ผลของการให้ Bovine somatotropin ต่อการทำหน้าที่ของต่อมน้ำนมที่มีความสัมพันธ์กับเมแทบอลิซึมของน้ำภายในร่างกายช่วงระยะต้นของการให้นมในโคนมลูกผสมโฮลสไตน์

นางสาววนิดา มากศิริ

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาสรีรวิทยาการสัตว์ ภาควิชาสรีรวิทยา
คณะสัตวแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2546

ISBN 974-17-4212-6

ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

EFFECTS OF EXOGENOUS BOVINE SOMATOTROPIN ON MAMMARY FUNCTION IN RELATION TO WATER METABOLISM IN EARLY LACTATION OF CROSSBRED HOLSTEIN CATTLE

Miss Wanida Maksiri

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Science in Animal Physiology

Department of Physiology
Faculty of Veterinary Science
Chulalongkorn University

Academic Year 2003
ISBN 974-17-4212-6

Thesis Title	Effects of exogenous bovine somatotropin on mammary function in relation to water metabolism in early lactation of crossbred Holstein
By	Miss Wanida Maksiri
Field of Study	Physiology
Thesis Advisor	Professor Narongsak Chaiyabutr, D.V.M., Ph.D.
Thesis Co-advisor	Associate Professor Somchai Chanpongsang, D.V.M., M.S.

Accepted by the Faculty of Veterinary Science, Chulalongkorn University in Partial Fulfillment of the Requirements for the Master's Degree

.....Dean of the Faculty of Veterinary Science
(Professor Narongsak Chaiyabutr, Ph.D.)

THESIS COMMITTEE

.....Chairman
(Assistant Professor Kris Angkanaporn, Ph.D.)

.....Thesis Advisor
(Professor Narongsak Chaiyabutr, Ph.D.)

.....Thesis Co-advisor
(Associate Professor Somchai Chanpongsang, D.V.M., M.S.)

.....Member
(Associate Professor Prachin Virakul, Ph.D,)

.....Member
(Assistant Professor Suthep Ruangwises, Ph.D.)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

วนิดา มากศิริ: ผลของการให้ Bovine somatotropin ต่อการทำหน้าที่ของต่อมน้ำนมที่มีความสัมพันธ์กับเมแทบอลิซึมของน้ำภายในร่างกายช่วงระยะต้นของการให้นมในโคนมลูกผสมโฮลสไตน์ (EFFECTS OF EXOGENOUS BOVINE SOMATOTROPIN ON MAMMARY FUNCTION IN RELATION TO WATER METABOLISM IN EARLY LACTATION OF CROSSBRED HOLSTEIN CATTLE) อ. ที่ปรึกษา: ศ.น.สพ.ดร. ฉรงค์ศักดิ์ ชัยบุตร, อ. ที่ปรึกษาร่วม รศ.น.สพ. สมชาย จันทร์ผ่องแสง; 59 หน้า. ISBN 974-17-4212-6

การทดลองครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของ bovine somatotropin (bST) ต่อการทำหน้าที่ของต่อมน้ำนมที่มีความสัมพันธ์กับเมแทบอลิซึมของน้ำภายในร่างกายช่วงระยะต้นของการให้นมในโคนมลูกผสมโฮลสไตน์ โดยการทดลองจะใช้โคนมลูกผสมโฮลสไตน์ที่อยู่ในช่วงท้ายของการตั้งท้องจำนวน 10 ตัว แบ่งออกเป็น 2 กลุ่มๆ ละ 5 ตัว หลังจากโคนม คลอดลูก 60 วัน โคนมในกลุ่มควบคุมจะได้รับการฉีด placebo ส่วนกลุ่มทดลองทำการฉีด bST 500 มก. ในรูป prolonged-release เข้าใต้ผิวหนังบริเวณหลังโคนขาหน้า

จากการทดลอง พบว่า หลังจากฉีด bST ผลผลิตน้ำนมเพิ่มขึ้น 19.8% และปริมาณการกินน้ำของโคนมต่อวันเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.01$) แต่ปริมาณการกินอาหารต่อวันไม่เพิ่มขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับโคกลุ่มควบคุม ปริมาตรของพลาสม่าและเลือดเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.05$) ในกลุ่มโคนมที่ฉีด bST อัตราการหมุนเวียนของน้ำภายในร่างกาย (water turnover rate) เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.05$) ในระยะต้นของการให้นมในกลุ่มที่ฉีด bST ผลการตอบสนองของ bST ต่อ ค่า half-life ของน้ำในร่างกายไม่มีผลเปลี่ยนแปลงเกิดขึ้น โคนมในกลุ่มที่ฉีด bST พบว่า ปริมาณน้ำภายในร่างกายทั้งหมดเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.01$) ปริมาณน้ำภายในร่างกายที่ไม่รวมน้ำในระบบทางเดินอาหาร (empty body water) มีค่าเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.05$) ซึ่งมีความสัมพันธ์กับการเพิ่มขึ้นของปริมาณน้ำนอกเซลล์ ในการตอบสนองต่อ bST พบว่า อัตราการไหลของเลือดไปยังต่อมน้ำนมเพิ่มขึ้นเป็นสัดส่วนมากกว่าการเพิ่มของผลผลิตน้ำนม ความเข้มข้นของกลูโคสในพลาสม่า และการนำกลูโคสเข้าสู่ต่อมน้ำนมไม่มีผลแตกต่างเมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุม แต่ค่าผลต่างของความเข้มข้นของกลูโคส และเปอร์เซ็นต์ของกลูโคสที่ถูกนำไปใช้ที่ต่อมน้ำนมมีค่าลดลง ผลการตอบสนองต่อ bST พบว่า เปอร์เซ็นต์ของอะซิเตตที่นำไปใช้ที่ต่อมน้ำนม และการนำอะซิเตตเข้าสู่ต่อมน้ำนมเพิ่มขึ้น การฉีด bST ไม่มีผลต่อความเข้มข้นของ β-hydroxybutyrate และไตรกลีเซอไรด์ในพลาสม่า ผลของ bST ต่อองค์ประกอบในน้ำนม พบว่า ไขมันในน้ำนมเพิ่มขึ้น ส่วนโปรตีน และแลคโตสในน้ำนมไม่มีผลแตกต่างกันในช่วงระยะต้นของการให้นม

จากการทดลองสรุปได้ว่า bST มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงการทำงานของต่อมน้ำนมในโคนมลูกผสมโฮลสไตน์ที่อยู่ในระยะต้นของการให้นมทำให้ผลผลิตน้ำนมเพิ่มขึ้น โดยเกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนแปลงทั้งปัจจัยภายนอก และปัจจัยภายในต่อมน้ำนม ซึ่งกลไกการทำงานของ bST อาจเกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนแปลงของระดับความเข้มข้นของ IGF-1 ในพลาสม่าที่มีผลต่อการเพิ่มอัตราการไหลของเลือดที่ไปยังต่อมน้ำนม รวมทั้งมีผลในการเพิ่มปริมาณน้ำทั้งหมดภายในร่างกายซึ่งทำให้เพิ่มอัตราการไหลของเลือด และการนำสารอาหารไปยังต่อมน้ำนมเพื่อนำไปใช้ในการสังเคราะห์น้ำนม

ภาควิชา	สรีรวิทยา	**ลายมือชื่อนิสิต**	วนิดา มากศิริ
สาขาวิชา	สรีรวิทยาการสัตว์	**ลายมืออาจารย์ที่ปรึกษา**	
ปีการศึกษา	2546	**ลายมืออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม**	สมชาย จันทร์ผ่องแสง

4475568031: MAJOR ANIMAL PHYSIOLOGY

KEY WORDS: BOVINE SOMATOTROPIN/ MAMMARY FUNCTION/ TOTAL BODY WATER/ EMPTY BODY WATER

WANIDA MAKSIRI: EFFECTS OF EXOGENOUS BOVINE SOMATOTROPIN ON MAMMARY FUNCTION IN RELATION TO WATER METABOLISM IN EARLY LACTATION OF CROSSBRED HOLSTEIN CATTLE. THESIS ADVISOR: PROF. NARONGSAK CHAIYABUTR, Ph.D., THESIS CO-ADVISOR: ASSOC. PROF. SOMCHAI CHANPONGSANG, M.S. 59 pp. ISBN 974-17-4212-6

The objective of the study was carried out to evaluate the effect of exogenous bovine somatotropin on mammary function in relation to water metabolism in early lactation of crossbred Holstein cattle. Ten, late pregnancy 87.5% crossbred Holstein cattle were divided into two groups of 5 animals each. At day 60 of lactation, animals in the control group were given placebo while animals in the treated group were given recombinant bovine somatotropin by subcutaneous injection at the postscapular with 500 mg of bST (14-day prolong-release bST).

After bST injection, milk yield increased 19.8% and water intake increased significantly ($P<0.01$) while total dry matter intake was not different when compared to the control group. Plasma volume and blood volume absolute values were significantly increased ($P<0.05$) in animals given bST. Water turnover rate as absolute values significantly increased ($P<0.05$). The biological half-life of water did not change while, total body water space and total body water as absolute values significantly increased ($P<0.01$) during bST treatment. An increase the empty body water as absolute values was higher ($P<0.05$) which associated with an increase the extracellular fluid volume. The increase in mammary blood flow in response to bST treatment was proportionally greater than an increase in milk production. The concentration of arterial plasma glucose and mammary glucose uptake of animals treated with bST were not significant different, while the arterio-venous concentration difference and mammary extraction ratio significantly decreased ($P<0.05$) as compared the control animals. The mammary extraction ratio of acetate and mammary acetate uptake increased during bST treatment. However, bST did not affect the plasma concentrations of β-hydroxybutyrate and triglyceride. Milk fat concentration increased during bST treatment in early lactating period, while the concentration of both protein and lactose in milk were not affected.

The present results indicate that bST affects the mammary function by increase in milk yield in early lactating crossbred Holstein cattle. It involves both extra-mammary factors and intra-mammary factors. The action of bST may mediate via IGF-1 causing an increase in blood flow to mammary gland and carrying milk precursors to the gland. The effect of bST also increases TBW to make up the largest portion of milk during milk synthesis.

Department/ program	Physiology	**Student's signature**	Wanida Maksiri
Field of study	Animal physiology	**Advisor's signature**	Narongsak Chaiyabutr
Academic year	2003	**Co-advisor's signature**	Somchai Chanpongsang

ACKNOWLEDGEMENTS

I would like to express my deep gratitude to my advisor, Professor Dr. Narongsak Chaiyabutr and my co-advisor, Associate Professor Somchai Chanpongsang for their helpful consultation and guidance.

My thanks also expressed to the thesis committee for their valuable suggestions.

My sincere and warm appreciation is expressed to Miss Siripen Komolvanich, Assistant Professor Sumphan Thamachareon for their help and technical suggestion and Miss Hathaitip Park-insee for their valuable assistance in this work.

My thanks would also express to Department of Public health, and Veterinary Diagnostic Units, Faculty of Veterinary Science, Chulalongkorn University for provision of the facilities used in the experimental works.

This study supported by the fund from Chulalongkorn University and Ministry of University Affairs.

Finally, I am deeply grateful to my family for their kind encouragement throughout my study period.

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

TABLE OF CONTENTS

Page

THAI ABSTRACT.....iv

ENGLISH ABSTRACT.....v

ACKNOWLEDGEMENTS.....vi

TABLE OF CONTENTS.....vii

LISTS OF TABLES.....x

LISTS OF FIGURES.....xi

ABBREVIATION.....xii

CHAPTER

I. INTRODUCTION AND AIMS.....1

II. BACKGROUND INFORMATIONS.....4

The structure of growth hormone.....4

Mechanisms of growth hormone action.....5

Milk responses for bST administration.....6

Effects of bST administration on lipogenesis and lipolysis.....8

Effects of bST administration on carbohydrate metabolism.....10

Effects of bST administration on protein metabolism.....10

Effects of bST administration on blood flow.....11

Effects of bST administration on mammary gland function.....11

Growth hormone and water metabolism of dairy cattle.....13

III. MATERIALS AND METHODS.....16

Animals and management.....16

Experimental procedures.....16

Animals preparation.....18

Protocol of the experiment.....18

TABLE OF CONTENTS (CONT.)

Page

Determinations of water intake, total body water, water turnover and empty body water (EBW).....19

Determinations of plasma volume, extracellular fluid and plasma solids concentration.....20

Determination of mammary blood flow.....21

Determination of mammary uptake of metabolites.....22

Determinations of the plasma glucose concentration, mammary arterio-venous difference, mammary extraction ratio and uptake of glucose.....22

Determinations of the plasma triglyceride concentration, mammary arterio-venous difference, mammary extraction ratio and uptake of triglyceride.....23

Determinations of the plasma β-hydroxybutyrate concentration, mammary arterio-venous difference, mammary extraction ratio and uptake of β-hydroxybutyrate.....23

Determinations of the plasma acetate concentration, mammary arterio-venous difference, mammary extraction ratio and uptake of acetate.....23

Calculations.....24

Milk collection.....24

Determination of milk composition.....24

Determination of the plasma IGF-1 concentration.....25

Statistical analysis.....25

IV. RESULTS.....26

Effects of bST administration on dietary dry matter intake, water intake and milk yield.....26

TABLE OF CONTENTS (CONT.)

Page

Effects of bST administration on plasma volume, blood volume, plasma osmolality and packed cell volume.....29

Effects of bST administration on the water turnover rate, biological half-life and total body water.....31

Effects of bST administration on the empty body water, gut water, extracellular fluid and intracellular fluid.....33

Effects of bST administration on mammary circulation and the plasma concentration of IGF-1.....35

Effect of bST administration on the concentration of arterial plasma glucose, A-V difference concentration, mammary extraction ratio and mammary glucose uptake.....37

Effect of bST administration on the concentration of arterial plasma acetate, A-V difference concentration, mammary extraction ratio and mammary acetate uptake.....39

Effect of bST administration on the concentration of arterial plasma β-hydroxybutyrate, A-V difference concentration, mammary extraction ratio and mammary β-hydroxybutyrate uptake.....41

Effect of bST administration on the concentration of arterial plasma triglyceride, A-V difference concentration, mammary extraction ratio and mammary triglyceride uptake.....42

Effect of bST administration on milk composition.....43

V. DISCUSSION.....44

REFERENCES.....52

BIOGRAPHY.....59

LIST OF TABLES

Table **Page**

1. Chemical composition of feed components.....17
2. Dietary dry matter intake, water intake and milk yield in the control animals and animals treated with bST.....27
3. Plasma volume, blood volume and packed cell volume in the control animals and animals treated with bST.....30
4. Changes in water turnover rate and total body water in the control animals and animals treated with bST.....32
5. Empty body water, gut water, extracellular fluid and intracellular fluid in the control animals and animals treated with bST.....34
6. Changes in mammary circulation and the plasma concentration of IGF-1 in the control animals and animals treated with bST.....36
7. The concentration of arterial plasma glucose, A-V difference concentration, mammary extraction ratio and mammary glucose uptake in the control animals and animals treated with bST.....38
8. The concentration of arterial plasma acetate, A-V difference concentration, mammary extraction ratio and mammary acetate uptake in the control animals and animals treated with bST.....40
9. The concentration of arterial plasma β-hydroxybutyrate, A-V difference concentration, mammary extraction ratio and mammary β-hydroxybutyrate uptake in the control animals and animals treated with bST.....41
10. The concentration of arterial plasma triglyceride, A-V difference concentration, mammary extraction ratio and mammary triglyceride uptake in the control animals and animals trated with bST.....42
11. Milk composition in the control animals and animals treated with bST.....43

LIST OF FIGURES

Figure **Page**

1. Milk yield of animals in the control and the group treated with bST.....28

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ABBREVIATIONS

A	The arterial plasma metabolites concentration
A-V	The arterio-venous difference
bST	Bovine somatotropin
EBW	Empty body water
ECW	Extracellular water
FFA	Free-fatty acid
FFM	Fat-free matter
FFSTM	Fat-free soft mass
GHD	Growth hormone deficiency
gm%	gram/100 milliliter
GRF	Growth hormone-releasing factor
hST	Human somatotropin
ICF	Intracellular fluid
IGF-1	Insulin-like growth factor-1
MBF/milk yield	The mammary blood flow to milk yield ratio
mmole	millimole
NEFA	Non-esterified fatty acid
pST	Porcine somatotropin
TBW	Total body water
TOH	Free tritiated water
V	The venous plasma metabolites concentration
μCi	microcurie
μmole	micromole

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย