ENHANCING PRODUCTIVITY AND CHEVON CONJUGATED LINOLEIC ACID (CLA) CONTENT IN GROWING GOATS USING PROBIOTICS TOGETHER WITH PLANT OILS

Yong Han

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements for the Degree of Doctor of Philosophy in Animal Production Technology

Suranaree University of Technology

Academic Year 2008

การปรับปรุงประสิทธิภาพการผลิตและการสะสม conjugated linoleic acid (CLA) ในเนื้อแพะระยะกำลังเจริญเติบโตโดยใช้โปรไบโอติคร่วมกับน้ำมันพืช

นายหยง ฮาน

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรดุษฎีบัณฑิต
สาขาวิชาเทคโนโลยีการผลิตสัตว์
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี
ปีการศึกษา 2551

ENHANCING PRODUCTIVITY AND CHEVON CONJUGATED LINOLEIC ACID (CLA) CONTENT IN GROWING GOATS USING PROBIOTICS TOGETHER WITH PLANT OILS

Suranaree University of Technology has approved this thesis submitted in partial fulfillment of the requirements for the Degree of Doctor of Philosophy.

Thesis Examining Committee

_____

(Dr. Surintorn Boonanuntanasarn)

Chairperson

_____

(Asst. Prof. Dr. Pramote Paengkoum)

Member (Thesis Advisor)

_____

(Assoc. Prof. Dr. Pongchan Na-Lampang)

Member

_____

(Asst. Prof. Dr. Anut Chantiratikul)

Member

_____

(Prof. Xia Xian Lin)

Member

_____

(Prof. Dr. Pairote Sattayatham)

Vice Rector for Academic Affairs

_____

(Asst. Prof. Dr. Suwayd Ningsanond)

Dean of Institute of Agricultural Technology

YONG HAN : ENHANCING PRODUCTIVITY AND CHEVON CONJUGATED LINOLEIC ACID (CLA) CONTENT IN GROWING GOATS USING PROBIOTICS TOGETHER WITH PLANT OILS.
THESIS ADVISOR : ASST. PROF.PRAMOTE PAENGKOUM, Ph.D., 245 PP.

PROBIOTICS / SOYBEAN OIL / SUNFLOWER OIL / GROWING GOATS / CLA

The aim of present study was to investigate the effects of dietary supplemental probiotics, soybean and sunflower oil, and a combination of probiotics plus soybean oil or sunflower oil on growth performance, rumen metabolism, plasma CLA content, carcass and meat quality, and meat CLA content of stall-fed growing goats fed with whole plant corn silage. The study was conducted by 3 affiliated experiments.

Experiment 1: Twenty-four crossbred (Thai native x Anglo-Nubian) growing goats that weighed 14.2±2.3 kg, aged about 6 months, were allocated to 4 treatments according to Randomized Complete Block Design (RCBD) with 6 goats in each treatment. The treatments consisted of 0, 2.5, 5.0 and 7.5 g/h/d supplementation of probiotics. The results indicated a significant improvement of ADG ($P<0.05$), stabilization of rumen pH, a significant increase of NDF digestibility and rumen viable microbes ($P<0.05$), and a significant increase of plasma CLA. In addition, this experiment verified that 2.5, and 5.0 g/h/d probiotics attained better results in stall-fed growing goats fed with whole plant corn silage.

Experiment 2: Thirty growing crossbred (Thai native x Anglo-Nubian) goats, aged about 6 months, weighed 14.8±2.5 kg, were allocated to 5 treatments according to RCBD with 6 goats in each treatment. The treatments were the control, 2.5, 5.0% soybean oil, and 2.5, 5.0% sunflower oil. The results showed that ADG and feed efficiencies significantly increased (soybean oil: $P<0.01$; sunflower oil: $P<0.05$); NH_3-N significantly reduced (soybean oil: $P<0.01$; sunflower oil: $P<0.05$); N absorption and retention increased ($P<0.05$); CLA content significantly enhanced ($P<0.01$). This experiment testified that the administration of soybean oil in diet of stall-fed growing goats fed with whole plant corn silage achieved better results than that of sunflower oil.

Experiment 3: The thirty goats that were used in Experiment 2 were prepared for this experiment with a 5-week adjustment. The animals were allocated to 5 treatments according to factorial arrangement on RCBD with 6 goats in each treatment. The treatments were the control, 2 levels of soybean oil (2.5 and 5.0%), and 2 levels of probiotics (2.5 and 5.0 g/h/d). The results showed that the ADG and feed efficiency increased significantly ($P<0.05$) with the supplementation of plant oils and probiotics. There was a distinct interaction between the supplementation of soybean oil and probiotics on the increase of ADG ($P=0.07$) and feed conversion ($P=0.04$). There was a significant synergized effect on nitrogen absorption ($P=0.07$) and total VFA ($P=0.05$) for soybean oil and probiotics supplementation. The plasma CLA increased significantly ($P<0.01$). There was a significant synergized impact between soybean oil and probiotics on the increase of CLA isomers in plasma. The meat

quality was improved. The meat C18:c9, t11 CLA increased 100 to 139.6% ($P<0.01$); the C18:t10, c12 CLA increased 100 to 300% ($P<0.01$). A significant synergized effect between soybean oil and probiotics on meat CLA isomers was found ($P<0.05$).

The overall results showed that administration of 2.5 and 5.0 g/h/d probiotics in diet of growing goats fed with whole plant corn silage improved animals' growth performance and feed conversion ($P<0.05$), optimized rumen metabolism, and increased plasma CLA content ($P<0.01$). The supplementation of 2.5 and 5.0% soybean oil or sunflower oil increased growing goats' ADG and feed efficiency ($P<0.05$) without negative impact on rumen metabolism, and significantly increased plasma CLA ($P<0.01$). The supplementation of soybean oil together with probiotics significantly improved animals' growth performance and feed conversion ($P<0.05$), optimized rumen metabolism, and increased plasma CLA content ($P<0.01$). The combined supplementation of soybean oil and probiotics enhanced carcass and meat quality ($P<0.05$), and significantly increased the meat CLA content ($P<0.01$).

School of Animal Production Technology Student's Signature_____

Academic Year 2008 Advisor's Signature_____

Co-advisor's Signature_____

Co-advisor's Signature_____

หยง ฮาน : การปรับปรุงประสิทธิภาพการผลิตและการสะสม conjugated linoleic acid (CLA) ในเนื้อแพะระยะกำลังเจริญเติบโตโดยใช้โปรไบโอติคร่วมกับน้ำมันพืช (ENHANCING PRODUCTIVITY AND CHEVON CONJUGATED LINOLEIC ACID (CLA) CONTENT IN GROWING GOATS USING PROBIOTICS TOGETHER WITH PLANT OILS) อาจารย์ที่ปรึกษา : ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปราโมทย์ แพงคำ, 244 หน้า

การศึกษาในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของการเสริมโปรไบโอติคน้ำมันถั่วเหลืองและน้ำมันทานตะวันและการใช้ร่วมกันระหว่างโปรไบโอติคน้ำมันถั่วเหลืองและน้ำมันทานตะวันต่อประสิทธิภาพของการเจริญเติบโต เมแทบอลิซึมในรูเมน conjugated linoleic acid (CLA) ในพลาสมาในแพะที่ได้รับต้นข้าวโพดหมักเป็นอาหาร โดยการศึกษาประกอบด้วย 3 การทดลอง

การทดลองที่ 1 ใช้แพะเนื้อพันธุ์ลูกผสม (พื้นเมืองไทยและแองโกลนูเบียน) จำนวน 24 ตัว น้ำหนักเฉลี่ย 14.2±2.3 กก. อายุประมาณ 6 เดือน ใช้แผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block Design (RCBD) แบ่งแพะออกเป็น 4 กลุ่มๆ ละ 6 ตัว โดยเสริมโปรไบโอติค 0, 2.5, 5.0 และ 7.5 กรัม/ตัว/วัน ผลการศึกษาพบว่า อัตราการเจริญเติบโตเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) การย่อยได้ของ neutral detergent fiber (NDF) จุลินทรีย์ในรูเมนและ CLA ในพลาสมาสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) ส่วนความเป็นกรดด่างในรูเมนไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ จากผลการทดลองสามารถสรุปได้ว่าระดับของโปรไบโอติคที่เหมาะสมในอาหารแพะที่ได้รับต้นข้าวโพดหมัก เป็นอาหารหยาบอยู่ระหว่าง 2.5 ถึง 5.0 กรัม/ตัว/วัน

การทดลองที่ 2 ใช้แพะเนื้อพันธุ์ลูกผสม (พื้นเมืองไทยและแองโกลนูเบียน) จำนวน 30 ตัว อายุประมาณ 6 เดือน น้ำหนักเฉลี่ย 14.8±2.5 กก. ใช้แผนการทดลองแบบ RCBD ประกอบด้วย 5 กลุ่มทดลอง กลุ่มทดลองละ 6 ตัว โดยอาหารทดลองประกอบด้วย กลุ่มควบคุม เสริมน้ำมันถั่วเหลือง 2.5% และ 5.0% และเสริมน้ำมันทานตะวัน 2.5% และ 5.0 % ผลการศึกษาพบว่า อัตราการเจริญเติบโตเพิ่มขึ้นในกลุ่มที่เสริมน้ำมันถั่วเหลือง ($P<0.01$) และกลุ่มที่เสริมน้ำมันทานตะวัน ($P<0.05$) ส่วนแอมโมเนียไนโตรเจนในของเหลวจากรูเมนลดลงในกลุ่มที่เสริมน้ำมันถั่วเหลือง ($P<0.01$) และน้ำมันทานตะวัน ($P<0.05$) การดูดซึมและการกักเก็บไนโตรเจน และ CLA ในพลาสมาเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) ในกลุ่มที่เสริมน้ำมันทั้งสองชนิด ในการทดลองนี้พิสูจน์ได้ว่า การเสริมน้ำมันถั่วเหลืองสามารถปรับปรุงประสิทธิภาพในการผลิตแพะเนื้อที่ได้รับต้นข้าวโพดที่หมักได้ดีกว่าการเสริมน้ำมันทานตะวัน

การทดลองที่ 3 ใช้แพะเนื้อชุดเดียวกับการทดลองที่ 2 โดยปรับสัตว์ก่อนการทดลอง 5 สัปดาห์ แบ่งสัตว์ออกเป็น 5 กลุ่ม จัดกลุ่มทดลองโดย factorial in RCBD แต่ละกลุ่มประกอบด้วย

ACKNOWLEDGEMENTS

This thesis could not be completed without the supports of many people. I would like to express my sincerest appreciation and heartfelt gratitude to the following persons:

My thesis advisor Asst. Prof. Dr. Pramote Peangkoum, for his supervision, kindness, support, and friendship. He plays an important role in my development, it is he give me the chance to continue my Ph.D. study with scholarship, it is him give me the chance to fulfill myself. His kind encouragement, guidance, and instruction are invaluable things for me forever.

My thesis co-advisors: Assoc. Prof. Dr. Pongchan Na-Lampang, Asst. Prof. Dr. Anut Chantiratikul and Prof. Xia Xian Lin, for their guidance and helps. Prof. Dr.Yupeng Yan and his wife Yanlin Hua, for their kindness and help. Dr. Pakenit, Dr. Samorn, and all other teachers in School of Animal Production, a very special appreciation is given to them for their guidance, advice, and instructions during my study.

Miss Thanaporn Pantawee, for her kind help in improvement of my English, kind care and help for my study and life during I stay in Thailand. Mr. Pattharasedthi Pholyian, Assoc Prof. Dr. Yang Sheng Lin, my roommates, special thanks to them for their kind care and helps in study and life during I stay in Thailand. Miss Walailuck

แพะ 6 ตัว กลุ่มการทดลองประกอบด้วยการเสริมน้ำมันถั่วเหลือง 2 ระดับ (2.5 %และ 5.0 %) และการเสริมโปรไบโอติค 2 ระดับ (2.5 และ 5.0 กรัม/ตัว/วัน) ผลการศึกษาพบว่า อัตราการเจริญเติบโตและประสิทธิภาพการใช้อาหารเพิ่มขึ้น (P<0.05) ในกลุ่มที่มีการเสริมน้ำมันพืชและโปรไบโอติคและยังพบว่ามีปฏิกิริยาร่วม (P=0.07) ระหว่างปัจจัยการเสริมน้ำมันพืชและโปรไบโอติค ในการเพิ่มขึ้นของอัตราการเจริญเติบโต (P=0.07) และประสิทธิภาพการใช้อาหาร (P=0.04) การดูดซึมของไนโตรเจน (P=0.07) กรดไขมันระเหยได้รวม (P<0.05) และ CLA ในพลาสมา (P=0.01)
การใช้น้ำมันถั่วเหลืองร่วมกับโปรไบโอติคมีผลในการปรับปรุงระดับของ CLA ในพลาสมาและสามารถปรับปรุงคุณภาพซาก C18:c9, t11 CLA ในเนื้อเพิ่มขึ้น 100 ถึง 140% (P<0.01) และ C18:t10, c12 CLA เพิ่มขึ้น 100 ถึง 300% (P<0.01) การใช้น้ำมันถั่วเหลืองร่วมกับโปรไบโอติคมีผลต่อการเพิ่ม CLA ในเนื้อ (P<0.05)

โดยภาพรวมจากการศึกษาในครั้งนี้แสดงให้เห็นว่า ในการเลี้ยงแพะเนื้อพันธุ์ลูกผสมที่ได้รับต้นข้าวโพดหมักเป็นอาหารหลักและเสริมด้วยโปรไบโอติคที่ระดับ 2.5 และ 5.0 กรัม/ตัว/วัน สามารถปรับปรุงประสิทธิภาพการผลิตและประสิทธิภาพการใช้อาหารได้ (P<0.05) และยังทำให้เกิดกระบวนการหมักในรูเมนอย่างเหมาะสม และระดับ CLA ในพลาสมาเพิ่มขึ้น (P<0.01) ในขณะที่อีกการทดลองเป็นการเสริมด้วยน้ำมันพืชสองชนิดคือน้ำมันถั่วเหลืองและน้ำมันทานตะวันที่ระดับ 2.5 และ 5.0% พบว่า สามารถเพิ่มอัตราการเจริญเติบโตและประสิทธิภาพการใช้อาหารโดยไม่ทำให้เกิดผลด้านลบต่อกระบวนการหมักในรูเมนและยังทำให้ระดับ CLA (P<0.01) ในพลาสมาเพิ่มขึ้น การเสริมน้ำมันถั่วเหลืองร่วมกับโปรไบโอติคพบว่าสามารถปรับปรุงประสิทธิภาพในการเจริญเติบโต ประสิทธิภาพในการใช้อาหาร เมแทบอลิซึมในรูเมนและระดับ CLA ในพลาสมา (P<0.05) และผลของการเสริมน้ำมันถั่วเหลืองร่วมกับโปรไบโอติคยังช่วยปรับปรุงคุณภาพซาก (P<0.05) และเพิ่มระดับ CLA ในเนื้ออย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.01)

สาขาวิชาเทคโนโลยีการผลิตสัตว์
ปีการศึกษา 2551

ลายมือชื่อนักศึกษา_____
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา_____
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม_____
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม_____

Kaewwongsa, Miss Sirintip Triyakhum, Miss Wanvisa Harakhot, Miss Supreena Srisaikhan and Miss Rungnapa Yanee, and also all other Thai friends and classmates, my close Chinese friends Mr. Li Yu Rong and Chen Sheng Chang, special thanks to them for their help for my experiment.

Miss Warang Weeranakint, a secretary of School of Animal Production at Suranaree University of Technology, for her help and assistance in some business related to my studies and work at this university.

Finally, my appreciation is devoted to my parents and all family members, special thanks to them for their support and understanding.

Yong Han

CONTENTS

Page

ABSTRACT (THAI) I

ABSTRAT (ENGLISH) III

ACKNOWLEDGEMENTS VI

CONTENTS VIII

LIST OF TABLES XII

LIST OF FIGURES XVII

LIST OF ABBREVIATION XX

CHAPTER

I INTRODUCTION 1

1.1 Rationale of the study 1

1.2 Research objectives 5

1.3 Research hypothesis 5

1.4 Scope and limitation of the study 6

1.5 Expected results 6

1.6 References 6

II REVIEW OF THE LITERATURE 9

2.1 Goats and entironment 9

2.2 Supplementation of probiotics to goats 12

CONTENTS (Continued)

Page

2.2.1 Brief introduction of probiotics 12

2.2.2 Possible mechanisms and action modes of probiotics 13

2.2.3 Effects of yeast (*Saccharomyces cerevisiae*) on goat rumen Fermentation 17

2.2.4 Effects of *Lactobacillus acidophilus* on goat rumen fermentation 27

2.3 Supplementation of soybean and sunflower oil to goats 29

2.4 Brief review on conjugated linoleic acid 33

2.5 Biosynthesis of CLA 36

2.6 Effects of probiotics (*Saccharomyces cerevisiae* and *Lactobacillus acidophilus*) and enriched linoleic acid vegetable oil (soybean and sunflower oil) on CLA content of ruminant meats 42

2.6.1 Effects of probiotics (*Saccharomyces cerevisiae* And *Lactobacillus acidophilus*) on CLA content of ruminant meats 42

2.6.2 Effects of enriched linoleic acid vegetable oil (soybean and sunflower oil) on CLA content of ruminant meats 46

2.7 References 48

CONTENTS (Continued)

Page

III EFFECTS OF SUPPLEMENTAL PROBIOTICS ON PERFORMANCES OF GROWNG GOATS FED WITH WHOLE PLANT CORN SILAGE 65

3.1 Abstract 65

3.2 Introduction 66

3.3 Objectives 68

3.4 Materials and methods 69

3.5 Results 77

3.6 Discussion 96

3.7 Conclusions 102

3.8 References 103

IV EFFECTS OF SUPPLEMENTAL SOYBEAN AND SUNFLOWER OIL ON PERFORMANCES OF GROWING GOATS FED WITH WHOLE PLANT CORN SILAGE 111

4.1 Abstract 111

4.2 Introduction 112

4.3 Objectives 113

4.4 Materials and methods 114

4.5 Results 119

4.6 Discussion 141

CONTENTS (Continued)

Page

4.7 Conclusions 146

4.8 References 147

V EFFECTS OF SUPPLEMENTAL SOYBEAN OIL AND PROBIOTICS ON PERFORMANCES OF GROWING GOATS FED WITH WHOLE PLANT CORN SILAGE 153

5.1 Abstract 153

5.2 Introduction 154

5.3 Objectives 156

5.4 Materials and methods 156

5.5 Results 163

5.6 Discussion 199

5.7 Conclusions 213

5.8 References 217

VI OVERALL DISCUSSION AND IMPLICATION 228

6.1 References 232

APPENDICES 237

BIOGRAPHY 245

LIST OF TABLES

Table **Page**

2.1 Effects of *Saccharomyces cerevisioe* culture and its filter- sterilized filtrate on lactate uptake by whole cells of *Seknomonas ruminantium* 18

2.2 Effect of yeast probiotics on ruminal pH of goats 21

2.3 Depolymerase and glycoside hydrolase specific activities (nmol.min–1.mg –1 protein) of particle-associated bacteria in the rumen of lambs from control and yeast treatment groups 23

2.4 VFA profiles of rumen fluid from lambs and goats receiving *Saccharomyces Cerevisiae* 26

2.5 Body measurements and biometric indices at the end of the trial..... 29

2.6 The major fatty acids components of soybean and sunflower oil (%) 29

2.7 Plasma Fatty acid composition (gram fatty acid methyl ester/100 g fatty acid methyl esters) of goats fed additional soybean oil 32

2.8 Effects of increasing addition of linoleic acid on c9, t11-CLA (mg/ml) formation of *Lactobacillus acidophilus* bacterial 44

3.1 Lay-out of experimental treatments 70

3.2 Chemical compositions of experimental diet (dry matter basis)..... 78

3.3 Fatty acid profiles of concentrate and whole plant core silage (DM basis)..... 79

3.4 The effect of probiotics on DMI, ADG, and feed conversion of growing goats 81

3.5 The effect of probiotics on dietary digestibility of growing goats fed whole plant corn silage..... 83

LIST OF TABLES (Continued)

Table **Page**

3.6 The effect of probiotics on the average pH, ammonia nitrogen (NH_3-N, mg/Dl), plasma nitrogen (PUN, mg/Dl), and VFA (mM/l) of growing goats fed whole plant corn silage 84

3.7 The effect of probiotics on rumen microbe population of growing goats fed whole plant corn silage 86

3.8 The effect of probiotics on nitrogen balance of growing goats fed whole plant corn silage 89

3.9 Plasma fatty acids centesimal profiles of growing goats supplemented probiotics under condition of feeding whole plant corn silage 92

3.10 Fatty acid and conjugated linoleic acid contents (μg/ml plasma) in plasma of growing goats supplemented probiotics under condition of feeding whole plant corn silage 94

4.1 Lay-out of experimental treatments 115

4.2 Chemical compositions of experimental diet (dry matter basis) 120

4.3 Fatty acid profiles of concentrate and whole plant core silage (DM basis) 121

4.4 Fatty acid profiles of the soybean oil and sunflower oil that used in this Experiment 122

4.5 The effects of linoleic acid enriched soybean oil and sunflower oil on DMI, ADG, and feed conversion of growing goats 124

4.6 The effects of linoleic acid enriched soybean oil and sunflower oil on dietary digestibility of growing goats fed whole plant corn silage 125

LIST OF TABLES (Continued)

Table **Page**

4.7 The effects of soybean oil and sunflower oil on the average pH, ammonia nitrogen (NH_3-N, mg/Dl), plasma nitrogen (PUN, mg/Dl), and VFA (mM/l) of growing goats fed whole plant corn silage 128

4.8 The effects of soybean oil and sunflower oil on rumen microbe population of growing goats fed whole plant corn silage..... 132

4.9 The effects of soybean oil and sunflower oil on nitrogen balance of Growing goats 134

4.10 Plasma fatty acids centesimal composition profiles of growing goats supplemented linoleic acid enriched soybean oil and sunflower oil under condition of feeding whole plant corn silage 135

4.11 Fatty acid and conjugated linoleic acid contents (μg/ml plasma) in plasma of growing goats supplemented linoleic acid enriched soybean oil and sunflower oil under condition of feeding whole plant corn silage..... 139

5.1 Lay-out of experimental treatments 158

5.2 Chemical compositions of experimental diet (dry matter basis)..... 164

5.3 Fatty acid profiles of concentrate and whole plant core silage (DM basis)..... 165

5.4 Fatty acid profiles of the soybean oil that used in this experiment..... 166

5.5 The effect of soybean oil and probiotics on DMI, ADG, and feed conversion of growing goats (% concentrate basis)..... 168

5.6 The effect of soybean oil and probiotics on dietary digestibility of growing goats fed whole plant corn silage (%) 169

LIST OF TABLES (Continued)

Table **Page**

5.7 The effects of soybean oil and probiotics on the average pH, ammonia nitrogen (NH_3-N, mg/dL), plasma nitrogen (PUN, mg/dL), and VFA (mM/l) of growing goats fed with whole plant corn silage 171

5.8 The effect of soybean oil and probiotics on rumen microbe population of growing goats fed whole plant corn silage 175

5.9 The effects of soybean oil and probiotics on nitrogen balance of growing goats (the percentage of concentrate<%>) 178

5.10 Plasma fatty acids centesimal composition profiles of growing goats supplemented soybean oil and probiotics under condition of feeding whole plant corn silage 182

5.11 Plasma fatty acid contents in one ml plasma of growing goats supplemented soybean oil and probiotics under condition of feeding whole plant corn silage 184

5.12 Slaughter performances of growing goats supplemented soybean oil and probiotics under condition of feeding whole plant corn silage 187

5.13 Meat chroma of growing goats supplemented soybean oil and probiotics under condition of feeding whole plant corn silage 189

5.14 Mixed meat quality traits of growing goats supplemented soybean oil and probiotics under condition of feeding whole plant corn silage 191

5.15 Meat fatty acids centesimal composition profiles of growing goats supplemented soybean oil and probiotics under condition of feeding whole plant corn silage..... 194

LIST OF TABLES (Continued)

Table **Page**

5.16 Fatty acid and conjugated linoleic acid contents (mg/g lipid) in chevon of growing goats supplemented soybean oil and probiotics under condition of feeding whole plant corn silage..... 197

LIST OF FIGURES

Figure **Page**

2.1 Average monthly prices and goats sold through Producers Auction, San Angelo, TX, 2002 through 2004 10

2.2 Goats are browing 11

2.3 A goat is gnawing while digging with the left forelimb 11

2.4 (a) A mixed population of probiotics with substantial attachment of pathogenic bacteria, (b) competitive exclusion of pathogens due to preferential attachment of probiotics 15

2.5 Oxygen scavenging hypothesis mode of yeasts 16

2.6 Possible modes of actions of yeast on ruminal fermentation 16

2.7 Mode of action of active dry yeast (ADY) on lactate metabolism and rumen pH 19

2.8 (A) Establishment of total anaerobic bacteria (log.mL–1 of rumen contents) in the rumen of lambs; (B) establishment of cellulolytic bacteria (log.mL–1 of rumen contents) in the rumen of lambs; (C) yeast counts (log CFU.mL–1) in the rumen of lambs SC. Results are expressed as mean log.mL–1 and bars show the range between the lowest and the highest log values 24

2.9 Trend of body weight (mean ± SD). * $P < 0.05$; *** $P < 0.001$ 28

2.10 The structures of cis-9, trans-11 36

2.11 Synthesis of conjugated linoleic acid (CLA) isomers from linoleic acid (LA) during 24 h incubations with strained ruminal digesta of sheep 40

LIST OF FIGURES (Continued)

Figure **Page**

2.12 Synthesis of CLA in the ruminant..... 40

2.13 Biosynthesis of cis-9, trans-11C18:2 CLA in tissue and organ. 41

2.14 Biosynthesis of C18:1 fatty acyl CoA..... 41

2.15 Biosynthesis and storage ofΔ^9Desaturase in endoplasmic reticulum..... 44

2.16 Production of total conjugated linoleic acid (CLA) by *Lactobacillus acidophilus* (L1) in MRS broth supplemented with different level of linoleic acid 44

2.17 CLA production by *Lactobacillus acidophilus 1.1854* in medium with different levels of alfalfa seed oil..... 45

2.18 GC chromatography of fatty acids produced by washed cells of *Lactobacillus acidophilus* under aerobic and microaerobic conditions..... 45

3.1 The principle of plasma urea nitrogen (PUN) determination..... 73

3.2 The weekly gain of growing goats that supplemented with probiotics..... 82

3.3 Ruminal protozoal population of growing goats supplemented probiotics 87

3.4 Ruminal total viable bacterial population of growing goats supplemented probiotics..... 87

4.1 Ruminal pH of growing goats supplemented soybean oil (SB) and sunflower oil (SF) 129

4.2 Ruminal NH_3-N of growing goats supplemented soybean oil (SB) and sunflower oil (SF) 129

4.3 Plasma urea nitrogen of growing goats supplemented soybean oil (SB) and sunflower oil (SF) 130

LIST OF FIGURES (Continued)

Figure **Page**

4.4 Plasma urea nitrogen of growing goats supplemented soybean oil (SB) and sunflower oil (SF) 130

4.5 Counts of ruminal protozoa for growing goats supplemented soybean oil and sunflower oil 133

4.6 Counts of ruminal protozoa for growing goats supplemented linoleic acid enriched soybean oil and sunflower oil..... 133

5.1 Ruminal NH_3-N of growing goats supplemented soybean oil (SB) and probiotics (P) 172

5.2 Plasma urea nitrogen of growing goats supplemented soybean oil (SB) and probiotics (P) 172

5.3 Total ruminal VFA of growing goats supplemented soybean oil (SB) and probiotics (P)..... 173

5.4 Ruminal pH of growing goats supplemented soybean oil (SB) and sunflower oil (SF) 173

5.5 Counts of ruminal protozoa for growing goats supplemented with Soybean oil..... 176

5.6 Counts of ruminal protozoa for growing goats supplemented soybean oil (SB) and probiotics (P) 176

LIST OF ABBREVIATIONS

CLA	=	Conjugated linoleic acid
VFA	=	Volatile fatty acid
ADG	=	Average daily gain
CF	=	Crude fiber
CP	=	Crude protein
DM	=	Dry matter
ADF	=	Acid detergent fiber
NDF	=	Neutral detergent fiber
SFA	=	Saturated fatty acid
UFA	=	Unsaturated fatty acid
RCBD	=	Randomized Complete Block Design
OM	=	Organic matter
TDMI	=	Total dry matter intake
TSFA	=	Total saturated fatty acid
PUSFA	=	Poly-unsaturated fatty acid
MUSFA	=	Mono-unsaturated fatty acid
TVFA	=	Total volatile fatty acid
NEFA	=	Non-essential fatty acid
NRC	=	National Research Council