการเก็บตัวอย่าง ของโค NT และ HF ของแต่ละช่วงการเก็บตัวอย่าง แสดงเป็นกราฟในภาพผนวกที่ 21-24 ซึ่งการเปลี่ยนแปลงโดยส่วนใหญ่ มีลักษณะคล้ายกับการหาค่าเฉลี่ยจากแต่ละสภาพแวดล้อม คือเมื่อโคออกกลางแจ้งค่าฮีมาโตคริตมีแนวโน้มลดต่ำลงจากเมื่อเริ่มต้น และเพิ่มขึ้นเมื่อกลับเข้าร่ม และผลการวิเคราะห์ทางสถิติแสดงในตารางผนวกที่ 5

ตารางที่ 19 ค่าฮีมาโตคริตเฉลี่ย (Hct) ของโคพันธุ์พื้นเมือง (NT) และพันธุ์โฮลสไตน์-ฟรีเชี่ยน (HF) ในแต่ละสภาพแวดล้อม ของ 4 ช่วงการเก็บตัวอย่างใน 1 ปี

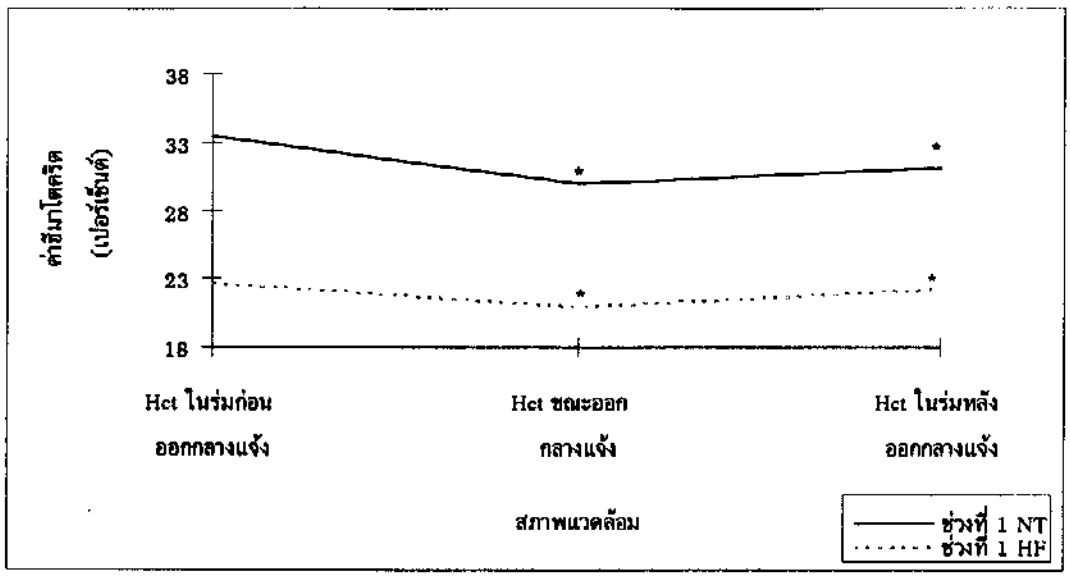
ช่วงการเก็บตัวอย่าง	Hct (เปอร์เซ็นต์)					
	NT			HF		
	T1	T2	T3	T1	T2	T3
S1 1/	33.43^{ก}	29.96^{ค}	31.11^{ข}	22.71^{ง}	21.04^{จ}	22.32^{ง}
S2	34.39^{ก}	29.72^{ค}	30.73^{ข}	20.11^{งจ}	19.88^{จ}	20.70^{ง}
S3	33.78^{ก}	30.13^{ข}	30.43^{ข}	22.00^{ค}	21.75^{ค}	21.96^{ค}
S4	35.61^{ก}	29.96^{ค}	32.00^{ข}	23.61^{ง}	22.35^{จ}	22.93^{งจ}

1/ ตัวอักษรในแนวนอนเดียวกันที่แตกต่างกัน ถือว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$)

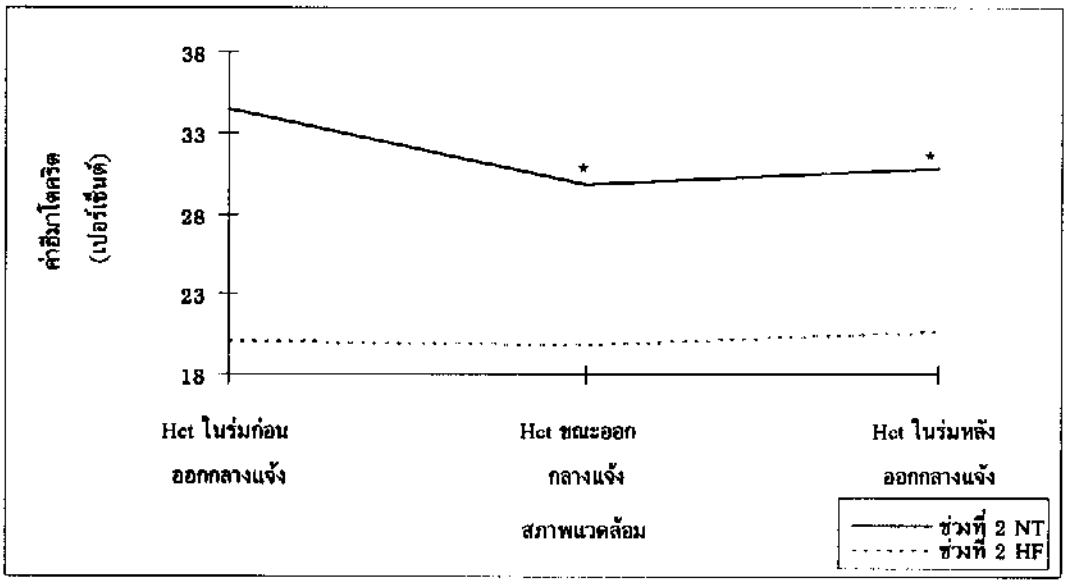
ที่ T2 โคมี Hct ลดต่ำลงจาก T1 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากค่า Hct เป็นค่าที่มีความสัมพันธ์กับ RBC เพราะเป็นค่าที่บ่งบอกถึงปริมาณของ

เม็ดเลือดแดงที่ถูกอัดแน่นเทียบกับปริมาตรของเลือดทั้งหมด ดังนั้นการเปลี่ยนแปลงของ RBC จึงมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของ Hct เป็นไปในทิศทางเดียวกัน เมื่อ RBC ลดต่ำลง Hct จึงลดต่ำลงด้วย จากนั้นเมื่อโคเข้าสู่ T3 Hct มีค่าปรับเพิ่มขึ้น อย่างไรก็ตามยังคงแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับที่ T1 ทิศทางการเปลี่ยนแปลงของ Hct ที่ลดต่ำลงเมื่อสภาพแวดล้อมมีอุณหภูมิสูงขึ้นตรงกับงานของ Bianca (1957) ศึกษาในลูกโคพันธุ์โฮลสไตน์-ฟรีเชี่ยน Raghavan และ Mullick (1962); ประภา และ คณะ (2529) ศึกษาในกระบือปลัก ซึ่งพบการลดลงของค่าฮีมาโตคริตเมื่อสัตว์อยู่ในภาวะอากาศร้อน การปรับตัวของสัตว์เนื่องจากอยู่ในภาวะอากาศร้อน มีผลทำให้ปริมาณของของเหลวภายนอกเซลเพิ่มมากขึ้น เนื่องจากในขณะที่อากาศร้อนจะมีการถ่ายเทน้ำ จากภายนอกเส้นเลือดเข้าสู่เส้นเลือดเพิ่มมากขึ้น จากกลไกการควบคุมความร้อนในร่างกายโดยผ่านทางการขับเหงื่อ และความต้องการน้ำที่เพิ่มขึ้น เป็นผลให้เลือดเกิดเจือจาง มีปริมาณพลาสมาเพิ่มขึ้น ทำให้ค่า Hct ลดต่ำลง (Hafez, 1968; Garg and Nangia,1981) ซึ่งเป็นเหตุผลเดียวกับการเปลี่ยนแปลงของ RBC

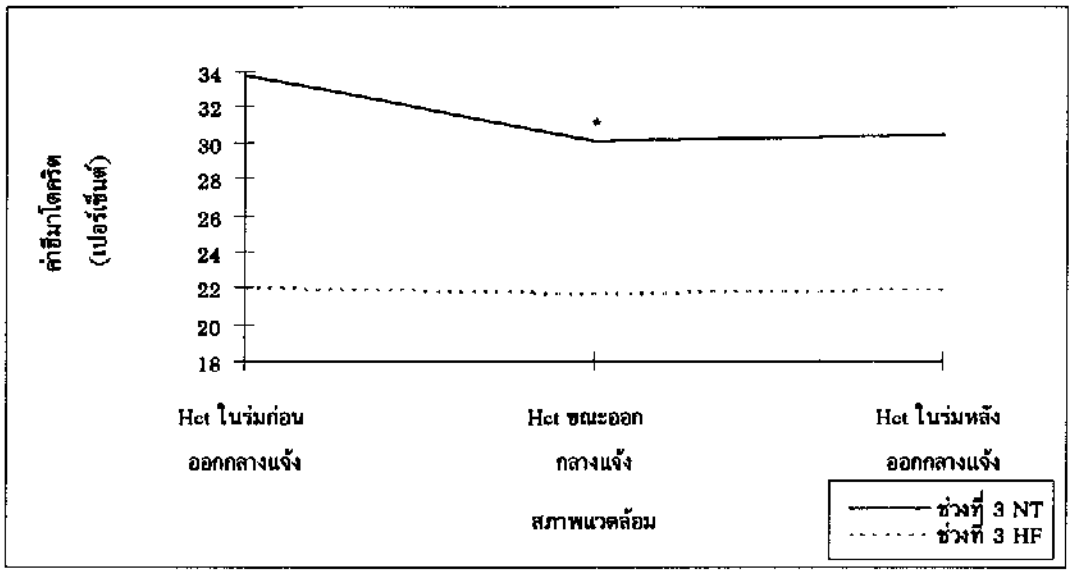
ช่วงการเก็บตัวอย่างมีผลทำให้ Hct ที่ตอบสนองต่อสภาพแวดล้อมที่เปลี่ยนแปลงไป ของโคทั้ง NT และ HF แตกต่างกัน โดย S3 มีความแตกต่างจาก S1, S2 และ S4 ซึ่งมีการตอบสนองที่มีลักษณะที่คล้ายคลึงกัน ดังนี้ S3 ของ NT ที่ T2 พบความแตกต่างทางสถิติกับเฉพาะ T1 แต่ไม่แตกต่างทางสถิติกับ T3 ส่วน HF ที่ T1, T2 และ T3 ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ สำหรับ S1, S2 และ S4 พบความแตกต่างกันทางสถิติของ T1, T2 และ T3 โดยที่ T1 มีค่าสูงสุด รองลงมาคือ T3 และ T2 มีค่าต่ำสุด ความแตกต่างของ S3 จากช่วงการเก็บตัวอย่างอื่นเมื่อพิจารณาค่า AT และ RH จะพบว่าช่วง S3 นี้ RH ของทั้ง 3 สภาพแวดล้อม ไม่มีการเปลี่ยนแปลงทางสถิติ ทั้งยังมีค่าที่ค่อนข้างสูงกว่าช่วงการเก็บตัวอย่างอื่น ๆ ดังนั้นจึงอาจเป็นสาเหตุหลัก ที่ทำให้กลไกการระบายความร้อนผ่านทางการระเหยมีประสิทธิภาพที่ลดต่ำลง ซึ่งสอดคล้องกับ ทินกร (2519) อ้างโดย สมชาติ (2531) ซึ่งกล่าวว่า ความชื้นจะมีผลทำให้การระบายความร้อนทางการขับเหงื่อเป็นไปได้ยากขึ้น จึงพบการเปลี่ยนแปลงของค่าที่เกี่ยวข้องกับส่วนประกอบของเลือดมีระดับที่ต่ำกว่า หรือมีการตอบสนองที่น้อยกว่าในสภาพที่มีความชื้นในอากาศต่ำกว่า (ภาพที่ 27-30)



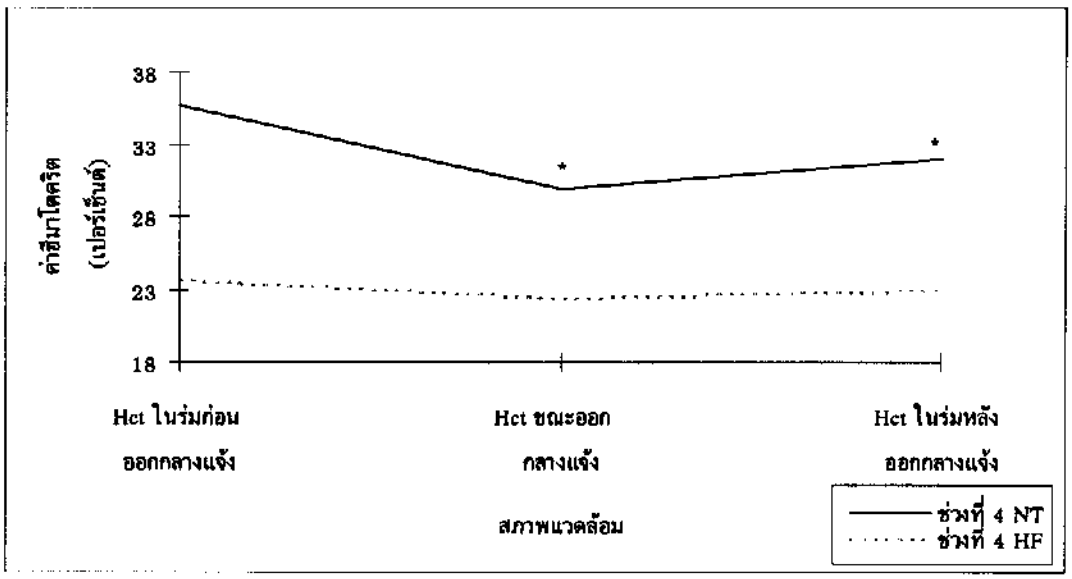
ภาพที่ 27 การตอบสนองของค่าฮีมาโตคริต (Hct) ต่อการชักนำ ในโคพันธุ์พื้นเมือง (NT) และพันธุ์โฮลสไตน์-ฟรีเซี่ยน (HF) ของช่วงการเก็บตัวอย่างที่ 1



ภาพที่ 28 การตอบสนองของค่าฮีมาโตคริต (Hct) ต่อการชักนำ ในโคพันธุ์พื้นเมือง (NT) และพันธุ์โฮลสไตน์-ฟรีเซี่ยน (HF) ของช่วงการเก็บตัวอย่างที่ 2



ภาพที่ 29 การตอบสนองของค่าฮีมาโตคริต (Hct) ต่อการชักนำ ในโคพันธุ์พื้นเมือง(NT) และพันธุ์โฮลสไตน์-ฟรีเชี่ยน(HF) ของช่วงการเก็บตัวอย่างที่ 3



ภาพที่ 30 การตอบสนองของค่าฮีมาโตคริต (Hct) ต่อการชักนำ ในโคพันธุ์พื้นเมือง(NT) และพันธุ์โฮลสไตน์-ฟรีเชี่ยน(HF) ของช่วงการเก็บตัวอย่างที่ 4

ที่ T1, T2 และ T3 ของทุกช่วงการเก็บตัวอย่าง NT มี Hct ที่มากกว่า Hct ของ HF อย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.05$) ซึ่งสอดคล้องกับ Walker (1958) อ้างโดย สมพงษ์ (2529) ซึ่งรายงานว่าโคพันธุ์พื้นเมืองในเขตร้อนมีจำนวนเม็ดเลือดแดงมากกว่าโคในเขตหนาว ซึ่งส่งผลให้มีค่า Hct ที่มากกว่าด้วย และตรงกับรายงานของ Evans (1962); Tong และคณะ (1986) ซึ่งรายงานว่า โคพันธุ์อินเดียมีค่าฮีมาโตคริตสูงกว่าโคพันธุ์ยุโรป

Hct ของโค NT และ HF ที่ตอบสนองต่อสภาพแวดล้อมที่เปลี่ยนแปลงไปจากเดิม มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.05$) ในเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลง โดย NT มีเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลง เมื่อสภาพแวดล้อมเปลี่ยนจาก T1 เป็น T2 มากกว่า HF ใน S2 มีเปอร์เซ็นต์ของความแตกต่างระหว่างพันธุ์มากที่สุด 12.44 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือ S4, S3 และ S1 ซึ่งมีเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงเท่ากับ 10.53, 9.67 และ 3.03 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ จะเห็นว่าในช่วงที่มี RH สูง HF จะมีเปอร์เซนต์การเปลี่ยนแปลงที่น้อยกว่าช่วงที่มีค่า RH ต่ำกว่า แสดงถึงความสามารถในการระบายความร้อนออกจากร่างกายโดยผ่านทางกลไกนี้ได้ต่ำกว่า ในสภาพแวดล้อมที่มี RH สูงอย่างเห็นได้ชัด ต่างจาก NT ซึ่งใน 4 ช่วงของการเก็บตัวอย่าง เปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงอยู่ในระดับที่ไม่แตกต่างกันมากนัก ทั้งนี้อาจเนื่องจาก HF มีข้อจำกัดหลายประการที่มีผลต่อการระบายความร้อนออกจากร่างกายซึ่งไม่พบใน NT เช่น ขนที่มีลักษณะที่เป็นอุปสรรคต่อการระบายความร้อนมากกว่า NT เป็นต้น จึงทำให้ความแตกต่างระหว่างพันธุ์มีค่าสูงในช่วงที่มี RH สูง สำหรับการเปลี่ยนจาก T2 เป็น T3 NT มีเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงของ Hct น้อยกว่า HF ใน S1 และ S2 (2.17 และ 0.72 เปอร์เซนต์) ต่างจาก S3 และ S4 ที่พบการเปลี่ยนแปลงใน NT มากกว่า HF (9.67 และ 4.21 เปอร์เซ็นต์) เปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงแสดงในตารางที่ 20

ตารางที่ 20 เปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงของค่าฮีมาโตคริต (Hct) เมื่อสภาพแวดล้อมเปลี่ยนแปลงไป ในโคพันธุ์พื้นเมือง (NT) และพันธุ์โฮลสไตน์-ฟรีเซี่ยน (HF) ในช่วงการเก็บตัวอย่างที่ 1 ถึง 4

สภาพแวดล้อม	% การเปลี่ยนแปลงใน S1			% การเปลี่ยนแปลงใน S2		
ที่เปรียบเทียบ	NT	HF	% NT- % HF	NT	HF	% NT- % HF
T1 และ T2	-10.38	-7.35	-3.03 3/	-13.58	-1.14	-12.44 3/
T2 และ T3	+3.91	+6.08	-2.17 2/	+3.40	+4.12	-0.72 2/
สภาพแวดล้อม	% การเปลี่ยนแปลงใน S3			% การเปลี่ยนแปลงใน S4		
ที่เปรียบเทียบ	NT	HF	% NT- % HF	NT	HF	% NT- % HF
T1 และ T2	-10.80	-1.14	-9.67 3/	-15.87	-5.34	-10.53 3/
T2 และ T3	+0.99	+0.96	0.03 3/	+6.81	+2.60	4.21 3/

\+ หมายถึง เปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงที่เพิ่มขึ้นจากเดิม

\- หมายถึง เปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงที่ลดลงจากเดิม

2/ หมายถึง NT มีเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงที่น้อยกว่า HF

3/ หมายถึง NT มีเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงที่มากกว่า HF

จากความแตกต่างของการตอบสนองระหว่างพันธุ์ NT มีเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงที่มากกว่า HF และมีแนวโน้มที่จะกลับคืนสู่สภาพเดิมได้ช้ากว่า HF แสดงถึง การตอบสนองของ Hct ของ NT ต่อการเปลี่ยนแปลงของสภาพแวดล้อมที่มากกว่าการตอบสนองของ Hct ของ HF คล้ายกับลักษณะของ RBC ชี้ให้เห็นว่า NT มีการตอบสนองของค่าทางโลหิตวิทยาสูงกว่า HF ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากความสามารถในการระบายความร้อนออกจากร่างกายโดยการขับเหงื่อ การแผ่รังสีความร้อน การนำ และการพาความร้อนที่ของ NT ที่เด่นกว่าใน HF ซึ่งเป็นโคในเขตอบอุ่น และ NT อาจอาศัยเพียงความสามารถในการระบายความร้อน โดยวิธีการเหล่านี้ก็สามารถควบคุมสมดุลย์ความร้อนในร่างกายได้

4.5.3 ค่าฮีโมโกลบิน (Hb)

ผลการศึกษา Hb ของโค NT และ HF เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงสภาพแวดล้อม ของ 4 ช่วงการเก็บตัวอย่างใน 1 ปี มีค่าเฉลี่ยดังนี้ NT ที่ T1, T2 และ T3 มี Hb เฉลี่ย 14.97, 13.03 และ 13.44 กรัมเปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ สำหรับ HF ที่ T1, T2 และ T3 มี Hb เฉลี่ย 9.91, 8.45 และ 9.71 กรัมเปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ การวิเคราะห์ทางสถิติพบปฏิสัมพันธ์ร่วมระหว่างสภาพแวดล้อมที่เปลี่ยนแปลงไปกับพันธุ์ และปฏิสัมพันธ์ร่วมระหว่าง สภาพแวดล้อมที่เปลี่ยนแปลงไปกับช่วงการเก็บตัวอย่าง แสดงรายละเอียดในตารางที่ 21 การเปลี่ยนแปลงของ Hb ใน 10 ครั้งของการเก็บตัวอย่าง ของโค NT และ HF ของแต่ละช่วงการเก็บตัวอย่าง แสดงเป็นกราฟในภาพผนวกที่ 25-28 ซึ่งมีการเปลี่ยนแปลงที่มีลักษณะเดียวกับการหาค่าเฉลี่ยจากแต่ละสภาพแวดล้อม คือเมื่อโคออกกลางแจ้งค่าฮีโมโกลบินมีแนวโน้มลดต่ำลงจากเมื่อเริ่มต้นและเพิ่มขึ้นเล็กน้อยเมื่อกลับเข้าร่ม และผลการวิเคราะห์ทางสถิติโดยละเอียดแสดงในตารางผนวกที่ 6

ตารางที่ 21 ค่าฮีโมโกลบินเฉลี่ย (Hb) ของโคพันธุ์พื้นเมือง (NT) และพันธุ์โฮลสไตน์-ฟรีเชี่ยน (HF) ในแต่ละสภาพแวดล้อม ของ 4 ช่วงการเก็บตัวอย่างใน 1 ปี

ช่วงการเก็บตัวอย่าง	Hb (กรัมเปอร์เซ็นต์)					
	NT			HF		
	T1	T2	T3	T1	T2	T3
S1[1/]	15.58ก	13.87ค	14.48ข	10.42ง	9.89จ	10.28ง
S2	14.76ก	12.73ค	12.99ข	9.03ง	8.64จ	9.05ง
S3	15.67ก	13.50ข	13.35ข	10.27ค	10.08ค	9.91ค
S4	13.87ก	12.03ค	12.95ข	9.91ง	9.18จ	9.59ง
ค่าเฉลี่ย	14.97ก	13.03ค	13.44ข	9.91ง	9.45จ	9.71ง

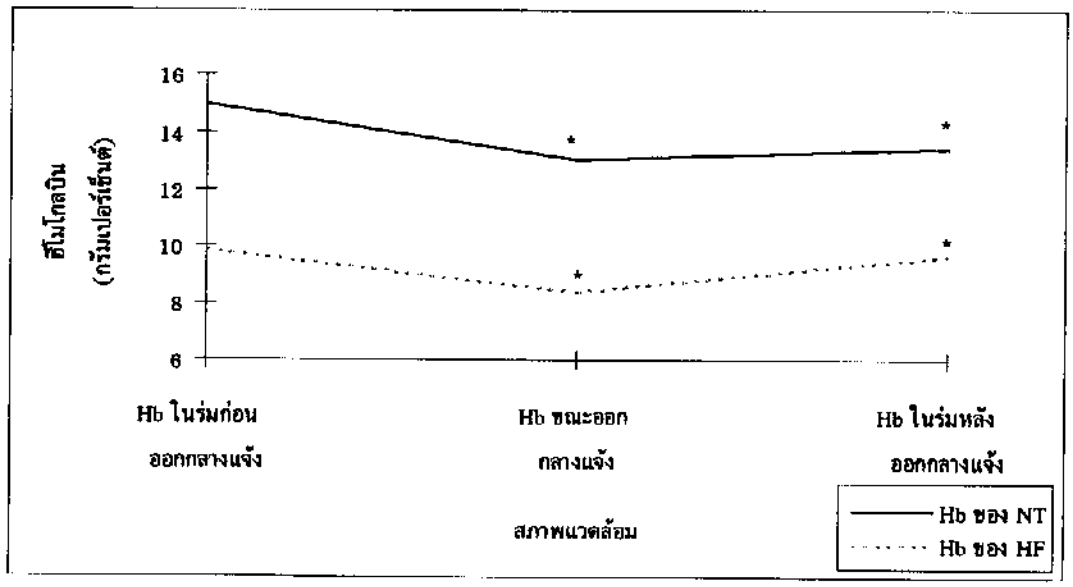
1/ ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวนอนถือว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$)

ที่ T2 โคจะมี Hb ลดลงจาก T1 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) คล้ายคลึงกับการตอบสนองของ RBC และ Hct และเมื่อเข้าสู่ T3 Hb ของโคเพิ่มขึ้น ที่ T3 ใน NT ไม่สามารถปรับให้กลับสู่ในระดับเดิมที่ T1 ได้ ซึ่งอาจเป็นเพราะเวลาเพียง 1 ชั่วโมงเมื่อกลับ

เข้าร่มหลังการอยู่กลางแจ้งไม่พอเพียงในการปรับ Hb ให้เข้าสู่ระดับเดิม ต่างจาก HF ซึ่งมี Hb ที่ T3 ไม่แตกต่างจากที่ T1 อาจเป็นเพราะว่า การลดลงของ Hb ใน HF มีเปอร์เซ็นต์การลดลงที่น้อยกว่า NT ทำให้การปรับให้กลับสู่ระดับเดิมได้เร็วกว่า NT

การลดลงของ Hb อาจเกิดขึ้นเพราะ เนื่องจากฮีโมโกลบิน เป็นส่วนประกอบที่มีความสำคัญของเม็ดเลือดแดง ปริมาณฮีโมโกลบินจึงมีความสัมพันธ์ทางบวกกับจำนวนเม็ดเลือดแดง เช่นเดียวกับ Hct ดังนั้นการเปลี่ยนแปลงของ Hb จึงมีทิศทางที่เป็นไปในทิศทางเดียวกับ RBC คือมีค่าลดต่ำลงเมื่ออุณหภูมิแวดล้อมรอบตัวโคสูงขึ้น เมื่อโคเกิดความเครียดจากความร้อนเป็นเวลานาน จะทำให้จำนวนเม็ดเลือดแดง และค่าฮีมาโตคริตลดต่ำลง เนื่องจากกลไกการควบคุมความร้อนในร่างกายโดยผ่านทางการขับเหงื่อ และความต้องการน้ำที่เพิ่มขึ้น ทำให้ปริมาณน้ำในเลือดสูงขึ้น เลือดมีปริมาณพลาสมาสูง จึงส่งผลให้ค่าฮีโมโกลบินลดต่ำลง สอดคล้องกับการพบของ Raghavan และ Mullick (1962) ซึ่งพบว่า เมื่ออุณหภูมิอากาศแวดล้อม และความชื้นสัมพัทธ์สูงขึ้น จะให้ค่าสหสัมพันธ์ทางลบกับค่าฮีมาโตคริตและฮีโมโกลบิน

พันธุ์โคมีผลต่อการตอบสนองของ Hb เมื่อสภาพแวดล้อมเปลี่ยนแปลงไปแตกต่างกัน และเห็นได้อย่างชัดเจนขึ้น ดังในภาพที่ 31



ภาพที่ 31 การตอบสนองของค่าฮีโมโกลบิน (Hb) ต่อการชักนำ ในโคพันธุ์พื้นเมือง (NT) และพันธุ์โฮลสไตน์-ฟรีเซี่ยน (HF)

ที่ T1, T2 และ T3 NT มี Hb ที่สูงกว่า HF อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) ซึ่งเป็นในทิศทางที่คล้ายคลึงกับ RBC และ Hct แสดงให้เห็นว่า Hb ที่มีค่าสูงของ NT อาจบ่งบอกถึงความสามารถในการปรับตัวและทนต่อความร้อนที่มากกว่า HF ซึ่งสนับสนุนข้อเสนอของ Walker (1958) อ้างโดย สมพงษ์ (2523) ซึ่งให้ใช้ค่าฮีโมโกลบินเป็นดัชนีในการประเมินค่าความสามารถในการทนต่ออากาศร้อนของโค โดยโคที่มีค่าฮีโมโกลบินสูงจะสามารถทนต่ออากาศร้อนได้ดีกว่าโคที่มีค่าฮีโมโกลบินที่ต่ำกว่า

Hb ของโค NT และ HF ที่ตอบสนองต่อสภาพแวดล้อมที่เปลี่ยนแปลงไปจากเดิม มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.05$) เฉพาะในเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลง โดยเมื่อสภาพแวดล้อมเปลี่ยนจาก T1 เป็น T2 ในทุกช่วงการเก็บตัวอย่าง NT มีเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงที่มากกว่า HF และเมื่อเปลี่ยนจาก T2 เป็น T3 ที่ S1 และ S4 NT ยังคงมีเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงที่สูงกว่า HF เปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงเมื่อมีการเปลี่ยนสภาพแวดล้อมใน NT และ HF ของช่วงการเก็บตัวอย่างที่ 1-4 แสดงในตารางที่ 22

ตารางที่ 22 เปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงของค่าฮีโมโกลบิน (Hb) เมื่อสภาพแวดล้อมเปลี่ยนแปลงไป ในโคพันธุ์พื้นเมือง (NT) และพันธุ์โฮลสไตน์-ฟรีเชี่ยน (HF) ในช่วงการเก็บตัวอย่างที่ 1 ถึง 4

สภาพแวดล้อม	% การเปลี่ยนแปลงใน S1			% การเปลี่ยนแปลงใน S2		
ที่เปรียบเทียบ	NT	HF	% NT- % HF	NT	HF	% NT- % HF
T1 และ T2	-10.98	-5.09	-5.89 3/	-13.75	-4.32	-9.43 3/
T2 และ T3	+4.39	+3.94	0.45 3/	+2.04	+4.75	-2.71 2/
สภาพแวดล้อม	% การเปลี่ยนแปลงใน S3			% การเปลี่ยนแปลงใน S4		
ที่เปรียบเทียบ	NT	HF	% NT- % HF	NT	HF	% NT- % HF
T1 และ T2	-13.85	-1.85	12.00 3/	-13.27	-7.37	-5.90 3/
T2 และ T3	+1.11	+1.68	-0.57 2/	+7.65	+4.47	3.18 3/

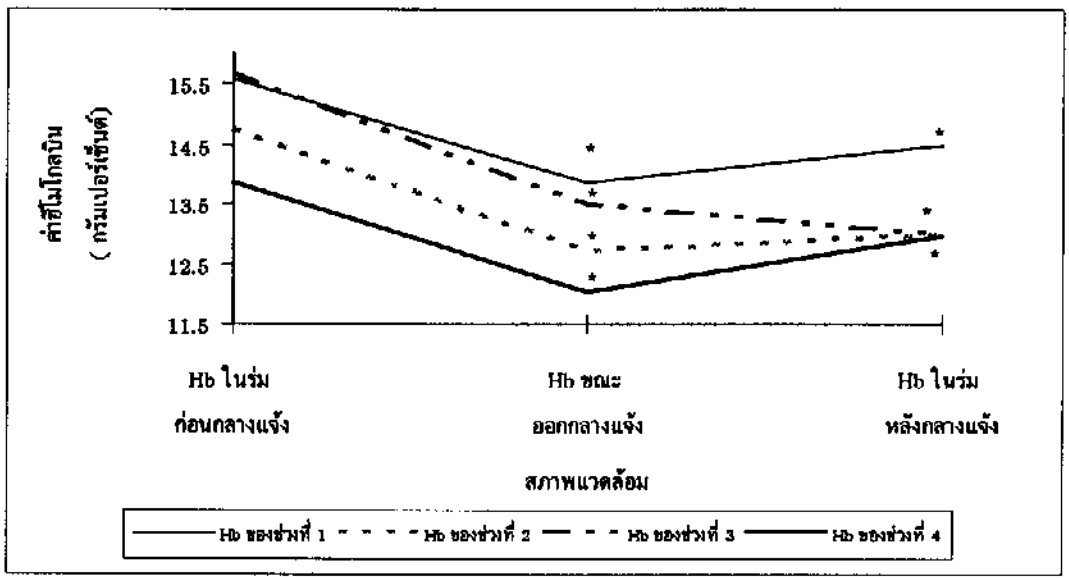
\+ หมายถึง เปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงที่เพิ่มขึ้นจากเดิม

\- หมายถึง เปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงที่ลดลงจากเดิม

2/ หมายถึง NT มีเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงที่น้อยกว่า HF

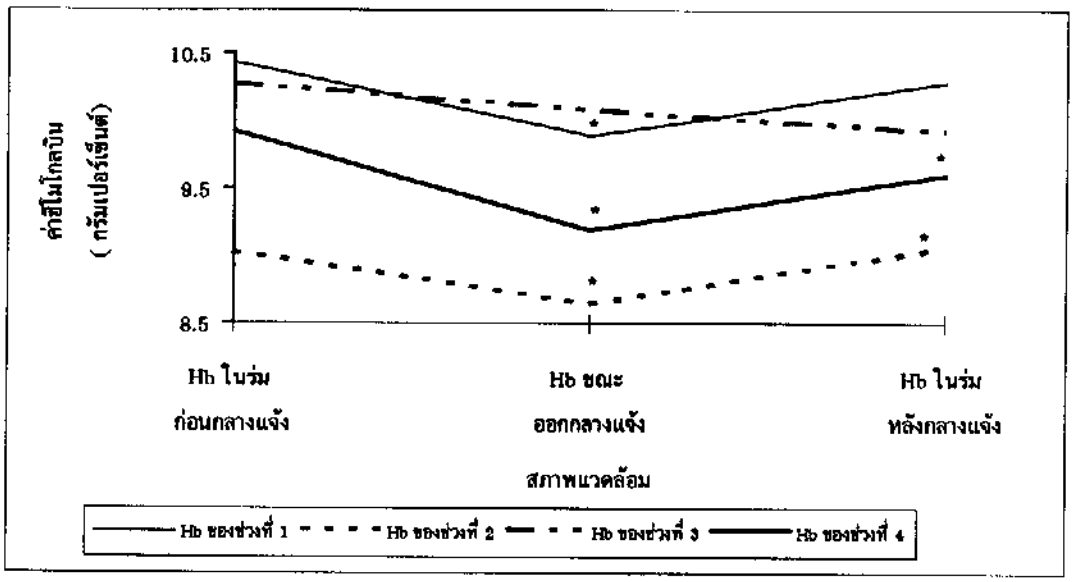
3/ หมายถึง NT มีเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงที่มากกว่า HF

นอกจากนี้ยังพบว่า ช่วงการเก็บตัวอย่างมีผลทำให้ Hb ของโคทั้ง NT และ HF ตอบสนองต่อสภาพแวดล้อมที่เปลี่ยนแปลงไปแตกต่างกัน ได้แสดงกราฟของการตอบสนองของ Hb ของ 4 ช่วงการเก็บตัวอย่างใน 1 ปี ของ NT ในภาพที่ 32 และ HF ในภาพที่ 33



ภาพที่ 32 การตอบสนองของค่าฮีโมโกลบิน (Hb) ต่อการชักนำ ในโคพันธุ์พื้นเมือง (NT) ของ 4 ช่วงการเก็บตัวอย่างใน 1 ปี

ในทุกช่วงการเก็บตัวอย่าง มีการตอบสนองของ Hb เป็นไปในทิศทางเดียวกันจะแตกต่างกันเฉพาะเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลง Hb ของ NT ทุกช่วงการเก็บตัวอย่างไม่สามารถปรับเพิ่ม Hb ที่ T3 ให้มีระดับที่ไม่แตกต่างจากที่ T1 โดยพบว่าช่วงการเก็บตัวอย่างที่มีเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้นมากที่สุดคือ ที่ S3 รองลงมาคือที่ S2, S4 และ S1 ตามลำดับ ดังตารางที่ 22



ภาพที่ 33 การตอบสนองของค่าฮีโมโกลบิน (Hb) ต่อการชักนำ ในโคพันธุ์โฮลสไตน์-ฟรีเซี่ยน (HF) ของ 4 ช่วงการเก็บตัวอย่างใน 1 ปี

ในทุกช่วงการเก็บตัวอย่าง มีการตอบสนองของ Hb เป็นไปในทิศทางเดียวกันเช่นเดียวกับที่พบใน NT จะแตกต่างกันเฉพาะเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลง RR ของ HF ทุกช่วงการเก็บตัวอย่างไม่สามารถปรับลด RR ที่ T3 ให้มีระดับที่ไม่แตกต่างจากที่ T1 ได้ โดยพบว่าช่วงการเก็บตัวอย่างที่มีเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้นมากที่สุดคือ ที่ S4 รองลงมาคือที่ S1, S2 และ S3 ตามลำดับ ดังตารางที่ 22

4.5.4 จำนวนเม็ดเลือดขาว (WBC)

ผลการศึกษา WBC ของโค NT และ HF เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงสภาพแวดล้อม ของ 4 ช่วงการเก็บตัวอย่างใน 1 ปี จากการวิเคราะห์ทางสถิติ พบว่าพันธุ์ไม่มีผลต่อการตอบสนองของ WBC แต่ช่วงการเก็บตัวอย่างมีผลต่อ WBC ซึ่งมีค่าเฉลี่ยดังแสดงในตารางที่ 23 การเปลี่ยนแปลงของ WBC ใน 10 ครั้งของการเก็บตัวอย่าง ของโค NT และ HF ของแต่ละช่วงการเก็บตัวอย่าง แสดงเป็นกราฟในภาพผนวกที่ 29-32 ซึ่งมีการเปลี่ยนแปลงที่มีลักษณะคล้ายคลึงกับการหาค่าเฉลี่ยจากโค NT และ HF และค่าเฉลี่ยจากแต่ละสภาพแวดล้อม คือในช่วงการเก็บ

ตัวอย่างส่วนใหญ่ เมื่อโคออกกลางแจ้งจำนวนเม็ดเลือดขาวมีแนวโน้มลดต่ำลงจากเมื่อเริ่มต้น และเพิ่มขึ้นเล็กน้อยเมื่อกลับเข้าร่ม สำหรับผลการวิเคราะห์ทางสถิติแสดงในตารางผนวกที่ 7

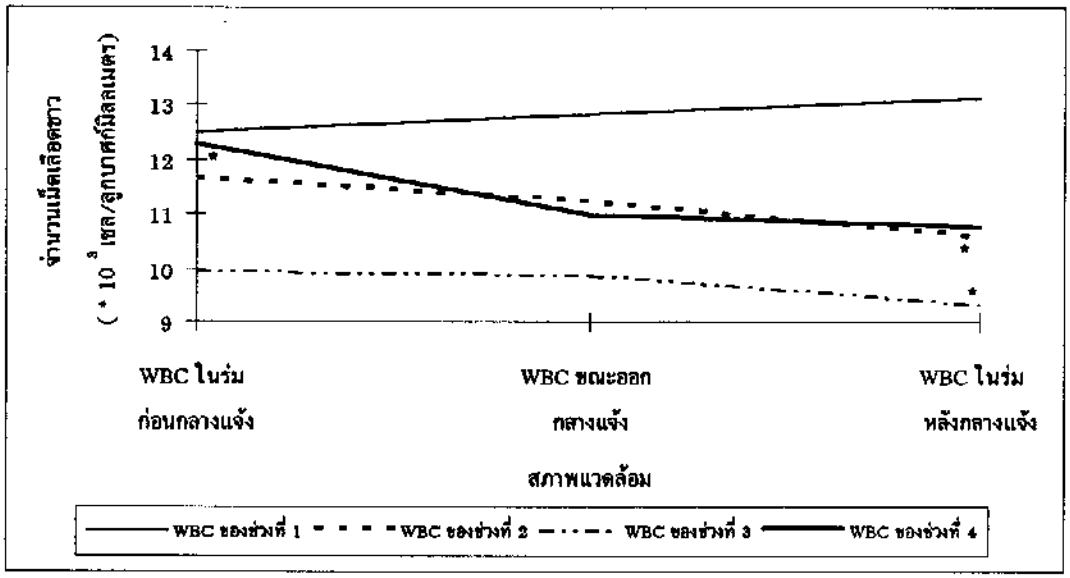
ตารางที่ 23 จำนวนเม็ดเลือดขาวเฉลี่ย (WBC) ของโคพันธุ์พื้นเมือง(NT)และพันธุ์โฮลสไตน์-ฟรีเซี่ยน (HF) ในแต่ละสภาพแวดล้อม ของ 4 ช่วงการเก็บตัวอย่างใน 1 ปี

	WBC (พันเซล/ลูกบาศก์มิลลิเมตร)					
	S1			S2		
พันธุ์โค	T1	T2	T3	T1	T2	T3
NT	11.46	12.55	12.27	11.08	10.84	10.12
HF	13.53	13.15	14.02	12.29	11.64	11.01
ค่าเฉลี่ย[1/]	12.49 กช	12.85 กค	13.14 ก	11.68งจฉ	11.24งฉช	10.57 ชฌ
	S3			S4		
พันธุ์โค	T1	T2	T3	T1	T2	T3
NT	9.39	9.17	8.62	10.83	10.13	9.80
HF	10.49	10.62	10.01	13.78	11.80	11.67
ค่าเฉลี่ย	9.95ญฌฎ	9.89ญ	9.32ฝ	12.31ขคงจ	10.97งชฌ	10.74ฉช

1/ ตัวอักษรที่แตกต่างกันของค่าเฉลี่ยในแนวนอนทุกช่วงการเก็บตัวอย่างถือว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P<0.05$)

ที่ T2 ของ S1 WBC มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นจาก T1 แต่ไม่แตกต่างทางสถิติ ในขณะที่ S2 S3 และ S4 โคมี WBC ที่ T2 ลดต่ำลงจาก T1 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) หลังจากเข้าสู่ T3 พบว่า WBC ยังคงลดลงแต่ไม่แตกต่างทางสถิติกับที่ T2 การลดต่ำลงของ WBC อาจเนื่องมาจาก เหตุผลเดียวกับการลดลงของ RBC, Hct และ Hb เนื่องจาก WBC เป็นส่วนประกอบหนึ่งของเลือด การเปลี่ยนแปลงของเลือดในขั้นต้น เมื่ออากาศแวดล้อมโคมีอุณหภูมิสูงขึ้น จึงเป็นไปในทิศทางที่คล้ายคลึงกันกับ RBC, Hct และ Hb แต่ใน WBC การเปลี่ยนแปลงในแต่ละช่วงการเก็บตัวอย่างยังไม่มีความชัดเจน จึงไม่สามารถอธิบายเหตุผลได้ คล้ายคลึงกับ Raghavan และ Mullick (1962) ซึ่งพบว่าอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศแวดล้อมที่สูงขึ้น ให้ค่าสหสัมพันธ์ทางลบกับค่าฮีมาโตคริต และค่าฮีโมโกลบิน แต่สำหรับจำนวนของเม็ดเลือดขาว

พบเพียงว่าอาจจะมีผลต่อจำนวนเม็ดเลือดขาวเท่านั้น ความแตกต่างของการตอบสนองของ WBC ในแต่ละช่วงการเก็บตัวอย่างแสดงในภาพที่ 34



ภาพที่ 34 การตอบสนองของจำนวนเม็ดเลือดขาว (WBC) ต่อสภาพแวดล้อมที่เปลี่ยนแปลงไปของช่วงการเก็บตัวอย่างที่ 1-4 โดยในแต่ละช่วงเป็นค่าเฉลี่ยจากโคพันธุ์พื้นเมืองและพันธุ์โฮลสไตน์-ฟรีเซี่ยน

การตอบสนองของ WBC ของโค เมื่อสภาพแวดล้อมเปลี่ยนแปลงไป ใน NT และ HF ไม่พบความแตกต่างระหว่างพันธุ์ แต่พบความแตกต่างใน 4 ช่วงการเก็บตัวอย่างใน 1 ปี โดยเฉพาะใน S1 มีความแตกต่างกับ S2, S3 และ S4 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) ทั้งทิศทางและเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลง คือเมื่อสภาพแวดล้อมของโคเปลี่ยนแปลงไป โคมี WBC ที่เพิ่มสูงขึ้นที่ T2 WBC ของโคมีค่าสูงขึ้นจาก T1 2.87 เปอร์เซ็นต์ และเมื่อโคเข้าสู่ T3 โคมี WBC สูงขึ้นจาก T2 อีก 2.24 เปอร์เซ็นต์ อย่างไรก็ตามเป็นการเปลี่ยนแปลงที่ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ซึ่งแตกต่างจากช่วงการเก็บตัวอย่างอื่น ๆ ที่พบการเปลี่ยนแปลงในทางตรงกันข้าม คือมี WBC ที่ลดต่ำลง ทั้งที่ T2 และ T3 และยังคงมีความแตกต่างกันของ S2, S3 และ S4 ในเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลง โดยการเปลี่ยนสภาพแวดล้อมจาก T1 เป็น T2 ใน S4 มีเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงมากที่สุด รองลงมาคือ S2 และ S3 ตามลำดับ และเมื่อเปลี่ยนสภาพแวดล้อมจาก T2 เป็น T3 ใน S3 มีเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงมากที่สุด รองลงมาคือ S4 และ S1 ตามลำดับ

เปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงเมื่อสภาพแวดล้อมเปลี่ยนแปลงไป ของแต่ละช่วงการเก็บตัวอย่าง แสดงในตาราง ที่ 24

ตารางที่ 24 เปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงของจำนวนเม็ดเลือดขาว (WBC) เมื่อสภาพแวดล้อมเปลี่ยนแปลงไป ของช่วงการเก็บตัวอย่างที่ 1 ถึง 4 โดยเป็นค่าเฉลี่ยจากโคพันธุ์พื้นเมือง และพันธุ์โฮลสไตน์-ฟรีเชี่ยน

สภาพแวดล้อมที่เปรียบเทียบ	เปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงในแต่ละช่วงการเก็บตัวอย่าง			
	S1	S2	S3	S4
T1 และ T2	+2.87	-3.79	-0.55	-10.86
T2 และ T3	+2.24	-0.06	-5.82	-2.09

\- หมายถึง เปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงที่ลดลงจากเดิม

\+ หมายถึง เปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงที่เพิ่มขึ้นจากเดิม

ผลจากการศึกษาในเรื่องของ WBC แสดงให้เห็นว่า การเปลี่ยนแปลงของ WBC ของโคเมื่อสภาพแวดล้อมเปลี่ยนแปลงไป ในแต่ละช่วงการเก็บตัวอย่างแตกต่างกันในแง่ของทิศทางและเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงเฉพาะใน S1 สามช่วงการเก็บตัวอย่างที่เหลือมีความแตกต่างเฉพาะเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลง ซึ่งความแตกต่างของ WBC ที่ S1 อาจเกิดขึ้นเนื่องจาก S1 เป็นช่วงการเก็บตัวอย่างที่มีอุณหภูมิ, ความชื้น และสภาพแวดล้อมต่าง ๆ ที่เหมาะสมสำหรับการเจริญเติบโตของเชื้อโรค (อัมพวัน และคณะ, 2534) จึงเป็นไปได้ว่า เมื่อโคเกิดความเครียด โคอาจถูกรบกวนจากเชื้อโรคต่าง ๆ ทำให้มีจำนวนเม็ดเลือดขาวที่เพิ่มจำนวนขึ้น อย่างไรก็ตามโคไม่ได้แสดงอาการที่จะบ่งบอกว่าโคป่วยหรือมีการติดเชื้อ และในการศึกษาครั้งนี้ไม่ได้มีการแยกชนิดของเม็ดเลือดขาว ซึ่งอาจชี้ให้เห็นได้ว่าโคมีการติดเชื้อหรือไม่ ดังนั้นหากมีการศึกษาที่มีความเกี่ยวข้องกับเม็ดเลือดขาว จึงควรเพิ่มความสนใจในชนิด และจำนวนของเม็ดเลือดขาวแต่ละชนิด

4.6 ความเข้มข้นของฮอร์โมนคอติโซลในซีรั่ม (Cor)

ผลการศึกษา Cor ของ NT และ HF เมื่อสภาพแวดล้อมของโคเปลี่ยนแปลงไป ของ 4 ช่วงการเก็บตัวอย่างใน 1 ปี มีค่าเฉลี่ยดังนี้ NT ที่ T1, T2 และ T3 มี Cor เฉลี่ย 40.86 ,

24.48 และ 25.75 นาโนโมล/ลิตร ตามลำดับ สำหรับ HF ที่ T1, T2 และ T3 มี Cor เฉลี่ย 11.06 , 14.41 และ 18.84 นาโนโมล/ลิตร ตามลำดับ นอกจากนี้การวิเคราะห์ทางสถิติพบปฏิสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์, ช่วงการเก็บตัวอย่าง และสภาพแวดล้อมของโคที่เปลี่ยนแปลงไป จึงได้แยกเปรียบเทียบการตอบสนองของ Cor ที่มีต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพแวดล้อม ของ NT และ HF เป็นแต่ละช่วงการเก็บตัวอย่าง ดังแสดงรายละเอียดในตารางที่ 25 การเปลี่ยนแปลงของ Cor ใน 10 ครั้งของการเก็บตัวอย่าง ของโค NT และ HF ของแต่ละช่วงการเก็บตัวอย่าง แสดงเป็นกราฟในภาพผนวกที่ 33-36 ซึ่งการเปลี่ยนแปลงโดยส่วนใหญ่ ในโคทั้ง NT และ HF มีลักษณะที่แปรปรวนมาก มีทั้งการเพิ่มขึ้น และลดต่ำลงจากค่าเดิมในแต่ละสภาพแวดล้อม ทำให้ไม่สามารถสรุปได้ว่ามีการเปลี่ยนแปลงไปในทิศทางใด และผลการวิเคราะห์ทางสถิติแสดงในตารางผนวกที่ 8

ตารางที่ 25 ความเข้มข้นของฮอร์โมนคอติโซลในซีรั่มเฉลี่ย (Cor) ของโคพันธุ์พื้นเมือง (NT) และพันธุ์โฮลสไตน์-ฟรีเชี่ยน (HF) ในแต่ละสภาพแวดล้อม ของ 4 ช่วงการเก็บตัวอย่างใน 1 ปี

ช่วงการเก็บตัวอย่าง	Cor (นาโนโมล/ลิตร)					
	NT			HF		
	T1	T2	T3	T1	T2	T3
S1 1/	78.29 ก	11.76 ข	18.14 ข	10.91 ขค	6.65 ค	4.77 ค
S2	26.25 คข	37.86 กข	22.89 ค	14.13 ค	19.51 ค	49.82 ก
S3	47.66 ก	30.28 ข	46.59 ก	13.51 ค	17.41 ค	11.61 ค
S4	11.25 คงจ	18.02 กฉ	15.39 ขจฉ	5.69 ค	14.06 กชง	9.17 ขค

1/ ตัวอักษรในแนวนอนเดียวกันที่แตกต่างกัน ถือว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$)

การตอบสนองของ Cor ต่อสภาพแวดล้อมที่เปลี่ยนแปลงไป ของ NT และ HF ในแต่ละช่วงการเก็บตัวอย่างมีความแตกต่างกัน ที่ T2 พบทั้งการเพิ่มขึ้นและลดต่ำลงของ Cor จาก T1 เปอร์เซ็นต์ของการเปลี่ยนแปลงใน NT และ HF มีความแตกต่างกัน แต่โดยทั่วไปจะพบว่า HF มีเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงที่น้อยกว่า NT

ที่ T1 ของ S1 NT มี Cor ที่มีค่าสูงมากสาเหตุอาจเป็นเพราะ ช่วงการเก็บตัวอย่างนี้เป็นช่วงการเก็บตัวอย่างแรกของโคทุกตัว NT ซึ่งมีลักษณะนิสัยที่มีความปราดเปรียว ตื่นตกใจได้ง่ายกว่า HF ทำให้ในช่วงเวลาเริ่มต้นนี้มี Cor ซึ่งมีค่าสูง และเมื่อเวลาผ่านไป โคเริ่มรู้สึกคุ้นเคยมากขึ้นอาการตื่นตกใจดังกล่าวลดลง จึงส่งผลให้ Cor ลดต่ำลง การเปลี่ยนแปลงของ Cor ใน HF ต่างจาก NT ที่ T2 Cor ของ HF ลดต่ำลงแต่ไม่แตกต่างทางสถิติกับที่ T1 และยังคงมีค่าที่ลดต่ำลงที่ T3 แต่ไม่มีความแตกต่างทางสถิติเช่นกัน

ช่วงการเก็บตัวอย่างมีผลทำให้ Cor ที่ตอบสนองต่อสภาพแวดล้อมที่เปลี่ยนแปลงไป ของโคทั้ง NT และ HF แตกต่างกัน โดยมีความแตกต่างของการตอบสนองในทุกช่วงการเก็บตัวอย่าง ดังนี้

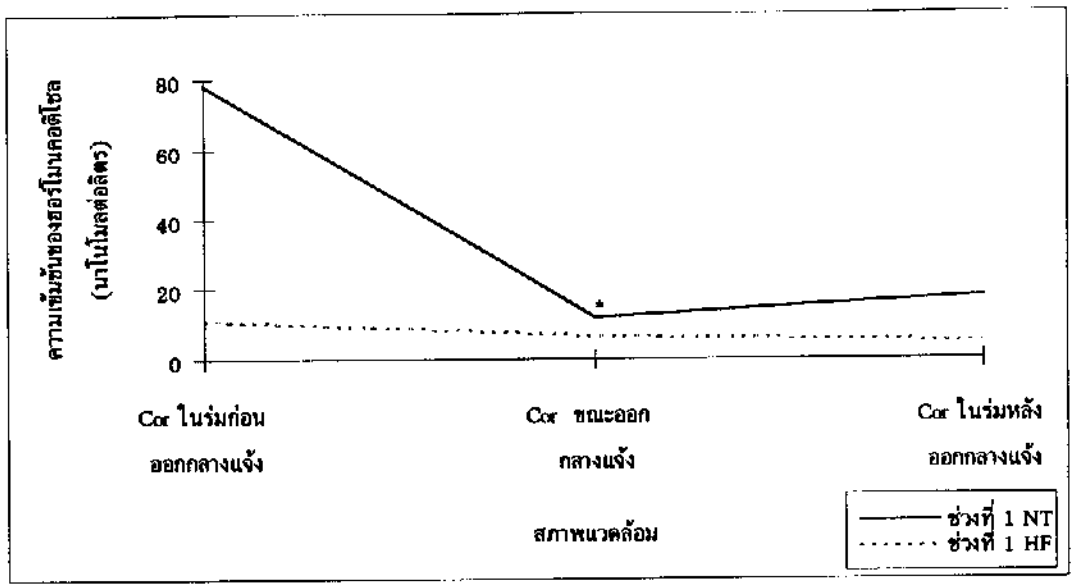
S1 เมื่อเปลี่ยนสภาพแวดล้อมจาก T1 เป็น T2 ใน NT การตอบสนองของ Cor มีค่าลดต่ำลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ หลังจากนั้นเมื่อเข้าสู่ T3 Cor ไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับที่ T2 ต่างจาก HF ที่ไม่พบการเปลี่ยนแปลงของ Cor เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงสภาพแวดล้อมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ภาพที่ 35)

S2 ใน NT ไม่พบการเปลี่ยนแปลงของ Cor เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงสภาพแวดล้อมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ในขณะที่ HF มีความแตกต่างทางสถิติของ Cor ที่ T3 ซึ่งมีค่าสูงกว่าที่ T2 และ T1 (ภาพที่ 36)

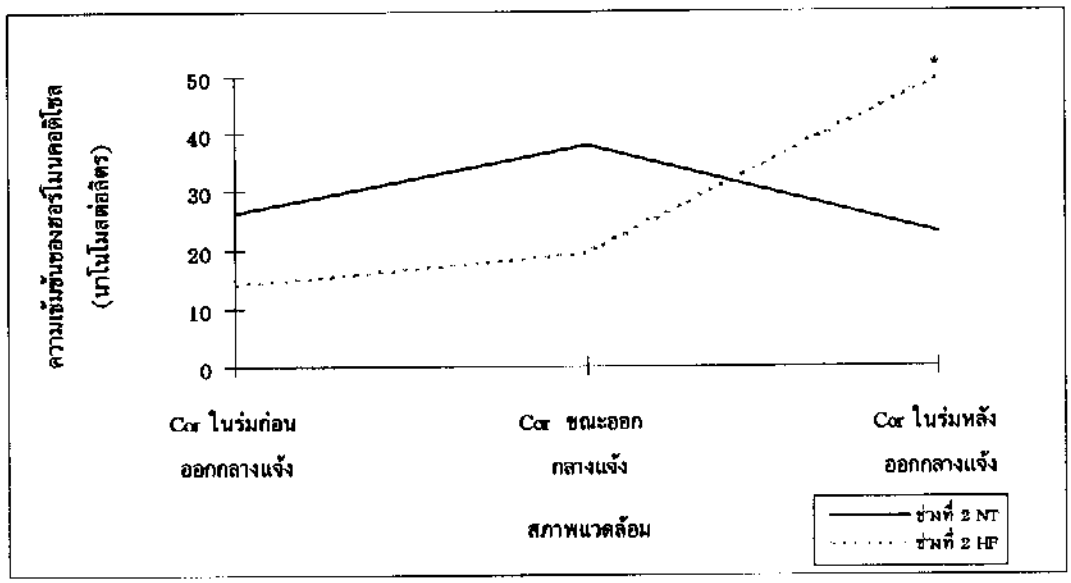
S3 ใน NT การตอบสนองของ Cor มีค่าลดต่ำลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ หลังจากนั้นเมื่อเข้าสู่ T3 Cor เพิ่มขึ้นแต่ไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับที่ T2 แตกต่างจาก HF ซึ่งไม่พบการเปลี่ยนแปลงของ Cor เมื่อมีการเปลี่ยนสภาพแวดล้อมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ภาพที่ 37)

S4 เป็นช่วงที่มีความแตกต่างจากสามช่วงการเก็บตัวอย่างแรก คือ ทั้ง NT และ HF มีการตอบสนองที่มีลักษณะที่คล้ายคลึงกัน ดังนี้ ที่ เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงสภาพแวดล้อมจากที่ T1 เป็น T2 Cor มีค่าเพิ่มสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และที่ T3 Cor กลับมีค่าที่ลดต่ำลงได้ในระดับที่ไม่แตกต่างจากที่ T1 (ภาพที่ 38)

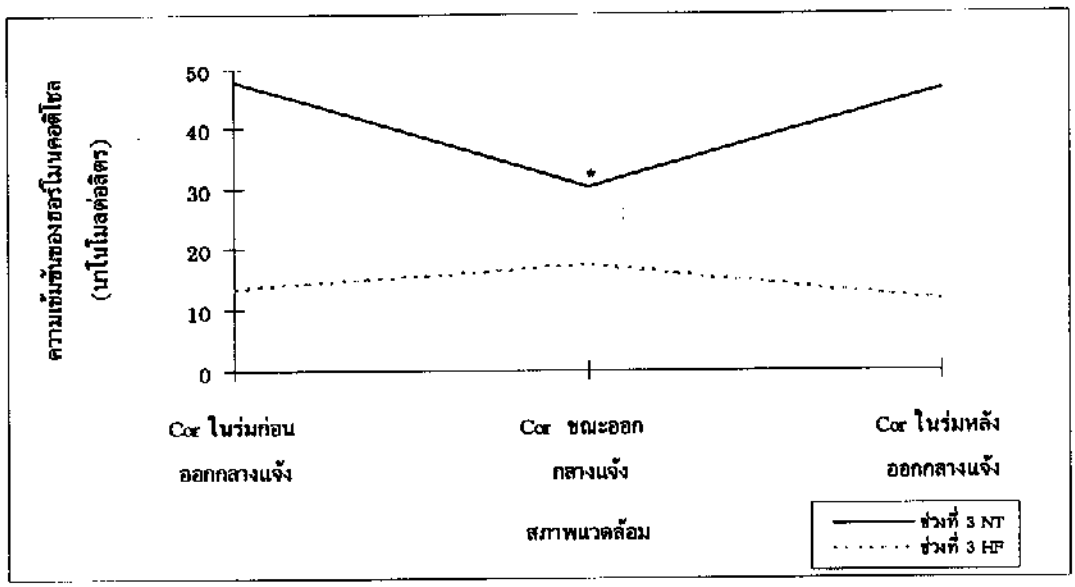
สำหรับเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงของ Cor เมื่อมีสภาพแวดล้อมเปลี่ยนแปลงไป ของ NT และ HF ในช่วงการเก็บตัวอย่างที่ 1 ถึง 4 แสดงในตารางที่ 26



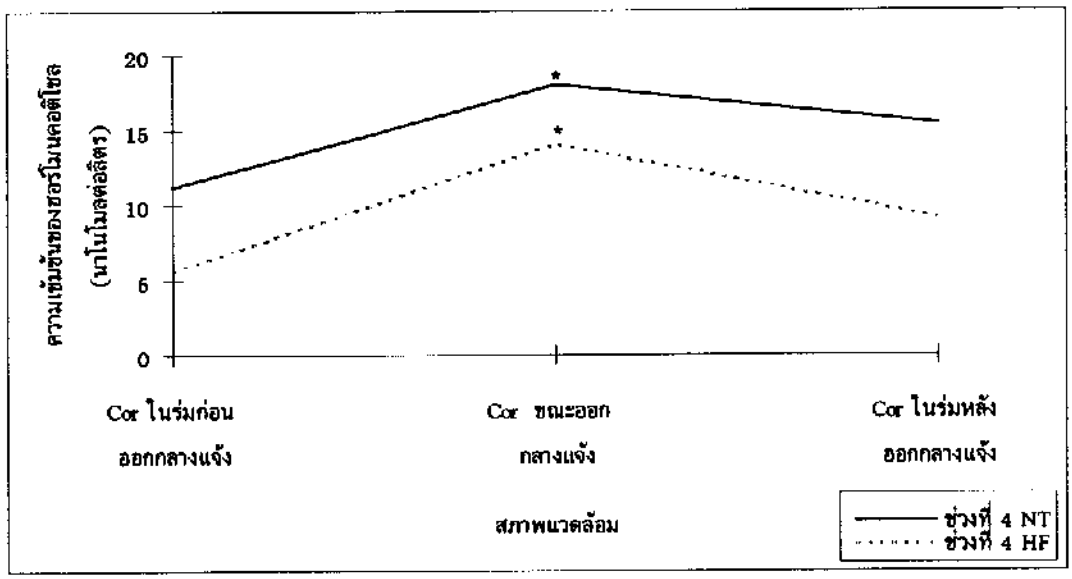
ภาพที่ 35 การตอบสนองของความเข้มข้นของฮอร์โมนคอติโซลในซีรั่ม (Cor) ต่อการชักนำในโคพันธุ์พื้นเมือง (NT) และพันธุ์โฮลสไตน์-ฟรีเซี่ยน (HF) ของช่วงการเก็บตัวอย่างที่ 1



ภาพที่ 36 การตอบสนองของความเข้มข้นของฮอร์โมนคอติโซลในซีรั่ม(Cor) ต่อการชักนำในโคพันธุ์พื้นเมือง (NT) และพันธุ์โฮลสไตน์-ฟรีเซี่ยน (HF) ของช่วงการเก็บตัวอย่างที่ 2



ภาพที่ 37 การตอบสนองของความเข้มข้นของฮอร์โมนคอติโซลในซีรั่ม(Cor) ต่อการชักนำในโคพันธุ์พื้นเมือง (NT) และพันธุ์โฮลสไตน์-ฟรีเชี่ยน (HF) ของช่วงการเก็บตัวอย่างที่ 3



ภาพที่ 38 การตอบสนองของความเข้มข้นของฮอร์โมนคอติโซลในซีรั่ม(Cor) ต่อการชักนำในโคพันธุ์พื้นเมือง (NT) และพันธุ์โฮลสไตน์-ฟรีเชี่ยน (HF) ของช่วงการเก็บตัวอย่างที่ 4

ตารางที่ 26 เปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงของความเข้มข้นของฮอร์โมนคอติโซลในซีรั่ม (Cor) เมื่อสภาพแวดล้อมเปลี่ยนแปลงไป ในโคพันธุ์พื้นเมือง (NT) และพันธุ์โฮลสไตน์-ฟรีเชี่ยน (HF) ของช่วงการเก็บตัวอย่างที่ 1 ถึง 4

สภาพแวดล้อม	% การเปลี่ยนแปลง ใน S1		% การเปลี่ยนแปลง ใน S2		% การเปลี่ยนแปลง ใน S3		% การเปลี่ยนแปลง ใน S4	
ที่เปรียบเทียบ	NT	HF	NT	HF	NT	HF	NT	HF
T1และ T2	-84.98	-39.05	+44.23	+38.08	-36.47	+28.87	+60.18	+147.10
T2และ T3	+54.25	-28.27	-39.54	+155.36	+53.86	-33.31	-14.59	-34.78

\+ หมายถึง เปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงที่เพิ่มขึ้นจากเดิม

\- หมายถึง เปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงที่ลดลงจากเดิม

การตอบสนองของ Cor ในแต่ละช่วงการเก็บตัวอย่างมีความแปรปรวนมาก แตกต่างกันทั้งลักษณะทิศทางและเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงไป ทำให้ไม่อาจสรุปและชี้ให้เห็นชัดลงไปได้ว่าเมื่อสภาพแวดล้อมของโคเปลี่ยนแปลงไป ซึ่งโดยหลักแล้วมีอุณหภูมิที่สูงขึ้น และความชื้นสัมพัทธ์ที่ลดต่ำลง จะส่งผลให้มีการเปลี่ยนแปลงของ Cor ไปในทิศทางใด และจากการทบทวนเอกสารได้ให้ผลของการรายงานที่มีความขัดแย้งกัน คือ Christison และ Johnson (1972); Chowers และคณะ (1966) อ้าง โดย Abilay และคณะ (1975); Wise และคณะ (1988) รายงานว่าโคที่เกิดความเครียดจากความร้อน จะมีค่าฮอร์โมนคอติโซล สูงกว่าโคที่ไม่ได้เกิดความเครียดจากความร้อน แสดงให้เห็นถึงการตอบสนองของ adrenalcortical อย่างฉับพลัน ซึ่งเป็นผลจากการกระตุ้นตัวรับความรู้สึกที่บริเวณผิวหนัง ทำให้เกิดกระแสประสาทไปยังไฮโปธารามัส และต่อมใต้สมองส่วนหน้า ส่งผลให้เกิดการทำงานของกลไกการหลั่งฮอร์โมนคอติโซลจากต่อมหมวกไต ในขณะที่ Yates และคณะ (1961); Hafez (1968); Stott และ Wiersma (1973) รายงานว่าเมื่อโคเกิดความเครียดจากความร้อนโคจะมีการหลั่งฮอร์โมนคอติโซลลดต่ำลง ซึ่งอาจเป็นเพราะการปรับตัวของเมตตาบอลิซึ่มของฮอร์โมนคอติโซล โดยการทำให้เอนไซม์ 17-hydroxylase (เอนไซม์ที่ใช้ในการสังเคราะห์ฮอร์โมนคอติโซล จากฮอร์โมนโปรเจสเตอโรนในเปลือกต่อมหมวกไต) ไม่สามารถทำงานได้ หรืออาจเป็นเพราะการยกระดับ threhold หรือ set point sensitivity ของเปลือกต่อมหมวกไตต่ออุณหภูมิแวดล้อมที่สูงในฤดูร้อน การทำงานของต่อมหมวกไตลดลง ส่งผลให้การหลั่งฮอร์โมนคอติโคสเตอรอยด์ (corticosteroides) ลดลง