Abstract

The present study was to evaluate the the effects of misty-fan cooling and supplementation of rbST on milk production in relation to the mechanism responsible for the control of the mammary function in both intramammary factor and extramammary factors were performed in crossbred 87.5% Holstein cows. Primiparous cows were used for experiments. Cows in each experiment were divided into two groups and assigned under the normal shaded barn (NS) as non-cooled cows and shaded barn with misty-fan cooling (MF) as cooled cows. The NS barn was separated from MF barn by longed metal sheet wall from floor to roof. Each cow was injected subcutaneously with 500 mg of rbST in every 14 days for 3 consecutive doses in each stage of lactation (early, mid and late lactation). Cows were fed the same total mix ration *ad libitum* and water was freely offered. The experimental results demonstrated that an application of MF cooling could reduce ambient temperature (AT) and temperature humidity index (THI). A low respiratory rate (RR) and rectal temperature (RT) were occurred in cooled cows. Milk yield significantly increased in cows treated with rbST in each stage of lactation. Increases in mammary blood flow accompanied with increases in total body water (TBW), extracellular fluid (ECF), blood volume (BV) and plasma volume (PV) in both cooled and non-cooled cows receiving rbST in each stages of lactation. Cows were housed under MF cooling could reduce the negative effect of high temperatures on digestive function via an increase in the digesta passage rate resulting in an increase in feed intake. An increase in dry matter intake (DMI) in response to both cooling system and rbST supplementation would be partly attributed to an increase in rumen fermentation with increases in VFA, NH_3N and microbial protein. It was also found that an increase in water intake accompanying with an increase in DMI was apparent in rbST-supplemented cows under misty-fan cooling. An increase in gut water and liquid outflow rate from the rumen were apparent in rbST supplemented cows. The effect of MF cooling influenced to an increase in net water transfer through the ruminal wall. The rbST-supplemented cows under MF barn also showed a high level of water absorption through ruminal wall. These changes would be in part accounted for an increase in total body water (TBW). The present results indicate that the rbST exerts

its galactopoietic action, in part, through changes in body fluids associated with increased in gut water regulation and rumen function, which would be the consequence in distribution of nutrients to the mammary gland and for thermoregulatory mechanisms.

The study of renal function in both cooled and non-cooled cows whether supplemental rbST or not showed no significant changes in renal hemodynamics. There were decreases in the rate of urine flow, urinary electrolytes excretion and osmolar clearance in both cooled and non-cooled cows supplementation with rbST. During supplemental rbST in both cooled and non-cooled cows, a marked increase in plasma insulin like growth factor (IGF-I) coincided with an increase in the plasma aldosterone level, while there were no changes in plasma cortisol and vasopressin concentrations in all stages of lactation. The plasma thyroxine (T4) concentration was significantly decreased during early lactation. The lithium clearance study revealed the increases in sodium ion and water reabsorption in renal proximal tubule. The stimulatory effects of rbST on body fluid expansion could be in part stimulate sodium and water reabsorption in renal proximal tubule by mediated via increases in plasma levels of aldosterone and IGF-1 which may involve a stimulation of renin-angiotensin-aldosterone (RAAS) system, but not for vasopressin. The haematological and plasma biochemical values for systemic health monitoring during rbST supplementation in both cooled and non-cooled cows showed no significant changes and being within normal physiological limits. An antioxidative component, the SH residue concentration in the plasma, and the oxidation products of polyunsaturated lipid, (TBARS concentration) of both cooled and cooled cows showed no changes during periods of rbST supplementation. The ascorbic acid concentrations, antioxidative component in plasma, were not affected during rbST supplementation, but the ascorbic acid concentrations in plasma of cooled cows were significantly lower than those of non-cooled cows.

Milk yield of both cooled and non-cooled cows without rbST decreased as lactation advanced to late lactation. The mean arterial plasma concentrations for glucose, acetate, β-hydroxybutyrate and triacylglycerol were unchanged, while the mean arterial plasma concentrations of free fatty acid increased both cooled and non-cooled cows supplemental rbST. The net mammary glucose and triacylglycerol uptakes of cows in both groups markedly increased in mid and late stages of lactation,

while no significant changes of the arteriovenous differences (A-V differences) and mammary extraction across the mammary gland were apparent throughout lactation in both cooled and non-cooled cows supplemental rbST. No significant changes in the A-V differences, mammary extraction and mammary uptake for acetate, β-hydroxybutyrate were apparent during rbST supplementation in both cooled and non-cooled cows. Glucose turnover rates were not significant different between cooled and non-cooled cows whether supplemental rbST or not. The glucose taken up by the mammary gland of both non-cooled and cooled cows increased flux through the lactose synthesis and the pentose cycle pathway with significant increases in NADPH formation for fatty acid synthesis during rbST supplementation. The utilization of glucose carbon incorporation into milk appeared to increase in milk lactose and milk triacylglycerol of both cooled and non-cooled cows supplemental rbST during early and mid lactation but not for milk citrate as lactation advances. The proportion of glucose was metabolized less for lactose synthesis, but metabolized more via the Embden-Meyerhof pathway and the tricarboxylic acid cycle as lactation advances whether supplemental rbST or not.

These results can conclude that an increase in milk production by the effect of rbST supplementation to cows housed either in NS or MF barns is mediated primarily through body fluid volume expansion and secondary increased MBF to the mammary gland for distribution of nutrients for milk synthesis. Local changes for biosynthetic capacity within the mammary gland would be a factor in identification of the utilization of substrates in the rate of decline in milk yield with advancing lactation in both cooled and non-cooled cows whether supplemental rbST or not.

บทคัดย่อ

การศึกษาผลของการใช้ระบบพัดลมพ่นละอองน้ำทำความเย็นกับการการฉีดฮอร์โมนโบวายโซมาโตโทรปิน (rbST) ต่อการเพิ่มผลผลิตน้ำนมกับการเปลี่ยนแปลงกลไกที่มาควบคุมทั้งปัจจัยภายในและปัจจัยภายนอกต่อมน้ำนมในโคนมพันธุ์ผสมสายเลือด87.5%โฮลสไตน์ การศึกษาใช้โคนมท้องแรกในแต่ละการทดลอง โคถูกแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม จำนวนเท่าๆ กัน และจัดให้เลี้ยงในโรงเรือนแบบผูกยืนโรงที่ถูกกั้นแยกออกจากกันเป็นสองด้านด้วยแผ่นโลหะสูงจากพื้นจรดหลังคา กลุ่มแรกเลี้ยงอยู่ในด้านที่ไม่ติดตั้งระบบทำความเย็น (NS) กลุ่มที่สองเลี้ยงอยู่ในด้านที่ติดตั้งระบบทำความเย็นด้วยพัดลมพ่นละอองน้ำ(MF) โคนมทุกตัวได้รับการฉีดฮอร์โมนrbST ขนาด500มก เข้าใต้ผิวหนัง โดยให้ห่างกันทุกๆ 14 วันติดต่อกัน3 ครั้งในแต่ละระยะการให้นม (ระยะต้น กลาง และระยะท้ายของการให้นม) โคทั้งสองกลุ่มได้รับการจัดการ การให้อาหาร น้ำ และการจัดการอื่นๆเหมือนกันตลอดระยะการทดลอง ผลการทดลองพบว่าการใช้ระบบพัดลมพ่นละอองน้ำสามารถลด อุณหภูมิ และดัชนีอุณหภูมิความชื้นภายในโรงเรือน MF ลงได้ มีผลทำให้อัตราการหายใจและอุณหภูมิร่างกายวัดทางทวารหนักของแม่โคกลุ่มภายในโรงเรือน MF ต่ำลง อัตราการหลั่งน้ำนมจะเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญในกลุ่มโคที่ฉีด rbSTในทุกระยะของการให้นม การเพิ่มขึ้นของอัตราการไหลของเลือดสู่ต่อมน้ำนม ร่วมไปกับการเพิ่มขึ้นของปริมาณน้ำในร่างกาย ปริมาณน้ำนอกเซลล์ ปริมาณเลือดและปริมาณพลาสม่าในโคนมทั้ง 2 กลุ่มที่ได้รับ rbST ตลอดระยะการให้นม การเลี้ยงโคนมในโรงเรือน MF สามารถช่วยลดผลกระทบจากสภาพอากาศร้อนที่มีต่อระบบย่อยอาหารของโค โดยมีส่วนทำให้อัตราการไหลผ่านของอาหารเร็วขึ้น ทำให้โคสามารถกินอาหารได้เพิ่มขึ้น การตอบสนองของแม่โคต่อฮอร์โมน rbST และการปรับอุณหภูมิแวดล้อมด้วยระบบ MF ทำให้การกินอาหารเพิ่มขึ้นแล้ว ยังมีผลต่อการเพิ่มผลผลิตจากการหมักอาหารของจุรินทรีย์ในกระเพาะหมัก ได้แก่ กรดไขมันระเหยได้ แอมโมเนียไนโตรเจน รวมถึงการสังเคราะห์จุรินทรีย์โปรตีนเพิ่มขึ้นด้วย ในการทดลองครั้งนี้ยังพบว่าแม่โคที่ฉีดฮอร์โมนrbST และปรับอุณหภูมิแวดล้อมด้วยระบบ MF จะกินน้ำเพิ่มขึ้นสัมพันธ์กับการเพิ่มขึ้นของอาหารที่กินได้ ซึ่งเป็นสาเหตุหนึ่งของการเพิ่มน้ำในทางเดินอาหาร และมีการไหลผ่านของน้ำจากกระเพาะหมักไปยังกระเพาะส่วนอื่นและลำไส้เพิ่มขึ้น ส่วนอิทธิพลของโรงเรือนที่มีระบบMFพบว่ามีผลต่ออัตราการดูดซึมน้ำผ่านผนังกระเพาะหมักเพิ่มขึ้น จากผลดังกล่าวจึงเป็นสาเหตุสำคัญที่ทำให้มีการเพิ่มขึ้นของน้ำในร่างกาย และบางส่วนของน้ำในร่างกายยังถูกใช้ไปในกลไกควบคุมความร้อนในร่างกาย

การศึกษาการทำหน้าที่ของไตในการควบคุมของเหลวและส่วนประกอบในของเหลวในร่างกายใน โคที่เลี้ยงอยู่ในที่เย็น และไม่เลี้ยงอยู่ในที่เย็น ไม่ว่าจะให้ rbST เสริมหรือไม่ พบว่าไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของ renal hemodynamics แต่มีผลต่อการลดลงของอัตราการขับปัสสาวะ

อัตราการขับทิ้งของอิเลคทรอไลท์ และ osmolar clearance ทั้งในโคที่อยู่ในที่เย็น และ โคไม่อยู่ในที่เย็นที่ได้รับ rbST การเสริม rbST ในโคที่ทั้งสองกลุ่ม พบการเพิ่มขึ้นของฮอร์โมนอินซุลินไลค์โกรท์แฟคเตอร์-I(IGF-I) ควบคู่ไปกับการเพิ่มขึ้นของ ฮอร์โมนอัลโดสเตอโรน แต่ไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงอย่างมีนัยสำคัญของ ฮอร์โมนคอร์ติซอล และ วาโสเพรสซิน ในทุกระยะของการให้นม นอกจากนี้ยังพบการลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติของ ฮอร์โมนไทรอกซีนในระยะแรกของการให้นม จากการศึกษาโดยใช้ lithium clearance พบว่าการให้ rbST ทำให้มีการดูดกลับโซเดียมไอออนและน้ำเพิ่มขึ้นในบริเวณ proximal tubule ของไต การเพิ่มขึ้นของน้ำในร่างกายเป็นผลให้มีการเพิ่มขึ้นของปริมาณเลือดไปสู่ต่อมน้ำนมในการนำส่งสารอาหารในการสังเคราะห์น้ำนม ในการเพิ่มปริมาณน้ำนม ผลการกระตุ้นของ rbST ต่อการเพิ่มขึ้นของน้ำในร่างกายโดยผ่านการดูดกลับของ โซเดียมไอออนและน้ำที่บริเวณ proximal tubule จะผ่านการทำงานของฮอร์โมนอัลโดสเตอโรนและIGF-Iที่เพิ่มขึ้นซึ่งอาจจะกระตุ้นผ่านการทำงาน ของระบบเรนิน- แองจิโอเทนซิน-อัลโดสเตอโรน แต่ไม่เกี่ยวกับระดับ ฮอร์โมนวาโสเพรสซินที่ไม่เปลี่ยนแปลง การวัดค่าเลือดและค่าชีวเคมีในพลาสมาเพื่อบ่งถึงสุขภาพของโคนมระหว่างการให้ rbST ในโคที่เลี้ยงอยู่ในที่เย็น และ โคที่ไม่อยู่ในที่เย็นพบมีค่าอยู่เกณฑ์ปกติ การวัดค่าoxidative stressในพลาสมาของโคนมระหว่างการให้ rbSTในโคที่เลี้ยงอยู่ในที่เย็นและโคที่ไม่อยู่ในที่เย็น ไม่พบการเปลี่ยนแปลงของค่าความเข้มข้นของSH residue, และTBARSในพลาสมา แต่ความเข้มข้นของascorbic acid ในพลาสมาของโคนมที่เลี้ยงอยู่ในที่เย็นจะมีค่าต่ำกว่าของโคที่ไม่เลี้ยงอยู่ในที่เย็น

อัตราการหลั่งน้ำนมที่มากในระยะต้นของการให้นมในโคทั้ง 2 กลุ่มแม้ไม่ได้ให้rbST และจะลดลงเมื่อเข้าสู่ระยะท้ายของการให้นม การวัดระดับความเข้มข้นของกลูโคส อะซีเตท เบต้าไฮดรอกซี่บิวตาเรต และ ไตรกลีเซอไรด์ ในพลาสม่าของเลือดแดงไม่พบการเปลี่ยนแปลง แต่ความเข้มข้นของกรดไขมันอิสระจะเพิ่มขึ้นเมื่อให้rbSTในโคที่เลี้ยงทั้งในโรงเรือนปกติและโรงเรือนที่มีความเย็น อัตราการใช้กลูโคสและไตรกลีเซอไรด์ในต่อมน้ำนมจะเพิ่มขึ้นโดยเฉพาะในระยะกลางและระยะท้ายของการให้นม แต่ความแตกต่างของความเข้มข้นของสารอาหารระหว่างเลือดแดงและเลือดดำ (A-V difference)และสัดส่วนการใช้สารอาหารโดยต่อมน้ำนมในโคนมทั้งสองกลุ่มที่ให้rbSTไม่พบการเปลี่ยนแปลง ส่วนค่าความแตกต่างความเข้มข้นของอะซีเตทและเบต้าไฮดรอกซี่บิวตาเรตระหว่างเลือดแดงและเลือดดำ(A-V difference) และสัดส่วนการใช้และอัตราการใช้ในต่อมน้ำนมไม่พบการเปลี่ยนแปลงในช่วงที่มีการให้rbST ในโคนมทั้งสองกลุ่ม การศึกษาอัตราการหมุนเวียนของกลูโคสภายในร่างกาย ไม่พบการเปลี่ยนแปลงระหว่างโคนมทั้งสองกลุ่มที่ได้รับrbST หรือไม่ อัตราการใช้กลูโคสโดยต่อมน้ำนมถูกนำไปใช้ในวิถีของการสังเคราะห์แลคโตส และในวิถีเพนโตสในการเพิ่ม NADPH เพื่อการสังเคราะห์กรดไขมันในโคนมทั้งสองกลุ่มที่ให้rbST อัตราการใช้คาร์บอนอะตอมของกลูโคสเพิ่มขึ้นในน้ำนมแลคโตสและไขมันนมในโคนมที่เลี้ยงทั้งในที่เย็นและไม่ได้อยู่ในที่เย็นเมื่อได้รับrbSTในระยะต้นและระยะกลางของการให้นม แต่ไม่พบการ

เพิ่มขึ้นในน้ำนมซิเตรสเมื่อเข้าสู่ระยะท้ายๆของการให้นม สัดส่วนของการใช้กลูโคสในเซลล์ต่อมน้ำนมจะถูกเมแทบอไลซ์น้อยลงในกระบวนการสังเคราะห์แลคโตส แต่จะถูกเมแทบอไลซ์เพิ่มขึ้นโดยผ่านวิถี Embden-Meyerhof และวิถี Tricarboxylic acid มากขึ้นเมื่อเข้าสู่ระยะท้ายของการให้นมไม่ว่าจะให้ rbST หรือไม่

จากผลการศึกษาดังกล่าว สามารถสรุปได้ว่าการเพิ่มผลผลิตน้ำนมจากการให้ rbST แก่โคนมที่เลี้ยงภายในโรงเรือนปกติและโรงเรือนเย็นที่ใช้ระบบพ่นด้วยละอองไอน้ำ เป็นผลจากการเพิ่มปริมาตรของเหลวภายในร่างกายในเบื้องต้นและจะเป็นผลตามมาในการเพิ่มอัตราการไหลของเลือดไปสู่ต่อมน้ำนมเพื่อนำสารอาหารไปในกระบวนการสังเคราะห์น้ำนม การเปลี่ยนแปลงความสามารถเฉพาะที่ภายในเซลล์ต่อมน้ำนมที่ลดลงจะเป็นปัจจัยหนึ่งที่บ่งชี้ถึงการลดการใช้สารอาหารในการสังเคราะห์น้ำนมลดลงเมื่อเข้าสู่ระยะท้ายๆของการให้นมทั้งในกลุ่มโคนมที่เลี้ยงในที่เย็นและไม่ได้เลี้ยงในที่เย็น ไม่ว่าจะให้ rbST หรือไม่