อิทธิพลของสารซัลบูตามอลต่อสมรรถภาพการผลิตและคุณภาพซากของสุกรขุน

INFLUENCE OF SALBUTAMOL ON PRODUCTION PERFORMANCE AND CARCASS QUALITY OF FINISHING PIGS

สายชล เลิศสุวรรณ

SAICHON LERDSUWON

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาสัตวศาสตร์

บัณฑิตวิทยาลัย

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ. 2544

ISBN 974-648-543-1

อิทธิพลของสารซัลบูตามอลต่อสมรรถภาพการผลิตและคุณภาพซาก ของสุกรขุน

INFLUENCE OF SALBUTAMOL ON PRODUCTION PERFORMANCE AND CARCASS QUALITY OF FINISHING PIGS

T 041488

สายชล เลิศสุวรรณ

SAICHON LERDSUWON

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 41488
วัน, เดือน, ปี 9 ก.ค. 2545

.b.....
.i.....

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาสัตวศาสตร์

บัณฑิตวิทยาลัย

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ. 2544

ISBN 974-648-543-1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

INFLUENCE OF SALBUTAMOL ON PRODUCTION PERFORMANCE AND CARCASS QUALITY OF FINISHING PIGS

SAICHON LERDSUWON

A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT

OF THE REQUIREMENT FOR THE DEGREE

MASTER OF SCIENCE IN ANIMAL SCIENCE

SCHOOL OF GRADUATE STUDIES

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECNOLOGY LADKABANG

2001

ISBN 974-648-543-1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

COPYRIGHT 2001

SCHOOL OF GRADUATE STUDIES

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECNOLOGY LADKABANG

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บัณฑิตวิทยาลัย

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ใบรับรองวิทยานิพนธ์

หัวข้อวิทยานิพนธ์ อิทธิพลของสารซัลบูตามอลต่อสมรรถภาพการผลิตและคุณภาพซากของสุกรขุน

INFLUENCE OF SALBUTAMOL ON PRODUCTION PERFORMANCE AND CARCASS QUALITY OF FINISHING PIGS

ชื่อนักศึกษา นางสาวสายชล เลิศสุวรรณ

รหัสประจำตัว 41066403

ปริญญา วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชา สัตวศาสตร์

อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ รศ.ดร.รณชัย สิทธิไกรพงษ์

อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ร่วม รศ.ดร.จุฑารัตน์ เศรษฐกุล

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์		ลายมือชื่อ
รศ.ดร.รณชัย	สิทธิไกรพงษ์	
รศ.ดร.จุฑารัตน์	เศรษฐกุล	
ผศ.ดร.สุชีพ	สุขสุเพทย์	
ผศ.อนุชา	แสงโสภณ	

วัน / เดือน / ปี ที่สอบ 30 ตุลาคม 2544 เวลา 9.30 น. เป็นต้นไป

สถานที่สอบ ณ ห้องโสตทัศนูปกรณ์ ภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตสัตว์ (ชั้น 3 ตึก L)

บัณฑิตวิทยาลัยรับรองแล้ว

(รศ.ดร.บุญวัฒน์ อัตชู)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

วันที่ 15 **เดือน** พฤศจิกายน **พ.ศ.** 2544

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อวิทยานิพนธ์	อิทธิพลของสารซัลบูตามอลต่อสมรรถภาพการผลิตและคุณภาพซากของสุกรขุน
นักศึกษา	นางสาวสายชล เลิศสุวรรณ
รหัสประจำตัว	41066403
ปริญญา	วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชา	สัตวศาสตร์
พ.ศ.	2544
อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์	รศ.ดร.รณชัย สิทธิไกรพงษ์
อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ร่วม	รศ.ดร.จุฑารัตน์ เศรษฐกุล

บทคัดย่อ

การทดลองในครั้งนี้มุ่งศึกษาผลของสารซัลบูตามอลต่อสมรรถภาพการผลิตและคุณภาพซากของสุกรขุน โดยแบ่งการศึกษาออกเป็น 3 การทดลอง การทดลองที่ 1 ศึกษาอิทธิพลของสารซัลบูตามอลต่อสมรรถภาพการผลิตของสุกรขุน ใช้สุกรขุนลูกผสมสามสายพันธุ์เพศผู้ตอน น้ำหนักประมาณ 70 กิโลกรัม จำนวน 210 ตัว แบ่งเป็น 2 กลุ่มตามอาหารทดลอง คือ กลุ่มที่ 1 เลี้ยงด้วยอาหารสูตรควบคุมไม่มีการผสมสารซัลบูตามอล กลุ่มที่ 2 เลี้ยงด้วยอาหารสูตรควบคุมผสมสารซัลบูตามอลในระดับ 15 ppm จากการทดลองพบว่าการใช้สารซัลบูตามอลไม่มีผลต่ออัตราการเจริญเติบโตของสุกร แต่มีผลทำให้สุกรกินอาหารลดลง ($P<0.05$) และช่วยปรับปรุงอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักของสุกร ($P<0.01$) และมีแนวโน้มว่าต้นทุนค่าอาหารในการเพิ่มน้ำหนักสุกร 1 กิโลกรัมของสุกรในกลุ่มที่ไม่ได้รับสารซัลบูตามอลสูงกว่ากลุ่มที่ได้รับสารซัลบูตามอล การทดลองที่ 2 ศึกษาอิทธิพลของสารซัลบูตามอลต่อคุณภาพซากสุกร โดยใช้สุกรที่ได้จากการทดลองที่ 1 จำนวนกลุ่มละ 100 ตัว ทำการฆ่าและชำแหละศึกษาคุณภาพซาก พบว่าการใช้สารซัลบูตามอลมีผลทำให้ความยาวซาก ความหนาไขมันสันหลัง ดัชนีความหนาไขมันสันหลังต่อความกว้างกล้ามเนื้อสันนอก (LSQ) และพื้นที่หน้าตัดไขมันสันหลัง (FA) ลดลง ($P<0.01$) ซึ่งมีค่าเท่ากับ 3.45 10.00 27.27 และ 16.08 เปอร์เซ็นต์ของสุกรที่ไม่ได้รับสารซัลบูตามอล ตามลำดับ แต่มีพื้นที่หน้าตัดกล้ามเนื้อสันนอก (LA) และสัดส่วนของพื้นที่หน้าตัดกล้ามเนื้อสันนอก/พื้นที่หน้าตัดไขมันสันหลัง (LA/FA) เพิ่มขึ้น ($P<0.01$) มีค่าเท่ากับ 15.23 และ 38.09 เปอร์เซ็นต์ของสุกรที่ไม่ได้รับสารซัลบูตามอล ตามลำดับ และเมื่อทำการตัดแต่งแบบชิ้นส่วนย่อยพบว่าการใช้สารซัลบูตามอลมีผลทำให้เปอร์เซ็นต์ไขมันรวมและกระดูกรวมในซากลดลง ($P<0.01$) มีค่าเท่ากับ 20.39 และ 4.88 เปอร์เซ็นต์ของสุกรที่ไม่ได้รับสารซัลบูตามอลตามลำดับ แต่มีเปอร์เซ็นต์เนื้อแดงรวมในซากเพิ่มขึ้น ($P<0.01$) เท่ากับ 10.74 เปอร์เซ็นต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ของสุกรที่ไม่ได้รับสารซัลบูตามอล และการทดลองที่ 3 ศึกษาอิทธิพลของสารซัลบูตามอลต่อองค์ประกอบทางเคมีของเนื้อสันนอกสุกรขุน พบว่าการใช้สารซัลบูตามอลไม่มีผลต่อเปอร์เซ็นต์ความชื้นและเถ้าในเนื้อ แต่มีผลทำให้เปอร์เซ็นต์โปรตีน แคลเซียม และฟอสฟอรัสในเนื้อเพิ่มขึ้น ($P<0.01$) มีค่าเท่ากับ 3.88 100 และ 5 เปอร์เซ็นต์ของสุกรที่ไม่ได้รับสารซัลบูตามอลตามลำดับ และเปอร์เซ็นต์ไขมันในเนื้อลดลง ($P<0.05$) เท่ากับ 29.55 เปอร์เซ็นต์ของสุกรที่ไม่ได้รับสารซัลบูตามอล

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Thesis Title	Influence of Salbutamol on Production Performance and Carcass Quality of Finishing Pigs
Student	Miss Saichon Lerdsuwon
Student ID	41066403
Degree	Master of science
Programme	Animal Science
Year	2001
Thesis Advisor	Assoc.Prof.Dr.Ronachai Sitthigripong
Thesis Co-advisor	Assoc.Prof.Dr.Jutarat Sethakul

ABSTRACT

This study was conducted to determine the influence of salbutamol on production performance and carcass quality of finishing pigs. The first experiment, 210 three breed –cross barrows averaging 70 kg were randomly distributed to two dietary treatments containing of 0 and 15 ppm salbutamol in the diet. Average daily gain (ADG) was not significantly affected by salbutamol in diet. Pig fed salbutamol diet was lower ($P<0.05$) average daily feed intake (ADFI) and higher ($P<0.01$) feed conversion ratio (FCR) than those fed control diet. The feed cost per kilogram gain in weight of control pigs was slighly higher than those fed salbutamol diet. The second experiment, 100 control and 100 salbutamol treated pigs from first experiment were slaughtered at average 100 kg liveweight for evaluating carcass quality. The treated pigs showed shorter carcass length (3.45 %), less back fat thickness and Lenden – Speck Quatient (LSQ) (10 % and 27.27 % respectively) and smaller fat area (FA) (16.08 %) but higher Longissimus muscle area (LA) (15.23 %), Longissimus muscle area/fat area (LA/FA) (38.09 %) than control pigs ($P<0.01$). The salbutamol treated pigs had significantly decreased total fat percentage (20.39 %) and total bone percentage (4.88 %) but significantly increased boneless lean cuts percentage (10.74 %) than control pigs ($P<0.01$). The Thrid experiment was conducted to determine the chemical composition of *Longissimus muscle.* Salbutamol in diet did not significantly affect the moisture and ash containing in muscle. The muscle from salbutamol treated pigs had higher ($P<0.01$) total protein (3.88 %), calcium (100 %)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

and phosphorus (5 %) but lower ($P<0.05$) total fat (29.55 %) concentration of the LD muscles than those from control pigs.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้อย่างดี ด้วยความกรุณาจาก รศ.ดร.รณชัย สิทธิไกรพงษ์ และ รศ.ดร.จุฑารัตน์ เศรษฐกุล ซึ่งกรุณาให้ความรู้ คำปรึกษา และแนะนำผู้วิจัยตลอดมาผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ขอขอบพระคุณคณะกรรมการที่ร่วมพิจารณาวิทยานิพนธ์ในครั้งนี้ ซึ่งประกอบไปด้วย ผศ.ดร.สุชีพ สุขสุแพทย์ และ ผศ.อนุชา แสงโสภณ ขอขอบคุณสำนักงานวิจัยกองทุนสนับสนุนงานวิจัย (สกว.) ที่ให้การสนับสนุนในด้านเงินทุนในการวิจัย

ขอขอบพระคุณฟาร์มสุกรเอกชนแห่งหนึ่ง ในจังหวัดนครปฐม และโรงฆ่าสัตว์ บริษัทเฟรทมีทโปรเซสซิ่ง จำกัด ที่ให้ความช่วยเหลือและให้ความร่วมมือในการวิจัยครั้งนี้

นอกจากนี้ผู้วิจัยขอขอบคุณนักวิทยาศาสตร์ภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตสัตว์ เจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการตัดแต่งเนื้อสัตว์ ที่ให้คำปรึกษา และอำนวยความสะดวกในการดำเนินงานวิจัย

ขอขอบคุณกำลังใจจากพี่ๆ เพื่อนๆ และน้องๆ ที่มีต่อผู้วิจัยตลอดมา

สุดท้ายนี้ขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อและคุณแม่ ที่ให้การสนับสนุน และให้กำลังใจในการศึกษาตลอดมา

คุณค่าและประโยชน์อันพึงได้รับจากวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ผู้วิจัยขอมอบแด่ผู้มีพระคุณทุกท่าน

สายชล เลิศสุวรรณ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย.....I

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....III

กิตติกรรมประกาศ.....V

สารบัญ.....VI

สารบัญตาราง.....IX

สารบัญภาพ.....XII

บทที่ 1 บทนำ.....1

1.1 ความสำคัญและที่มา.....1

1.2 ความมุ่งหมายและวัตถุประสงค์ของการศึกษา.....2

1.3 สถานที่ดำเนินการ.....2

1.4 ขั้นตอนการศึกษา.....2

1.5 ระยะเวลาการศึกษา.....3

บทที่ 2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....4

2.1 ปัจจัยที่มีผลต่อการเจริญเติบโต.....4

2.1.1 อิทธิพลของพันธุกรรม.....4

2.1.2 อิทธิพลของระดับโภชนะในอาหาร.....4

2.1.3 อิทธิพลของสภาพแวดล้อม.....4

2.1.4 อิทธิพลของเพศ.....5

2.1.5 อิทธิพลของระยะเจริญเติบโตเต็มวัย.....5

2.1.6 อิทธิพลของสารเร่งการเจริญเติบโตและฮอร์โมน.....5

2.2 คุณสมบัติของสารกลุ่มเบต้า-อะโกรนิสต์.....7

2.3 หน้าที่ของสารกลุ่มเบต้า-อะโกรนิสต์.....10

2.4 ผลของสารกลุ่มเบต้า-อะโกรนิสต์.....13

2.4.1 ผลต่อสมรรถภาพการผลิตและคุณภาพซาก.....13

2.4.2 ผลต่อองค์ประกอบทางเคมีในเนื้อ.....23

2.5 การตกค้างของสารกลุ่มเบต้า-อะโกรนิสต์.....27

2.6 ผลข้างเคียงของสารกลุ่มเบต้า-อะโกรนิสต์.....29

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

บทที่ 3 วิธีการดำเนินการวิจัย.....30

3.1 สัตว์ทดลอง.....30

3.2 อาหารสัตว์ทดลอง.....30

3.3 อุปกรณ์.....31

3.4 วิธีการ.....32

3.4.1 การทดลองที่ 1 ศึกษาผลของสารซัลบูตามอลต่อสมรรถภาพการผลิตของสุกรขุน.....32

3.4.1.1 การเก็บตัวอย่าง.....32

3.4.1.2 การบันทึกข้อมูล.....33

3.4.1.3 การวิเคราะห์ข้อมูล.....33

3.4.2 การทดลองที่ 2 ศึกษาผลของสารซัลบูตามอลที่มีผลต่อคุณภาพซากสุกร...33

3.4.2.1 การบันทึกข้อมูล.....33

3.4.2.2 การวิเคราะห์ข้อมูล.....39

3.4.3 การทดลองที่ 3 ศึกษาผลของสารซัลบูตามอลต่อส่วนประกอบทางเคมีในเนื้อสันนอกของสุกรขุน.....39

3.4.3.1 การเก็บตัวอย่าง.....39

3.4.3.2 การวิเคราะห์ส่วนประกอบทางเคมีของตัวอย่าง.....40

3.4.3.3 การวิเคราะห์ข้อมูล.....40

บทที่ 4 ผลการทดลอง.....42

4.1 การวิเคราะห์ส่วนประกอบของโภชนะในอาหารสุกรทดลอง.....42

4.2 การทดลองที่ 1 ศึกษาอิทธิพลของสารซัลบูตามอลต่อสมรรถภาพการผลิตของสุกรขุน.....43

4.2.1 อัตราการเจริญเติบโต.....43

4.2.2 อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนัก.....43

4.2.3 ต้นทุนค่าอาหารในการเพิ่มน้ำหนัก.....43

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

4.3 การทดลองที่ 2 ศึกษาอิทธิพลของสารซัลบูตามอลต่อคุณภาพซากสุกร.....44
4.3.1 ลักษณะซากสุกร.....44
4.3.2 พื้นที่หน้าตัดกล้ามเนื้อสันนอก.....45
4.3.3 การตัดแต่งแบบชิ้นส่วนย่อย.....46
4.4 การทดลองที่ 3 ศึกษาอิทธิพลของสารซัลบูตามอลต่อองค์ประกอบทางเคมีของเนื้อสันนอกสุกรขุนทดลอง.....47

บทที่ 5 วิจารณ์ผลการทดลอง.....49
5.1 การทดลองที่ 1 ศึกษาอิทธิพลของสารซัลบูตามอลต่อสมรรถภาพการผลิตของสุกรขุน.....49
5.1.1 อัตราการเจริญเติบโต.....49
5.1.2 อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนัก.....49
5.1.3 ต้นทุนค่าอาหารในการผลิต.....50
5.2 การทดลองที่ 2 ศึกษาอิทธิพลของสารซัลบูตามอลต่อคุณภาพซากสุกร.....50
5.2.1 กล้ามเนื้อ.....50
5.2.2 ไขมัน.....52
5.2.3 กระดูก.....53

บทที่ 6 สรุปและข้อเสนอแนะ.....55
6.1 สรุป.....55
6.2 ข้อเสนอแนะ.....55

บรรณานุกรม.....57

ภาคผนวก.....62

ประวัติผู้เขียน.....77

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่

หน้า

2.1 ชนิดของตัวรับสารเบต้า-อะโกรนิสต์ (beta receptors) ที่จำเพาะกับชนิดของเนื้อเยื่อ.....12
2.2 การนำเข้าสารในกลุ่มเบต้า-อะโกรนิสต์.....13
2.3 สมรรถภาพการผลิต ต้นทุนการเพิ่มน้ำหนักตัว 1 กิโลกรัม และคุณภาพซากของสุกรลูกผสมระหว่างพันธุ์พื้นเมืองและเหมยซาน ที่มีการใช้และไม่ใช้สารซัลบูตามอล.....16
2.4 น้ำหนักมีชีวิตสิ้นสุด น้ำหนักซากและตับ และความหนาไขมันสันหลัง.....17
2.5 ความสัมพันธ์ของสายพันธุ์กับซัลบูตามอลที่มีผลต่อค่าเปอร์เซ็นต์ซาก ความหนาไขมันสันหลัง และค่าประมาณของพื้นที่หน้าตัดกล้ามเนื้อสันนอก.....17
2.6 ผลของการใช้สารเลคโตปามีนต่อสมรรถภาพการผลิตและคุณภาพซากของสุกรสายพันธุ์มัน (obese pigs) และสายพันธุ์เนื้อ (lean pigs).....20
2.7 น้ำหนักระยะสุดท้าย น้ำหนักสูญเสียจากการขนส่ง เปอร์เซ็นต์ซากและไขมันในสุกร.....21
2.8 ส่วนประกอบทางเคมีในซากสุกร 3 สายพันธุ์.....24
2.9 ผลของสารซัลบูตามอลต่อส่วนประกอบทางเคมีของกล้ามเนื้อสันนอก *M. Longissimus dorsi*.....25
2.10 ผลของการใช้สารเลคโตปามีนต่อส่วนประกอบทางเคมีในเนื้อสุกรสายพันธุ์มัน และสายพันธุ์เนื้อ.....26
2.11 การตกค้างของซัลบูตามอล เทอบูทารีน และเคลนบิวเตอรอลในตับ ไต และลูกตาไก่.....28
3.1 ส่วนประกอบของสูตรอาหารที่ใช้เลี้ยงสุกรทดลอง.....30
3.2 เกณฑ์การจัดแบ่งระดับชั้นคุณภาพซากสุกรตามเปอร์เซ็นต์เนื้อแดง (n = 751).....36
3.3 เปอร์เซ็นต์ชิ้นส่วนที่ได้จากการตัดแต่งตามระบบการค้า (n = 751 ตัว).....36
4.1 ส่วนประกอบทางเคมีในอาหารสุกรขุน.....42
4.2 อิทธิพลของสารซัลบูตามอลที่มีผลต่ออัตราการเจริญเติบโต(ADG)ของสุกรขุน.....43
4.3 อิทธิพลของสารซัลบูตามอลที่มีผลต่ออัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนัก ปริมาณอาหารที่กิน และต้นทุนค่าอาหารของสุกรขุน.....44
4.4 อิทธิพลของสารซัลบูตามอลต่อน้ำหนักซากอุ่น ความยาวซาก ความหนาไขมันสันหลัง และค่าดัชนีความหนาไขมันสันหลังต่อความกว้างกล้ามเนื้อสันนอกของสุกรทดลอง.....45
4.5 อิทธิพลของสารซัลบูตามอลต่อพื้นที่หน้าตัดกล้ามเนื้อสันนอก (LA) พื้นที่หน้าตัดไขมันสันหลัง (FA) และพื้นที่หน้าตัดกล้ามเนื้อสันนอกต่อพื้นที่หน้าตัดไขมันสันหลัง(LA/FA)..45

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่

หน้า

4.6 น้ำหนักชิ้นส่วนการตัดแต่งต่างๆ และเปอร์เซ็นต์ไขมันรวม เปอร์เซ็นต์เนื้อแดงรวม เปอร์เซ็นต์กระดูกรวม และเปอร์เซ็นต์เนื้อติดกระดูกของสุกรทดลอง.....47
4.7 ส่วนประกอบทางเคมีในกล้ามเนื้อสันนอกสุกรที่ได้รับและไม่ได้รับสารซัลบูตามอล.....48
7.1 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติของน้ำหนักเริ่มต้นการทดลองของสุกรขุน.....63
7.2 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติของน้ำหนักสิ้นสุดการทดลองของสุกรขุน.....63
7.3 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติของน้ำหนักที่เพิ่มขึ้นของสุกรขุน.....63
7.4 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติของอัตราการเจริญเติบโตเมื่อสิ้นสุดการทดลองของสุกรขุน.....63
7.5 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติของปริมาณอาหารที่กินของสุกรขุน.....63
7.6 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติของอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักของสุกรขุน.....63
7.7 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติของต้นทุนค่าอาหารในการเพิ่มน้ำหนักสุกร 1 กิโลกรัม.....64
7.8 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติของน้ำหนักซากอุ่นของสุกรขุน.....64
7.9 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติของความยาวซากของสุกรขุน.....64
7.10 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติของความหนาไขมันสันหลังของสุกรขุน.....64
7.11 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติของค่าดัชนีของความหนาไขมันสันหลังต่อความกว้างของกล้ามเนื้อสันนอก (LSQ) ของสุกรขุน.....64
7.12 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติของพื้นที่หน้าตัดไขมันสันหลัง (FA) ของสุกรขุน.....65
7.13 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติของพื้นที่หน้าตัดกล้ามเนื้อสันนอก (LA) ของสุกรขุน.....65
7.14 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติของสัดส่วนพื้นที่หน้าตัดกล้ามเนื้อสันนอก / พื้นที่หน้าตัดไขมันสันหลัง (LA/FA) ของสุกรขุน.....65
7.15 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติของน้ำหนักซากเย็นของสุกรขุน.....65
7.16 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติของเปอร์เซ็นต์เนื้อสันในของสุกรขุน.....65
7.17 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติของเปอร์เซ็นต์เนื้อสันนอกของสุกรขุน.....66
7.18 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติของเปอร์เซ็นต์เนื้อสะโพกของสุกรขุน.....66
7.19 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติของเปอร์เซ็นต์เนื้อไหล่ของสุกรขุน.....66
7.20 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติของเปอร์เซ็นต์เนื้อสันคอของสุกรขุน.....66
7.21 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติของเปอร์เซ็นต์สามชั้นของสุกรขุน.....66

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่

หน้า

7.22 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติของเปอร์เซ็นต์ซี่โครงของสุกรขุน.....67
7.23 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติของเปอร์เซ็นต์ขาหมูของสุกรขุน.....67
7.24 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติของเปอร์เซ็นต์คางหมูของสุกรขุน.....67
7.25 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติของเปอร์เซ็นต์หนังหมูของสุกรขุน.....67
7.26 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติของเปอร์เซ็นต์ไขมันของสุกรขุน.....67
7.27 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติของเปอร์เซ็นต์เศษไขมันของสุกรขุน.....67
7.28 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติของเปอร์เซ็นต์เศษเนื้อของสุกรขุน..... ...67
7.29 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติของเปอร์เซ็นต์กระดูกรวมของสุกรขุน.....68
7.30 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติของเปอร์เซ็นต์ไขมันรวมของสุกรขุน.....68
7.31 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติของเปอร์เซ็นต์เนื้อแดงรวมของสุกรขุน.....68
7.32 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติของเปอร์เซ็นต์เนื้อติดกระดูกของสุกรขุน.....68
7.33 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติของเปอร์เซ็นต์ความชื้นในกล้ามเนื้อสันนอก..... 69
7.34 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติของเปอร์เซ็นต์เถ้าในกล้ามเนื้อสันนอก..... 69
7.35 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติของเปอร์เซ็นต์โปรตีนในกล้ามเนื้อสันนอก..... 69
7.36 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติของเปอร์เซ็นต์ไขมันในกล้ามเนื้อสันนอก..... 69
7.37 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติของเปอร์เซ็นต์แคลเซียมในกล้ามเนื้อสันนอก..... ...69
7.38 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติของเปอร์เซ็นต์ฟอสฟอรัสในกล้ามเนื้อสันนอก..... ..70

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

ภาพที่ หน้า

2.1 โครงสร้างทางเคมีของสารในกลุ่ม Adrenaline Drug และสาร β-Adrenergic Agonists.....8

2.2 โครงสร้างทางเคมีของสารในกลุ่ม β_2-Adrenergic Agonists.....9

2.3 กลไกการทำงานของสารสารเบต้า-อะโกรนิสต์.....10

2.4 ความสัมพันธ์ระหว่างความหนาไขมันสันหลัง น้ำหนักซากหรือความยาวซาก และระดับความเป็นกล้ามเนื้อ การคัดเกรดซากสุกร.....15

3.1 ตำแหน่งการวัดความหนาไขมันสันหลังและการวัดค่า LSQ.....35

3.2 ขั้นตอนการวัดพื้นที่หน้าตัดกล้ามเนื้อสันนอก และพื้นที่หน้าตัดไขมันสันหลัง.....37

3.3 สรุปขั้นตอนการดำเนินงานทดลองทั้งหมด.....41

7.1 แสดงภาพเปรียบเทียบลักษณะสะโพกของสุกรมีชีวิตที่ไม่ได้รับและได้รับสารซัลบูตามอล.....71

7.2 แสดงภาพลักษณะทางกายภาพของสะโพก (A) และด้านข้างลำตัว (B) ของสุกรมีชีวิตที่ได้รับสารซัลบูตามอลที่มีลักษณะเด่นชัด เห็นมัดกล้ามเนื้อชัดเจน.....72

7.3 แสดงภาพเปรียบเทียบความหนาไขมันสันหลังของสุกรไม่ได้รับและได้รับสารซัลบูตามอล.....73

7.4 แสดงภาพตำแหน่งการวัดค่าดัชนีความหนาไขมันสันหลังต่อความกว้างกล้ามเนื้อสันนอก (LSQ) ไขมันสันหลังบริเวณกล้ามเนื้อ *Gluteus medius* ของสุกรที่ไม่ได้รับและได้รับสารซัลบูตามอล.....74

7.5 แสดงภาพเปรียบเทียบพื้นที่หน้าตัดกล้ามเนื้อสันนอกและพื้นที่ไขมันสันหลังของสุกรที่ไม่ได้รับและได้รับสารซัลบูตามอล.....75

7.6 แสดงภาพเปรียบเทียบลักษณะสามชั้น (belly) ของสุกร ที่ไม่ได้รับและได้รับสารซัลบูตามอล.....76

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความสำคัญและที่มา

เนื้อสุกรเป็นอาหารที่นิยมบริโภคกันเป็นอย่างมากในประเทศ แต่เนื่องจากผู้บริโภค พ่อค้าปลีก และพ่อค้าคนกลาง ต้องการเนื้อสุกรที่มีปริมาณเนื้อแดงมากแต่มีไขมันน้อย จึงทำให้ผู้ผลิตสุกรหาวิธีการที่จะผลิตเนื้อสุกรที่มีลักษณะตามที่ผู้บริโภคต้องการเพื่อที่จะได้ขายสุกรในราคาที่สูงขึ้น ในปัจจุบันวิธีการหนึ่งที่ผู้ผลิตนำมาใช้เพื่อเพิ่มปริมาณเนื้อแดงในซากสุกรคือ การเติมสารเร่งเนื้อแดง ซึ่งเป็นสารในกลุ่มเบต้า-อะโกรนิสต์ (beta-adrenergic agonist หรือ β-agonist) เช่น เคลนบิวเตอรอล (clenbuteral) และซัลบูตามอล (salbutamol) ลงในอาหารสุกร ในประเทศไทยเกษตรกรผู้เลี้ยงสุกรรู้จักและเริ่มใช้สารเบต้า-อะโกรนิสต์ โดยเฉพาะเคลนบิวเตอรอล มาตั้งแต่ปี พ.ศ. 2531 โดยใช้ชื่อทางการค้าต่าง ๆ กัน เช่น เลนดอล โดโซลบี แอมโปรฟีด บีดอล 2201 และแมคโตเอส เป็นต้น (สมบูรณ์ เลิศปัญญาวีรพล และคณะ. 2539) เนื่องจากไม่มีการใช้เคลนบิวเตอรอลในยาคน และความเข้มงวดในการสั่งนำเข้าประเทศ ดังนั้นสารเร่งเนื้อแดงอีกชนิดหนึ่งที่นิยมในปัจจุบันคือ ซัลบูตามอล ซึ่งหาซื้อได้ง่ายกว่าเพราะมีการใช้เป็นยาของคน นอกจากสารในกลุ่มเบต้า-อะโกรนิสต์นี้จะช่วยทำให้คุณภาพซากสุกรดีขึ้นมีเนื้อแดงเพิ่มมากขึ้น ไขมันน้อยลงตรงกับความต้องการของผู้บริโภคแล้วยังช่วยลดปัญหาการเกิดเนื้อซีดฉ่ำน้ำ (PSE) ได้อีกด้วย แต่มีข้อเสียคือก่อให้เกิดผลข้างเคียงต่อตัวสัตว์ทำให้สัตว์เกิดอาการหัวใจเต้นเร็วขึ้น ในสัตว์บางชนิดอาจพบการตายของกล้ามเนื้อหัวใจ นอกจากนี้การสร้างความร้อนในตัวสัตว์ที่เพิ่มขึ้น มีผลทำให้สัตว์ทนต่อความร้อนได้ลดน้อยลงและอาจเกิดภาวะเครียดจากความร้อน (heat stress) ได้ (เรืองยุทธ ชัยวรพร. 2536) ในด้านผลกระทบต่อผู้บริโภคพบว่าในประเทศสเปนคนที่บริโภคตับวัวซึ่งมีสารเคลนบิวเตอรอลตกค้างอยู่เข้าไป จะเกิดอาการกล้ามเนื้อสั่นกระตุก หัวใจเต้นเร็ว บางรายมีอาการเป็นลม ก่อให้เกิดอาการทางจิต ปวดศรีษะ และปวดกล้ามเนื้อ และจากการวิจัยในประเทศสเปนยังพบอีกว่าสารซัลบูตามอลเป็นสารก่อมะเร็ง (นิรนาม. 2543) ซึ่งในต่างประเทศได้มีการสั่งห้ามการใช้สารเร่งเนื้อแดง แต่ในประเทศไทยยังมีการใช้สารเร่งเนื้อแดงในการเลี้ยงสุกร ซึ่งปัจจุบันนี้ประเทศไทยมีการส่งออกเนื้อสุกรในลักษณะเนื้อสุกรปลอดสารไปขายในฮ่องกง รวมมูลค่าปีละ 10 ล้านบาท ส่วนในประเทศอื่นไม่มี และเมื่อเทียบกับการส่งออกเนื้อไก่แล้วพบว่ามีการส่งออกไปขายยังประเทศญี่ปุ่นและสหภาพยุโรป มูลค่าปีละ 50,000 ล้านบาท ซึ่งการส่งออกเนื้อสุกรแทบจะเรียกได้ว่าไม่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจ ดังนั้นหากประเทศไทยยังมีการใช้สารเร่งเนื้อแดงกันอย่างแพร่หลาย ก็อาจจะเป็นข้อจำกัดอีกประการหนึ่งในด้านการส่งออกเนื้อสุกร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ของไทยไปขายยังต่างประเทศ แม้ว่าการใช้สารเร่งเนื้อแดงเพื่อปรับปรุงคุณภาพซากจะเป็นเรื่องที่ไม่สมควรกระทำ แต่เนื่องจากในประเทศไทยมีการใช้กันอย่างแพร่หลาย จากผลสำรวจของ สกว. ปรากฏว่าฟาร์มผู้เลี้ยงสุกรในเมืองไทยมีการใช้กันมากถึง 90 เปอร์เซ็นต์ (นิรนาม ข. 2544) และมีการใช้กันในปริมาณที่สูง ซึ่งสูงมากกว่าที่ใช้กันในงานทดลองในต่างประเทศถึง 5 เท่า ดังนั้นในการศึกษาวิจัยในครั้งนี้จึงสนใจว่าเพราะเหตุใดเกษตรกรจึงนิยมใช้สารซัลบูตามอลในการเลี้ยงสุกร จึงทำการศึกษาผลของสารซัลบูตามอลต่อสมรรถภาพการผลิต คุณภาพซาก และองค์ประกอบทางเคมีในเนื้อสันนอกของสุกรขุนในระดับที่มีการใช้ในฟาร์ม ณ ปัจจุบันนี้ เพื่อเป็นข้อมูลและแนวทางในการแก้ไขปัญหาในระยะยาวในการเลี้ยงสุกรต่อไป

1.2 ความมุ่งหมายและวัตถุประสงค์

1) เพื่อศึกษาผลของการใช้สารซัลบูตามอลในระดับสูงต่อสมรรถภาพการผลิตของสุกรขุน
2) เพื่อศึกษาผลของการใช้สารซัลบูตามอลในระดับสูงต่อคุณภาพซากสุกรขุน
3) เพื่อศึกษาผลของการใช้สารซัลบูตามอลในระดับสูงต่อส่วนประกอบทางเคมีในเนื้อสุกร

1.3 สถานที่ดำเนินการ

1) ฟาร์มสุกรเอกชนแห่งหนึ่ง ในจังหวัดนครปฐม
2) โรงฆ่าสัตว์ บริษัทเฟรทมีทโปรเซสซิ่ง จำกัด อ.นครชัยศรี จ.นครปฐม
3) ห้องปฏิบัติการตัดแต่งเนื้อสัตว์ ภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตสัตว์ คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
4) ห้องปฏิบัติการโภชนศาสตร์สัตว์ ภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตสัตว์ คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

1.4 ขั้นตอนการศึกษา

1) การทดลองที่ 1 ศึกษาผลของสารซัลบูตามอลต่อสมรรถภาพการผลิต (production performance) ของสุกรขุน

2) การทดลองที่ 2 ศึกษาผลของสารซัลบูตามอลต่อคุณภาพซากสุกร (carcass characteristic) ของสุกรขุน

3) การทดลองที่ 3 ศึกษาผลของสารซัลบูตามอลต่อส่วนประกอบทางเคมี (chemical composition) ในเนื้อสันนอกของสุกรขุน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.5 ระยะเวลาการศึกษา

1) ระยะเวลาในการเลี้ยงสุกรขุน 2 เดือน โดยทำการเลี้ยงที่ฟาร์มเอกชนแห่งหนึ่ง ในจังหวัดนครปฐม

2) ระยะเวลาที่ทำการศึกษาคุณภาพซาก 2 สัปดาห์ โดยทำการศึกษาที่โรงฆ่าสัตว์ บริษัทเฟรทมีทโปรเซสซิ่ง จำกัด อ.นครชัยศรี จ.นครปฐม และห้องปฏิบัติการตัดแต่งเนื้อสัตว์ ภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตสัตว์ คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

3) ระยะเวลาในการศึกษาส่วนประกอบทางเคมีในอาหารสัตว์และกล้ามเนื้อสันนอกสุกร 4 เดือน โดยทำการศึกษาที่ห้องปฏิบัติการโภชนศาสตร์สัตว์ ภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตสัตว์ คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ปัจจัยที่มีผลต่อการเจริญเติบโต

การเจริญเติบโต (growth) คือ การเพิ่มน้ำหนักของเนื้อเยื่อต่างๆ ของร่างกาย ซึ่งหมายถึง เนื้อเยื่อกระดูก กล้ามเนื้อ รวมถึงเนื้อเยื่อเกี่ยวพัน (connective tissue) ในช่วงระยะผสมติด (conception period) ถึงระยะโตเต็มที่ (maturity) ซึ่งเนื้อเยื่อเกี่ยวพันนี้จะเป็นที่เกาะตัวของไขมันที่ถูกสร้างขึ้นในเวลาต่อมา ดังนั้นในความหมายของการเจริญเติบโต จะเป็นการเพิ่มน้ำหนักของกระดูกและกล้ามเนื้อเป็นส่วนใหญ่ แต่ถ้าเมื่อใดที่การเจริญเติบโตเป็นการเพิ่มน้ำหนักของไขมันในอัตราส่วนที่เร็วกว่าการเพิ่มน้ำหนักของกล้ามเนื้อแล้ว จะเรียกว่าเป็นการสะสมไขมัน (fattening) หรือการขุน ซึ่งการสะสมไขมันดังกล่าวนี้จะเกิดขึ้นภายหลังจากที่การเจริญเติบโตเปลี่ยนแปลงของกระดูกสิ้นสุดลง และการเจริญเติบโตของกล้ามเนื้อถึงจุดสูงสุดแล้ว ซึ่งการเจริญเติบโตนี้ยังมีปัจจัยที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของสัตว์มีดังต่อไปนี้ (จุฑารัตน์ เศรษฐกุล. 2539)

2.1.1 อิทธิพลของพันธุกรรม

พันธุกรรมมีอิทธิพลต่อการเจริญเติบโตในสัตว์ตั้งแต่เริ่มเป็นตัวอ่อน ตัวอย่างที่เห็นได้ เช่น อัตราการแบ่งเซลล์ของกล้ามเนื้อในสัตว์ น้ำหนักสัตว์เมื่อแรกเกิด ซึ่งพบว่าจะมีความแตกต่างกันในสัตว์แต่ละชนิด ในสุกรพบว่าพันธุกรรมมีอิทธิพลต่อน้ำหนักแรกเกิดน้อยที่สุด น้ำหนักแรกเกิดในสัตว์มีอิทธิพลเนื่องมาจาก อายุ ขนาดรูปร่างของแม่ และอาหารที่แม่สัตว์ได้รับ ดังนั้นการที่ลูกสุกรมีน้ำหนักแรกเกิดน้อยกว่าโคและแกะ ก็เนื่องมาจากระยะเวลาในการอุ้มท้องสั้นกว่า และจำนวนลูกสุกรในแม่มีมากกว่า

2.1.2 อิทธิพลของระดับโภชนะในอาหาร

นอกเหนือจากแร่ธาตุและไวตามินแล้ว พลังงานและโปรตีนเป็นสิ่งจำเป็นต่อการเจริญเติบโต ระดับพลังงานและโปรตีนในสูตรอาหารที่เหมาะสมตามความต้องการของร่างกายในแต่ละระยะการเจริญเติบโต จะทำให้สัตว์สามารถสร้างกล้ามเนื้อได้สูงสุดตามศักยภาพที่ถูกกำหนดด้วยพันธุกรรม

2.1.3 อิทธิพลของสภาพแวดล้อม

อุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศมีอิทธิพลอย่างมากต่อปริมาณการกินอาหารของสัตว์ ซึ่งจะมีผลถึงการเจริญเติบโตของสัตว์ด้วย สัตว์ที่ถูกเลี้ยงในเขตอบอุ่นจะกินอาหารมาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กว่าสัตว์ที่อยู่ในเขตร้อน ทั้งนี้เนื่องจากพลังงานที่ได้จากการย่อยสลายอาหารในสัตว์เขตอบอุ่นจะถูกนำไปใช้เพื่อให้ความอบอุ่นต่อร่างกาย ดังนั้นสัตว์จึงจำเป็นต้องกินอาหารมากและพบว่าจะมีอัตราการเจริญเติบโตที่ดีกว่าด้วย สัตว์ที่อยู่ในเขตร้อนจะกินอาหารน้อยเนื่องจากสัตว์มีปัญหาในการระบายความร้อนออกจากร่างกาย

2.1.4 อิทธิพลของเพศ

โดยทั่วไปพบว่าเพศมีอิทธิพลต่อขนาดของตัวสัตว์ ซึ่งถูกกำหนดมาด้วยยีน สัตว์เพศผู้มักมีขนาดใหญ่กว่าเพศเมีย สัตว์ที่มีขนาดใหญ่มักจะโตเร็วกว่าและมีช่วงระยะการเจริญเติบโตที่ยาวนานกว่า สัตว์เพศเมียจะถึงระยะโตเต็มวัยเร็วกว่าสัตว์เพศผู้ ทั้งนี้เนื่องมาจากขนาดตัวของเพศเมียเล็ก ส่วนเพศผู้มีขนาดใหญ่ และสัตว์ที่ถูกตอนไม่ว่าจะเป็นเพศผู้หรือเมีย จะมีการสะสมไขมันมากกว่า และมีขนาดกระดูกยาวกว่า ส่วนการสะสมกล้ามเนื้อในร่างกายพบว่ามีอิทธิพลเนื่องมาจากฮอร์โมนเพศ ที่ชื่อว่าแอนโดรเจน (androgen) เพศของสัตว์มีอิทธิพลต่ออายุของสภาพร่างกาย (physiological age) สัตว์เพศผู้ที่ไม่ถูกตอนจะมีขนาดใหญ่และน้ำหนักตัวมากกว่าเพศเมีย มีการสร้างกล้ามเนื้อมากกว่าและจะมีอายุของสภาพร่างกายน้อยกว่าสัตว์เพศผู้ที่ถูกตอนและสัตว์เพศเมียที่มีอายุที่นับตามวัน (chronological age) เท่ากัน ดังนั้นเมื่อสัตว์เพศผู้ถูกส่งฆ่าเมื่อมีขนาดน้ำหนักตัวเท่ากัน จึงพบว่าซากมีปริมาณเนื้อแดงสูงและปริมาณไขมันต่ำกว่าพวกที่ตอนแล้วและพวกเพศเมีย

2.1.5 อิทธิพลของการเจริญเติบโตเต็มวัย

การเจริญเติบโตเต็มวัย (maturity) ในสัตว์แต่ละชนิดแบ่งได้เป็น 2 ประเภทคือ ประเภทที่โตเต็มวัยเร็ว (early maturity) และประเภทที่โตเต็มวัยช้า (late maturity) การเจริญเติบโตของสัตว์หลังเกิดจนกระทั่งถึงระยะโตเต็มวัยนี้ จะเป็นช่วงระยะเวลาที่มีการสะสมของกล้ามเนื้อในอัตราที่สูงมาก การสะสมไขมันจะอยู่ในอัตราที่ช้ากว่ามาก ดังนั้นส่วนประกอบของร่างกายจะมีสัดส่วนของกล้ามเนื้อต่อไขมันที่สูง ในระยะพ้นจากวัยโตเต็มที่แล้ว การสะสมกล้ามเนื้อจะอยู่ในอัตราที่ลดลง ส่วนการสะสมไขมันจะเพิ่มอัตราขึ้นอย่างรวดเร็วมาก สัดส่วนของกล้ามเนื้อต่อไขมันจึงลดลง

2.1.6 อิทธิพลของสารเร่งการเจริญเติบโตและฮอร์โมน

สารเร่งการเจริญเติบโต (growth promoters) หมายถึงสารอะไรก็ตามนอกเหนือจากสารอาหาร ที่สามารถนำมาใช้เพิ่มอัตราการเจริญเติบโต หรือเพิ่มประสิทธิภาพการใช้สารอาหารในสัตว์ที่สุขภาพสมบูรณ์ที่เลี้ยงด้วยสารอาหารที่ครบถ้วนตามความต้องการของร่างกายสัตว์ในแต่ละระยะการเจริญเติบโต ได้แก่สารปฏิชีวนะ (antibiotic) ฮอร์โมน เป็นต้น พวกอาหาร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เสริม (feed additive) เช่นไวตามิน แร่ธาตุ และปฏิชีวนะที่ใช้ในการยับยั้งการแพร่กระจายของเชื้อโรค ไม่จัดเป็นสารเร่งการเจริญเติบโต แต่จัดเป็นอาหารเสริมและยา

Growth Hormone (GH) เป็นฮอร์โมนที่ถูกสร้างจากต่อมพิทูอิททารี่ (pituitary) เป็นฮอร์โมนที่สำคัญมากต่อการควบคุมการเจริญเติบโตและเมตตาโบลิซึมของร่างกายสัตว์ในระยะก่อนที่จะถึงวัยเจริญพันธุ์ (puberty) ซึ่ง GH จะทำหน้าที่โดยตรงในเรื่องการเจริญเติบโต ทำให้เกิดการเพิ่มขนาดขึ้นของอวัยวะภายใน การเจริญของกระดูกอ่อน กระตุ้นการทำงานของเซลล์สร้างกระดูก (osteoblast) ช่วยในการสังเคราะห์โปรตีน (protein synthesis) กระตุ้นการสะสมไนโตรเจนในร่างกาย ยับยั้งการเปลี่ยนแปลงกรดอะมิโนเป็นยูเรีย และมีผลทำให้เซลล์ร่างกายมีประสิทธิภาพในการจับกลูโคสเข้าสู่เซลล์ลดลง ในขณะที่ตับและกล้ามเนื้อเกิดการสลายไกลโคเจน (glycogenolysis) ปล่อยกลูโคสเข้าสู่กระแสเลือดมากขึ้น เร่งการออกซิเดชั่นไขมัน (oxidation of fat) ทำให้เกิดขบวนการสลายไขมัน (lipolysis)

Androgen เป็นฮอร์โมนที่ถูกสร้างขึ้นจากต่อมหมวกไต (adrenal cortex) ในระยะที่สัตว์ถึงวัยเจริญพันธุ์ (puberty) เป็นฮอร์โมนที่กระตุ้นการเจริญเติบโตของกล้ามเนื้อในร่างกาย

Testosterone เป็นฮอร์โมนเพศผู้ที่สร้างจากอัณฑะ (testis) ซึ่งพบว่าเมื่อถึงวัยเจริญพันธุ์ ฮอร์โมนตัวนี้จะถูกสร้างขึ้นอย่างรวดเร็ว มีส่วนช่วยเร่งการเจริญเติบโต การตอนสัตว์ตั้งแต่เล็ก จึงมีผลทำให้ฮอร์โมนตัวนี้ไม่ถูกสร้าง การเจริญเติบโตในสัตว์จึงลดลง

สารเร่งการเจริญเติบโตที่นิยมใช้เพื่อเร่งการสะสมกล้ามเนื้อ และลดการสะสมไขมันในร่างกายที่เรียกว่า Partitioning Agents ต่างจาก Growth Promoters โดยทั่วๆ ไปที่ว่าสารในกลุ่มหลังบางครั้งไม่ได้ช่วยในการปรับปรุงคุณภาพซากหรือเพิ่มปริมาณการสร้างเนื้อแดงให้เพิ่มขึ้น แต่ได้ผลในด้านอัตราการเจริญเติบโตสูงขึ้น ประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารดีขึ้น แต่การใช้สารในกลุ่มแรกจะช่วยปรับปรุงคุณภาพซากและเพิ่มอัตราการเจริญเติบโตด้วย

สารเร่งการสร้างเนื้อแดงที่สำคัญได้แก่ เบต้า-อะโกรนิสต์ (β-agonists) และ Procine Somatotropin นิยมใช้ในการขุนสุกร

Somatotropin เป็นสารในกลุ่มสารเร่งการเจริญเติบโต ตัวสำคัญที่ใช้มากที่สุดคือ Procine Somatotropin Hormone (PST) ใช้ฉีดเข้ากล้ามเนื้อเพื่อเร่งการเจริญเติบโต

β-agonists เป็นสารกลุ่มสังเคราะห์ที่ออกฤทธิ์ต่อระบบประสาทส่วนของ sympathetic และสารในกลุ่ม β-agonist ที่สำคัญมี 4 ตัว คือ ไซเมนเทอรอล (cimenteral) เคลนบิวเตอรอล (clenbuteral) เลคโตปามีน (ractopamine) และซัลบูตามอล (salbutamol) ซึ่งการใช้สารตัวนี้ใช้ในรูปของอาหารเสริม (feed additives)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2 คุณสมบัติของสารกลุ่มเบต้า-อะโกรนิสต์

สารเบต้า-อะโกรนิสต์ (beta-adrenergic agonist) คือสารเคมีที่ไปจับกับตัวรับสารเบต้า-อะโกรนิสต์ (beta receptors) แล้วมีผลต่อสรีระของร่างกาย ซึ่งสารเบต้า-อะโกรนิสต์สามารถแบ่งออกได้ตามที่มาเป็น 2 กลุ่มคือ (ธวัชชัย รอดสม. 2543)

1) สารธรรมชาติ พบตามปกติในร่างกายมนุษย์ และสัตว์มีกระดูกสันหลัง เช่น Adrenalin, Isoproterenol, Ephedrine โดยร่างกายจะรักษาสมดุล ซึ่งนักวิจัยได้สกัดสารเหล่านี้ออกมาแล้วผสมอาหารให้สัตว์กิน พบว่าสารกลุ่มนี้เช่น Adrenalin แต่จะถูกทำลายโดยเอนไซม์ในระบบทางเดินอาหารจึงไม่สามารถออกฤทธิ์ที่ Beta Receptor ได้

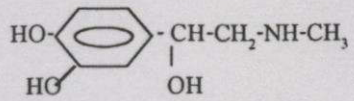
2) สารเคมีสังเคราะห์ เช่น เคลนบิวเตอรอล ไซเมนเทอรอล เลคโตปามีน ซัลบูตามอล แอล-644 969 สารกลุ่มเบต้า-อะโกรนิสต์นี้มีโครงสร้างที่มีลักษณะคล้ายคลึงกัน คือประกอบด้วย Benzine Ring, Ethylamine Side Chain ส่วนที่แตกต่างกันคือการเปลี่ยนแปลงที่ Aromatic Ring, Amino Group ที่ส่วนปลาย ยาในกลุ่มเบต้า-อะโกรนิสต์ที่ผลิตขายในรูปของเภสัชเคมีภัณฑ์มีหลายตัว เช่น เคลนบิวเตอรอล, ซัลบูตามอล, เลคโตปามีน, แอล-644 969 เป็นต้นซึ่งแต่ละตัวมีโครงสร้างหลักทางเคมีและสรรพคุณคล้ายคลึงกัน

สารเบต้า-อะโกรนิสต์ จะมีผลต่อการทำงานของระบบประสาท โดยเฉพาะระบบประสาทที่ควบคุมการทำงานกล้ามเนื้อหัวใจและกล้ามเนื้อเรียบของหลอดเลือด หลอดอาหาร กระเพาะปัสสาวะ เป็นต้น มีสรรพคุณที่สำคัญคือทำให้เกิดการคลายตัวของกล้ามเนื้อหลอดลม (เฉิดโฉม กะลัมพะเหติ และธวัชชัย รอดสม. 2543) จัดอยู่ในกลุ่มของ Adrenaline Drug หรือ Sympathominetic Amine เช่นเดียวกับ ยาบ้า (amphetamine) และ ยาอี (ephedrine) สารทั้งหมดนี้มีโครงสร้างทางเคมีที่คล้ายกัน แตกต่างกันบ้างเล็กน้อยในส่วนที่เป็น Side-chain ดังแสดงในภาพที่ 2.1 และภาพที่ 2.2 (ยุพดี จาวรุ่งฤทธิ์ และคณะ. 2539)

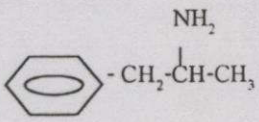
ซัลบูตามอล (บีพี) หรือ อัลบูทีรอล (1-4-hydroxy-3-hydroxymethylphenyl-2-t-butylaminoethanal, $C_{13}H_{21}NO_3$ = 239.3) เป็นผงผลึกเบาละเอียดสีขาว ไม่มีกลิ่น ไม่มีรส จุดหลอมเหลวประมาณ 156 องศาเซลเซียส ละลายในน้ำได้ 70 ส่วน หรือในแอลกอฮอล์ 25 ส่วน (สุพล เลื่องยศลือชากุล และธงชัย เฉลิมชัยกิจ. 2538) สามารถถูกละลายได้เล็กน้อยในแอลกอฮอลล์ (alcohol) คลอโรฟอร์ม (cholroform) และอีเธอร์ (ether) (ยุพดี จาวรุ่งฤทธิ์ และคณะ. 2539)

ซัลบูตามอลซัลเฟต (salbutamol sulphate , $(C_{13}H_{21}NO_3)_2.H_2SO_4$ = 576.7) เป็นผงผลึกเบาละเอียดสีขาวละลายได้ในน้ำและละลายได้เล็กน้อยในเอทานอล (ethanol) (Hettich, 2000)

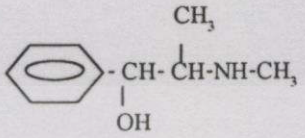
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



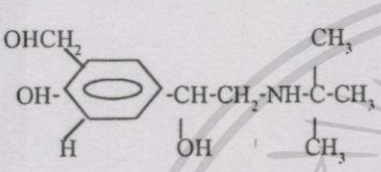
Adrenaline



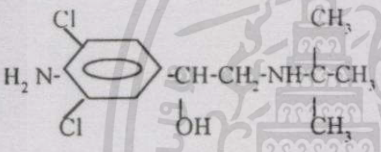
Amphetamine



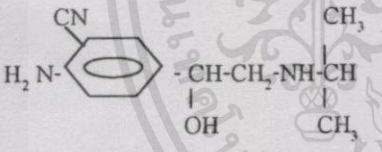
Ephedrine



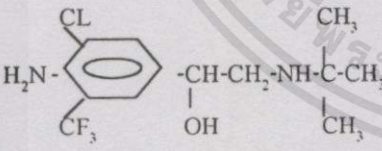
Salbutamol



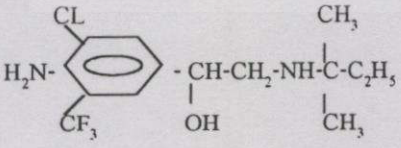
Clenbuterol



Cimaterol



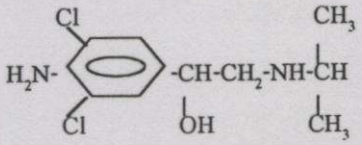
Mabuterol



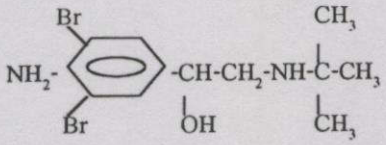
Mapenterol

ภาพที่ 2.1 โครงสร้างทางเคมีของสารในกลุ่ม Adrenaline Drug และสาร β-Adrenergic Agonists (ยุพดี จาวรุ่งฤทธิ์ และคณะ. 2539 ; Kristina *et al.* 1997)

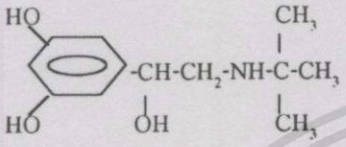
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



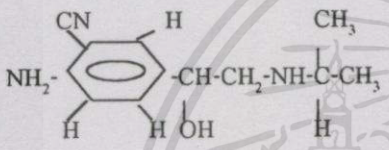
Clenproperol



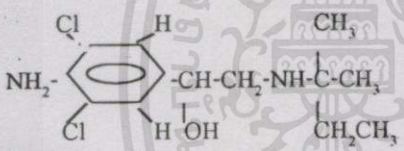
Bromobuterol



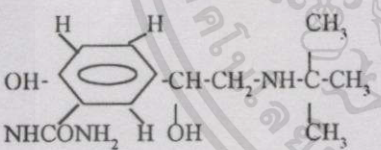
Terbutaline



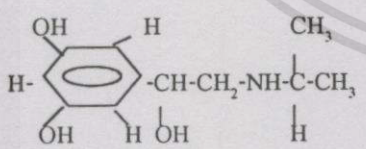
Isoproterenol



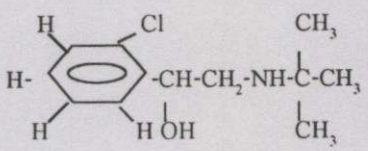
Clenpenterol



Carbuterol



Metaproterenol



Tulobuterol

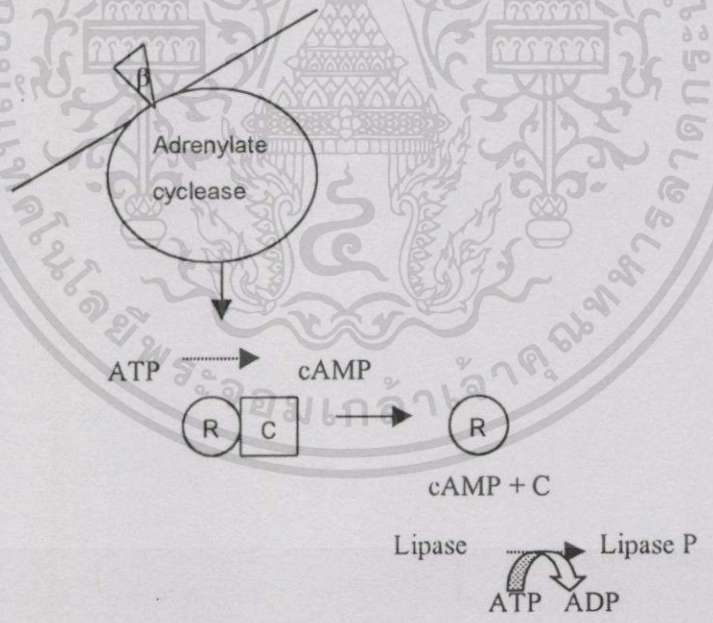
ภาพที่ 2.2 โครงสร้างทางเคมีของสารในกลุ่ม β_2-adrenergic agonists (Kristina *et al.* 1997 ; Ramos *et al.* 1998)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Hettich (2000) รายงานการวิเคราะห์ความเข้มข้นของสารซัลบูตามอลในเลือดพบว่ามีการสะสมสูงสุดที่ระยะเวลา 2-5 ชั่วโมง หลังจากการให้สูดดม และ 2-5 ชั่วโมงหลังจากการให้กิน และค่าครึ่งชีวิต (half life) ของสารซัลบูตามอลในเลือดจะอยู่ในระหว่าง 2-7.5 ชั่วโมงหลังจากการกิน และค่าครึ่งชีวิตของสารซัลบูตามอลในการขับออกทางปัสสาวะพบที่ 3-8 ชั่วโมงหลังจากการสูดดม และมีการขับออกทางปัสสาวะ 72 เปอร์เซ็นต์ ภายในเวลา 24 ชั่วโมงแรกของการรับยา

2.3 หน้าที่ของสารกลุ่มเบต้า-อะโกรนิสต์

สารเบต้า-อะโกรนิสต์ เป็นสารในกลุ่ม Catecholamine สามารถออกฤทธิ์เป็นได้ทั้งสารสื่อประสาทและฮอร์โมน โดยที่สารเบต้า-อะโกรนิสต์นี้จะไปจับกับตัวรับโดยเฉพาะบนผิวเซลล์ (beta receptors) ซึ่งมีผลกระตุ้น Cyclic Adenosine 3',5' monophosphate (cAMP) และ Adenylate Cyclase System ทำให้ cAMP จับกับเอนไซม์ Protein Kinase ทำให้เกิดการแยกตัวและปลดปล่อยเอนไซม์ที่สามารถทำงานได้ (active enzyme) โดยเอนไซม์จะไปทำการสลายไกลโคเจน (glycogen) (สมบูรณ์ เลิศปัญญาวิรพล และคณะ. 2539) ดังแสดงในภาพที่ 2.3



R = Regulatory subunit

C = Catalytic subunit

ภาพที่ 2.3 กลไกการทำงานของสารสารเบต้า-อะโกรนิสต์ (ดัดแปลงจาก Mersmann. 1990)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

cAMP เป็นสารสำคัญในการควบคุมปฏิกริยาชีวเคมีของขบวนการเมตาบอลิซึมภายในเซลล์ เป็นตัวกลางถ่ายทอดสัญญาณจากฮอร์โมนที่ไม่สามารถผ่านเข้าเซลล์ได้ cAMP เป็นตัวเร่งการเปลี่ยนแปลงทางชีวเคมีของเซลล์ของอวัยวะเป้าหมาย ที่ตับหรือกล้ามเนื้อพบว่า cAMP จะเร่งการทำลายไกลโคเจน โดยการเปลี่ยนให้เป็นกลูโคส (glucose-1-phosphate) แล้วจะถูกสลายต่อไปโดยขบวนการไกลโคไลซิส ทั้งนี้ที่เนื้อเยื่อไขมัน (adipose tissue) พบว่า cAMP จะไปกระตุ้นการทำงานของเอ็นไซม์ phospholipase ซึ่งเร่งการสลายตัวของไขมัน (จุฑารัตน์ เศรษฐกุล. 2539)

. Liu and Mills (1990) และ Mill and lui (1990) ได้ทำการศึกษาการทำงานของสารกลุ่มเบต้า-อะโกรนิสต์ นอกร่างกายสัตว์ (In vitro) พบว่าการทำงานของสารเบต้า-อะโกรนิสต์นั้นสัมพันธ์ใกล้ชิดกับไดบูเทอริลซีเอเอ็มพี (dibuterryl cAMP) ภายใน ซึ่งสารทั้งสองกลุ่มนี้จะไปยับยั้งการจับของอินซูลินต่อตัวรับ (receptor) บนเซลล์ไขมัน (adipocyte) ในขณะเดียวกันสารเบต้า-อะโกรนิสต์ยังยับยั้งการทำงานของอินซูลินในการขนถ่ายกลูโคสเพื่อใช้ในการสังเคราะห์เนื้อเยื่อไขมัน ทำให้เพิ่มผลต่อเนื่องในการยับยั้งการสร้างไขมัน (insulin stimulate lipogenesis) และกระตุ้นการสลายไขมันเพิ่มขึ้น

เยาวมาลย์ ค้าเจริญ และสาโรช ค้าเจริญ (2537) รายงานว่าจากผลการศึกษาส่วนใหญ่พบว่าสารในกลุ่มเบต้า-อะโกรนิสต์นี้ มีผลทำให้คุณภาพซากดี ปริมาณไขมันลดน้อยลงและถูกแทนที่ด้วยเนื้อแดงในปริมาณที่ใกล้เคียงกัน แต่อัตราการเจริญเติบโตและน้ำหนักตัวไม่ได้เพิ่มขึ้น นอกจากนี้ยังพบว่าขนาดของสารที่ใช้ ชนิด และขนาดของสัตว์จะมีผลต่อคุณภาพซากภายหลังจากที่ใช้สารดังกล่าวด้วย ซึ่งข้อสันนิษฐานว่าคุณภาพซากที่เปลี่ยนไปเกิดจากกลไกอย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลาย ๆ กลไกดังต่อไปนี้

1) เกิดการสร้างกล้ามเนื้อ (muscle synthesis) เพิ่มขึ้น ลดการสลายโปรตีน (protein degredation) และเพิ่มการสังเคราะห์โปรตีน

2) เกิดการสลายไขมัน (lipolysis) เพิ่มขึ้นและลดการสร้างเนื้อเยื่อไขมัน (lipogenesis) พลังงานส่วนใหญ่ถูกนำไปใช้สร้างกล้ามเนื้อ

3) เกิดการเปลี่ยนแปลงของฮอร์โมน เช่น อินซูลินซึ่งควบคุมระดับน้ำตาลในเลือดมีปริมาณลดลง โดยไปลดปริมาณอินซูลินที่เกาะกับเนื้อเยื่อไขมัน แต่ไปเพิ่มปริมาณอินซูลินที่เกาะกับกล้ามเนื้อ ทำให้มีการเปลี่ยนน้ำตาลในกระแสเลือดไปสะสมในกล้ามเนื้อเพื่อสร้างโปรตีนต่อไป ส่วนฮอร์โมนเพื่อการเจริญเติบโต (growth hormone) ไทโรซีน (thyrosine) และฮอร์โมนจากต่อมหมวกไตนั้นยังไม่รายงานการเปลี่ยนแปลงที่แน่นอนในปัจจุบัน

4) เกิดการไหลเวียนเลือดไปบริเวณขาหลังและเนื้อเยื่อไขมันเพิ่มขึ้น เพิ่มการสร้างความร้อนซึ่งจะทำให้ไขมันลดน้อยลง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตัวรับสารเบต้า-อะโกรนิสต์ (beta receptors) แบ่งออกเป็น 2 ชนิด คือ เบต้าวัน (β_1) และเบต้าทู (β_2) โดยตัวรับชนิดเบต้าวันนั้นจะพบได้ที่ หัวใจ ไต และลำไส้เล็ก ขณะที่ตัวรับเบต้าทู พบได้ที่ หลอดเลือด ท่อทางเดินอาหาร กล้ามเนื้อหูรูด ปอด มดลูก เซลล์เนื้อเยื่อไขมัน เซลล์กล้ามเนื้อ และเซลล์ตับ ดังแสดงในตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 ชนิดของตัวรับสารเบต้า-อะโกรนิสต์ (beta receptors) ที่จำเพาะกับชนิดของเนื้อเยื่อ

ชนิดเนื้อเยื่อ	ตัวรับ (β-receptors)	ผลของการกระตุ้น
หัวใจ	β_1	เพิ่มอัตราการหายใจและการยืดหดตัวของกล้ามเนื้อหัวใจ
หลอดเลือด	β_2	เกิดการคลายตัว
ท่อทางเดินอาหาร	β_2	เกิดการคลายตัว
กล้ามเนื้อเรียบ	β_1	เกิดการคลายตัว
กล้ามเนื้อหูรูด	β_2	เกิดการคลายตัว
ปอด	β_2	เกิดการคลายตัว
มดลูก	β_2	เกิดการคลายตัว
ไต	β_1	ปลดปล่อยเรนนิน (renin)
เนื้อเยื่อไขมัน	β_2	การสลายไขมัน (lipolysis)
เซลล์กล้ามเนื้อ	β_2	การสลายไกลโคเจน (glycogenolysis)
เซลล์ตับ	β_2	การสลายไกลโคเจน (glycogenolysis)

ที่มา : ดัดแปลงจาก Moloney (1991)

ธวัชชัย รอดสม (2543) กล่าวว่าการนำเข้าสารในกลุ่มเบต้า-อะโกรนิสต์จากต่างประเทศของไทย มี 2 ลักษณะ ดังนี้

1) สารแก้หอบหืด (salbutamol) ประเภทพิกัดฯ ที่ 2922.501 และ 2922.509 ดังแสดงในตารางที่ 2.2

2) สารช่วยขยายหลอดลม (clenbuterol and salt) ประเภทพิกัดฯ 2922.199 ดังแสดงในตารางที่ 2.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.2 การนำเข้าสารในกลุ่มเบต้า-อะโกรนิสต์

เดือน/ปี	หมายเลขพิกัดฯ	ปริมาตร (กก.)	มูลค่า (บาท)
ซัลบูตามอล			
ม.ค.-มี.ค. 2541	2922.501	11,811	3,211,599
	2922.509	2,022,859	330,158,401
ม.ค.-มี.ค. 2542	2922.501	1,005	445,910
	2922.509	326,277	61,968,263
เคลนบิวเตอรอล และ เกลือ			
ม.ค.-มี.ค. 2541	2922.199	461,119	78,770,641
ม.ค.-มี.ค. 2542	2922.199	54,910	17,704,444

หมายเหตุ - เป็นข้อมูลที่ผู้แทนกรมศุลกากรแจ้งในที่ประชุมคณะอนุกรรมการพัฒนาสุกรและผลิตภัณฑ์สุกร กรมการค้าภายใน กระทรวงพาณิชย์

ที่มา : ดัดแปลงจาก ธวัชชัย รอดสม (2543)

2.4 ผลของสารกลุ่มเบต้า-อะโกรนิสต์

สุพล เลื่องยศลือชากุล และธงชัย เฉลิมชัยกิจ (2538) รายงานว่าเมื่อได้รับสารซัลบูตามอลในขนาดพอเหมาะทั้งคนและสัตว์จะมีการกระตุ้นการเต้นของหัวใจ เกิดการสลายไขมัน (lipolysis) ปลดปล่อยกรดไขมันอิสระสู่กระแสโลหิต มีระดับอินซูลินเพิ่มสูงขึ้น ระดับเลคเตสในพลาสม่า (plasma lactate) และ กลูโคสในพลาสม่า (plasma glucose) เพิ่มสูงขึ้นเล็กน้อย ซึ่งขบวนการสลายไขมัน ที่เกิดขึ้นในร่างกายสัตว์ถูกนำมาใช้ในการปรับปรุงคุณภาพซาก ลดปริมาณไขมันในระยะขุนใกล้ส่งตลาด

2.4.1 ผลต่อสมรรถภาพการผลิต และคุณภาพซาก

จุฑารัตน์ เศรษฐกุล (2532) กล่าวว่าซากสัตว์หมายถึง ร่างกายสัตว์ภายหลังถูกฆ่า ซากจะประกอบด้วยส่วนประกอบของร่างกายที่สำคัญ 3 ส่วน คือ กระดูก กล้ามเนื้อ และไขมัน ในการพิจารณาว่าซากมีคุณภาพดีหรือไม่นั้นต้องคำนึงถึงคุณสมบัติที่สำคัญดังนี้

1) สัดส่วนของปริมาณกล้ามเนื้อและไขมันในซาก ซากที่มีคุณภาพดีจะต้องมีอัตราส่วนของกล้ามเนื้อต่อไขมันอยู่สูง หรือมีปริมาณเนื้อแดงในซากสูงนั้นเอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

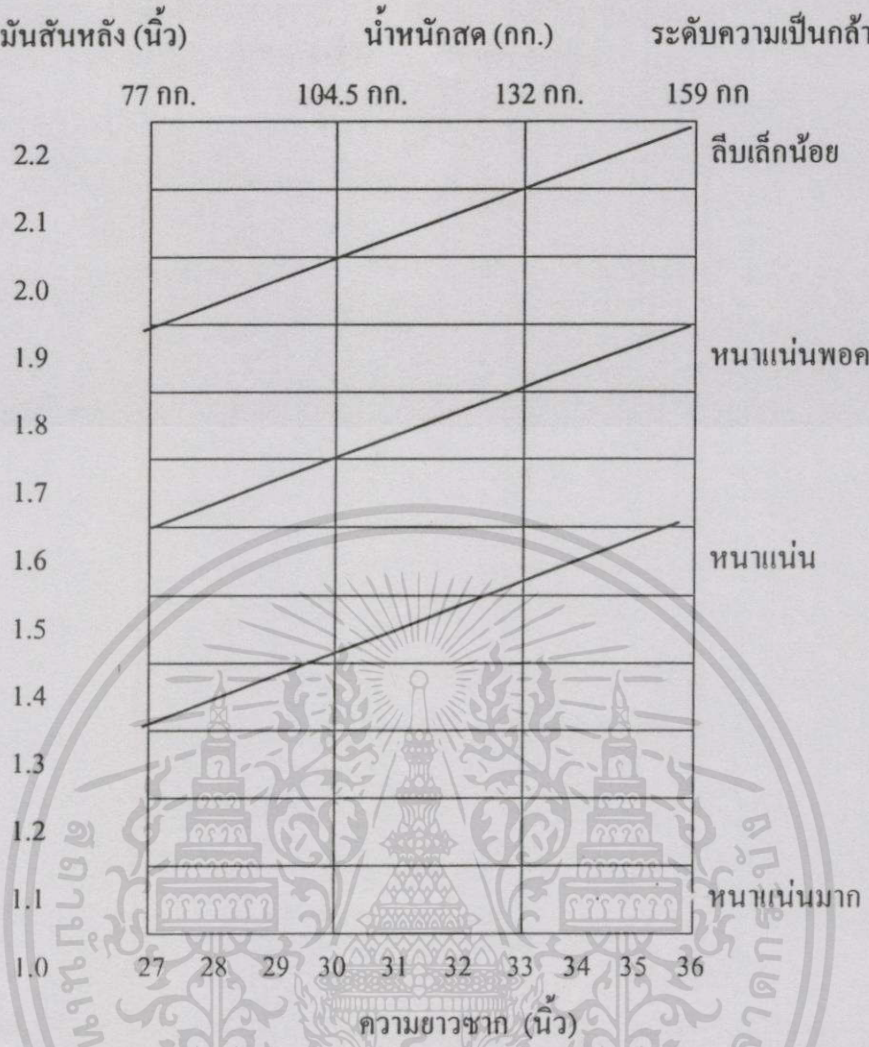
2) คุณภาพของเนื้อ เนื้อที่มีคุณภาพดีจะต้องประกอบด้วยคุณสมบัติดังนี้ คุณภาพทางการบริโภค (eating quality) เช่น สีของเนื้อ (color) ไขมันที่แทรกอยู่ระหว่างเส้นใยกล้ามเนื้อ (marbring) ความนุ่มของเนื้อ (tenderness) กลิ่นและรสชาติของเนื้อ (flavour) ความชุ่มฉ่ำของเนื้อ (juiciness) ความแน่นของเนื้อ (texture) คุณภาพทางโภชนะของเนื้อ (nutritional value) คุณภาพด้านความสะอาดปลอดจากเชื้อโรคพยาธิและสารพิษตกค้าง (wholesomeness) และคุณภาพด้านการแปรรูป (water holding capacity)

3) คุณภาพไขมัน คุณสมบัติที่ใช้ในการพิจารณาไขมัน ได้แก่ สี ความแน่นและกลิ่น ไขมันที่มีคุณภาพดีต้องไม่มีสีที่ผิดปกติ

ชัยณรงค์ คันธพนิต และนันทนา นิมิตเจียรพันธุ์ (2534) กล่าวว่าซากต่างๆ ที่อาจจะมีน้ำหนักและความยาวซากเท่าๆ กัน แต่จะมีความสัมพันธ์ที่กลับกันเสมอในระหว่างความเป็นกล้ามเนื้อและความอ้วน หรือกล่าวได้อีกนัยหนึ่งว่า ที่ความยาวซากและน้ำหนักซากเท่ากันนั้น ซากที่มีความอ้วนมากมักจะมีดีกรีกล้ามเนื้อลีบเสมอ คือเมื่อความยาวซากหรือน้ำหนักซากเพิ่มขึ้น ค่าความหนาไขมันสันหลังก็จะเพิ่มขึ้นตามไปด้วย โดยความหนาไขมันสันหลังมีอัตราการเพิ่ม 0.1 นิ้วต่อความยาวซากที่เพิ่มขึ้น 3 นิ้ว หรือน้ำหนักซากที่เพิ่มขึ้น 20.5 กิโลกรัม ส่วนค่าของระดับความเป็นกล้ามเนื้อก็เช่นกัน เมื่อระดับความเป็นกล้ามเนื้อที่เปลี่ยนแปลง 1 หน่วย จะเท่ากับการเปลี่ยนแปลงความหนาไขมันสันหลัง 0.1 นิ้ว ซึ่งได้แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความหนาไขมันสันหลัง น้ำหนักซากหรือความยาวซาก และระดับความเป็นกล้ามเนื้อ ในภาพที่ 2.4

สมโภชน์ ทับเจริญและคณะ (2538ก) ได้ทดลองเสริมสารในกลุ่มเบต้า-อะโกรนิสต์ ชื่อซัลบูตามอล ในระดับ 8 ppm ในอาหารใช้เลี้ยงสุกรลูกผสมระหว่างพันธุ์พื้นเมืองและเหมยซาน น้ำหนัก 30 กิโลกรัม ภายหลังจากการเลี้ยง 70 วัน พบว่าสุกรที่ได้รับอาหารที่ผสมซัลบูตามอลในระดับ 8 ppm มีอัตราการเจริญเติบโต ประสิทธิภาพการใช้อาหาร และต้นทุนค่าอาหารในการเพิ่มน้ำหนัก 1 กิโลกรัม ดีกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) และลักษณะซากต่าง ๆ อาทิ เปอร์เซ็นต์เนื้อแดง พื้นที่หน้าตัดเนื้อสันนอก และต้นทุนในการผลิตเนื้อแดง 1 กิโลกรัม ดีกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) ด้วย ดังแสดงในตารางที่ 2.3 และสุกรลูกผสมพื้นเมืองและเหมยซานตอบสนองต่อการใช้สารซัลบูตามอลในระดับ 8 ppm โดยไม่มีการแสดงออกถึงความเครียดและการเกร็งตัวของกล้ามเนื้อแต่อย่างใด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2.4 ความสัมพันธ์ระหว่างความหนาไขมันสันหลัง น้ำหนักซากหรือความยาวซาก และระดับความเป็นกล้ามเนื้อ การคัดเกรดซากสุกร (ดัดแปลงจาก ชัยณรงค์ คันธพนิต และนันทนา นิมิตเจียรพันธุ์. 2534)

สมโภชน์ ทับเจริญและคณะ (2538ข) ได้ทดลองเสริมสารในกลุ่มเบต้า-อะโกรนิสต์ ชื่อซัลบูตามอล ในสุกรสายพันธุ์ที่มีการเจริญเติบโตเร็วอาทิพันธุ์ลาร์จไวท์ โดยลดระดับการใช้เหลือ 4 ppm เสริมในอาหารสุกรน้ำหนัก 50 กิโลกรัม และใช้เลี้ยงในระยะเวลาต่าง ๆ คือ 49, 54, 59, และ 64 วัน ตามลำดับ และมีระยะการหยุดยาที่ 5, 10 และ 15 วัน จากการทดลองปรากฏว่าอัตราการเจริญเติบโต ประสิทธิภาพการใช้อาหาร ปริมาณอาหารที่สุกรกินต่อวัน ต้นทุนค่าอาหารในการเพิ่มน้ำหนักตัว 1 กิโลกรัม และลักษณะคุณภาพซากของสุกรทุกกลุ่มแต่กต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) ซึ่งสรุปได้ว่าการผสมสารซัลบูตามอลในอาหารในการทดลองนี้ไม่มีผลต่อการเจริญเติบโตและคุณภาพซากของสุกรแต่อย่างใด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.3 สมรรถภาพการผลิต ต้นทุนการเพิ่มน้ำหนักตัว 1 กิโลกรัม และคุณภาพซากของสุกรลูกผสมระหว่างพันธุ์พื้นเมืองและเหมยซานที่มีการใช้และไม่ใช้สารซัลบูตามอล

ลักษณะที่ศึกษา	กลุ่มควบคุม	กลุ่มซัลบูตามอล
อัตราการเจริญเติบโต (กก/วัน)	0.45 [a]	0.56 [b]
ประสิทธิภาพการใช้อาหาร	3.81 [a]	3.22 [b]
ปริมาณอาหารที่กิน (กก/วัน)	1.66	1.75
ต้นทุนค่าอาหารในการเพิ่มน้ำหนักตัว 1 กิโลกรัม (บาท/กก.)	26.73 [a]	23.13 [b]
ความหนาไขมันสันหลัง (มม.)	28.96	24.39
เปอร์เซ็นต์เนื้อแดง (%)	20.35 [a]	27.58 [b]
พื้นที่หน้าตัดเนื้อสันนอก (ตร.ซม.)	16.71 [a]	30.34 [b]
ต้นทุนในการผลิตเนื้อแดง 1 กิโลกรัม (บาท)	61.01 [a]	47.16 [b]

a,b ตัวอักษรที่ต่างกันแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$)

ที่มา : ดัดแปลงจาก สมโภชน์ ทับเจริญและคณะ. (2538ก)

Warriss *et al.* (1990b) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ของการใช้ซัลบูตามอลและสายพันธุ์ที่มีผลต่อคุณภาพเนื้อสุกร การทดลองใช้ลูกสุกรที่ได้จากพ่อ 2 สายพันธุ์ คือ ลาร์จไวท์ (white-line) และ สายพันธุ์ให้เนื้อ (meat-line) โดยการใช้ซัลบูตามอลระดับ 2.7 ppm ในสูตรอาหารช่วงระยะหลังหย่านมจนถึงฆ่า พบว่าเพิ่มอัตราการเจริญเติบโต 5 เปอร์เซ็นต์ เปอร์เซ็นต์ซากเพิ่มขึ้น 2.6 เปอร์เซ็นต์ พื้นที่หน้าตัดเนื้อสันนอกเพิ่มขึ้น 14 เปอร์เซ็นต์ และความหนาไขมันสันหลังลดลง 25 เปอร์เซ็นต์ น้ำหนักตับและปริมาณไกลโคเจนลดลง ดังแสดงในตารางที่ 2.4 และสายพันธุ์ White-line มีแนวโน้มในการตอบสนองต่อซัลบูตามอล ดีกว่าสายพันธุ์ Meat-line ดังนั้นจึงเป็นการปรับปรุงคุณภาพซากสุกรสายพันธุ์ White-line ดังแสดงในตารางที่ 2.5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.4 น้ำหนักมีชีวิตสิ้นสุด น้ำหนักซากและตับ และความหนาไขมันสันหลัง

ลักษณะ	ผลของซัลบูตามอล		ผลของสายพันธุ์	
	ไม่เสริม	เสริม	White	Meat
อัตราการเจริญเติบโต (กก. /วัน)	0.84	0.88**	0.87	0.86
นน.สิ้นสุด (กก.)[a]	91.1	93.9	92.5	92.5
นน.ซากอุ่น (กก.)	72.57	73.97***	72.61	73.94***
นน.ซากเย็น (กก.)	70.51	71.98***	70.58	71.91***
เปอร์เซ็นต์ซาก (%)	78.42	80.00***	78.48	79.94***
ความหนาไขมันสันหลัง (P2)(มม.)[a]	14.2	11.9	13.6	12.4
ความกว้างกล้ามเนื้อสันนอก (มม.)	94.5	100.1***	95.5	99.1**
ความลึกกล้ามเนื้อสันนอก (มม.)	55.1	59.2**	54.7	59.7***
ค่าประมาณ พท.หน้าตัดเนื้อสันนอก (ลบ.ซม.)	52.3	59.4***	52.4	59.3***
น้ำหนักตับ (ก.)	1787	1599***	1754	1633***

[a] มีอิทธิพลร่วม (interaction) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างผลของสารซัลบูตามอล และสายพันธุ์ ในน้ำหนักสิ้นสุด ($P<0.05$) และความหนาไขมันสันหลัง ($P<0.01$)

* $P < 0.05$

** $P < .01$

*** $P < .001$

ที่มา : ดัดแปลงจาก Warriss *et al.* (1990b)

ตารางที่ 2.5 ความสัมพันธ์ของสายพันธุ์กับซัลบูตามอล ที่มีผลต่อค่าเปอร์เซ็นต์ซาก ความหนาไขมันสันหลัง และค่าประมาณของพื้นที่หน้าตัดเนื้อสันนอก

	White-line		Meat-line	
	ไม่เสริม	ซัลบูตามอล 2.7 ppm	ไม่เสริม	ซัลบูตามอล 2.7 ppm
จำนวน	20	20	20	20
เปอร์เซ็นต์ซาก (%)	77.56[a]	79.40[b]	79.29[b]	80.60[c]
ความหนาไขมันสันหลัง (P2)(มม.)	15.6[a]	11.6[b]	12.7[b]	12.1[b]
ค่าประมาณพื้นที่หน้าตัดเนื้อสันนอก(ตร.ซม.)	47.5[a]	57.4[b]	57.2[b]	61.4[b]

a,b,c ตัวอักษรที่ต่างกันแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<.05$)

ที่มา : ดัดแปลงจาก Warriss *et al.* (1990b)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

41488

Hansen *et al.* (1994) รายงานว่าการใช้สารซัลบูตามอลในระดับ 2.75 ppm ในสุกรเพศผู้ตอน (Duroc x Yorkshire x Chester White x Hampshire) อายุประมาณ 120 วัน (น้ำหนักเฉลี่ย 62.8 กิโลกรัม) เลี้ยงจนกระทั่งน้ำหนักประมาณ 98.5 กิโลกรัม พบว่าสารซัลบูตามอลมีผลในการเพิ่มอัตราการเจริญเติบโต และน้ำหนักที่เพิ่มต่อปริมาณอาหารที่กิน (gain : feed) มีค่าเพิ่มขึ้นตามระดับไลซีน ที่เพิ่มขึ้นคือ 0.8, 1.2 , 1.6 และ 2.0 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P<0.01$)

Hansen *et al.* (1997a) รายงานว่าการใช้สารซัลบูตามอล 2.75 ppm ในสุกรขุน 3 สายพันธุ์ได้แก่เมยซานพันธุ์แท้ (M) ลูกผสมพันธุ์ดูร็อค (D) x Wc (¼ Chester White ¼ Landrace ¼ Large white และ ¼ Yorkshire) และลูกผสมพันธุ์เมยซาน (Meishan) x Wc โดยทำการทดลองในสุกรเพศผู้ตอน เลี้ยงเป็นระยะเวลา 28 วัน พบว่าการใช้สารซัลบูตามอล จะเพิ่มอัตราการเจริญเติบโตของสุกรลูกผสมพันธุ์เมยซาน (เพิ่มขึ้น 146 กรัม/วัน) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) แต่ไม่มีผลในการเพิ่มอัตราการเจริญเติบโตของสุกรพันธุ์แท้เมยซานและสุกรลูกผสมพันธุ์ดูร็อค และสารซัลบูตามอลมีผลทำให้น้ำหนักที่เพิ่มต่อปริมาณอาหารที่กินของสุกรทั้ง 3 กลุ่มเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) ในด้านคุณภาพซากนั้น พบว่าการใช้สารซัลบูตามอลมีผลทำให้เปอร์เซ็นต์ซากและพื้นที่หน้าตัดเนื้อสันนอก (บริเวณซี่โครงซี่ที่ 10) ของสุกรทั้ง 3 กลุ่มเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$)

Hansen *et al.* (1997b) ได้ศึกษาการใช้สารซัลบูตามอลในระดับ 2.75 ppmในสุกรขุน 3 สายพันธุ์ได้แก่เมยซานพันธุ์แท้ ลูกผสมพันธุ์ดูร็อค (duroc) x Wc (¼ Chester White ¼ Landrace ¼ Large white และ ¼ Yorkshire) และลูกผสมพันธุ์เมยซาน (Meishan) x Wc โดยทำการทดลองในสุกรเพศผู้ตอน อายุ 139 วัน ทำการเลี้ยง 33 วัน พบว่าสารซัลบูตามอลไม่มีผลกระทบต่อฮอร์โมนในพลาสม่าและการเมตาบอลิซึม แต่มีผลในการเพิ่ม Growth hormone ของสุกรลูกผสมพันธุ์ดูร็อคและลูกผสมพันธุ์เมยซาน ในวันที่ 14 และ 28 ของการเลี้ยง และสารซัลบูตามอลมีผลในการลดปริมาณ IGF-I ในพลาสม่า ของสุกรพันธุ์แท้เมยซานและลูกผสมพันธุ์เมยซานในวันที่ 14 และ 28 ของการเลี้ยงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) และสารซัลบูตามอลมีผลในการลดปริมาณสารอินซูลินในเลือด ในวันที่ 14 ของการเลี้ยงอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P<0.01$) และลด NEFA (nonesterified fatty acids) ในวันที่ 28 ของการเลี้ยงอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$)

ยุพดี จาวรุ่งฤทธิ์ และคณะ (2539) รายงานการใช้สาร เคลนบูเทอรอล และ ซัลบูตามอล ในปริมาณ 1.5 มิลลิกรัม/ตัว/วัน แก่สุกรที่มีน้ำหนักอยู่ในระหว่าง 90-98 กิโลกรัม เป็นเวลา 85 และ 90 วัน ก่อนชำแหละ พบว่า สุกรทั้งสองกลุ่มจะมีปริมาณเนื้อแดงเพิ่มขึ้น และกลุ่มที่ให้สารเคมีดังกล่าวจนถึงวันฆ่า (คือให้ครบ 90 วัน) จะมีปริมาณไขมันลดลง แต่สำหรับกลุ่มที่ได้รับสารเคมีเพียง 85 วันและหยุดยาสารดังกล่าวเป็นเวลา 5 วันก่อนส่งชำแหละนั้น ปริมาณ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ของไขมันจะเพิ่มมากขึ้นจนมีระดับเดียวกับกลุ่มควบคุม และผลการทดลองไม่มีความแตกต่างทางสถิติในการสร้างเนื้อแดงและลดไขมันระหว่างสารทั้งสอง คือ เคลนบิวเตอรอล และ ซัลบูตามอล

Luno *et al.* (1999) ได้ศึกษาการใช้สารเคลนบูเทอรอล 1 ppm ในโคพันธุ์ชาโรเลย์ (charolais heifers) น้ำหนักประมาณ 300 กิโลกรัม อายุ 8 เดือน ทำการเลี้ยง 5 สัปดาห์ พบว่าสารเคลนบูเทอรอล เพิ่มอัตราการเจริญเติบโต 34 เปอร์เซ็นต์อย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P<0.01$) และหลังจากทำการหยุดการใช้ยา 1 สัปดาห์ แล้วทำการฆ่าเพื่อทำการตรวจหาเอนไซม์ พบว่าโคที่มีการใช้สารเคลนบูเทอรอล มีปริมาณเอนไซม์ μ-calpain ลดต่ำลงอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P<0.01$) ขณะที่มีการกระตุ้นของเอนไซม์ Calpastatin มากขึ้นกว่าโคกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) จึงมีผลทำให้ความนุ่มของเนื้อลดลง เนื่องจากเอนไซม์ μ-calpain เป็นเอนไซม์ที่มีบทบาทสำคัญในการทำให้เนื้อนุ่ม ส่วนเอนไซม์ Calpastatin มีหน้าที่ยับยั้งการย่อยสลายโปรตีน (proteinase inhibitor)

Garssen *et al.* (1995) ศึกษาถึงการใช้เคลนบิวเตอรอล และซัลบูตามอลในลูกโคหย่านมแล้ว อายุ 24 สัปดาห์ ทำการเสริมเคลนบิวเตอรอล 1.6 มิลลิกรัม/วัน และซัลบูตามอล 60 และ 100 มิลลิกรัม/วัน โดยผสมลงในน้ำนมให้กินในช่วง 4 สัปดาห์สุดท้าย แล้วทำการหยุดยา 3 วันก่อนส่งฆ่า พบว่าเคลนบิวเตอรอล และซัลบูตามอลมีผลทำให้น้ำหนักซากสูงขึ้น เปอร์เซ็นต์ซากสูงขึ้น ปริมาณไขมันต่ำลง 8-25 เปอร์เซ็นต์ กล้ามเนื้อในซากเพิ่มขึ้น 7-11 เปอร์เซ็นต์ และกล้ามเนื้อหมอน (eye-round muscle หรือ *M. semitendinosus*) ใหญ่ขึ้น 19-24 เปอร์เซ็นต์ แต่ทำให้เนื้อสันนอกเหนียวขึ้น 31-45 เปอร์เซ็นต์ และการออกฤทธิ์ของเคลนบิวเตอรอลคล้ายคลึงกันกับซัลบูตามอลที่ระดับสูง ๆ

Beermann *et al.* (1985) กล่าวว่าสาร Beta-Adrenergic Agonist จะไปกระตุ้นกระบวนการแตกตัวของไกลโคเจนในตับให้เป็นกลูโคส (glycogenolysis) ในช่วงก่อนฆ่า (antemortem) จึงมีผลทำให้ปริมาณไกลโคเจนที่สะสมในกล้ามเนื้อและในตับลดลง ดังนั้นทำให้มีการสร้างกรดลดลงภายหลังฆ่าและก่อให้เกิดเนื้อคล้ำ แน่นแข็งและแห้ง (DFD) ได้ ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของ Warriss *et al.* (1990a) ที่พบว่าการใช้สารซัลบูตามอล และการอดอาหารระยะเวลานานมีผลทำให้ขนาดตับลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.001$)

Yen *et al.* (1990) ได้ศึกษาการใช้สารเลคโตปามีน (ractopamine) ระดับ 20 ppm ในสุกรตัวผู้ตอน 2 ลักษณะ คือ สายพันธุ์มัน (Duroc obese x Yorkshire obese) และสายพันธุ์เนื้อ (Duroc lean x Yorkshire lean) ซึ่งแบ่งแยกโดยดูจากความหนาไขมันสันหลังของสุกร โดยใช้สุกรน้ำหนักเริ่มต้นเฉลี่ยประมาณ 65 และ 68.7 กิโลกรัม ตามลำดับ ทำการเลี้ยงเป็นระยะเวลา 48 วัน จากการทดลองพบว่าการใช้สารเลคโตปามีนไม่มีผลต่ออัตราการเจริญเติบโต แต่มีผลในการลดปริมาณอาหารที่กินและปรับปรุงน้ำหนักที่เพิ่มต่อปริมาณอาหารที่กินของสุกรทั้ง 2 ลักษณะอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) และมีผลทำให้ความยาวของซากสุกรสั้นลง ความลึกและพื้นที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ไขมันลดลง น้ำหนักของกระเพาะ ลำไส้ใหญ่ (colon รวมกับ rectum) ลดลง แต่มีผลทำให้เปอร์เซ็นต์ซาก พื้นที่หน้าตัดเนื้อสันนอก (บริเวณซี่โครงซี่ที่ 10) น้ำหนักก้อนเนื้อไหล่บนและล่าง เนื้อสันนอก เนื้อสะโพก และปริมาณเนื้อแดงมากกว่าสุกรที่ไม่ได้ใช้สารเลคโตปามีนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) ซึ่งจากการทดลองสรุปได้ว่าการใช้สารเลคโตปามีนเป็นการช่วยปรับปรุงประสิทธิภาพการใช้อาหารและปริมาณเนื้อแดงในซากสุกร ดังแสดงในตารางที่ 2.6

ตารางที่ 2.6 ผลของการใช้สารเลคโตปามีนต่อสมรรถภาพการผลิตและคุณภาพซากของสุกรสายพันธุ์มัน (obese pigs) และสุกรสายพันธุ์เนื้อ (lean pigs)[a]

ลักษณะที่ศึกษา	สายพันธุ์มัน		สายพันธุ์เนื้อ		Sig[b]
	ควบคุม	เลคโตปามีน	ควบคุม	เลคโตปามีน	
สมรรถภาพการผลิต					
อัตราการเจริญเติบโต (กก./วัน)	0.59	0.59	0.66	0.69	G
ปริมาณอาหารที่กิน (กก./วัน)	2.68	2.53	2.78	2.54	R
ประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหาร (%)	0.22	0.24	0.24	0.27	G,R
คุณภาพซาก					
นน.ซากอุ่น (กก.)	74.8	75.4	71.3	72.7	G,R
เปอร์เซ็นต์ซาก (%)	77.1	77.8	73.5	74.9	G,R
ความยาวซาก (ซม.)	70.9	70.0	76.9	76.2	G,R
ความหนาไขมันสันหลัง (ซม.)	6.7	5.9	2.5	1.9	G,R
พื้นที่หน้าตัดเนื้อสันนอก ($ซม^2$)	21.8	27.2	30.8	38.2	G,R
นน.ซากครึ่งซีก (กก.)	36.8	37.0	34.9	35.7	G,R
นน.จากการตัดแต่ง					
ไหล่บน (boston butt)	6.8	7.5	9.6	10.5	G,R
ไหล่ล่าง (picnic)	5.7	6.7	8.5	9.0	G,R
สะโพก (ham)	12.8	13.3	18.4	18.5	G
สันนอก (loin)	11.2	12.7	17.2	18.2	G,R

[a] ค่าเฉลี่ยจากสุกรสายพันธุ์มัน 14 ตัว และสุกรสายพันธุ์เนื้อ 12 ตัว

[b] G คือผลของสายพันธุ์ (genotype) และ R คือผลของเลคโตปามีน ; $P<0.05$

ที่มา : ดัดแปลงจาก Yen *et al.* (1990)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Warriss *et al.* (1990a) ศึกษาเกี่ยวกับผลของซัลบูตามอลที่มีผลต่อคุณภาพเนื้อสุกร โดยการเสริมซัลบูตามอลที่ระดับ 3 ppm ในสูตรอาหารช่วงระยะหลังหย่านมและทำการฆ่าที่น้ำหนัก 85 กิโลกรัม จากการทดลองพบว่าซัลบูตามอลไม่มีผลต่ออัตราการเจริญเติบโต ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของ Jones *et al.* (1985) ซึ่งได้ทดลองใช้สารไซเมนเทอรอล ให้ผลเช่นเดียวกัน แต่สารซัลบูตามอลมีผลทำให้เปอร์เซ็นต์ซากเพิ่มขึ้น 2.6 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณไขมันในซากลดลง 17 เปอร์เซ็นต์ มีขนาดตับเล็กลงและปริมาณไกลโคเจนที่สะสมในตับลดลง มีไขมันสันหลัง บางลงเนื่องจากการลดลงของการสะสมไขมัน และมีพื้นที่หน้าตัดเนื้อสันนอกเพิ่มขึ้น 11 เปอร์เซ็นต์ ดังแสดงในตารางที่ 2.7 ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของ Hancock *et al.* (1987) ที่กล่าวว่าสารเบต้า-อะโกรนิสต์ทำให้เพิ่มพื้นที่และความลึกของเนื้อสันนอก

ตารางที่ 2.7 น้ำหนักระยะสุดท้าย น้ำหนักสูญเสียจากการขนส่ง เปอร์เซ็นต์ซากและไขมันในสุกร[a]

	ผลของซัลบูตามอล		ระยะเวลาอดอาหาร	
น้ำหนัก (กก.)	ไม่เสริม	เสริม 3 ppm	6 ชั่วโมง	24 ชั่วโมง
น้ำหนักก่อนขนส่ง	84.7	84.3	84.9	84.1
น้ำหนักหลังขนส่ง	80.9	80.7	81.9	79.7***
น้ำหนักสูญเสียจากการขนส่ง	3.7	4.0	2.7	4.9***
น้ำหนักซากอุ่น	65.8	67.4**	66.8	66.5
น้ำหนักซากเย็น	64.1	65.7**	65.0	64.8
เปอร์เซ็นต์ซาก[b]	77.9	79.9**	79.0	78.7
น้ำหนักตับ (กรัม)[c]	1,580	1,427**	1,591	1,416***
ความหนาไขมันสันหลัง , มม.	10.5	8.7***	9.5	9.7
ความกว้างหน้าตัดเนื้อสันนอก (A) , มม.	97.8	101.3**	99.6	99.5
ความลึกหน้าตัดเนื้อสันนอก (B) , มม.	60.0	64.0***	61.5	62.5
พื้นที่หน้าตัดเนื้อสันนอก (A x B) , ตร.มม.	5,865	6,484***	6,132	6,217

[a] แต่ละลักษณะมีจำนวน n = 40

[b] คำนวณจากน้ำหนักซากอุ่นและน้ำหนักก่อนขนส่ง

[c] มีความสัมพันธ์ระหว่างผลของสารซัลบูตามอลกับระยะเวลาอดอาหารต่อน้ำหนักตับ ($P<0.001$)

* $P<0.05$

** $P<0.01$

*** $P<0.001$

ที่มา : ดัดแปลงจาก Warriss *et al.* (1990a)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Sota *et al.* (1995) ได้ศึกษาการใช้สารซัลบูตามอลในแกะ (rasa aragonesa) ที่ระดับ 2 ppm ทำการเลี้ยงเป็นระยะเวลา 38 วัน โดยให้กินอาหารแบบเต็มที่ (*ad libitum*) พบว่าการใช้สารซัลบูตามอลไม่มีผลในการเพิ่มน้ำหนักของกล้ามเนื้อ ตับ หัวใจ และปอด แต่มีผลทำให้น้ำหนักไตเพิ่มขึ้น 16.67 เปอร์เซ็นต์ เปอร์เซ็นต์ไขมันลดลง 14.43 เปอร์เซ็นต์ และเปอร์เซ็นต์คอลลาเจนลดลง 25.42 เปอร์เซ็นต์ ($P<0.05$) ขณะที่ปริมาณเปอร์เซ็นต์โปรตีนในกล้ามเนื้อหมอน (*M. Semitendinosus*) เพิ่มขึ้น 4.62 เปอร์เซ็นต์ ($P<0.05$) ซึ่งการเพิ่มขึ้นของเปอร์เซ็นต์โปรตีนนี้ไม่พบในกล้ามเนื้อสันนอก (*M. Longissimus dorsi*) ส่วนไขมันแทรกในกล้ามเนื้อสันนอก (*M. Longissimus dorsi*) นั้นพบว่ามีกรดไขมันชนิดไม่อิ่มตัวสายยาว (polyunsaturated fatty acids) อยู่ในปริมาณที่สูงกว่ากลุ่มควบคุม ($P<0.05$) นอกจากนั้นในชั้นไขมันใต้ผิวหนัง (subcutaneous adipose tissue) พบว่ามีสัดส่วนของกรดไขมันชนิดไม่อิ่มตัว (unsaturated fatty acids) ต่อกรดไขมันชนิดอิ่มตัว (saturated fatty acids) อยู่สูงกว่าในกลุ่มควบคุม ($P<0.05$) และหลังการงดยา 5 วันพบว่ามีการเปลี่ยนแปลงของกรดไขมันอิสระในชั้นไขมันแทรกของกล้ามเนื้อและชั้นไขมันใต้ผิวหนัง

ชูพงษ์ อรัญชิต (2539) ศึกษาถึงผลของระดับโปรตีนในอาหาร และระดับซัลบูตามอลต่อ อัตราการเจริญเติบโต ประสิทธิภาพการใช้อาหาร และลักษณะคุณภาพซากของสุกรขุนระหว่างน้ำหนัก 68-95 กิโลกรัม โดยระดับโปรตีนในอาหารแบ่งออกเป็น 3 ระดับ คือ 16-15, 15-14 และ 14-13 เปอร์เซ็นต์ ในช่วงน้ำหนัก 68-80 และ 80-95 กิโลกรัม ตามลำดับ ส่วนระดับซัลบูตามอลในอาหารแบ่งออกเป็น 3 ระดับ คือ 0, 3 และ 6 ppm และผลของระยะเวลาการงดใช้ซัลบูตามอล ที่ระยะเวลา 0, 3 และ 7 วัน ต่อพื้นที่หน้าตัดเนื้อสันนอกและความหนา ไขมันสันหลังเฉลี่ย จากผลการทดลองพบว่าระดับโปรตีนในอาหารไม่มีผลต่ออัตราการเจริญเติบโตและประสิทธิภาพการใช้อาหารอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) ระดับซัลบูตามอลในอาหารที่ระดับ 3 และ 6 ppm มีผลทำให้อัตราการเจริญเติบโตและประสิทธิภาพการใช้อาหารดีกว่ากลุ่มควบคุม (0 ppm) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) คือ 0.645, 0.664 และ 0.545 กิโลกรัมต่อวัน และ 3.18, 3.31 และ 3.82 ตามลำดับ อิทธิพลของระดับโปรตีนในสูตรอาหารไม่มีผลต่อขนาดพื้นที่หน้าตัดเนื้อสันนอกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) แต่มีผลต่อความแตกต่างของความหนาไขมันสันหลังโดยเฉลี่ยอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) กล่าวคือกลุ่มที่ได้รับอาหารโปรตีนระดับ 16-15 เปอร์เซ็นต์ มีความหนาไขมันสันหลังต่ำสุด คือ 2.30 เซ็นติเมตร เมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มที่ได้รับอาหารโปรตีนระดับ 15-14 และ 14-13 เปอร์เซ็นต์ คือ 3.00 เซ็นติเมตร และ 2.56 เซ็นติเมตรตามลำดับ ระดับซัลบูตามอลในอาหารไม่มีผลต่อความแตกต่างของขนาดพื้นที่หน้าตัดเนื้อสันนอก ($P>0.05$) แต่มีแนวโน้มว่าเมื่อระดับซัลบูตามอลในอาหารเพิ่มขึ้น (0, 3 และ 6 ppm) ทำให้พื้นที่หน้าตัดเนื้อสันเพิ่มขึ้นซึ่งมีขนาดเท่ากับ 30.733, 34.427 และ 36.707 ตารางเซ็นติเมตรตามลำดับ การเสริมซัลบูตามอลจากระดับ 0 เป็น 3 ppm ไม่มีผลต่อการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลดลงของความหนาไขมันสันหลังลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05) ซึ่งลดลงจาก 2.95 เป็น 2.52 เซ็นติเมตร แต่หากเสริมในระดับ 6 ppm มีผลทำให้ความหนาไขมันสันหลังลดลงต่ำกว่าระดับ 0 ppm อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05) กล่าวคือลดลงจาก 2.95 เป็น 2.41 เซ็นติเมตร ตามลำดับ นอกจากนี้พบว่าระยะเวลาการงดใช้สารซัลบูตามอล ไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงพื้นที่หน้าตัดเนื้อสันนอกและความหนาไขมันสันหลังเฉลี่ยของสุกรอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05)

Dias-Correia *et al.* (1993) ได้ทดลองใช้สารซัลบูตามอลต่อการเจริญเติบโตและการขยายตัวของกล้ามเนื้อ (muscular hypertrophy) ในหนูพบว่าซัลบูตามอลมีผลทำให้มีการขยายตัวของกล้ามเนื้อชนิด Fast-oxidative Fibres มากกว่ากล้ามเนื้อชนิด Fast-glycolytic Fibres แต่ไม่ผลต่อกล้ามเนื้อชนิด Low-oxidative Fibres

2.4.2 ผลต่อองค์ประกอบทางเคมีในเนื้อ

Pearson and Gillett (1996) กล่าวว่าในสุกรแรกเกิดจะมีส่วนประกอบของน้ำประมาณ 77-80 เปอร์เซ็นต์ โปรตีน 12-13 เปอร์เซ็นต์ และเถ้า 3-4 เปอร์เซ็นต์ สุกรที่น้ำหนัก 181-220 ปอนด์ มีส่วนประกอบของน้ำประมาณ 49 เปอร์เซ็นต์ ไขมัน 33 เปอร์เซ็นต์ โปรตีน 13.5 เปอร์เซ็นต์ และเถ้า 2.7 เปอร์เซ็นต์ ส่วนในซากสุกรโดยทั่ว ๆ ไป ประกอบด้วย น้ำประมาณ 46 เปอร์เซ็นต์ ไขมัน 38 เปอร์เซ็นต์ โปรตีน 13 เปอร์เซ็นต์ และเถ้า 2.7 เปอร์เซ็นต์ แสดงให้เห็นว่าเมื่อน้ำหนักซากเพิ่มขึ้นมีการสะสมไขมันเพิ่มขึ้น

กล้ามเนื้อประกอบด้วยส่วนที่เป็นน้ำประมาณ 75 เปอร์เซ็นต์ โปรตีนรวม 19 เปอร์เซ็นต์ ไนโตรเจนที่ไม่ใช่โปรตีน (NPN) 3.5 เปอร์เซ็นต์ ไขมัน 2.5 เปอร์เซ็นต์ ที่เหลือเป็นส่วนน้อย คือ คาร์โบไฮเดรต แร่ธาตุ ไวตามิน และสารอินทรีย์อื่น ๆ (จุฑารัตน์ เศรษฐกุล. 2539)

จุฑารัตน์ เศรษฐกุล (2537) รายงานว่าคุณค่าทางโภชนะของเนื้อขึ้นอยู่กับปริมาณของโปรตีน ไขมัน คาร์โบไฮเดรต ไวตามิน เกลือแร่ โดยทั่วไปเนื้อสัตว์มีความชื้น โปรตีน ไขมัน เกลือแร่ ในปริมาณเท่ากับ 74, 20, 4, และ 1 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ที่เหลืออีก 1 เปอร์เซ็นต์ ประกอบด้วย ไกลโคเจน ไวตามิน และกรดแลคติก

สมชัย จันทร์สว่าง (2532) กล่าวว่าส่วนประกอบทางเคมีของเนื้อเยื่อเนื้อแดงมีค่าเปลี่ยนแปลงไปตามปัจจัยต่างๆ เช่น เนื้อส่วนต่างๆ ของร่างกาย อายุและสภาพของสุกร แต่โดยทั่วไปเนื้อแดงจะประกอบขึ้นด้วยน้ำ 60-70 เปอร์เซ็นต์ ไขมัน 5-15 เปอร์เซ็นต์ และโปรตีนประมาณ 20-25 เปอร์เซ็นต์

Hansen *et al.* (1997a) รายงานว่าการใช้สารซัลบูตามอล 2.75 ppm ในสุกรขุน 3 สายพันธุ์ได้แก่เมยซานพันธุ์แท้ (M) ลูกผสมพันธุ์ดูร็อค (D) x Wc (¼ Chester White ¼ Landrace ¼ Large white และ ¼ Yorkshire) และลูกผสมพันธุ์เมยซาน (M) x Wc โดยทำการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทดลองในสุกรเพศผู้ตอน จากการทดลองพบว่าส่วนประกอบทางเคมีของซาก เช่น ความชื้น โปรตีน ไขมัน และเถ้า ของสุกรทั้ง 3 สายพันธุ์แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) แต่การใช้สารซัลบูตามอลในระดับ 2.75 ppm มีผลทำให้ปริมาณความชื้นและโปรตีนในซากเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P<0.01$) แต่มีผลทำให้ปริมาณไขมันและเถ้าในซากลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) ยกเว้นปริมาณเถ้าในสายพันธ์ D x Wc ดังแสดงในตารางที่ 2.8

ตารางที่ 2.8 ส่วนประกอบทางเคมีในซากสุกร 3 สายพันธุ์

ลักษณะ	D x Wc		M		M x Wc		
ที่ศึกษา	ควบคุม	ซัลบูตามอล	ควบคุม	ซัลบูตามอล	ควบคุม	ซัลบูตามอล	Sig[a]
ความชื้น(%)	48.9	51.5	46.8	50.4	47.5	49.5	S
โปรตีน (%)	14.1	15.2	13.4	14.4	13.6	14.8	S
ไขมัน (%)	34.2	30.5	36.7	32.2	35.9	32.9	S
เถ้า (%)	2.7	2.7	2.9	2.7	2.9	2.6	S

[a] แสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) ในปัจจัยหลักและปัจจัยย่อย โดยที่ S = ซัลบูตามอล

ที่มา : ดัดแปลงจาก Hansen *et al.* (1997a)

Bergen *et al.* (1989) กล่าวว่าการใช้สารแลคโตปามีนเลี้ยงสุกรที่ระดับ 20 ppm ในระยะเวลา 3 และ 5 สัปดาห์ พบว่าเพิ่มอัตราการสังเคราะห์โปรตีน และการสะสมโปรตีนของกล้ามเนื้อ

Moloney (1991) กล่าวว่าการเพิ่มขึ้นของส่วนประกอบโปรตีนในซากสัตว์ที่มีการใช้สารในกลุ่ม β-adrenergic agonists เป็นผลเนื่องมาจากการเพิ่มขึ้นของการกักเก็บไนโตรเจน (nitrogen retention)ในซาก และมีการดึงไนโตรเจนโดยตรงจากส่วนประกอบที่ไม่ใช่ซาก (non-carcass composition) เช่น เครื่องในสัตว์ เป็นต้น ซึ่งมีนักวิจัยหลายท่านได้ทำการทดลองพบว่า มีการกักเก็บไนโตรเจนเพิ่มขึ้นในแกะที่มีการใช้สารไซเมนเทอรอลในการผสมอาหาร (Beermann *et al.* 1986 ; Kim *et al.* 1989) และในสุกรและโคที่มีการใช้สารเลคโตปามีนในการผสมอาหาร (Anderson *et al.* 1987 ; Anderson *et al.* 1989)

Warriss *et al.* (1990b) ได้ทดลองใช้สารซัลบูตามอลในระดับ 2.7 ppm ผสมในอาหารสุกรในสายพันธุ์ White-line และ Meat-line ในช่วงระยะหย่านม (น้ำหนักประมาณ 28 กิโลกรัม) จนกระทั่งส่งชำแหละ (น้ำหนักประมาณ 80 กิโลกรัม) การทดลองพบว่าการเสริมสารซัลบูตามอลไม่มีผลต่อปริมาณความชื้นและปริมาณไขมันในกล้ามเนื้อสันนอกของทั้งสองสายพันธุ์ ซึ่งสอดคล้องกับการทดลองของ Warriss *et al.* (1990a) ได้ทดลองใช้สารซัลบูตามอลในระดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3 ppm ผสมในอาหารสุกรตั้งแต่ระยะหย่านมจนกระทั่งชำแหละ (น้ำหนักประมาณ 85 กิโลกรัม) พบว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติของปริมาณความชื้น ไขมัน และโปรตีน ในกล้ามเนื้อสันนอก ดังแสดงในตารางที่ 2.9

ตารางที่ 2.9 ผลของสารซัลบูตามอลต่อส่วนประกอบทางเคมีของกล้ามเนื้อสันนอก (*M. Longgissimus dori.)*

ลักษณะที่ศึกษา	กลุ่มควบคุม	กลุ่มผสมสารซัลบูตามอล
กล้ามเนื้อสันนอก (มก/ก)		
ความชื้น	756	756 NS
โปรตีน	220	221 NS
ไขมัน	8.1	8.6 NS
คอลลาเจน	3.8	3.3 ***
เม็ดสีในเลือด(heme pigment)	0.82	0.69 ***
ไกลโคเจน		
15 นาที	5.4	4.6 NS
24 ชั่วโมง	0.45	0.12 NS
ไกลโคเจนในตับ 15 นาที	6.4	3.3 **

NS = not significant

** P<0.01

*** P<0.001

ที่มา : ดัดแปลงจาก Warriss *et al.* (1990a)

Yen *et al.* (1990) ได้รายงานการใช้สารเลคโตปามีน ระดับ 20 ppm ในสุกรลูกผสมเพศผู้ตอน 2 สายพันธุ์คือ สายพันธุ์อ้วน (Duroc obese x Yorkshire obese) และสายพันธุ์ให้เนื้อ (Durox lean x Yorkshire lean) จากการวิเคราะห์ส่วนประกอบทางโภชนะในกล้ามเนื้อสะโพก พบว่าสุกรที่มีการใช้สารเลคโตปามีนมีปริมาณความชื้นและโปรตีนเพิ่มขึ้น แต่ปริมาณไขมันลดลงในสุกรทั้ง 2 สายพันธุ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05) ดังแสดงในตารางที่ 2.10

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.10 ผลของการใช้สารเลคโตปามีนต่อส่วนประกอบทางเคมีในเนื้อสุกรสายพันธุ์มันและสุกรสายพันธุ์เนื้อ[a]

ลักษณะที่ศึกษา	สายพันธุ์มัน		สายพันธุ์เนื้อ		Sig[b]
	ควบคุม	เลคโตปามีน	ควบคุม	เลคโตปามีน	
ส่วนประกอบทางโภชนะ (%)					
ความชื้น	68.2	69.7	70.7	71.1	G,R
ไขมัน	11.7	8.9	9.0	8.0	G,R
โปรตีน	19.2	20.4	19.4	20.1	R

[a] ค่าเฉลี่ยจากสุกรสายพันธุ์มัน 14 ตัว และสุกรสายพันธุ์เนื้อ 12 ตัว

[b] G คือผลของสายพันธุ์ (genotype) และ R คือผลของเลคโตปามีน ; $P<0.05$

ที่มา : ดัดแปลงจาก Yen *et al.* (1990)

ศรีสกุล วรจันทรา และรณชัย สิทธิไกรพงษ์ (2539) ได้รายงานถึงหน้าที่ของแคลเซียมและฟอสฟอรัส ดังนี้

แคลเซียม (calcium ; Ca) มีหน้าที่สำคัญคือ

1. สำหรับสัตว์ที่กำลังเจริญเติบโต แคลเซียมมีความจำเป็นในการสร้างกระดูก ซึ่งแคลเซียมในกระดูกจะอยู่ในรูปของแคลเซียมฟอสเฟตเป็นส่วนใหญ่ นอกจากนี้ยังมีอยู่ในรูปของแคลเซียมคาร์บอเนตประมาณ 13 เปอร์เซ็นต์ของกระดูก ซึ่งในกระดูกมีแคลเซียม 36 เปอร์เซ็นต์

2. แคลเซียมมีความจำเป็นต่อการทำให้เลือดหยุดไหล ซึ่งในเลือดของสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม จะมีแคลเซียมในเลือด 8 – 12 มิลลิกรัม/100 มิลลิลิตร

3. แคลเซียมทำงานร่วมกับโซเดียม และโพแทสเซียม เพื่อทำให้หัวใจเต้นปกติและช่วยทำให้กล้ามเนื้อทำงานปกติ

4. แคลเซียมช่วยรักษาความเป็นกรด และด่างในร่างกายให้สมดุลอยู่เสมอ

5. แคลเซียมมีความจำเป็นต่อการทำงานของระบบประสาท ทำให้ระบบประสาททำงานได้อย่างปกติ

แคลเซียมมีความสัมพันธ์ใกล้ชิดกับฟอสฟอรัสและวิตามินดี ในอาหารสัตว์ควรมีอัตราส่วนระหว่างแคลเซียม : ฟอสฟอรัสไม่ต่ำกว่า 1 : 1 และไม่สูงกว่า 3.3 : 1 มิฉะนั้นแล้วสัตว์จะแสดงอาการโรคกระดูกอ่อนให้เห็น ทั้งนี้เป็นเพราะว่าแคลเซียมและฟอสฟอรัสต่างก็

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แข่งขันกันเพื่อที่จะดูดซึมเข้าสู่ร่างกายสัตว์ ส่วนวิตามินดีมีความสำคัญต่อการสร้าง Calciumtransporting Protein ใน Intestinal Mucosa

ฟอสฟอรัส (phosphorus ; P) มีหน้าที่คือ

1. เป็นส่วนประกอบของกระดูก ซึ่งจะมีอยู่ประมาณ 17 เปอร์เซ็นต์ ของส่วนกระดูกและฟัน

2. เป็นส่วนประกอบของ RNA และ DNA

3. เป็นส่วนประกอบของสารอินทรีย์ต่าง ๆ ภายในร่างกาย ซึ่งเกี่ยวข้องกับกระบวนการเมตาบอลิซึมของพลังงาน เช่น AMP, ADP , ATP และ Creatine Phosphate

4. เป็นส่วนประกอบของเอนไซม์ Cocarboxylase , Flavoprotine , NAD โดยปกติฟอสฟอรัสจะมีอยู่ในเลือดประมาณ 4 – 12 มิลลิกรัม/100 มิลลิลิตร

2.5 การตกค้างของสารกลุ่มเบต้า-อะโกรนิสต์

สุพล เลื่องยศลือชากุล และธงชัย เฉลิมชัยกิจ (2538) กล่าวว่าตามระบบการทำงานของร่างกาย ผลของซัลบูตามอลจะเกิดกับร่างกายอย่างรวดเร็วคือภายใน 15 นาทีหลังจากได้รับโดยการกิน เนื่องจากมีการดูดซึมที่กระเพาะและลำไส้ได้โดยทันทีเป็นจำนวนมาก ยาจะออกฤทธิ์ยาวนานไปถึง 4 ชั่วโมง ใน 4 ชั่วโมงแรกปริมาณยาร้อยละ 50 สามารถขับออกจากร่างกายทางปัสสาวะ แต่หากมีการให้อย่างต่อเนื่องปริมาณที่สะสมในร่างกายจะเพิ่มมากยิ่งขึ้น

Smith and Paulson (1993) รายงานว่ามีการตกค้างของเคลนบิวเตอรอล ([^{14}C] clenburol HCl) ในเนื้อเยื่อไขมันของโค ในระดับ 1.1 ppm หลังจากให้กินทางปาก 3 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักตัวเป็นเวลา 48 ชั่วโมง

Malucelli *et al.* (1994) ทำการผสมเคลนบิวเตอรอล 1 ppm , ซัลบูตามอล 10 ppm และเทอบูทารีน (terbutaline) 10 ppm ในอาหารไก่อายุ 16-35 วันและฆ่าที่อายุ 35 วัน พบว่าในขนมีการตกค้างของเคลนบิวเตอรอล 224 นาโนกรัม/กรัม, ซัลบูตามอล 1140 นาโนกรัม/กรัม และเทอบูทารีน 1159 นาโนกรัม/กรัม ซึ่งการตกค้างของเคลนบิวเตอรอลมีการตกค้างในตับ ไต กระเพาะ กล้ามเนื้อ ไขมัน ขน และตา ซัลบูตามอลมีการตกค้างใน ขน ตา ตับ และไต และเทอบูทารีนมีการตกค้างใน ขน ตับ และไต นอกจากนั้นยังพบว่าเคลนบิวเตอรอลมีการสลายตัวอย่างรวดเร็วในช่วง 48 ชั่วโมงแรกหลังการหยุดยา แต่จะมีการสลายตัวอย่างช้า ๆ หลังจาก 48 ชั่วโมงไปแล้ว และการตกค้างของเคลนบิวเตอรอลในตับและไตมีต่ำกว่าการตกค้างของซัลบูตามอลและเทอบูทารีน แต่ระดับของเคลนบิวเตอรอลที่ผสมลงในอาหารนั้นน้อยกว่า ซัลบูตามอลและเทอบูทารีน 10 เท่า

ไก่ที่ได้รับซัลบูตามอลและเทอบูทารีน 10 ppm ในอาหารพบว่าที่ระยะหยุดยา 0 วันนั้นการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตกค้างของซัลบูตามอลในตับและไตมีมากกว่าเทอบูทารีน 2 เท่า แต่ที่ระยะหยุดยา 1 วันการตกค้างของซัลบูตามอลและเทอบูทารีนมีค่าใกล้เคียงกัน (Malucelli *et al.*, 1994) ดังตารางที่ 2.11

ตารางที่ 2.11 การตกค้างของซัลบูตามอล เทอบูทารีน และเคลนบิวเตอรอลในตับ ไต และลูกตาไก่

ปริมาณและช่วงเวลาใช้	จำนวน	ระยะหยุดยา(วัน)	ปริมาณการตรวจพบ (ppb)		
			ตับ	ไต	ลูกตา
ซัลบูตามอล					
10 ppm ในอาหาร	5	0	334	110	85
14 วัน	5	1	118	16	NA[a]
	5	2	47	10	NA[a]
	5	3	19	5	NA[a]
	5	7	44	9	NA[a]
	5	14	4	<1	19
	5	43	<1	<1	4
เทอบูทารีน					
10 ppm ในอาหาร	5	0	165	55	22
14 วัน	5	1	98	18	NA[a]
	5	2	48	5	NA[a]
	5	3	37	4	NA[a]
	5	7	18	4	NA[a]
	5	14	7	<2	<2
	5	43	<2	<2	<2
เคลนบิวเตอรอล					
1 ppm ในอาหาร	5	0	66.6	24.3	89.9
14 วัน	5	1	22.2	2.6	NA[a]
	5	2	13.1	2.0	NA[a]
	5	3	7.1	1.2	NA[a]
	5	7	10.8	1.5	NA[a]
	5	14	2.3	0.2	6.6
	5	43	<0.1	<0.1	2.6

[a]NA = ไม่ได้ทำการทดลอง

ที่มา : ดัดแปลงจาก Malucelli *et al.* (1994)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Smite (1998) รายงานว่าพบการตกค้างของแลคโตปามีน ([^{14}C] Ractopamine) ในไตสุกรมากกว่าในตับโดยไม่มีระยะหยุดยา เนื่องจากไตเป็นอวัยวะสำคัญในการขับแลคโตปามีน ซึ่งมากกว่า 88 เปอร์เซ็นต์ที่กินทางปากจะถูกขับออกไปกับปัสสาวะ

2.6 ผลข้างเคียงของสารกลุ่มเบต้า-อะโกรนิสต์

สมบูรณ์ เลิศปัญญาวีรพล และคณะ (2539) ได้รายงานผลของซาบูตามอลที่มีต่อสัตว์ทดลอง พบว่าในหนูแรท (rat) ที่ได้รับซัลบูตามอลจะเกิดความผิดปกติหลายอย่าง เช่น ความผิดปกติในการเจริญของต่อมน้ำลาย (salivary gland) ต่อมฮาเดอเรี่ยน (haderian gland) และยังพบว่ามีการเพิ่มขึ้นของคอลลอยด์ที่บริเวณต่อมใต้สมอง (pituitary gland) และเกิดเนื้องอกที่กล้ามเนื้อเรียบของถุงหุ้มรังไข่ (mesovarium) นอกจากนี้หัวใจยังเกิดการอักเสบ (inflamatoin) พร้อมกับมีน้ำหนักเพิ่มขึ้น อีกทั้งมีการขยายใหญ่ของเส้นใยกล้ามเนื้อ (hypertrophy of muscle fiber) ส่วนในหนูไมซ์ (mice) ผลของซัลบูตามอลทำให้เกิดการผิดรูปร่างไปของเพดานปาก และในคนนั้นยังมีการใช้ซาบูตามอลเพื่อรักษาโรคที่เกี่ยวกับหลอดลม เช่น โรคหอบหืด โดยช่วยในการขยายหลอดลม แต่มีฤทธิ์ไม่พึงประสงค์คือทำให้กล้ามเนื้อโครงร่างสั่นกระตุก มือสั่นกระตุก ขนลุก หัวใจเต้น ปวดศรีษะ ถ้าหากได้รับในขนาดสูงจะมีอาการคลื่นไส้ อาเจียน

สมบูรณ์ เลิศปัญญาวีรพล และคณะ (2539) ได้รายงานว่าการได้รับซัลบูตามอลในการรักษาโดยทางการกินในขนาดประมาณ 0.2-8.8 มิลลิกรัมของน้ำหนักตัว ในผู้ป่วย 78 รายที่เป็นเด็กอายุ 2-8 ปี พบว่าซัลบูตามอลที่กินเข้าไปทำให้เกิดความเป็นพิษได้ คือทำให้มีอาการหัวใจเต้นเร็วกว่าปกติ (tachycardia) มีน้ำตาลในโลหิตสูงกว่าปกติ (hyperglycemia) เกิดอาการกระวนกระวายใจ (agitation) อาเจียน (vomit) และพบว่าค่าคาร์บอนไดออกไซด์ในซีรั่มมีระดับต่ำ (low serum carbondioxide) ค่าของโปแตสเซียมในกระแสเลือดมีระดับต่ำ (hypokalemia)

ยุพดี จาวรุ่งฤทธิ์และคณะ (2539) รายงานว่าในปี พ.ศ. 2533 ในประเทศสเปน ประชาชนจำนวน 135 คนที่บริโภคตับวัวซึ่งมีสารเคลนบิวเตอรอลตกค้างอยู่เข้าไป เกิดอาการกล้ามเนื้อสั่นกระตุก หัวใจเต้นเร็ว และบางรายมีอาการเป็นลม นอกจากนี้ยังพบอาการทางจิตประสาท อาการปวดศรีษะ และปวดกล้ามเนื้อ ซึ่งอาการเป็นพิษเหล่านี้เกิดขึ้นภายใน 30 นาที ถึง 6 ชั่วโมง หลังจากการบริโภคตับวัวเข้าไป และอาการคงอยู่ต่อเนื่องเป็นเวลา 2-3 วัน และการเกิดผลข้างเคียงดังกล่าวจะรุนแรงมากยิ่งขึ้นในบางกลุ่มบุคคลที่มีความไวต่อสารเหล่านี้เป็นพิเศษ ทั้งนี้รวมถึงหญิงมีครรภ์และผู้ที่เป็นโรคหัวใจ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
วิธีการดำเนินการวิจัย

3.1 สัตว์ทดลอง

การทดลองครั้งนี้ใช้สุกรขุนเพศผู้ตอนลูกผสม 3 สายพันธุ์ (ดูร็อค x แลนด์เรช x ลาร์จไวท์) น้ำหนักประมาณ 70 กิโลกรัม จำนวน 210 ตัว แบ่งสุกรออกเป็น 2 กลุ่มตามอาหารทดลองที่ได้รับ กลุ่มละ 105 ตัว โดย

กลุ่มที่ 1 เลี้ยงด้วยอาหารสูตรควบคุม

กลุ่มที่ 2 เลี้ยงด้วยอาหารสูตรควบคุมที่มีการผสมสารซัลบูตามอลในระดับ 15 ppm

3.2 อาหารสัตว์ทดลอง

ในการทดลองจะทำการศึกษาในระยะขุนของสุกรน้ำหนัก 70-100 กิโลกรัม โดยให้กินอาหารแบบเต็มที่ (*ad libitum*) ส่วนการให้น้ำจะให้สุกรได้กินอย่างเต็มที่ตลอดเวลา โดยใช้จุ๊บให้น้ำแบบอัตโนมัติ อาหารที่ใช้ทดลองเป็นอาหารผงมีส่วนประกอบของวัตถุดิบอาหารสัตว์ ดังแสดงในตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 ส่วนประกอบของสูตรอาหารที่ใช้เลี้ยงสุกรทดลอง

ส่วนผสม (%)	สูตรควบคุม	สูตรผสมซัลบูตามอล
มันสำปะหลัง	47.29	47.29
กากถั่วเหลือง	24.82	24.82
รำละเอียด	20.87	20.87
ขนไก่ป่น	3.00	3.00
ไดแคลเซียม-ฟอสเฟต	2.09	2.09
หินฝุ่น	0.98	0.98
พรีมิกซ์	0.25	0.25
เกลือ	0.24	0.24
แอล-ไลซีน	0.27	0.27
ดีแอล-เมทไธโอนีน	0.13	0.13
ทรีโอนีน	0.05	0.05
รวม	**100**	**100**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.1 (ต่อ)

ส่วนผสม (%)	สูตรควบคุม	สูตรผสมซัลบูตามอล
เอฟ โอ ดี (กรัม/ตัน)	125	125
อัลแบ็ค (กรัม/ตัน)	135	135
ซัลบูตามอล (กรัม/ตัน)	-	15
ราคาอาหาร (บาท/กก.)	5.27	5.39
ส่วนประกอบทางเคมีที่ได้จากการคำนวณ		
โปรตีน (%)	17.02	17.02
แคลเซียม (%)	1.05	1.05
ฟอสฟอรัส (%)	0.50	0.50
พลังงานใช้ประโยชน์ (ME) (kcal/kg)	2949.66	2949.66
ไลซีน (%)	1.08	1.08
เมทไธโอนีน + ซีสทีน (%)	0.65	0.65
ทริปโตเฟน (%)	0.21	0.21
ทรีโอนีน (%)	0.69	0.69

หมายเหตุ เอฟ โอ ดี (FOD) คือสารป้องกันการเหม็นหืน (antioxidants)

อัลแบ็ค (albac) คือสารเร่งการเจริญเติบโต (growth promoter)

3.3 อุปกรณ์

3.2.1 คีมสักเบอร์หู

3.2.2 เครื่องชั่งน้ำหนักสุกร

3.2.3 ขวดเก็บตัวอย่างอาหาร

3.2.4 สายวัดความยาว

3.2.5 เวอร์เนียร์ แคลลิปเปอร์

3.2.6 เครื่องชั่งอิเลคโทรนิค (digital balancing)

3.2.3 เครื่องบรรจุสุญญากาศ (vaccumn)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.8 ถุงสุญญากาศ ชนิด polyvinyl chloride : PVC

3.2.9 อุปกรณ์สำหรับการวัดพื้นที่ (planimeter)

3.2.10 ตู้อบแห้ง

3.2.11 เตาเผาอุณหภูมิสูง

3.2.12 ตู้ดูดควัน

3.2.13 เครื่องมือสกัดไขมัน (labconco goldfisch)

3.2.14 เครื่องวิเคราะห์โปรตีน (gerhardt)

3.2.15 เครื่อง Spectrophotometer (ยี่ห้อ BAUSCH & LOMB รุ่น SPECTRONIC 21)

3.2.16 เครื่อง Atomic Absorption Spectrophotometer (ยี่ห้อ HITACHI รุ่น Z8200)

3.4 วิธีการ

ขั้นตอนในการดำเนินงาน แบ่งการวิจัยออกเป็น 3 การทดลองดังนี้

3.4.1 การทดลองที่ 1 ศึกษาผลของสารซัลบูตามอลต่อสมรรถภาพการของสุกรขุน

ในการทดลองนี้จะใช้สุกรขุนที่น้ำหนักประมาณ 70 กิโลกรัม จำนวน 210 ตัว แบ่งเป็น 2 กลุ่มตามอาหารทดลอง คือกลุ่มที่ 1 เลี้ยงด้วยอาหารสูตรควบคุม และกลุ่มที่ 2 เลี้ยงด้วยอาหารสูตรควบคุมที่มีการผสมสารซัลบูตามอลในระดับ 15 ppm แบ่งเป็น 3 ซ้ำ แต่ละซ้ำประกอบด้วยสุกรจำนวนไม่เท่ากันขึ้นกับขนาดคอก โดยซ้ำที่ 1 และ 2 มีสุกรซ้ำละ 21 ตัว ส่วนซ้ำที่ 3 มีสุกร 63 ตัว ทำการเลี้ยงจนกระทั่งสุกรทดลองมีน้ำหนักประมาณ 100 กิโลกรัม เป็นการสิ้นสุดการทดลอง

3.4.1.1 การเก็บตัวอย่าง

มีการสุ่มเก็บตัวอย่างอาหาร 3 ระยะ คือ ก่อนทำการเลี้ยง หลังทำการเลี้ยง 1 เดือนและ 2 เดือนตามลำดับ เพื่อวิเคราะห์ส่วนประกอบทางเคมีในอาหาร โดยใช้วิธี Proximate Analysis เพื่อหาความชื้น (moisture or water) เถ้า (ash) โปรตีน (crude protein) ไขมัน (ether extract or crude fat) เยื่อใย (crude fiber) แคลเซียม (calcium) ฟอสฟอรัส (phosphorus) และพลังงานทั้งหมด (gross energy) ใช้วิธีการของ AOAC (1995)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4.1.2 การบันทึกข้อมูล

1) บันทึกระยะเวลาการเลี้ยงจนกระทั่งชั่งน้ำหนักก่อนส่งฆ่า

2) บันทึกปริมาณอาหารที่กินตลอดการทดลอง

3) บันทึกน้ำหนักสุกรเริ่มต้นและสิ้นสุดของการเลี้ยง

3.4.1.3 การวิเคราะห์ข้อมูล

ข้อมูลที่ได้จากการบันทึก นำมาคำนวณหาอัตราการเจริญเติบโต ปริมาณการกินอาหาร อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนัก และต้นทุนค่าอาหารในการเพิ่มน้ำหนักของสุกรแต่ละกลุ่ม จากนั้นนำมาวิเคราะห์เปรียบเทียบความแตกต่างของกลุ่มด้วยวิธี T-test โดยใช้โปรแกรม SAS (1985)

3.4.2 การทดลองที่ 2 ศึกษาผลของสารซัลบูตามอลที่มีผลต่อคุณภาพซากสุกร

การทดลองนี้จะทำการศึกษาคุณภาพซากของสุกรที่ได้จากการทดลองที่ 1 เมื่อสุกรทดลองในการทดลองที่ 1 มีน้ำหนักประมาณ 100 กิโลกรัม ทำการฆ่าและชำแหละเพื่อศึกษาคุณภาพซาก โดยทำการศึกษาเฉพาะซากซีกซ้ายของสุกรจำนวน 200 ตัว แบ่งเป็น 2 กลุ่ม โดยแต่ละกลุ่มประกอบด้วยสุกรจำนวน 100 ตัว คือกลุ่มที่ 1 เลี้ยงด้วยอาหารสูตรควบคุม และกลุ่มที่ 2 เลี้ยงด้วยอาหารสูตรควบคุมที่มีการผสมสารซัลบูตามอลในระดับ 15 ppm

3.4.2.1 การบันทึกข้อมูล

ทำการบันทึกข้อมูลที่โรงฆ่าและชำแหละสุกร โดยทำการเก็บข้อมูลดังต่อไปนี้

1) น้ำหนักซากอุ่น

2) น้ำหนักซากเย็น

3) ความยาวซาก

4) ความหนาไขมันสันหลัง (backfat)

5) ค่าดัชนีความหนาไขมันสันหลังต่อความกว้างกล้ามเนื้อสันนอก (lenden – speck quatient ; LSQ)

6) ขนาดพื้นที่หน้าตัดเนื้อสันนอกบริเวณระหว่างซี่โครงซี่ที่ 13-14

7) น้ำหนักของชิ้นส่วนต่าง ๆ ที่ได้จากการตัดแต่งตามเกณฑ์มาตรฐานของโรงฆ่าและชำแหละสุกร ข้อมูลที่ทำการเก็บได้แก่ น้ำหนักเนื้อสันใน (filet) เนื้อสันนอก (loin) เนื้อสะโพก (ham) เนื้อไหล่ (picnic shoulder) เนื้อสันคอ (boston) คางหมู (jowl) สามชั้น (belly) ซี่โครง (spareribs) ขาหมู (leg) กระดูกรวม (bone) มันสันหลัง (backfat thickness) มันหุ้มไหล่ (clear plate) เศษไขมัน (fat trimmings) เศษเนื้อ (meat trimmings) และหนังหมู (skin)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขั้นตอนการวัดซากเพื่อการเก็บข้อมูลมีดังนี้

1) การวัดความยาวซาก (carcass lenght) เป็นวิธีการประเมินปริมาณเนื้อแดง โดยวิธีการวัดจากกระดูกเชิงกราน (ischium bone) ส่วนหน้าของขาหลังไปตามแนวกระดูกสันหลังมายังกระดูกคอชิ้นแรก (atlas bone) ซึ่งในการทดลองทำการศึกษาซากสุกรซีกซ้าย ในลักษณะที่ซากถูกแขวนอยู่ด้วยสายวัด (Sripromma. 1984)

2) การวัดความหนาไขมันสันหลัง (back fat thickness) ดังแสดงในรูปที่ 3.1 ตามวิธีการของ Pfeffer and Falkenberg (1972) ตำแหน่งที่ใช้ในการวัดดังนี้

BF_1 คือ ตำแหน่งที่ 1 ความหนาไขมันสันหลังบริเวณไหล่ (shoulder) หรือส่วนที่หนาที่สุด ตรงกระดูกซี่โครงซี่ที่ 1

BF_2 คือ ตำแหน่งที่ 2 ความหนาไขมันสันหลังบริเวณกลางหลัง (loin) หรือส่วนที่บางที่สุด ตรงกระดูกซี่โครงซี่ที่ 13/14

BF_3 คือ ตำแหน่งที่ 3 ความหนาไขมันตรงจุดที่ฐานสามเหลี่ยมของกล้ามเนื้อ gluteus medius จนถึงบริเวณขอบหนัง

BF_4 คือ ตำแหน่งที่ 4 ความหนาไขมันตรงจุดกลาง ส่วนที่ไขมันสันหลังบางที่สุดของกล้ามเนื้อ gluteus medius จนถึงบริเวณขอบหนัง

BF_5 คือ ตำแหน่งที่ 5 ความหนาไขมันตรงจุดมุมบนของฐานสามเหลี่ยมของกล้ามเนื้อ gluteus medius จนถึงบริเวณขอบหนัง

นำค่าที่วัดได้จาก 5 ตำแหน่ง ไปคำนวณหาค่าความหนาไขมันสันหลังโดยใช้สูตร

$$\text{ความหนาไขมันสันหลัง (เซนติเมตร)} = \frac{BF_1 + BF_2 + \frac{BF_3 + BF_4 + BF_5}{3}}{3}$$

3) การวัดค่า LSQ ดังแสดงในรูปที่ 3.1 โดยจะทำการวัดวามหนาไขมันสันหลังและความกว้างของกล้ามเนื้อสันนอกตอนปลายของกระดูกสันหลัง ซึ่งอยู่ส่วนท้ายของลำตัว ตามวิธีการของ Pfeffer and Falkenberg (1972) โดยตำแหน่งที่ใช้ในการวัดดังนี้

BF_3 คือ ความหนาไขมันตรงจุดที่ฐานสามเหลี่ยมของกล้ามเนื้อ gluteus medius จนถึงบริเวณขอบหนัง

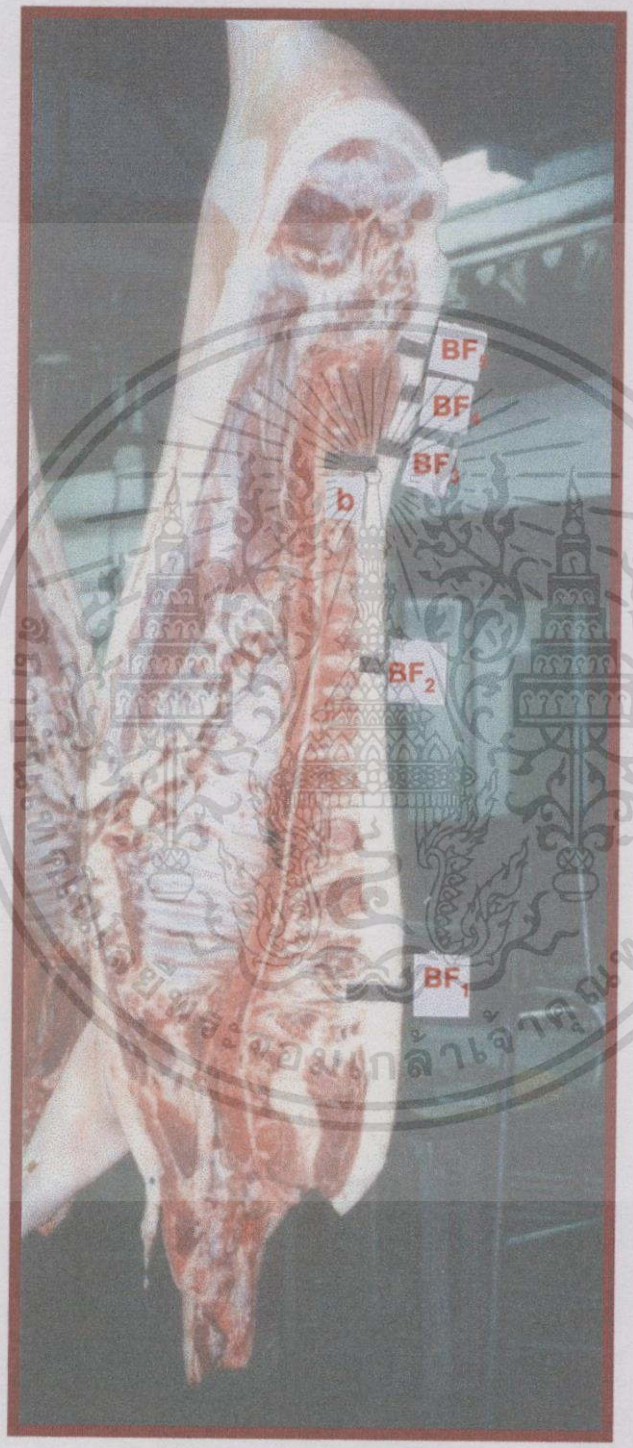
BF_4 คือ ความหนาไขมันตรงจุดกลาง ส่วนที่ไขมันสันหลังบางที่สุดของกล้ามเนื้อ gluteus medius จนถึงบริเวณขอบหนัง

b คือ ความกว้างของกล้ามเนื้อสันนอกตอนปลาย ที่วัดจากจุดปลายที่ฐานสามเหลี่ยมของกล้ามเนื้อ gluteus medius ไปตั้งฉากกับแนวของท่อนำไขสันหลัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การคำนวณหาค่า LSQที่ได้จากการวัดค่าจุดต่างๆสามารถนำมาคำนวณได้จากสูตร

$$LSQ = \frac{BF_3 + BF_4}{2b}$$



ภาพที่ 3.1 แสดงตำแหน่งการวัดความหนาไขมันสันหลังและการวัดค่า LSQ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ค่าดัชนีความหนาไขมันสันหลังต่อความกว้างกล้ามเนื้อสันนอก เป็นวิธีการประเมินคุณภาพซากสุกรที่มีความแม่นยำและมีประสิทธิภาพในการจัดระดับเกรดซากสุกร ในการประเมินหาปริมาณเนื้อแดง และไขมันของสุกร ซึ่งจากงานวิจัยการพัฒนาการจัดระดับเกรดซากสุกรของประเทศไทย โดย จุฑารัตน์ เศรษฐกุล และคณะ (2544) ได้กำหนดเกณฑ์ที่ใช้ในการกำหนดระดับชั้นการแบ่งเกรดซากสุกรตามเปอร์เซ็นต์เนื้อแดง (ตารางที่ 3.2) และเปอร์เซ็นต์ชิ้นส่วนต่างๆ ที่ได้จากการตัดแต่งตามระบบการค้าตามระดับชั้นการแบ่งเกรด ดังแสดงในตารางที่ 3.3

ตารางที่ 3.2 เกณฑ์การจัดแบ่งระดับชั้นคุณภาพซากสุกรตามเปอร์เซ็นต์เนื้อแดง (n = 751)

ระดับเกรด	ค่าดัชนี (LSQ)	จำนวน	เปอร์เซ็นต์เนื้อแดง [1/]	เปอร์เซ็นต์เนื้อแดง [2/]
สูงที่สุด	≤ 0.20	66	48.76	60.85
สูงมาก	0.21–0.26	182	46.88	58.75
สูง	0.27-0.32	243	45.05	55.90
ปานกลาง	0.33-0.38	161	43.37	53.54
ต่ำ	0.39-0.44	81	42.00	51.10
ต่ำมาก	≥ 0.45	18	40.31	48.42

[1/] เปอร์เซ็นต์เนื้อแดงที่ได้จากการตัดแต่งตามระบบการค้าของบริษัทเฟรทมีทซึ่งหมายถึงเนื้อแดงที่แยกเอาไขมันและกระดูกออก โดยได้จากชิ้นส่วนสำคัญ 4 ส่วน คือ สะโพก สันนอก ไหล่ตอนบน ไหล่ตอนล่าง ไม่รวมสามชั้น ซี่โครง ขาหน้าและขาหลัง

[2/] เปอร์เซ็นต์เนื้อแดงที่ได้จากการตัดแต่งแยกเอาเนื้อแดง ไขมัน และกระดูก ออกจากซากทั้งตัว คำนวณได้จากสมการ $Y = 49.123 - 0.55983\ BF_4 + 0.22096\ b$ ซึ่งได้รับการรับรองทางกฎหมายของสมาพันธ์ยุโรป 96/4/Ea (397D 0813) ปัจจุบันใช้ในประเทศออสเตรีย

ที่มา : จุฑารัตน์ เศรษฐกุล และคณะ (2544)

ตารางที่ 3.3 เปอร์เซ็นต์ชิ้นส่วนที่ได้จากกวารตัดแต่งตามระบบการค้า (n = 751 ตัว)

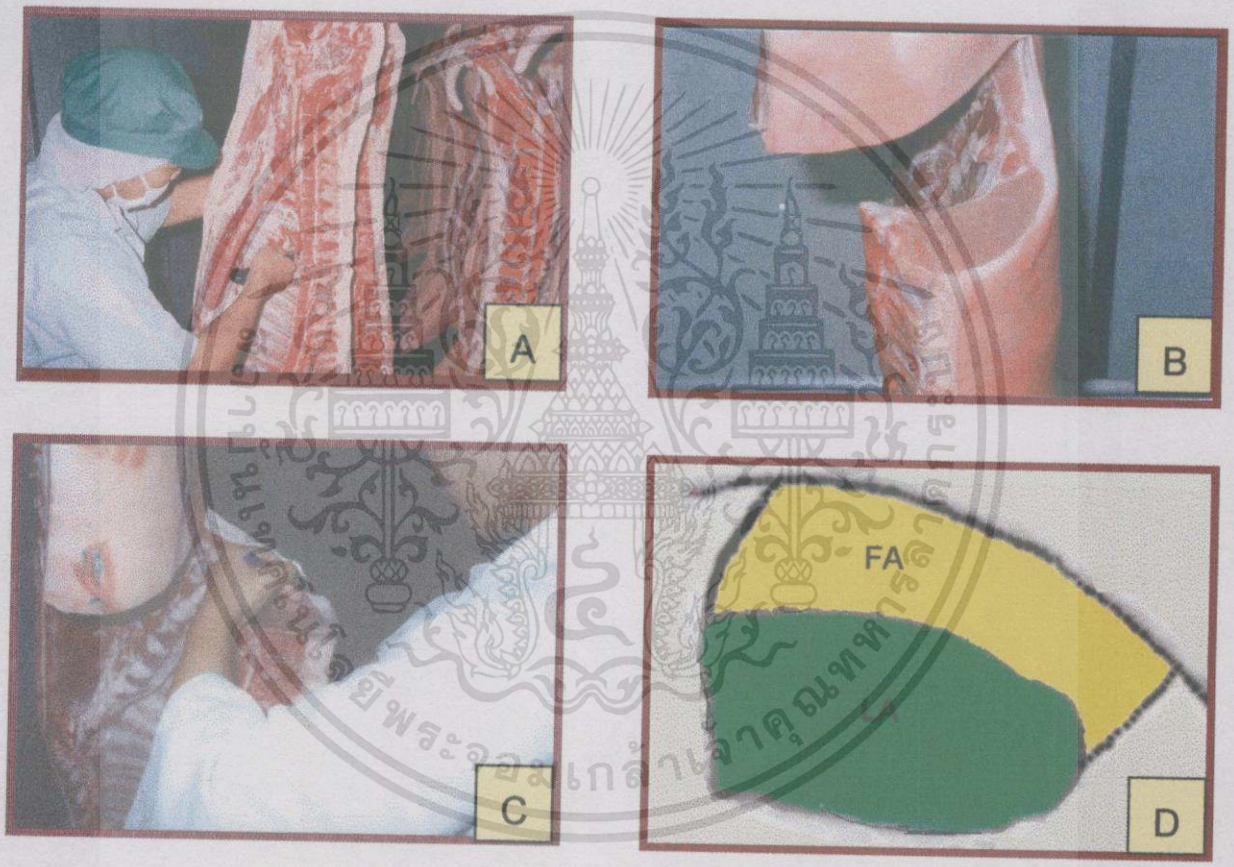
ค่าดัชนี LSQ	จำนวน (ตัว)	เนื้อแดง (%)	ไขมัน (%)	สามชั้น (%)	ซี่โครง (%)	ขาหน้าและขาหลัง (%)
≤ 0.20	66	48.76	14.39	12.39	5.57	10.89
0.21–0.26	182	46.88	16.34	12.93	5.50	10.72
0.27-0.32	243	45.05	18.07	13.43	5.33	10.60
0.33-0.38	161	43.37	19.49	13.82	5.33	10.45
0.39-0.44	81	42.00	20.62	14.30	5.21	10.24
≥ 0.45	18	40.31	22.11	14.69	5.07	10.28

ที่มา : จุฑารัตน์ เศรษฐกุล และคณะ (2544)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4) การวัดขนาดพื้นที่หน้าตัดกล้ามเนื้อสันนอก

ทำการวัดในลักษณะที่ซากแขวนอยู่ โดยการเลื่อยระหว่างซี่โครงซี่ที่ 13-14 ตามระบบเยอรมัน ใช้มีดเฉือนลึกลงไปในแนวตั้งฉากกับหน้าตัดเนื้อสันนอก แล้วใช้แผ่นใสวาดชั้นของพื้นที่หน้าตัดของกล้ามเนื้อสันและชั้นของไขมัน นำภาพที่วาดได้มาวาดลงกระดาษ แล้วนำมาวัดด้วยเครื่องพลานิมิเตอร์ (planimeter) โดยการวัดส่วนของพื้นที่หน้าตัดไขมันสันหลัง (fat area ; FA) และส่วนของพื้นที่หน้าตัดกล้ามเนื้อสันนอก (loin area ; LA) จากนั้นนำค่าที่ได้มาคำนวณหาสัดส่วนของพื้นที่หน้าตัดกล้ามเนื้อสันนอกต่อพื้นที่หน้าตัดไขมันสันหลัง (Sripromma. 1984) ดังแสดงในภาพที่ 3.2



ภาพที่ 3.2 ขั้นตอนการวัดพื้นที่หน้าตัดกล้ามเนื้อสันนอก และพื้นที่หน้าตัดไขมันสันหลัง

A = ทำการเลื่อยระหว่างซี่โครงซี่ที่ 13-14 แล้วใช้มีดเฉือนลึกลงไปในแนวตั้งฉากกับ หน้าตัดเนื้อสันนอก

B = ภาพลักษณะของพื้นที่หน้าตัดเนื้อสันนอกหลังจากทำการตัด

C = นำแผ่นใสมาวางทาบ แล้ววาดชั้นของพื้นที่หน้าตัดของกล้ามเนื้อสันนอกและชั้นของไขมันสันหลังด้วยปากกาเคมี นำภาพที่วาดได้มาวาดลงกระดาษ

D = ภาพพื้นที่หน้าตัดเนื้อสันนอกและพื้นที่หน้าตัดไขมันสันหลัง แล้วนำไปวัดพื้นที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5) เปอร์เซ็นต์เนื้อแดงรวม (boneless lean cuts) เปอร์เซ็นต์ไขมันรวม (total fat) เปอร์เซ็นต์กระดูกรวม (total bone) เปอร์เซ็นต์ชิ้นส่วนสามชั้น (belly) และเปอร์เซ็นต์ชิ้นส่วนเนื้อติดกระดูก (ส่วนขาและซี่โครง : total bone in meat cuts) ที่ได้จากการตัดแต่งตามเกณฑ์มาตรฐานของโรงฆ่าและชำแหละสุกรที่ทำการเก็บข้อมูล

การหาเปอร์เซ็นต์เนื้อแดง (boneless lean cuts percentage)

$$\text{boneless lean cuts (\%)} = \frac{(HM + LN + BS + PS + FL + TM) * 100}{CW}$$

HM = น้ำหนักชิ้นส่วนสะโพกไม่รวมกระดูกและขาหลัง (ham)

LN = น้ำหนักชิ้นส่วนสันนอกไม่รวมกระดูก (loin)

BS = น้ำหนักชิ้นส่วนไหล่ตอนบนไม่รวมกระดูก (boston shoulder)

PS = น้ำหนักชิ้นส่วนไหล่ไม่รวมกระดูกและขาหน้า (picnic shoulder)

FL = น้ำหนักชิ้นส่วนสันใน (filet)

TM = น้ำหนักเศษเนื้อจากการตัดแต่ง (trimmed meat)

CW = น้ำหนักซากเย็นซีกซ้าย (carcass weight)

การหาเปอร์เซ็นต์ไขมันรวม (total fat percentage)

$$\text{total fat (\%)} = \frac{(FT+TF+SK) * 100}{CW}$$

FT = น้ำหนักชิ้นส่วนมัน (fat)

TF = น้ำหนักเศษมันจากการตัดแต่ง (trimfat)

SK = น้ำหนักหนัง (skin)

CW = น้ำหนักซากเย็นซีกซ้าย (carcass weight)

การหาเปอร์เซ็นต์กระดูกรวม (total bone percentage)

$$\text{total bone (\%)} = \frac{BN * 100}{CW}$$

BN = น้ำหนักชิ้นส่วนกระดูกทั้งหมดที่ได้จากการตัดแต่ง (bone)

CW = น้ำหนักซากเย็นซีกซ้าย (carcass weight)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การหาเปอร์เซ็นต์ชิ้นส่วนสามชั้น (belly percentage)

$$\text{belly (\%)} = \frac{BL * 100}{CW}$$

BL = น้ำหนักชิ้นส่วนสามชั้น (belly)

CW = น้ำหนักซากเย็นซีกซ้าย (carcass weight)

การหาเปอร์เซ็นต์เนื้อติดกระดูก (total bone in meat percentage)

$$\text{total bone in meat (\%)} = \frac{(RB + LG) * 100}{CW}$$

RB = น้ำหนักชิ้นส่วนซี่โครง (rib)

LG = น้ำหนักชิ้นส่วนแข้งที่ไม่ตัดกีบออก (leg)

CW = น้ำหนักซากเย็นซีกซ้าย (carcass weight)

3.4.2.2 การวิเคราะห์ข้อมูล

นำข้อมูลลักษณะซากที่บันทึกได้มาวิเคราะห์เปรียบเทียบความแตกต่างของกลุ่มด้วยวิธี T-test โดยใช้โปรแกรม SAS (1985)

3.4.3 การทดลองที่ 3 ศึกษาผลของสารซัลบูตามอลต่อส่วนประกอบทางเคมีในเนื้อสันนอกของสุกรขุน

การทดลองนี้ทำการศึกษาส่วนประกอบทางเคมีของเนื้อสันนอกสุกรที่ได้จากการทดลองที่ 1 แบ่งเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มที่ 1 เนื้อสันนอกจากซากสุกรที่ได้รับอาหารสูตรควบคุม และกลุ่มที่ 2 เนื้อสันนอกจากซากสุกรที่ได้รับอาหารสูตรควบคุมผสมสารซัลบูตามอลในระดับ 15 ppm

3.4.3.1 การเก็บตัวอย่าง

ทำการสุ่มเก็บตัวอย่างกล้ามเนื้อสันนอก (*M. longissimus dorsi* ; LD) จากซากสุกรซีกซ้ายของกลุ่มสุกรที่มีการผสมและไม่ผสมสารซัลบูตามอล กลุ่มละ 30 ตัวอย่างเพื่อนำมาวิเคราะห์ส่วนประกอบทางเคมี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

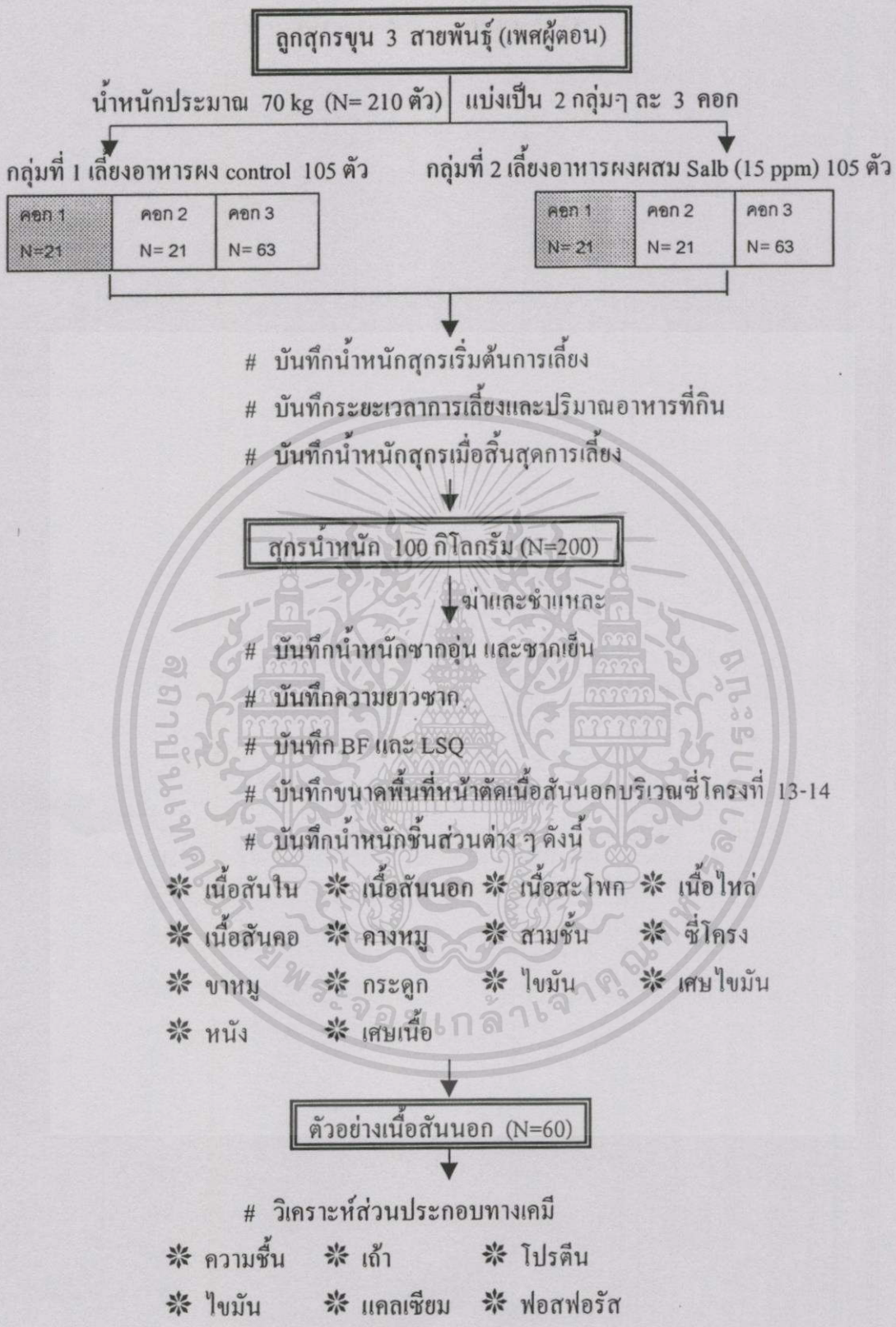
3.4.3.2 การวิเคราะห์ส่วนประกอบทางเคมีของตัวอย่าง

ทำการวิเคราะห์ส่วนประกอบทางเคมีในเนื้อ โดยใช้วิธี Proximate analysis เพื่อหาความชื้น (moisture or water) เถ้า (ash or mineral matter) โปรตีน (crude protein) ไขมัน (ether extract or crude fat) แคลเซียม (calcium) และฟอสฟอรัส (phosphorus) (AOAC. 1995)

3.4.3.3 การวิเคราะห์ข้อมูล

นำข้อมูลส่วนประกอบทางเคมีในเนื้อสันนอกจากซากสุกรทดลองทั้ง 2 กลุ่ม มาทำการวิเคราะห์เปรียบเทียบความแตกต่างของกลุ่มด้วยวิธี T-test โดยใช้โปรแกรม SAS (1985)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3.3 สรุปขั้นตอนการดำเนินงานทดลองทั้งหมด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

ผลการทดลอง

การทดลองเลี้ยงสุกรขุนสามสายพันธุ์ (ลาร์จไวท์ x แลนด์เรซ x ดูร็อค) เพศผู้ตอนน้ำหนักประมาณ 70 กิโลกรัม จำนวน 210 ตัว แบ่งเป็น 2 กลุ่มตามอาหารทดลอง คือ

กลุ่มที่ 1 เลี้ยงด้วยอาหารสูตรควบคุม

กลุ่มที่ 2 เลี้ยงด้วยอาหารสูตรควบคุมผสมสารซัลบูตามอลในระดับ 15 ppm

จากการทดลองได้ผลดังนี้

4.1 การวิเคราะห์ส่วนประกอบของโภชนะในอาหารสุกรทดลอง

ในการวิเคราะห์ส่วนประกอบทางโภชนะของอาหารสุกรทดลองทั้ง 2 กลุ่ม แสดงในตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 ส่วนประกอบทางเคมีในอาหารสุกรขุนทดลอง

ลักษณะที่ศึกษา (%)	
ความชื้น	9.49
เถ้า	8.78
โปรตีน	17.32
ไขมัน	5.79
เยื่อใย	4.00
ไนโตรเจนฟรีเอกซ์แทรก	54.62
แคลเซียม	1.08
ฟอสฟอรัส	0.55
พลังงานทั้งหมด (Kcal/kg)	4161.58

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2 การทดลองที่ 1 อิทธิพลของสารซัลบูตามอลต่อสมรรถภาพการผลิตของสุกรขุน

4.2.1 อัตราการเจริญเติบโต

ผลของการศึกษาสารซัลบูตามอลต่ออัตราการเจริญเติบโตพบว่า น้ำหนักเริ่มต้นการทดลองของสุกรที่ได้รับและไม่ได้รับสารซัลบูตามอลมีค่าใกล้เคียงกันไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) และเมื่อทำการเลี้ยงจนสิ้นสุดการทดลองพบว่า น้ำหนักที่เพิ่มขึ้น อัตราการเจริญเติบโตของสุกรทั้ง 2 กลุ่มมีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) แต่มีแนวโน้มว่าสุกรที่ไม่ได้รับสารซัลบูตามอลจะมีน้ำหนักที่เพิ่ม และอัตราการเจริญเติบโต ดีกว่ากลุ่มที่ได้รับสารซัลบูตามอล (37.94 และ 36.22 กิโลกรัม/ตัว ; 0.74 และ 0.71 กิโลกรัม/ตัว/วัน ตามลำดับ) ดังแสดงในตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 อิทธิพลของสารซัลบูตามอลที่มีผลต่ออัตราการเจริญเติบโตของสุกรขุนทดลอง

ลักษณะที่ศึกษา	สูตรควบคุม	สูตรซัลบูตามอล	ส่วนต่าง
น้ำหนักสุกร (เฉลี่ยกิโลกรัม/ตัว)			
น้ำหนักเริ่มต้น	67.69 ± 1.18	65.34 ± 2.90	-2.35
น้ำหนักสิ้นสุด	105.63 ± 1.96	101.56 ± 5.53	-4.07
น้ำหนักที่เพิ่มขึ้น	37.94 ± 0.95	36.22 ± 3.17	-1.72
ระยะเวลาที่ใช้เลี้ยง (วัน)	51.00	51.00	0.00
อัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ย(กิโลกรัม/ตัว/วัน)	0.74 ± 0.02	0.71 ± 0.06	-0.03

4.2.2 อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนัก

ผลของการศึกษาสารซัลบูตามอลที่มีผลต่ออัตราการเปลี่ยนอาหารพบว่า สารซัลบูตามอลมีผลทำให้ปริมาณการกินอาหารของสุกรน้อยกว่าสุกรที่ไม่ได้รับสารซัลบูตามอลอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) ซึ่งมีค่าเท่ากับ 108.62 และ 125.64 กิโลกรัม/ตัว ตามลำดับ และอัตราการเปลี่ยนอาหาร (FCR) ของสุกรที่ได้รับสารซัลบูตามอลดีกว่าสุกรที่ไม่ได้รับสารซัลบูตามอลอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P<0.01$) ซึ่งมีค่าเท่ากับ 3.01 และ 3.31 ตามลำดับ ดังแสดงในตารางที่ 4.3

4.2.3 ต้นทุนค่าอาหารในการเพิ่มน้ำหนัก

ผลของการศึกษาสารซัลบูตามอลที่มีผลต่อต้นทุนค่าอาหารในการเพิ่มน้ำหนักพบว่าการใช้สารซัลบูตามอลในสูตรอาหารจะเพิ่มต้นทุนค่าอาหาร 0.12 บาท/กิโลกรัม (ตารางที่ 3.1) และเมื่อคำนวณต้นทุนค่าอาหารในการเพิ่มน้ำหนักสุกร 1 กิโลกรัมพบว่าสุกรทั้งสองกลุ่มมีต้นทุนค่าอาหารในการเพิ่มน้ำหนักไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) ซึ่งมีค่าเท่ากับ 17.44 และ 16.21

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บาท/กิโลกรัม แต่มีแนวโน้มว่าต้นทุนค่าอาหารในการเพิ่มน้ำหนักสุกร 1 กิโลกรัมของสุกรในกลุ่มที่ไม่ได้รับสารซัลบูตามอลจะสูงกว่ากลุ่มที่ได้รับสารซัลบูตามอล ดังแสดงในตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.3 อิทธิพลของสารซัลบูตามอลที่มีผลต่ออัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนัก ปริมาณอาหารที่กิน และต้นทุนค่าอาหารของสุกรขุน

ลักษณะที่ศึกษา	สูตรควบคุม	สูตรซัลบูตามอล	ส่วนต่าง
ปริมาณอาหารที่กิน (เฉลี่ยกิโลกรัม/ตัว)	125.64 ± 3.82^{ก}	108.62 ± 6.11^{ง}	-17.02
อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนัก	3.31 ± 0.03^{ก}	3.01 ± 0.10^{ข}	-0.3
ต้นทุนค่าอาหาร (บาท/กิโลกรัม)	5.27	5.39	+0.12
ต้นทุนค่าอาหารต่อการเพิ่มน้ำหนักสุกร 1 กก. (บาท)	17.44 ± 0.14	16.21 ± 0.53	-1.23

$^{ก-ข}$ อักษรที่แตกต่างกันในแถวเดียวกันแสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ($P< 0.01$)

$^{ก-ง}$ อักษรที่แตกต่างกันในแถวเดียวกันแสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P< 0.05$)

4.3 การทดลองที่ 2 อิทธิพลของสารซัลบูตามอลต่อคุณภาพซาก

4.3.1 ลักษณะซากสุกร

ผลของการศึกษาสารซัลบูตามอลที่มีผลต่อลักษณะซากสุกรพบว่าสุกรที่ได้รับสารซัลบูตามอลมีน้ำหนักซากอุ่นมากกว่าสุกรที่ไม่ได้รับสารซัลบูตามอลอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P<0.01$) มีค่าเท่ากับ 88.63 และ 84.90 กิโลกรัม/ตัว แต่มีความยาวซาก ความหนาไขมันสันหลัง และค่าดัชนีความหนาไขมันสันหลังต่อความกว้างกล้ามเนื้อสันนอก (LSQ) น้อยกว่าสุกรที่ไม่ได้รับสารซัลบูตามอลอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P<0.01$) ซึ่งความยาวซากมีค่าเท่ากับ 96.57 และ 100.02 เซ็นติเมตร ความหนาไขมันสันหลังมีค่าเท่ากับ 2.70 และ 3.00 เซ็นติเมตร และค่า LSQ มีค่าเท่ากับ 0.24 และ 0.33 ตามลำดับ ดังแสดงในตารางที่ 4.4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.4 อิทธิพลของสารซัลบูตามอลต่อ น้ำหนักซากอุ่น ความยาวซาก ความหนาไขมันสันหลัง และค่าดัชนีความหนาไขมันสันหลังต่อความกว้างกล้ามเนื้อสันนอก (LSQ) ของสุกรทดลอง

ลักษณะที่ศึกษา	สูตรควบคุม	สูตรซัลบูตามอล	ส่วนต่าง
น้ำหนักซากอุ่น (กิโลกรัม/ตัว)	84.90 ± 5.51[ข]	88.63 ± 8.97[ก]	+3.73
ความยาวซาก (ซม.)	100.02 ± 3.59[ก]	96.57 ± 3.90[ข]	-3.45
ความหนาไขมันสันหลัง (ซม.)	3.00 ± 0.38[ก]	2.70 ± 0.41[ข]	-0.3
LSQ	0.33 ± 0.07[ก]	0.24 ± 0.06[ข]	-0.09

[ก-ข] อักษรที่แตกต่างกันในแถวเดียวกันแสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (P< 0.01)

4.3.2 พื้นที่หน้าตัดกล้ามเนื้อสันนอก

ผลการวัดพื้นที่หน้าตัดกล้ามเนื้อสันนอกและพื้นที่หน้าตัดไขมันสันหลังบริเวณซี่โครงซี่ที่ 13-14 พบว่าสุกรที่ได้รับสารซัลบูตามอลมีพื้นที่หน้าตัดไขมันสันหลัง (FA) น้อยกว่าสุกรที่ไม่ได้รับสารซัลบูตามอลอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (P<0.01) มีค่าเท่ากับ 18.06 และ 21.52 ตารางเซ็นติเมตร ตามลำดับ และมีพื้นที่หน้าตัดกล้ามเนื้อสันนอก (LA) และสัดส่วนของพื้นที่หน้าตัดกล้ามเนื้อสันนอก/พื้นที่หน้าตัดไขมันสันหลัง (LA/FA) มีค่ามากกว่าสุกรที่ไม่ได้รับสารซัลบูตามอลอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (P<0.01) ซึ่งพื้นที่หน้าตัดกล้ามเนื้อสันนอก มีค่าเท่ากับ 54.02 และ 46.88 ตารางเซ็นติเมตร และสัดส่วนของพื้นที่หน้าตัดกล้ามเนื้อสันนอก/พื้นที่หน้าตัดไขมันสันหลัง มีค่าเท่ากับ 3.19 และ 2.31 ตารางเซ็นติเมตร ตามลำดับ ดังแสดงในตารางที่ 4.5

ตารางที่ 4.5 อิทธิพลของสารซัลบูตามอลต่อพื้นที่หน้าตัดกล้ามเนื้อสันนอก (LA) พื้นที่หน้าตัดไขมันสันหลัง (FA) และพื้นที่หน้าตัดกล้ามเนื้อสันนอกต่อพื้นที่หน้าตัดไขมันสันหลัง (LA/FA)

ลักษณะที่ศึกษา	สูตรควบคุม	สูตรสารซัลบูตามอล	ส่วนต่าง
พื้นที่หน้าตัดไขมันสันหลัง(FA) (ตร.ซม.)	21.52 ± 4.90[ก]	18.06 ± 4.55[ข]	-3.46
พื้นที่หน้าตัดกล้ามเนื้อสันนอก(LA) (ตร.ซม.)	46.88 ± 4.88[ข]	54.02 ± 6.18[ก]	+7.14
สัดส่วนของพื้นที่หน้าตัดกล้ามเนื้อสันนอก/พื้นที่หน้าตัดไขมันสันหลัง (LA/FA)	2.31 ± 0.68[ข]	3.19 ± 0.91[ก]	+0.88

[ก-ข] อักษรที่แตกต่างกันในแถวเดียวกันแสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (P< 0.01)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3.3 การตัดแต่งแบบชิ้นส่วนย่อย

ผลการทดลองการตัดแต่งตามมาตรฐานทางการค้าของโรงฆ่าและชำแหละสุกร พบว่าสุกรที่ได้รับสารซัลบูตามอลมีปริมาณของเนื้อสันใน สันนอก สะโพก ไหล่ และสันคอ จากการตัดแต่งมากกว่าสุกรที่ไม่ได้รับสารซัลบูตามอลอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P<0.01$) จึงมีผลทำให้เปอร์เซ็นต์เนื้อแดงรวมจากชิ้นส่วนดังกล่าวของสุกรที่ได้รับสารซัลบูตามอลมีปริมาณมากกว่าสุกรที่ไม่ได้รับสารซัลบูตามอลอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P<0.01$) เช่นกัน โดยมีค่าเท่ากับ 49.17 และ 44.40 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ชิ้นส่วน ซี่โครง ขาหมู คางหมู หนังหมู และเศษเนื้อแดงจากการตัดแต่ง ของสุกรทั้ง 2 กลุ่มไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) ซึ่งซี่โครงมีค่าเท่ากับ 4.97 และ 4.93 เปอร์เซ็นต์ ขาหมูมีค่าเท่ากับ 10.56 และ 10.39 เปอร์เซ็นต์ คางหมูมีค่าเท่ากับ 4.15 และ 3.90 เปอร์เซ็นต์ หนังหมูมีค่าเท่ากับ 1.22 และ 1.14 เปอร์เซ็นต์ และเศษเนื้อแดงจากการตัดแต่งมีค่าเท่ากับ 2.16 และ 2.24 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนชิ้นส่วนสามชั้น ไขมันกระดูกรวม และเศษไขมันนั้นพบว่าสุกรที่ไม่ได้รับสารซัลบูตามอลมีค่ามากกว่าสุกรที่ได้รับสารซัลบูตามอลอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยสามชั้นมีค่าเท่ากับ 14.92 และ 13.98 เปอร์เซ็นต์ ไขมันมีค่าเท่ากับ 11.13 และ 8.45 เปอร์เซ็นต์ กระดูกรวมมีค่าเท่ากับ 7.79 และ 7.41 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ($P<0.01$) และเศษไขมันมีค่าเท่ากับ 1.40 และ 1.22 เปอร์เซ็นต์ ($P<0.05$) และเมื่อคิดน้ำหนักรวมชิ้นส่วน หนังหมู ไขมัน และเศษมัน ซึ่งหมายถึงชิ้นส่วนไขมันรวม พบว่าสุกรที่ได้รับสารซัลบูตามอลมีปริมาณเปอร์เซ็นต์ไขมันรวมน้อยกว่าสุกรที่ไม่ได้รับสาร ซัลบูตามอลอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P<0.01$) ซึ่งมีค่าเท่ากับ 10.87 และ 13.68 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และเมื่อคิดรวมชิ้นส่วนซี่โครงและขาหมูเป็นเปอร์เซ็นต์เนื้อติดกระดูก พบว่าเปอร์เซ็นต์เนื้อติดกระดูกของสุกรทั้ง 2 กลุ่มมีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) กล่าวคือมีค่าเท่ากับ 15.53 และ 15.31 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ดังแสดงในตารางที่ 4.6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.6 น้ำหนักชิ้นส่วนการตัดแต่งต่าง ๆ และเปอร์เซ็นต์ไขมันรวม เปอร์เซ็นต์เนื้อแดงรวม เปอร์เซ็นต์กระดูกรวม และเปอร์เซ็นต์เนื้อติดกระดูกของสุกรทดลอง

ลักษณะที่ศึกษา	สูตรควบคุม	สูตรสารซัลบูตามอล	ส่วนต่าง(%)
น้ำหนักซากเย็น (กิโลกรัม/ตัว)	76.70 ± 5.25[ข]	80.53 ± 8.24[ก]	+3.83
น้ำหนักชิ้นส่วนการตัดแต่ง (%)[ม]			
สันใน	1.21 ± 0.11[ข]	1.34 ± 0.12[ก]	+0.13
สันนอก	8.37 ± 0.74[ข]	9.05 ± 0.80[ก]	+0.68
สะโพก	17.39 ± 1.26[ข]	19.70 ± 1.03[ก]	+2.31
ไหล่	9.36 ± 0.74[ข]	10.50 ± 0.61[ก]	+1.14
สันคอ	5.90 ± 0.50[ข]	6.34 ± 0.52[ก]	+0.44
สามชั้น	14.92 ± 1.19[ก]	13.98 ± 1.18[ข]	-0.94
ซี่โครง	4.97 ± 0.56	4.93 ± 0.47	-0.04
ขาหมู	10.56 ± 0.72	10.39 ± 0.61	-0.17
คางหมู	4.15 ± 0.94	3.90 ± 0.92	-0.25
หนังหมู	1.14 ± 0.27	1.22 ± 0.33	+0.08
ไขมัน	11.13 ± 2.10[ก]	8.45 ± 1.49[ข]	-2.68
เศษไขมัน	1.40 ± 0.58[ค]	1.22 ± 0.52[ง]	-0.18
เศษเนื้อ	2.16 ± 0.61	2.24 ± 0.56	+0.08
กระดูกรวม	7.79 ± 0.60[ก]	7.41 ± 0.99[ข]	-0.38
ไขมันรวม (%)	13.68 ± 2.35[ก]	10.87 ± 1.65[ข]	-2.79
เนื้อแดงรวม (%)	44.40 ± 2.44[ข]	49.17 ± 1.93[ก]	+4.77
เนื้อติดกระดูก (%)	15.13 ± 0.95	15.31 ± 0.85	-0.22

[ม] คิดเป็นเปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักซากเย็น

[ก-ข] อักษรที่แตกต่างกันในแถวเดียวกันแสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P< 0.01$)

[ก-ง] อักษรที่แตกต่างกันในแถวเดียวกันแสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P< 0.05$)

4.4 การทดลองที่ 3 อิทธิพลของสารซัลบูตามอลต่อองค์ประกอบทางเคมีของกล้ามเนื้อสันนอกสุกรขุนทดลอง

ผลการศึกษาสารซัลบูตามอลที่มีผลต่อองค์ประกอบทางเคมีของกล้ามเนื้อสันนอก แสดงในตารางที่ 4.7 พบว่าสุกรที่ได้รับและไม่ได้รับสารซัลบูตามอลมีเปอร์เซ็นต์ความชื้น และเถ้า ของกล้ามเนื้อสันนอกไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) แต่มีแนวโน้มว่าสุกรที่ได้รับสารซัลบูตามอลมี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เปอร์เซ็นต์ความชื้นและเถ้ามากกว่าสุกรที่ไม่ได้รับสารซัลบูตามอล นอกจากนี้สุกรที่ได้รับสารซัลบูตามอลมีเปอร์เซ็นต์โปรตีน แคลเซียม และฟอสฟอรัสในกล้ามเนื้อสันนอกสูงกว่าสุกรที่ไม่ได้รับสารซัลบูตามอลอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P<0.01$) โดยโปรตีนมีค่าเท่ากับ 23.29 และ 22.42 เปอร์เซ็นต์ แคลเซียมมีค่าเท่ากับ 0.02 และ 0.01 เปอร์เซ็นต์ และฟอสฟอรัสมีค่าเท่ากับ 0.21 และ 0.20 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ และยังพบว่าสุกรที่ได้รับสารซัลบูตามอลมีเปอร์เซ็นต์ไขมันแทรกในกล้ามเนื้อสันนอกน้อยกว่าสุกรที่ไม่ได้รับสารซัลบูตามอลอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) โดยมีค่าเท่ากับ 1.24 และ 1.76 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

ตารางที่ 4.7 ส่วนประกอบทางเคมีในกล้ามเนื้อสันนอกสุกรที่ได้รับและไม่ได้รับสารซัลบูตามอล

ลักษณะที่ศึกษา	สูตรควบคุม	สูตรสารซัลบูตามอล	ส่วนต่าง(%)
ความชื้น (%)	74.23 ± 0.69	74.38 ± 0.65	+0.15
เถ้า (%)	1.24 ± 0.10	1.29 ± 0.11	+0.05
โปรตีน (%)	22.42 ± 0.87[ข]	23.29 ± 0.68[ก]	+0.87
ไขมัน (%)	1.76 ± 1.09[ก]	1.24 ± 0.56[ง]	-0.52
แคลเซียม (%)	0.01 ± 0.01[ข]	0.02 ± 0.01[ก]	+0.01
ฟอสฟอรัส (%)	0.20 ± 0.01[ข]	0.21 ± 0.01[ก]	+0.01

[ก-ข] อักษรที่แตกต่างกันในแถวเดียวกันแสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P< 0.01$)

[ก-ง] อักษรที่แตกต่างกันในแถวเดียวกันแสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P< 0.05$)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
วิจารณ์ผลการทดลอง

5.1 อิทธิพลของสารซัลบูตามอลต่อสมรรถภาพการผลิตของสุกรขุน

5.1.1 อัตราการเจริญเติบโต

ผลของการศึกษาสารซัลบูตามอลต่ออัตราการเจริญเติบโตพบว่า การใช้สารซัลบูตามอลในระดับ 15 ppm ไม่มีผลในการเพิ่มอัตราการเจริญเติบโตทางสถิติ ($P>0.05$) เมื่อเทียบกับสุกรที่ไม่ได้รับสารซัลบูตามอล (0.71 และ 0.74 กิโลกรัม/ตัว/วัน ตามลำดับ) ซึ่งสอดคล้องกับการทดลองของ สมโภชน์ ทับเจริญและคณะ (2538ข) ซึ่งใช้สารซัลบูตามอลที่ระดับ 4 ppm ในอาหารสุกร และไม่พบความแตกต่างทางสถิติ ($P>0.05$) ในด้านอัตราการเจริญเติบโตของสุกรเมื่อเทียบกับสุกรที่ไม่ได้รับสารซัลบูตามอล (0.69 และ 0.65 กิโลกรัม/วัน ตามลำดับ) นอกจากนี้ยังสอดคล้องกับการทดลองของ Warriss *et al.* (1990a) และ Jone *et al.* (1985) ที่กล่าวว่าสุกรที่ได้รับและไม่ได้รับสารซัลบูตามอลมีอัตราการเจริญเติบโตไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$)

5.1.2 อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนัก

ผลของการศึกษาสารซัลบูตามอลต่ออัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักพบว่า การใช้สารซัลบูตามอลในระดับ 15 ppmในอาหาร ปริมาณอาหารที่สุกรขุนกินตลอดการทดลองในกลุ่มที่ใช้สารซัลบูตามอลน้อยกว่าสุกรที่ไม่ได้รับสารซัลบูตามอลอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) ซึ่งมีค่าเท่ากับ 108.62 และ 125.64 กิโลกรัมต่อตัว ตามลำดับ และมีอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักดีกว่าสุกรที่ไม่ได้รับสารซัลบูตามอลอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P<0.01$) มีค่าเท่ากับ 3.01 และ 3.31 ทั้งนี้เนื่องจากสุกรที่ได้รับสารซัลบูตามอลมีปริมาณอาหารที่กินน้อยเมื่อเทียบกับสุกรที่ไม่ได้รับสาร ในขณะที่สุกรทั้ง 2 กลุ่มมีอัตราการเจริญเติบโตไม่แตกต่างกัน ซึ่งสอดคล้องกับการทดลองของ สมโภชน์ ทับเจริญและคณะ (2538ก) ที่กล่าวว่าการใช้สารซัลบูตามอลในระดับ 8 ppm ในอาหาร สุกรจะมีอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักดีกว่าสุกรที่ไม่ได้รับสารซัลบูตามอลอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) โดยมีค่าเท่ากับ 3.22 และ 3.81 ตาม และยังสอดคล้องกับการทดลองของ Hansen *et al.* (1994) ; Hansen *et al.* (1997a) ที่ทำการทดลองใช้สารซัลบูตามอล ในระดับ 2.7 ppm ในอาหารสุกร พบว่ามีผลช่วยปรับปรุงอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) เมื่อเทียบกับสุกรที่ไม่ได้รับสารซัลบูตามอล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.1.3 ต้นทุนค่าอาหารในการผลิต

ผลการศึกษาสารซัลบูตามอลต่อต้นทุนค่าอาหารในการผลิต พบว่าต้นทุนค่าอาหารในการเพิ่มน้ำหนักสุกร 1 กิโลกรัมของสุกรที่ไม่ได้รับสารซัลบูตามอลสูงกว่าสุกรที่ได้รับสารซัลบูตามอล 1.23 บาท/กิโลกรัม แม้ว่าความแตกต่างดังกล่าวจะไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) โดยมีต้นทุนค่าอาหารต่อการเพิ่มน้ำหนัก 1 กิโลกรัมมีค่าเท่ากับ 17.44 และ 16.21 บาท ตามลำดับ ทั้ง ๆ ที่สูตรอาหารที่ใช้สารซัลบูตามอลมีต้นทุนจากการใช้สารเพิ่มมากกว่าสูตรที่ไม่ใช้สารซัลบูตามอล 0.12 บาท/กิโลกรัม แต่เนื่องมาจากสุกรที่ใช้สารซัลบูตามอลมีอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักน้อยกว่าสุกรที่ไม่ใช้สารซัลบูตามอลมาก (3.01 และ 3.31 ตามลำดับ) ซึ่งสอดคล้องกับการทดลองของ สมโภชน์ ทับเจริญและคณะ (2538ข) ได้ทดลองเสริมสารซัลบูตามอลในสุกรสายพันธุ์ลาร์จไวท์ ที่ระดับการใช้ 4 ppm พบว่ากลุ่มที่ได้รับสารซัลบูตามอลมีแนวโน้มที่จะมีต้นทุนค่าอาหารในการเพิ่มน้ำหนักตัวต่ำกว่าสุกรที่ไม่ได้รับสารซัลบูตามอลเท่ากับ 10.46 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งเท่ากับ 18.56 และ 20.73 บาท/กิโลกรัม ตามลำดับ

5.2 อิทธิพลของสารซัลบูตามอลต่อคุณภาพซากและองค์ประกอบทางเคมีของกล้ามเนื้อสันนอกสุกรขุน

5.2.2 ไขมัน

ผลของการศึกษาสารซัลบูตามอลที่มีผลต่อปริมาณไขมันในซากสุกร พบว่าสุกรที่ได้รับสารซัลบูตามอลมีความหนาไขมันสันหลังน้อยกว่าสุกรที่ได้รับสารซัลบูตามอล โดยมีค่าเท่ากับ 2.70 และ 3.00 เซ็นติเมตร ตามลำดับ ซึ่งสอดคล้องกับการทดลองของ Warriss *et al.* (1990a) และ Warriss *et al.* (1990b) ได้ทดลองเสริมสารซัลบูตามอลในสุกรที่ระดับการใช้ 2.75 ppm และ 3 ppm ตามลำดับ พบว่าความหนาไขมันสันหลังของสุกรที่มีการใช้สารซัลบูตามอลบางลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$)

ผลการวัดพื้นที่หน้าตัดไขมันสันหลังบริเวณซี่โครงซี่ที่ 13/14 พบว่าสุกรที่ได้รับสารซัลบูตามอลมีพื้นที่หน้าตัดไขมันสันหลังน้อยกว่าสุกรที่ไม่ได้รับสารซัลบูตามอลอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P<0.01$) โดยมีค่าเท่ากับ 18.06 และ 21.52 ตารางเซ็นติเมตร ตามลำดับ ซึ่งสอดคล้องกับการทดลองของ Yen *et al.* ที่กล่าวว่าการใช้สารเลคโตปามีน (ractopamine) ระดับ 20 ppm ในอาหารสุกรมีผลทำให้ความลึกและพื้นที่ไขมันลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$)

ผลการทดลองการตัดแต่งตามมาตรฐานทางการค้าของโรงฆ่าและชำแหละสุกร พบว่าชิ้นส่วนสามชั้น และไขมันของสุกรที่ไม่ได้รับสารซัลบูตามอลมีค่ามากกว่าสุกรที่ได้รับสารซัลบูตามอลอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P<0.01$) และเมื่อคิดน้ำหนักของไขมันรวมซึ่งหมายถึง ชิ้นส่วนหนังหมู ไขมัน และเศษมันรวมกัน พบว่าสุกรที่ได้รับสารซัลบูตามอลมีปริมาณเปอร์เซ็นต์ไขมัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รวมน้อยกว่าสุกรที่ไม่ได้รับสารซัลบูตามอลอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P<0.01$) โดยมีค่าเท่ากับ 10.87 และ 13.68 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

เปอร์เซ็นต์ส่วนชิ้นส่วนหนังหมู จากการตัดแต่งของสุกรทั้ง 2 กลุ่มมีปริมาณแตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) สอดคล้องกับการทดลองของ Hansen *et al.* (1997) ที่รายงานว่าการใช้สารซัลบูตามอลที่ระดับ 2.75 ppm ไม่มีผลต่อเปอร์เซ็นต์หนังหมูในสุกรลูกผสมพันธุ์ดูร็อค (duroc) x Wc (¼ Chester White ¼ Landrace ¼ Large white และ ¼ Yorkshire) และลูกผสมพันธุ์เมยซาน (Meishan) x Wc

ผลการศึกษาสารซัลบูตามอลต่อเปอร์เซ็นต์ไขมันแทรกในกล้ามเนื้อสันนอก พบว่าสุกรที่ได้รับสารซัลบูตามอลมีเปอร์เซ็นต์ไขมันแทรกในกล้ามเนื้อสันนอกน้อยกว่าสุกรที่ไม่ได้รับสารซัลบูตามอลอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) โดยมีค่าเท่ากับ 1.24 และ 1.76 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับหรือมีปริมาณลดลง 0.52 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งสอดคล้องกับการทดลองของ Hansen *et al.* (1997a) ที่พบว่าการใช้สารซัลบูตามอล 2.75 ppm ทำให้ปริมาณไขมันแทรกลดลง (12 เปอร์เซ็นต์) อย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P<0.01$) และ Yen *et al.* (1990) พบว่าการใช้สารเลคโตปามีน 20 ppmในอาหาร ทำให้ปริมาณไขมันแทรกในกล้ามเนื้อสะโพกลดลง (2.8 เปอร์เซ็นต์) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$)

จากการทดลองจะเห็นได้ว่าสุกรที่ได้รับสารซัลบูตามอลมีการลดลงของปริมาณไขมันในซากและไขมันแทรกในกล้ามเนื้อสันนอก ทั้งนี้เนื่องมาจากสารเบต้า-อะโกรนิสต์นี้จะไปจับกับตัวรับโดยเฉพาะบนผิวเซลล์ (beta receptors) ซึ่งมีผลกระตุ้น cyclic adenosine 3′,5′ monophosphate (cAMP) และ adenylate cyclase system ทำให้ cAMP จับกับเอนไซม์โปรตีน (protein kinase) ทำให้เกิดการแยกตัวและปลดปล่อยเอนไซม์ที่สามารถทำงานได้ (active enzyme) โดยเอนไซม์จะไปทำการสลายไกลโคเจน (glycogen) (สมบูรณ์ เลิศปัญญาวีรพล และคณะ. 2539) โดยเปลี่ยนให้เป็นกลูโคสแล้วจะถูกสลายต่อไปโดยขบวนการไกลโคไลซิส และในปริมาณเนื้อเยื่อไขมันจะพบว่า cAMP จะไปกระตุ้นการทำงานของเอ็นไซม์ phospholipase เพื่อเร่งการสลายตัวของไขมัน (จุฑารัตน์ เศรษฐกุล. 2539) ในขณะเดียวกันสารเบต้า-อะโกรนิสต์ยังยับยั้งการจับของอินซูลินต่อตัวรับบนเซลล์ไขมัน (adipocyte) ทำให้มีผลในการยับยั้งอินซูลินในการขนถ่ายกลูโคสเพื่อใช้ในการสังเคราะห์เนื้อเยื่อไขมันบนเซลล์ไขมัน ทำให้เพิ่มผลต่อเนื่องในการยับยั้งการสร้างไขมัน (insulin stimulate lipogenesis) และกระตุ้นการสลายไขมันเพิ่มขึ้น (Liu *et al.* 1990 ; Mill *et al.* 1990) และสารเบต้า-อะโกรนิสต์นี้ก่อให้เกิดการไหลเวียนเลือดไปบริเวณขาหลังและกระตุ้นการทำงานของกล้ามเนื้อเพิ่มขึ้น มีการสร้างความร้อนเพิ่มขึ้นโดยการใช้พลังงานจากไขมันที่สะสมอยู่ทำให้ปริมาณไขมันลดน้อยลง (เยาวมาลย์ ค้าเจริญ และสาโรช ค้าเจริญ. 2537)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.2.1 กล้ามเนื้อ

ผลของการศึกษาสารซัลบูตามอลที่มีผลต่อกล้ามเนื้อในซากสุกรพบว่าสุกรที่ได้รับสารซัลบูตามอลมีค่าดัชนีสัดส่วนของความหนาไขมันสันหลังต่อความกว้างของกล้ามเนื้อสันนอก (LSQ) น้อยกว่าสุกรที่ไม่ได้รับสารซัลบูตามอล อย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P<0.01$) ซึ่งค่า LSQ มีค่าเท่ากับ 0.24 (จัดอยู่ในระดับเกรดสูงมาก (LSQ = 0.21-0.26) มีเปอร์เซ็นต์เนื้อแดงเท่ากับ 49.17 เปอร์เซ็นต์) และ 0.33 (จัดอยู่ในระดับเกรดปานกลาง (LSQ = 0.33-0.38) มีเปอร์เซ็นต์เนื้อแดงเท่ากับ 44.40 เปอร์เซ็นต์) ตามลำดับ (จุฑารัตน์และคณะ. 2544)

ผลการวัดพื้นที่หน้าตัดกล้ามเนื้อสันนอกบริเวณซี่โครงซี่ที่ 13/14 พบว่าสุกรที่ได้รับสารซัลบูตามอลมีพื้นที่หน้าตัดกล้ามเนื้อสันนอก (LA) และสัดส่วนของพื้นที่หน้าตัดกล้ามเนื้อสันนอก/พื้นที่หน้าตัดไขมันสันหลังมากกว่าสุกรที่ไม่ได้รับสารซัลบูตามอลอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P<0.01$) โดยพื้นที่หน้าตัดกล้ามเนื้อสันนอกมีค่าเท่ากับ 54.02 และ 46.88 ตารางเซนติเมตร และสัดส่วนของพื้นที่หน้าตัดกล้ามเนื้อสันนอก/พื้นที่หน้าตัดไขมันสันหลังมีค่าเท่ากับ 3.19 และ 2.31 ตามลำดับ ซึ่งสอดคล้องกับการทดลองของ Warriss *et al.* (1990b) ได้ทดลองเสริมสารซัลบูตามอลในสุกรสายพันธุ์ลาร์จไวท์ (White-line) และสายพันธุ์ให้เนื้อ (Meat-line) ในระดับการใช้ 2.75 ppm มีผลทำให้พื้นที่หน้าตัดกล้ามเนื้อสันนอกเพิ่มขึ้น 14 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเทียบกับที่ไม่ได้รับสารซัลบูตามอล โดยมีค่าเท่ากับ 57.4 และ 47.5 ตารางเซ็นติเมตร ตามลำดับ นอกจากนี้ยังสอดคล้องกับการทดลองของ Hansen *et al.* (1997a) ; Yen *et al.* (1990) ; Warriss *et al.* (1990b) และ Hancock *et al.* (1987) ที่กล่าวว่าการใช้สารซัลบูตามอลมีผลทำให้พื้นที่หน้าตัดและความลึกของกล้ามเนื้อสันนอก (บริเวณซี่โครงซี่ที่ 10) เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) เมื่อเทียบกับสุกรที่ไม่ได้รับสารซัลบูตามอล

ผลการทดลองการตัดแต่งตามมาตรฐานทางการค้าของโรงฆ่าและชำแหละสุกร พบว่าสุกรที่ได้รับสารซัลบูตามอลมีปริมาณของกล้ามเนื้อสันใน กล้ามเนื้อสันนอก กล้ามเนื้อสะโพก กล้ามเนื้อไหล่ และกล้ามเนื้อสันคอ จากการตัดแต่งมากกว่าสุกรที่ไม่ได้รับสารซัลบูตามอลอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P<0.01$) จึงมีผลทำให้เปอร์เซ็นต์เนื้อแดงรวมจากชิ้นส่วนดังกล่าว ของสุกรที่ได้รับสารซัลบูตามอลมีปริมาณมากกว่าสุกรที่ไม่ได้รับสารซัลบูตามอลอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P<0.01$) เช่นกัน โดยมีค่าเท่ากับ 49.17 และ 44.40 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ซึ่งสอดคล้องกับการทดลองของ สมโภชน์ ทับเจริญและคณะ (2538ก) ; Yen *et al.* (1990) ; Garssen *et al.* (1995) ; Warriss *et al.* (1990b) และ Jones *et al.* (1985) ที่กล่าวว่าการใช้สารในกลุ่มเบต้า-อะโกรนิสต์มีผลทำให้ปริมาณเนื้อแดงในซากเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$)

ผลการศึกษาสารซัลบูตามอลต่อองค์ประกอบทางเคมีของกล้ามเนื้อสันนอก พบว่าสุกรที่ได้รับสารซัลบูตามอลมีเปอร์เซ็นต์โปรตีนในกล้ามเนื้อสันนอกสูงกว่าสุกรที่ไม่ได้รับสารซัลบูตามอลอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P<0.01$) โดยมีค่าเท่ากับ 23.29 และ 22.42 เปอร์เซ็นต์ ตาม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลำดับ ซึ่งสอดคล้องกับการทดลองของ Hansen *et al.* (1997a) ที่รายงานว่าการใช้สารซัลบูตามอล 2.75 ppmในอาหารสุกรขุน มีผลทำให้เปอร์เซ็นต์โปรตีนในกล้ามเนื้อเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (P<0.01)

จากการทดลองจะเห็นได้ว่าสุกรที่ได้รับสารซัลบูตามอลมีการเพิ่มขึ้นของปริมาณเนื้อแดงในซากและเปอร์เซ็นต์โปรตีนในกล้ามเนื้อสันนอก ทั้งนี้เนื่องมาจากการทดลองมีการลดลงของปริมาณไขมัน โดยปริมาณไขมันที่ลดน้อยลงจะถูกแทนที่ด้วยเนื้อแดงในปริมาณที่ใกล้เคียงกัน (เยาวมาลย์ ค้าเจริญ และสาโรช ค้าเจริญ. 2537)

5.2.3 กระดูก

ผลของการศึกษาสารซัลบูตามอลที่มีผลต่อความยาวซากของสุกร พบว่าสุกรที่ได้รับสารซัลบูตามอลมีความยาวซากน้อยกว่าสุกรที่ไม่ได้รับสารซัลบูตามอลอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (P <0.01) โดยความยาวซากมีค่าเท่ากับ 96.57 และ 100.02 เซนติเมตร ซึ่งสอดคล้องกับการทดลองของ Yen *et al.* ที่กล่าวว่าการใช้สารเลคโตปามีน (ractopamine) ระดับ 20 ppm ในอาหารสุกรมีผลทำให้ความยาวซากของสุกรสั้นลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05)

ผลการทดลองการตัดแต่งตามมาตรฐานทางการค้าของโรงฆ่าและชำแหละสุกร พบว่าสุกรที่ไม่ได้รับสารซัลบูตามอลมีเปอร์เซ็นต์กระดูกรวมมากกว่าสุกรที่ได้รับสารซัลบูตามอลอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (P<0.01) โดยมีค่าเท่ากับ 7.79 และ 7.41 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

ผลการศึกษาสารซัลบูตามอลต่อเปอร์เซ็นต์ความชื้นและเถ้าของกล้ามเนื้อสันนอก พบว่าสุกรที่ได้รับและไม่ได้รับสารซัลบูตามอลมีเปอร์เซ็นต์ความชื้นและเถ้าของกล้ามเนื้อสันนอกไม่แตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) (74.38 และ 74.23 เปอร์เซ็นต์ ; 1.29 และ 1.24 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ) ซึ่งสอดคล้องกับการทดลองของ Warriss *et al.* (1990a) ; Warriss *et al.* (1990b) ที่พบว่าการเสริมสารซัลบูตามอลในระดับ 2.7 ppm และ 3 ppm ตามลำดับ ไม่มีผลต่อปริมาณความชื้นในกล้ามเนื้อสันนอกของสุกร และ Hansen *et al.* (1997a) พบว่าในสุกรสายพันธุ์ลูกผสมดูร็อค การใช้สารซัลบูตามอล 2.75 ppm ไม่มีผลต่อปริมาณเถ้าในซากสุกรเมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มที่ไม่ได้รับสารซัลบูตามอล ซึ่งมีค่าเท่ากับ 2.7 และ 2.7 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

ผลการศึกษาสารซัลบูตามอลต่อปริมาณแคลเซียมและฟอสฟอรัสในกล้ามเนื้อสันนอก พบว่าสุกรที่ได้รับสารซัลบูตามอลมีปริมาณแคลเซียมและฟอสฟอรัสในกล้ามเนื้อมากกว่าสุกรที่ไม่ได้รับสารซัลบูตามอลอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (P<0.01) โดยแคลเซียมมีค่าเท่ากับ 0.02 และ 0.01 เปอร์เซ็นต์ และฟอสฟอรัสมีค่าเท่ากับ 0.21 และ 0.20 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

จากการทดลองจะเห็นได้ว่าสุกรที่ได้รับสารซัลบูตามอลมีการลดลงของปริมาณกระดูก ความยาวซาก และไขมันแทรกในกล้ามเนื้อสันนอก แต่มีการเพิ่มขึ้นของปริมาณแคลเซียมและ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ฟอสฟอรัสในกล้ามเนื้อสันนอก ทั้งนี้อาจจะเป็นผลเนื่องมาจากการที่สารเบต้า-อะโกรนิสต์จะไปจับกับตัวรับโดยเฉพาะบนผิว เนื่องจากสารเบต้า-อะโกรนิสต์จะมีผลต่อการทำงานของระบบประสาท โดยเฉพาะระบบประสาทที่ควบคุมการทำงานกล้ามเนื้อหัวใจและกล้ามเนื้อเรียบของหลอดเลือด หลอดอาหาร และกระเพาะปัสสาวะ (เฉิดโฉม กะลัมพะเหติ และธวัชชัย รอดสม. 2543) และสารเบต้า-อะโกรนิสต์นี้จัดอยู่ในกลุ่มของ Adrenaline drug หรือ Sympathominetic amine (ยุพดี จาวรุ่งฤทธิ์ และคณะ. 2539) ซึ่งกลไกของฮอร์โมน Adrenaline นี้จะไปจับกับ β-receptor ที่อยู่บนเยื่อหุ้มเซลล์ เกิดการกระตุ้นการทำงานของ Adrenyl cyclase ทำหน้าที่เปลี่ยน ATP เป็น cAMP ซึ่ง cAMP จะเร่งการทำลายไกลโคเจนได้เป็นกลูโคสในกระแสเลือด แล้วเข้าสู่วิถีไกลโคไลซิสได้พลังงานออกมาใช้ (จุฑารัตน์ เศรษฐกุล. 2539 ; เสาวลักษณ์ จิรกุลสมโชค. 2529) ดังนั้นการใช้สารซัลบูตามอลจึงเป็นการกระตุ้นให้มีการสลายไกลโคเจนเป็นกลูโคสในกล้ามเนื้อ (glycogenolysis) และเร่งการใช้กลูโคสในกล้ามเนื้อเพื่อเปลี่ยนเป็นพลังงาน (จุฑารัตน์ เศรษฐกุล. 2539) และการที่สุกรได้รับสารซัลบูตามอลนี้จึงมีผลทำให้สุกรเกิดการกระตุ้นการทำงาน (activity) ของกล้ามเนื้อในร่างกายมากกว่าในสภาวะปกติที่สัตว์ไม่ได้รับสารนี้ ซึ่งแคลเซียมนั้นมีบทบาทสำคัญต่อการทำงานของกล้ามเนื้อ ดังนั้นเมื่อร่างกายมีการทำงานของกล้ามเนื้อในร่างกายมากขึ้น ก็น่าจะมีการนำเอาแคลเซียมมาใช้ในขบวนการการทำงานของกล้ามเนื้อเพิ่มมากขึ้นตามไปด้วย โดยการนำแคลเซียมที่จะใช้ในขบวนการสร้างเป็นกระดูกมาใช้ในกระบวนการทำงานของกล้ามเนื้อ จึงมีผลทำให้สุกรที่ได้รับสารซัลบูตามอลมีความยาวซากและเปอร์เซ็นต์กระดูกรวมลดลง และปริมาณแคลเซียมที่สะสมในกล้ามเนื้อเพิ่มมากขึ้น ในส่วนฟอสฟอรัสนั้นฟอสฟอรัสเป็นส่วนประกอบของสารอินทรีย์ต่าง ๆ ภายในร่างกาย ซึ่งเกี่ยวข้องกับกระบวนการเมแทบอลิซึมของพลังงาน เช่น AMP, ADP , ATP และ creatine phosphate (ศรีสกุล วรจันทรา และรณชัย สิทธิไกรพงษ์. 2539) ดังนั้นจากเหตุผลข้างต้นจึงเป็นไปได้ที่จะมีผลทำให้ปริมาณฟอสฟอรัสในเนื้อสูงขึ้นด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 6
สรุปและข้อเสนอแนะ

6.1 สรุป

การศึกษาอิทธิพลของสารซัลบูตามอลในระดับสูงต่อสมรรถภาพการผลิตและคุณภาพซากของสุกร จากการทดลองสรุปได้ว่า

1. การใช้สารซัลบูตามอลไม่มีผลต่ออัตราการเจริญเติบโต แต่มีผลทำให้ปริมาณการกินอาหารของสุกรลดลง มีอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักของสุกรดีขึ้น และต้นทุนค่าอาหารในการเพิ่มน้ำหนัก 1 กิโลกรัมมีแนวโน้มว่าสุกรที่ได้รับสารซัลบูตามอลมีต้นทุนต่ำกว่าสุกรที่ไม่ได้รับสารซัลบูตามอล

2. การใช้สารซัลบูตามอลมีผลทำให้สัดส่วนที่เป็นไขมันในซาก เช่นความยาวซาก ความหนาไขมันสันหลัง ค่าดัชนีสัดส่วนของความหนาไขมันสันหลังต่อความกว้างกล้ามเนื้อสันนอก (LSQ) พื้นที่หน้าตัดไขมันสันหลัง (FA) และเปอร์เซ็นต์ไขมันรวมของสุกรลดลง มีผลทำให้สัดส่วนที่เป็นเนื้อแดงในซาก เช่น พื้นที่หน้าตัดกล้ามเนื้อสันนอก (LA) สัดส่วนพื้นที่หน้าตัดกล้ามเนื้อสันนอก/พื้นที่หน้าตัดไขมันสันหลัง (LA/FA) เปอร์เซ็นต์เนื้อแดงรวมของซากเพิ่มขึ้น แต่เปอร์เซ็นต์กระดูกรวมของซากลดลง

3. การใช้สารซัลบูตามอลมีผลทำให้องค์ประกอบทางเคมีในกล้ามเนื้อสันนอก (*M. logissimus dorsi*) เช่น เปอร์เซ็นต์โปรตีน แคลเซียม และฟอสฟอรัส เพิ่มขึ้น แต่ทำให้เปอร์เซ็นต์ไขมันลดลง และไม่มีผลกระทบต่อส่วนของความชื้นและเถ้าเมื่อเทียบกับสุกรที่ไม่ได้รับสารซัลบูตามอล

6.2 ข้อเสนอแนะ

จากการศึกษาการใช้สารซัลบูตามอลในระดับสูงที่ใช้เลี้ยงกันในฟาร์มสุกร ณ ปัจจุบันนี้ จะเห็นได้ว่าการใช้สารซัลบูตามอลมีผลในการปรับปรุงคุณภาพซากโดยลดปริมาณไขมันในซากเพิ่มปริมาณเนื้อแดงมากขึ้น และมีแนวโน้มว่าต้นทุนค่าอาหารในการเพิ่มน้ำหนัก 1 กิโลกรัมของสุกรจะลดลงด้วย ทั้งนี้หากมีการใช้สารซัลบูตามอลซึ่งเป็นสารสังเคราะห์ในกลุ่มเบต้าอะโกรนิสต์ในการปรับปรุงคุณภาพซาก ควรจะต้องคำนึงถึงผลกระทบของสารตกค้างที่จะเกิดตามมาถึงผู้บริโภค เนื่องจากในต่างประเทศมีรายงานห้ามใช้สารกลุ่มเบต้า-อะโกรนิสต์ในสัตว์ ยกเว้นบางชนิด เช่น สารเรคโตปามีน (rectopamine) ที่มีอนุญาตให้ใช้ในประเทศอเมริกาใต้บางประเทศและ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

USFDA ที่อนุญาตให้ใช้ได้ในสัตว์บางประเภทเมื่อปี 2543 แต่ยังไม่อนุญาตให้ใช้ในกลุ่มประเทศทางยุโรป (EU) (เฉิดโฉม กะลัมพะเหติ และธวัชชัย รอดสม. 2543) ส่วนภายในประเทศไทยนั้นสารกลุ่มเบต้า-อะโกรนิสต์นี้ยังไม่ได้ผ่านการรับรองจากหน่วยงานของทางราชการที่เกี่ยวข้องให้สามารถใช้ผสมในอาหารสุกรได้ (เยาวมาลย์ ค้าเจริญ และสาโรช ค้าเจริญ. 2537) ซึ่งการนำเข้าของสารในกลุ่มเบต้า-อะโกรนิสต์นี้เพื่อใช้เป็นยารักษาโรคหอบหืดในคน และก่อให้เกิดผลข้างเคียงของตัวยาโดยเฉพาะผู้ป่วยที่เป็นโรคหัวใจ โรคเบาหวาน ทำให้น้ำตาลในเลือดสูงขึ้น มีอาการประสาทหลอน นิ้วมือสั่น ชีพจรเต้นเร็ว เป็นตะคริว กล้ามเนื้อมีการเกร็ง และเคลื่อนไหวถี่ขึ้น มีปัสสาวะคั่ง การคลอดบุตรช้ากว่ากำหนด ทำให้ผู้ป่วยเป็นโรคหัวใจเสี่ยงต่อการเกิดหัวใจวายโดยเฉพาะผู้สูงอายุเสี่ยงกว่ากลุ่มอื่นๆ (เฉิดโฉม กะลัมพะเหติ และธวัชชัย รอดสม. 2543) รวมทั้งยังไม่ได้มีรายงานการศึกษาที่ชัดเจน ถึงผลเสียจากการใช้สารนี้ต่อสุกรและต่อประชาชนผู้บริโภคเนื้อสุกรที่ได้รับสารนี้ ปัญหาดังกล่าวจึงก่อให้เกิดความกังวลใจต่อผู้บริโภคเนื้อสุกรถึงผลเสียที่ตนเองอาจได้รับ รวมทั้งสร้างความวิตกกังวลใจต่อผู้เลี้ยงสุกรส่วนหนึ่งที่เกรงว่าประชาชนผู้บริโภคอาจไม่ยอมรับเนื้อสุกรซึ่งจะมีผลกระทบต่อราคาเนื้อสุกรได้

ดังนั้นในการทดลองในครั้งนี้จึงไม่แนะนำให้มีการใช้สารซัลบูตามอลนี้ในการผสมอาหารเลี้ยงสัตว์ เนื่องจากสารนี้เป็นสารต้องห้าม และส่งผลกระทบต่อตลาดการส่งออกเนื้อสุกร ดังปรากฏเป็นข่าวที่ฮ่องกงสั่งห้ามนำเข้าสุกรแช่เย็นจากประเทศไทยหลายครั้งเมื่อเร็ว ๆ นี้ เพราะมีสารในกลุ่มนี้ตกค้างอยู่ การทดลองนี้เกิดขึ้นเนื่องจากเพื่องานทดลองทางวิชาการเท่านั้น จึงควรจะมีการวิจัยถึงผลตกค้างของสารในกลุ่มเบต้า-อะโกรนิสต์ให้ชัดเจนว่ามีผลอย่างไรต่อผู้บริโภคหรือไม่ต่อไป

แนวทางที่น่าจะทำควรจะเป็นเรื่องของการนำเอาระบบและวิธีการจัดระดับเกรดซากสุกรมาใช้เป็นเกณฑ์ ซึ่งเป็นวิธีหนึ่งที่จะรับรองหรือรับประกันคุณภาพของซากสุกรและตกลงราคาซื้อขายกันได้ ทั้งนี้โดยพิจารณาถึงคุณภาพซากที่ควรจะเป็นไปได้ ภายใต้การเลี้ยงดูอย่างมีมาตรฐานทั้งในด้านพันธุ์ อาหาร และการจัดการที่ถูกต้องไม่มีการใช้สารเร่งเนื้อแดงเพื่อปรับปรุงคุณภาพซาก ทั้งนี้เพื่อการนำไปสู่การพัฒนาคุณภาพให้เป็นไปตามมาตรฐานที่ผู้บริโภคยอมรับได้อย่างมีกฎเกณฑ์ที่ตรวจสอบได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

จุฑารัตน์ เศรษฐกุล. 2532. "คุณภาพซาก". สุกรสาส์น. 15(60): 39-44.

จุฑารัตน์ เศรษฐกุล. 2537. "คุณภาพเนื้อสัตว์". สุกรสาส์น. 21(81): 47-52.

จุฑารัตน์ เศรษฐกุล. 2539. **เอกสารประกอบการสอนวิชาวิทยาศาสตร์เนื้อสัตว์ขั้นสูง.** ภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตสัตว์ คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, กรุงเทพฯ.

จุฑารัตน์ เศรษฐกุล และคณะ. 2544. "การพัฒนาการจัดระดับเกรดซากสุกรของประเทศไทย." 44-55. ใน **เอกสารแจกพิธีเปิดโรงงานแปรรูปสุกรและการประกวดซากสุกร. ฉะเชิงเทรา.** กรมปศุสัตว์, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

เฉิดโฉม กะลัมพะเหติ และธวัชชัย รอดสม. 2543. "สาระน่ารู้ในกฎหมายควบคุมคุณภาพอาหารสัตว์." 16-67. ใน **ครบรอบ 20 ปี กองควบคุมคุณภาพอาหารสัตว์. กรุงเทพฯ. กรมปศุสัตว์,** กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

ชัยณรงค์ คันธพนิต และนันทนา นิรมิตเจียรพันธุ์. 2534. "สมการคาดคะเนเปอร์เซ็นต์กล้ามเนื้อจากซากสุกร" **สุกรสาส์น. 17(67): 27-34.**

ชูพงษ์ อรัญชิต. 2539. "ผลของการเสริม β-adrenergic agonist (Salbutamol) ในอาหารสุกรขุนและระยะงดใช้ ต่อสมรรถนะการเจริญเติบโต คุณภาพซาก และระดับการตกค้างของสารในเนื้อเยื่อ." วิทยานิพนธ์ปริญญาโท สาขาสัตวศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

ธวัชชัย รอดสม. 2543. "การดำเนินการยับยั้งการใช้สารกลุ่มเบต้าอะโกนิสต์ในอาหารสุกร." หน้า 70-74. ใน **ครบรอบ 20 ปี กองควบคุมคุณภาพอาหารสัตว์. กรุงเทพฯ. กรมปศุสัตว์,** กระทรวงเกษตรและ สหกรณ์.

นิรนาม. 2543, 22 ธันวาคม. "คำเตือนถึงคนกินหมูไทยไฉน..ต่างชาติเมิน." ไทยรัฐ. หน้า 5.

นิรนาม. 2544. "เลิกเบต้า ฯ พัฒนาสุกรเพื่ออนาคต" สัตว์เศรษฐกิจ. 19(424) : 13-14.

ยุพดี จาวรุ่งฤทธิ์ และคณะ. 2539. **การศึกษาสถานการณ์การใช้สาร Salbutamol ในการเลี้ยงสุกรของประเทศไทย. กรุงเทพฯ. กองสารวัตรอาหาร สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา, กระทรวงสาธารณสุข.**

เยาวมาลย์ ค้าเจริญ และสาโรช ค้าเจริญ. 2537. "ผลของการใช้สารเบต้าอะดรีเนอจิก อะโกนิสต์ต่อคุณภาพของเนื้อสุกร." สุกรสาส์น. 21(81) : 5-15.

เรืองยุทธ ชัยวรพร. 2536. "เลนดอล (เคลนบูเทอรอลกับการใช้เพิ่มคุณภาพซากสุกร)." สุกรสาส์น. 19(76) : 9-10.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ศรีสกุล วรจันทรา และรณชัย สิทธิไกรพงษ์. 2539. โภชนศาสตร์สัตว์. กรุงเทพฯ : โอเดียนสโตร์.

สมชัย จันทร์สว่าง. 2532. "ลักษณะไขมันในสุกร". สุกรสาส์น. 15(60): 45-58.

สมบูรณ์ เลิศปัญญาวีรพล และคณะ. 2539. "การตรวจสอบการใช้สารเร่งเนื้อแดงชนิดซาบูตามอลในสุกรโดยการตรวจปัสสาวะ." รายงานวิชา Clinical Conference คณะสัตวแพทย์ศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

สมโภชน์ ทับเจริญ และคณะ. 2538ก. "ผลการใช้สาร Beta-Adrenergic Agonist (Salbutamol) ต่อสมรรถภาพการผลิตและลักษณะซากของสุกรลูกผสมระหว่างพันธุ์พื้นเมืองและเหมยซาน." หน้า176-182. ใน การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 33. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

สมโภชน์ ทับเจริญ และคณะ. 2538ข. "ผลการใช้สาร Beta-Adrenergic Agonist (Salbutamol) ต่อสมรรถภาพการผลิตและลักษณะซากของสุกรพันธุ์ลาร์จไวท์." หน้า168-175. ใน การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 33. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

สุพล เลื่องยศลือชากุล และธงชัย เฉลิมชัยกิจ. 2538. "การตรวจวิเคราะห์ปริมาณซัลบูตามอลในปัสสาวะสุกรด้วยวิธี HPLC." หน้า116-124. ใน ประมวลเรื่องการประชุมวิชาการทางสัตวแพทย์ ครั้งที่ 22. กรุงเทพฯ : คณะสัตวแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

Anderson, D.B. *et al.* 1987. "Effects of Rectopamine on Nitrogen Retention, Growth erformance and Carcass Composition of Finisher Pigs." **J. Anim. Sci.** 65(Suppl.) : 130. (Abstr.).

Anderson, D.B. *et al.* 1989. "The Effects of Rectopamine Hydrochloride on Nitrogen Retention, Growth Performance and Carcass Composition of Beef Cattle." **J. Anim. Sci.** 67 (Suppl.) : 222. (Abstr.).

Association of Official Analytical Chemists ,AOAC. 1995. **Office Methods of Analysis of Association of Official Analysis Chemists.** 16th ed. Washington D.C. Association of Official Analysis Chemists.

Beermann, D.H. *et al.* 1985. "Effects of Cimaterol (CL 263, 780) and Fishmeal on Postmortem pH,Tenderness and Color in Lamb Skeletal Muscle." **J. Anim. Sci.** 61(Suppl.) : 2 (Abstr.).

Beermann, D.H. *et al.* 1986. "Cimateral Elicite Rapid Physiology Responses in Growing Lambs Wholly Nourished by Intragastric Infusion." **J. Amin. Sci.** 64 (Suppl.) : 240. (Abstr.).

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Bergen, W.G. *et al.* 1989. "Muscle Protein Metabolism in Finishing Pigs Fed Ractopamine." **J. Anim. Sci.** 68 : 2255. (Abstr.).

Dias-Correia, J.H.R. *et al.* 1993. "Monoamine Oxidase Activity, Growth Promotion, and Differential Hypertrophy with the Beta-2-adrenergic Agonist Salbutamol". **Revista-Portuguesa-de-Ciencias-Veterinarias.** 88(Suppl.) : 506.

Garssen, G.J. *et al.* 1995. "Effects of Dietary Clenbuterol and Salbutamol on Meat Quality in Veal Calves." **Meat Sci.** 40 : 337-350.

Hancock, J.D. *et al.* 1987. "Effects of Dietary Levels of Ractopamine (a phenethanolamine) on Performance and Carcass Merit of Finishing Pigs." **J. Anim. Sci.** 65(Suppl.) : 309.

Hansen, J.A. *et al.* 1994. "Interactive Effects Among Procine Somatotropin, the Beta-Adrenergic Agonist Salbutamol, and Dietary Lysine on Growth Performance and Nitrogen Balance of Finishing Swine." **J. Anim. Sci.** 72 : 1540-1547.

Hansen, J.A. *et al.* 1997a. "Effect of Somatotropin and Salbutamol in Three Genotypes of Finishing Barrows : Growth, Carcass, and Calorimeter Criteria". **J. Anim. Sci.** 75 : 1798-1809.

Hansen, J.A. *et al.* 1997b. "Effect of Somatotropin and Salbutamol in Three Genotypes of Finishing Barrows : Blood Hormones and Metabolite and Muscle Characteristics". **J. Anim. Sci.** 75 : 1810-1821.

Hettich, J. "Salbutamol." [Online]. Availble :http://www.ch.ic.ac.uk/local/projects/j_hettich /salbutamol/project/introbody.html. 2000

Jones,R.W. *et al.* 1985. "Effect of the β-Adrenergic Agonist Cimaterol (CL263,780) on the Growth and Carcass Characteristics of Finishing Swine." **J. Anim. Sci.** 61(Suppl.) : 905.

Kim, Y.S. *et al.* 1989. "Effect of Cimaterol on Nitrogen Retention and Energy Utilisation in Lambs." **J. Anim. Sci.** 67(Suppl.) : 674.

Kristina, E.I. *et al.* 1997. "Development of a Fast and Simple Method for Determination of β-Agonists in Urine by Extraction on Empore Membranes and Detection by a Test Strip Immunoassay." **J. Agric. Food Chem.** 45 : 3129-3137.

Liu, C.Y. and Mills, S.E. 1990. "Decreased Insulin Binding to Procine Adipocytes In Vitro by Beta-Adrenergic Agonists." **J. Anim. Sci.** 68 : 1603.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Luno, M. *et al.* 1999. "Textural Assessment of Clenbuterol Treatment in Beef." **Meat Sci.** 51 : 297-303.

Malucelli, A. *et al.* 1994. "Tissue Distribution and Residues of Clenbuterol, Salbutermol, and Terbutaline in Tissues of Treated Broiler Chickens." **J. Anim. Sci.** 72:1555-1560.

Mersmann, H.J. 1990. "Inhibition of Porcine Adipose Tissue Lipogenesis by β-Adrenergic Agonist." **Comp. Biochem. Physiol.** 94 : 619-620.

Mills, S.E. and Liu, C.Y. 1990. "Sensitivity of Lipolysis and Lipogenesis to Dibutyryl-cAMP and β-Adrenergic Agonists in Swine Adipocytes In Vitro." **J. Anim. Sci.** 68 : 1017.

Moloney, A.P. 1991. "Influence of Beta-Adrenergic Agonists and Similar Compounds on Growth." 455-513. In Pearson, A.M. and Dutsun, T.R. (editor.). **Growth Regulation in Farm Animal.** Vol.7. USA : Elsevier Applied Science.

Pearson, A.M. and Gillett, T.A. 1996. **Processed Meat.** 3rd. New York. Chapman & Hall.

Pfeiffer, H. and Falkenberg, H. 1972. "Mae am Lendenspiegel zur objektiven Ermittlung der Schlachtkörper zusammensetzung beim Schwein." **Tierzucht.** 26:466-467.

Ramos, F. *et al.* 1998. "Occurrence of β_2-Adrenergic Agronist Residues in Urine of Animal Meat Producers in Portugal." **J. AOAC Inter.** 81(3): 544-553.

SAS. 1985. **SAS/STAT Guide for Personal Computers, Version 6 Edition.** North Carolina, USA : SAS Institute Inc.

Smite, D.J. 1998. "The Pharmacokinetics, Metabolism, and Tissue Residues of β-adrenergic Agonists in Livestock." **J. Anim. Sci.** 76:173-194.

Smite, D.J. and G.D. Paulson. 1993. "Identification and Stereochemical composition of Rectopamine (RCA) Glucoronides Excreted in Turkey Bile." **J. Anim. Sci.** 71(Suppl.) : 202(Abstr.).

Sripromma, J. 1984. "Einfluss der FütterungsintensitÄt und der Körpermasse auf die Schlachtkörper Qualität beim Schwein." Ph.D.Thesis of Hohemheim University, Stuttgard, Germany.

Sota, E. *et al.* 1995. "Organ Weights, Muscle Composition and Fatty Acid Profiles in Lambs Fed Salbutamol: Effect of a 5-Day Withdrawal Period." **Meat Sci.** 41 : 29-35.

Warriss, P.D. *et al.* 1990a. "The Effects of the Beta-Adrenergic Agonist Salbutamol on Meat Quality in Pigs." **J. Anim. Sci.** 68 : 128-136.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Warriss, P.D. *et al.* 1990b. "Interactions Between the Beta-Adrenergic Agonist Salbutamol and Genotype on Meat Quality in Pigs." **J. Anim. Sci.** 68 : 3669-3676.

Yen, J.T. *et al.* 1990. "Effects of Ractopamine on Genetically Obese and Lean Pigs." **J. Anim. Sci.** 68 : 3705-3712.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 7.1 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติของน้ำหนักเริ่มต้นการทดลองของสุกรขุน

Variation	No. of pair	Mean	SD	SE of Mean	P-value
Control	3	67.6900	1.1778	0.6800	0.2622
Salbutamol	3	65.3366	2.8956	1.6717	

ตารางที่ 7.2 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติของน้ำหนักสิ้นสุดการทดลองของสุกรขุน

Variation	No. of pair	Mean	SD	SE of Mean	P-value
Control	3	105.6333	1.9598	1.1315	0.2957
Salbutamol	3	101.5600	5.5328	3.1943	

ตารางที่ 7.3 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติของน้ำหนักที่เพิ่มขึ้นของสุกรขุน

Variation	No. of pair	Mean	SD	SE of Mean	P-value
Control	3	37.9433	0.9503	0.5487	0.4184
Salbutamol	3	36.2233	3.1654	1.8275	

ตารางที่ 7.4 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติของอัตราการเจริญเติบโต เมื่อสิ้นสุดการทดลองของสุกรขุน

Variation	No. of pair	Mean	SD	SE of Mean	P-value
Control	3	0.7433	0.0208	0.0120	0.4199
Salbutamol	3	0.7100	0.0608	0.0351	

ตารางที่ 7.5 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติของปริมาณอาหารที่กินของสุกรขุน

Variation	No. of pair	Mean	SD	SE of Mean	P-value
Control	3	125.6366	3.8196	2.2052	0.0149*
Salbutamol	3	108.6166	6.1073	3.5260	

* = มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$)

ตารางที่ 7.6 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติของอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักของสุกรขุน

Variation	No. of pair	Mean	SD	SE of Mean	P-value
Control	3	3.3100	0.0264	0.0152	0.0067**
Salbutamol	3	3.0066	0.0981	0.0566	

** = มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P<0.01$)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 7.7 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติของต้นทุนค่าอาหารในการเพิ่มน้ำหนักสุกร 1 กิโลกรัม

Variation	No. of pair	Mean	SD	SE of Mean	P-value
Control	3	17.4433	0.1379	0.0796	0.0518
Salbutamol	3	16.2066	0.5311	0.3066	

ตารางที่ 7.8 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติของน้ำหนักซากอุ่นของสุกรขุน

Variation	No. of pair	Mean	SD	SE of Mean	P-value
Control	100	84.9030	5.5059	0.5505	0.0005**
Salbutamol	100	88.6300	8.9700	0.8970	

** = มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (P<0.01)

ตารางที่ 7.9 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติของความยาวซากของสุกรขุน

Variation	No. of pair	Mean	SD	SE of Mean	P-value
Control	100	100.0150	3.5863	0.3586	0.0000**
Salbutamol	100	96.5740	3.8983	0.3898	

** = มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (P<0.01)

ตารางที่ 7.10 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติของความหนาไขมันสันหลังของสุกรขุน

Variation	No. of pair	Mean	SD	SE of Mean	P-value
Control	100	2.9979	0.3787	0.0378	0.0000**
Salbutamol	100	2.7040	0.4083	0.0408	

** = มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (P<0.01)

ตารางที่ 7.11 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติของค่าดัชนีของความหนาไขมันสันหลังต่อความกว้างของกล้ามเนื้อสันนอก (LSQ) ของสุกรขุน

Variation	No. of pair	Mean	SD	SE of Mean	P-value
Control	100	0.3288	0.0744	0.0074	0.0001**
Salbutamol	100	0.2436	0.0593	0.0059	

** = มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (P<0.01)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 7.12 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติของพื้นที่หน้าตัดไขมันสันหลัง (FA) ของสุกรขุน

Variation	No. of pair	Mean	SD	SE of Mean	P-value
Control	100	21.5225	4.9027	0.4902	0.0000**
Salbutamol	100	18.0630	4.5484	0.4548	

** = มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (P<0.01)

ตารางที่ 7.13 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติของพื้นที่หน้าตัดกล้ามเนื้อสันนอก (LA) ของสุกรขุน

Variation	No. of pair	Mean	SD	SE of Mean	P-value
Control	100	46.8775	4.8750	0.4875	0.0001**
Salbutamol	100	54.0230	6.1767	0.6176	

** = มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (P<0.01)

ตารางที่ 7.14 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติของสัดส่วนพื้นที่หน้าตัดกล้ามเนื้อสันนอก / พื้นที่หน้าตัดไขมันสันหลัง (LA/FA) ของสุกรขุน

Variation	No. of pair	Mean	SD	SE of Mean	P-value
Control	100	2.3136	0.6767	0.0676	0.0001**
Salbutamol	100	3.1855	0.9070	0.0907	

** = มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (P<0.01)

ตารางที่ 7.15 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติของน้ำหนักซากเย็นของสุกรขุน

Variation	No. of pair	Mean	SD	SE of Mean	P-value
Control	100	76.7039	5.2502	0.5202	0.0001**
Salbutamol	100	80.5290	8.2405	0.8240	

** = มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (P<0.01)

ตารางที่ 7.16 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติของเปอร์เซ็นต์เนื้อสันในของสุกรขุน

Variation	No. of pair	Mean	SD	SE of Mean	P-value
Control	100	1.2061	0.1130	0.0113	0.0000**
Salbutamol	100	1.3408	0.1245	0.0124	

** = มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (P<0.01)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 7.17 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติของเปอร์เซ็นต์เนื้อสันนอกของสุกรขุน

Variation	No. of pair	Mean	SD	SE of Mean	P-value
Control	100	8.3746	0.7355	0.0735	0.0000**
salbutamol	100	9.0494	0.8023	0.0802	

** = มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (P<0.01)

ตารางที่ 7.18 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติของเปอร์เซ็นต์เนื้อสะโพกของสุกรขุน

Variation	No. of pair	Mean	SD	SE of Mean	P-value
Control	100	17.3908	1.2607	0.1260	0.0001**
Salbutamol	100	19.6993	1.0258	0.1025	

** = มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (P<0.01)

ตารางที่ 7.19 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติของเปอร์เซ็นต์เนื้อไหล่ของสุกรขุน

Variation	No. of pair	Mean	SD	SE of Mean	P-value
Control	100	9.3617	0.7416	0.0741	0.0000**
Salbutamol	100	10.4965	0.6087	0.0608	

** = มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (P<0.01)

ตารางที่ 7.20 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติของเปอร์เซ็นต์เนื้อสันคอของสุกรขุน

Variation	No. of pair	Mean	SD	SE of Mean	P-value
Control	100	5.9037	0.4976	0.0497	0.0000**
Salbutamol	100	6.3445	0.5236	0.0523	

** = มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (P<0.01)

ตารางที่ 7.21 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติของเปอร์เซ็นต์สามชั้นของสุกรขุน

Variation	No. of pair	Mean	SD	SE of Mean	P-value
Control	100	14.9152	1.1892	0.1189	0.0000**
Salbutamol	100	13.9776	1.1777	0.1177	

** = มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (P<0.01)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 7.22 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติของเปอร์เซ็นต์ซี่โครงของสุกรขุน

Variation	No. of pair	Mean	SD	SE of Mean	P-value
Control	100	4.9657	0.5586	0.0558	0.6096
Salbutamol	100	4.9285	0.4657	0.0465	

ตารางที่ 7.23 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติของเปอร์เซ็นต์ขาหมูของสุกรขุน

Variation	No. of pair	Mean	SD	SE of Mean	P-value
Control	100	10.5621	0.7235	0.0723	0.0646
Salbutamol	100	10.3861	0.6111	0.0611	

ตารางที่ 7.24 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติของเปอร์เซ็นต์คางหมูของสุกรขุน

Variation	No. of pair	Mean	SD	SE of Mean	P-value
Control	100	4.1476	0.9370	0.0937	0.0652
Salbutamol	100	3.9047	0.9155	0.0915	

ตารางที่ 7.25 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติของเปอร์เซ็นต์หนังหมูของสุกรขุน

Variation	No. of pair	Mean	SD	SE of Mean	P-value
Control	100	1.1417	0.2659	0.0265	0.0809
Salbutamol	100	1.2157	0.3271	0.0327	

ตารางที่ 7.26 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติของเปอร์เซ็นต์ไขมันของสุกรขุน

Variation	No. of pair	Mean	SD	SE of Mean	P-value
Control	100	11.1266	2.1031	0.2103	0.0001**
Salbutamol	100	8.4481	1.4873	0.1487	

** = มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (P<0.01)

ตารางที่ 7.27 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติของเปอร์เซ็นต์เศษไขมันของสุกรขุน

Variation	No. of pair	Mean	SD	SE of Mean	P-value
Control	100	1.4019	0.5802	0.0580	0.0192*
Salbutamol	100	1.2172	0.5245	0.0524	

* = มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 7.28 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติของเปอร์เซ็นต์เศษเนื้อของสุกรขุน

Variation	No. of pair	Mean	SD	SE of Mean	P-value
Control	100	2.1643	0.6132	0.0613	0.3563
Salbutamol	100	2.2409	0.5569	0.0556	

ตารางที่ 7.29 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติของเปอร์เซ็นต์กระดูกรวมของสุกรขุน

Variation	No. of pair	Mean	SD	SE of Mean	P-value
Control	100	7.7860	0.6019	0.0601	0.0015**
Salbutamol	100	7.4122	0.9913	0.0991	

** = มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (P<0.01)

ตารางที่ 7.30 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติของเปอร์เซ็นต์ไขมันรวมของสุกรขุน

Variation	No. of pair	Mean	SD	SE of Mean	P-value
Control	100	13.6674	2.3492	0.2349	0.0001**
Salbutamol	100	10.8805	1.6547	0.1654	

** = มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (P<0.01)

ตารางที่ 7.31 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติของเปอร์เซ็นต์เนื้อแดงรวมของสุกรขุน

Variation	No. of pair	Mean	SD	SE of Mean	P-value
Control	100	44.4006	2.4412	0.2441	0.0001**
Salbutamol	100	49.1718	1.9253	0.1925	

** = มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (P<0.01)

ตารางที่ 7.32 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติของเปอร์เซ็นต์เนื้อติดกระดูกของสุกรขุน

Variation	No. of pair	Mean	SD	SE of Mean	P-value
Control	100	15.5281	0.9474	0.0947	0.0939
Salbutamol	100	15.3143	0.8458	0.0845	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 7.33 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติของเปอร์เซ็นต์ความชื้นในกล้ามเนื้อสันนอก

Variation	No. of pair	Mean	SD	SE of Mean	P-value
Control	30	74.2286	0.6900	0.1259	0.3911
salbutamol	30	74.3780	0.6480	0.1183	

ตารางที่ 7.34 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติของเปอร์เซ็นต์เถ้าในกล้ามเนื้อสันนอก

Variation	No. of pair	Mean	SD	SE of Mean	P-value
Control	30	1.2423	0.1039	0.0189	0.0976
salbutamol	30	1.2880	0.1061	0.0193	

ตารางที่ 7.35 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติของเปอร์เซ็นต์โปรตีนในกล้ามเนื้อสันนอก

Variation	No. of pair	Mean	SD	SE of Mean	P-value
Control	30	22.4180	0.8677	0.1584	0.0001**
salbutamol	30	23.2886	0.6806	0.1242	

** = มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (P<0.01)

ตารางที่ 7.36 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติของเปอร์เซ็นต์ไขมันในกล้ามเนื้อสันนอก

Variation	No. of pair	Mean	SD	SE of Mean	P-value
Control	30	1.7613	1.0882	0.1986	0.0242*
salbutamol	30	1.2390	0.5613	0.1024	

* = มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05)

ตารางที่ 7.37 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติของเปอร์เซ็นต์แคลเซียมในกล้ามเนื้อสันนอก

Variation	No. of pair	Mean	SD	SE of Mean	P-value
Control	30	0.0119	0.0063	0.0011	0.0002**
salbutamol	30	0.0181	0.0056	0.0010	

** = มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (P<0.01)

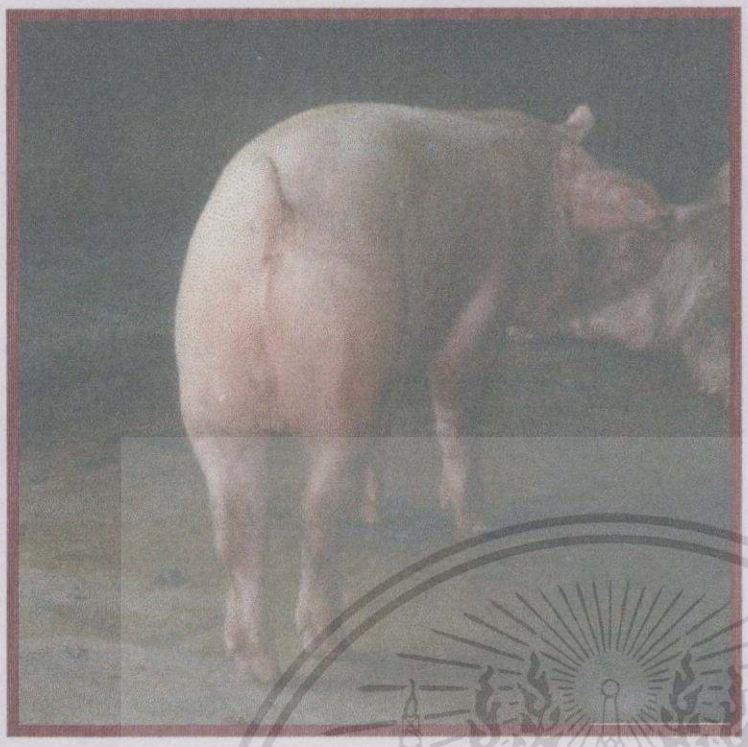
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 7.38 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติของเปอร์เซ็นต์ฟอสฟอรัสในกล้ามเนื้อสันนอก

Variation	No. of pair	Mean	SD	SE of Mean	P-value
Control	30	0.1976	0.0100	0.0018	0.0001**
salbutamol	30	0.2117	0.0050	0.0009	

** = มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (P<0.01)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



สุกรไม่ได้รับสาร

สุกรมีชีวิต

สะโพกอาจจะใหญ่ได้ตามสายพันธุ์ แต่จะเห็นมัดกล้ามเนื้อบริเวณสะโพก ไม่เด่นชัด

สุกรได้รับสาร

สุกรมีชีวิต

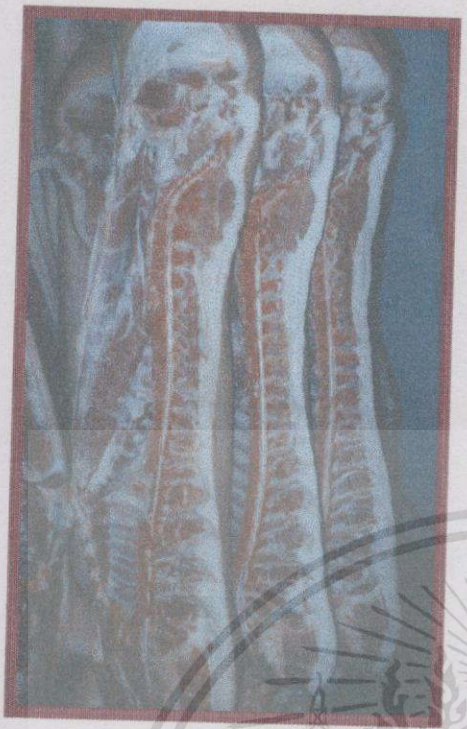
สะโพกใหญ่ดูเต่งตึง เห็นมัดกล้ามเนื้อชัดเจน

ภาพที่ 7.1 แสดงภาพเปรียบเทียบลักษณะสะโพกของสุกรมีชีวิตที่ไม่ได้รับและได้รับสารซัลบูตามอล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 7.2 แสดงภาพลักษณะทางกายภาพของสะโพก (A) และด้านข้างลำตัว (B) ของสุกรมีชีวิตที่ได้รับสารซัลบูตามอลที่มีลักษณะเต่งตึง เห็นมัดกล้ามเนื้อชัดเจน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



สุกรได้รับสาร

ซากสุกร

ไขมันสันหลังหนา

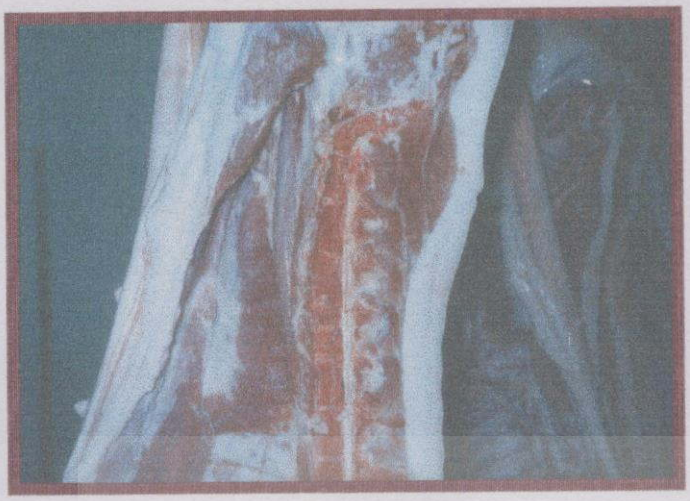
สุกรได้รับสาร

ซากสุกร

ไขมันสันหลังบาง

ภาพที่ 7.3 แสดงภาพเปรียบเทียบความหนาไขมันสันหลังของสุกรไม่ได้รับและได้รับสารซัลบูตามอล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



สุกรไม่ได้รับสาร

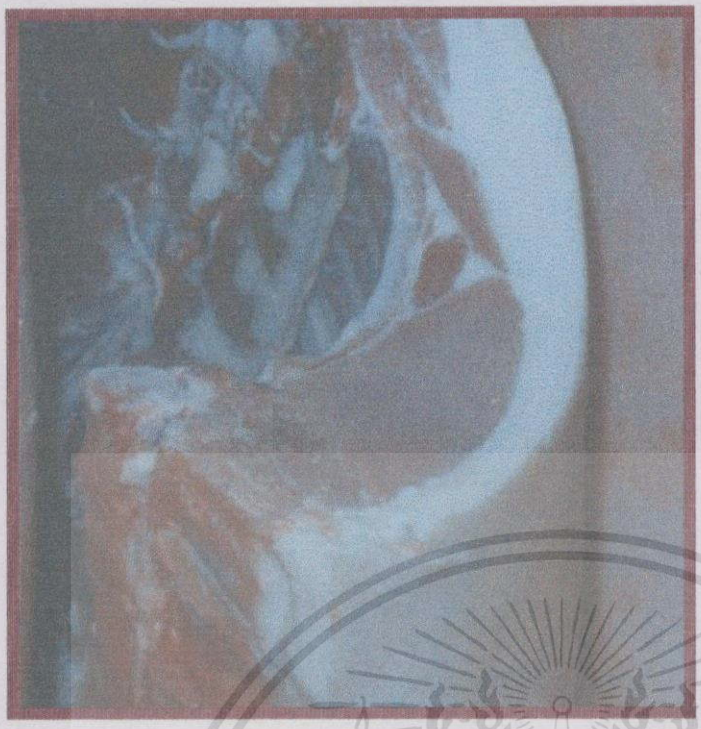
ตำแหน่งวัด LSQ
ไขมันสันหลังบริเวณกล้ามเนื้อ *Gluteus Medius* จะหนา

สุกรได้รับสาร

ตำแหน่งวัด LSQ
ไขมันสันหลังบริเวณกล้ามเนื้อ *Gluteus Medius* จะบางมาก

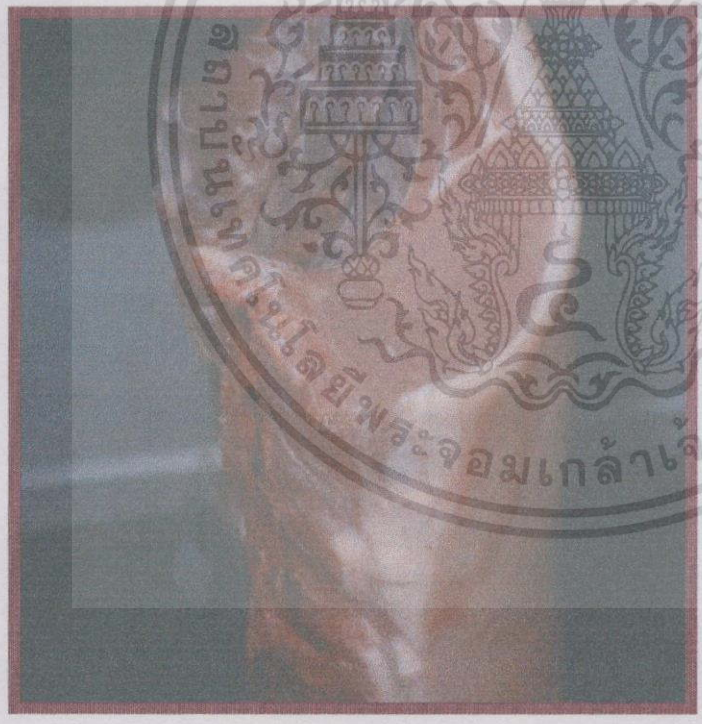
ภาพที่ 7.4 แสดงภาพตำแหน่งการวัดค่าดัชนีความหนาไขมันสันหลังต่อความกว้างกล้ามเนื้อสันนอก (LSQ) ไขมันสันหลังบริเวณกล้ามเนื้อ *Gluteus Medius* ของสุกรที่ไม่ได้รับและได้รับสารซัลบูตามอล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



สุกรได้รับสาร

พื้นที่หน้าตัดเนื้อสันนอก จะมีขนาดเล็กและมีไขมันหุ้มที่หนามาก



สุกรได้รับสาร

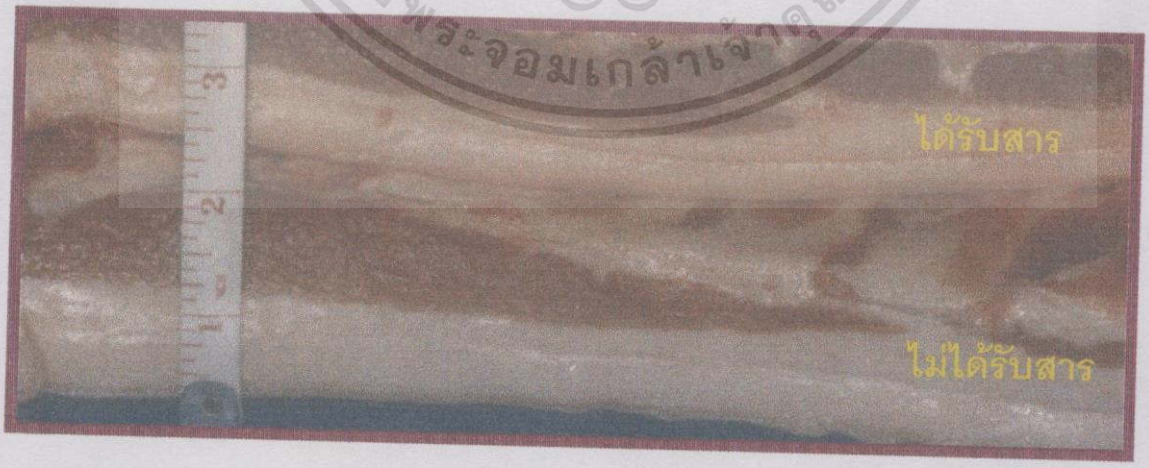
พื้นที่หน้าตัดเนื้อสันนอก จะมีขนาดใหญ่และมีไขมันหุ้มที่บาง

ภาพที่ 7.5 แสดงภาพเปรียบเทียบพื้นที่หน้าตัดกล้ามเนื้อสันนอกและพื้นที่ไขมันสันหลังของสุกรที่ไม่ได้รับและได้รับสารซัลบูตามอล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สุกรไม่ได้รับสาร ลักษณะสามชั้น ชั้นเนื้อแดงน้อยกว่าชั้นมัน

สุกรที่ได้รับสาร ลักษณะสามชั้น ชั้นเนื้อแดงมากกว่าชั้นมัน



ภาพที่ 7.6 แสดงภาพเปรียบเทียบลักษณะสามชั้น (belly) ของสุกร ที่ไม่ได้รับและได้รับสารซัลบูตามอล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้เขียน

นางสาวสายชล เลิศสุวรรณ เกิดเมื่อวันที่ 1 พฤศจิกายน พ.ศ. 2517 มีภูมิลำเนาอยู่ที่บ้านเลขที่ 16/1 บ้านท่าเรือ ม.13 ต.ต๋ำ อ.เมือง จ.พะเยา สำเร็จการศึกษาระดับประถมศึกษาจากโรงเรียนบุญสิษฐ์วิทยา ระดับมัธยมศึกษาจากโรงเรียนพะเยาพิทยาคม ระดับปริญญาตรี สาขาสัตวศาสตร์ คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ปีการศึกษา 2540

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้