ผลของการตอนด้วยเทคนิคภูมิคุ้มกันวิทยาต่อคุณภาพซาก คุณภาพเนื้อ และกลิ่นสาบของสุกรขุน

EFFECT OF IMMUNOCASTRATION ON CARCASS AND MEAT QUALITY AND BOAR TAINT IN FATTENING PIGS

สกนธ์ ชุณห์วิจิตรา

SAKON CHUNWIJITRA

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาสัตวศาสตร์

คณะเทคโนโลยีการเกษตร

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ. 2559

KMITL-2016-AG-M-031-230

ผลของการตอนด้วยเทคนิคภูมิคุ้มกันวิทยาต่อคุณภาพซาก คุณภาพเนื้อ และกลิ่นสาบของสุกรขุน

EFFECT OF IMMUNOCASTRATION ON CARCASS AND MEAT QUALITY AND BOAR TAINT IN FATTENING PIGS

สกนธ์ ชุณห์วิจิตรา

SAKON CHUNWIJITRA

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาสัตวศาสตร์

คณะเทคโนโลยีการเกษตร

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ. 2559

KMITL-2016-AG-M-031-230

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

EFFECT OF IMMUNOCASTRATION ON CARCASS AND MEAT QUALITY AND BOAR TAINT IN FATTENING PIGS

SAKON CHUNWIJITRA

A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT

OF THE REQUIREMENT FOR THE DEGREE OF

MASTER OF SCIENCE IN ANIMAL SCIENCE

FACULTY OF AGRICULTURAL TECHNOLOGY

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

KMITL-2016-AG-M-031-230

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

COPYRIGHT 2016

FACULTY OF AGRICULTURAL TECHNOLOGY

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คณะเทคโนโลยีการเกษตร

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ใบรับรองวิทยานิพนธ์

หัวข้อวิทยานิพนธ์ ผลของการตอนด้วยเทคนิคภูมิคุ้มกันวิทยาต่อคุณภาพซาก คุณภาพเนื้อ และกลิ่นสาบของสุกรขุน

Effect of Immunocastration on Carcass and Meat Quality and Boar Taint in Fattening Pigs

นักศึกษา นายสกนธ์ ชุณห์วิจิตรา

รหัสประจำตัว 55640402

ปริญญา วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชา สัตวศาสตร์

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ดร.รุจริน ลิ้มศุภวานิช

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม รศ.ดร.รณชัย สิทธิไกรพงษ์

ผศ.ดร.จันทร์พร เจ้าทรัพย์

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์		ลายมือชื่อ
ดร.อัจฉรา	ลักขณานุกูล	
รศ.ดร.จุฑารัตน์	เศรษฐกุล	
รศ.ดร.รณชัย	สิทธิไกรพงษ์	
ผศ.ดร.จันทร์พร	เจ้าทรัพย์	
ดร.รุจริน	ลิ้มศุภวานิช	

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

วัน / เดือน/ ปี ที่สอบ 24 พฤศจิกายน 2559

สถานที่สอบ ห้องประชุมคณะเทคโนโลยีการเกษตร 2 (ชั้น 1 ตึกบุนนาค)

คณบดีรับรองแล้ว

มณฑล แก่นมณี

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.มณฑล แก่นมณี)

คณบดีคณะเทคโนโลยีการเกษตร

วันที่ 19 เดือน ธันวาคม พ.ศ. 2559

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อวิทยานิพนธ์	ผลของการตอนด้วยเทคนิคภูมิคุ้มกันวิทยาต่อคุณภาพซาก คุณภาพเนื้อ และกลิ่นสาบของสุกรขุน
นักศึกษา	นายสกนธ์ ชุณห์วิจิตรา
รหัสประจำตัว	55640402
ปริญญา	วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชา	สัตวศาสตร์
พ.ศ.	2559
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์	ดร.รุจริน ลิ้มศุภวานิช
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม	รศ.ดร.รณชัย สิทธิไกรพงษ์ ผศ.ดร.จันทร์พร เจ้าทรัพย์

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของการตอนด้วยเทคนิคภูมิคุ้มกันวิทยาเปรียบเทียบกับการตอนด้วยการผ่าอัณฑะออกต่อสมรรถภาพการเจริญเติบโต คุณภาพซาก และคุณภาพเนื้อของสุกรขุนลูกผสมเพศผู้ โดยแบ่งออกเป็น 2 การทดลอง การทดลองที่ 1 ใช้สุกรขุนลูกผสมสามสาย (ลาร์จไวท์ x แลนด์เลซ x ดูร็อค) เพศผู้ น้ำหนักเริ่มต้นเฉลี่ย 30 กิโลกรัม จำนวน 110 ตัว แบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม คือ สุกรขุนเพศผู้ที่ตอนด้วยการผ่าอัณฑะ จำนวน 30 ตัว และสุกรขุนเพศผู้ที่ตอนด้วยเทคนิคภูมิคุ้มกันวิทยา จำนวน 80 ตัว ทำการตอนด้วยเทคนิคภูมิคุ้มกันวิทยาที่อายุ 12 และ16 สัปดาห์ ให้สุกรทุกตัวได้รับอาหารและน้ำดื่มอย่างเต็มที่ เมื่อสุกรมีน้ำหนักตัวประมาณ 120 กิโลกรัม นำสุกรทั้งหมดเข้าฆ่าและชำแหละซากเพื่อประเมินคุณภาพซาก หลังจากนั้นเก็บตัวอย่างกล้ามเนื้อสันนอกจากซากซีกซ้ายของสุกรแต่ละตัวเพื่อนำมาประเมินคุณภาพเนื้อ ในส่วนของคุณภาพซากพบว่าร้อยละ 90 ของสุกรขุนเพศผู้ที่ตอนด้วยเทคนิคภูมิคุ้มกันวิทยามีปริมาณเนื้อแดงในเกณฑ์ดีโดยมีค่า LSQ อยู่ระหว่าง <0.20-0.32 ในขณะที่สุกรขุนเพศผู้ที่ตอนด้วยการผ่าอัณฑะออกมีเพียงร้อยละ 36.66 นอกจากนี้พบว่าสุกรทั้งสองกลุ่มมีน้ำหนักซากอุ่น เปอร์เซ็นต์ชิ้นส่วนไหล่ รวมสันคอ สันใน สันนอก และสะโพกไม่แตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) ในขณะที่สุกรขุนเพศผู้ที่ตอนด้วยเทคนิคภูมิคุ้มกันวิทยามีเปอร์เซ็นต์กระดูกและขาสูงกว่า (P<0.05) และมีเปอร์เซ็นต์สามชั้นต่ำกว่า (P<0.01) สุกรขุนเพศผู้ที่ตอนด้วยการผ่าอัณฑะออก นอกจากนี้พบว่าสุกรขุนเพศผู้ที่ตอนด้วยเทคนิคภูมิคุ้มกันวิทยามีแนวโน้มว่าจะมีเปอร์เซ็นต์ไขมันในซากน้อยกว่า (P=0.052) สุกรขุนเพศผู้ที่ตอนด้วยการผ่าอัณฑะออก ในส่วนของคุณภาพเนื้อพบว่าสุกรทั้งสองกลุ่มมีความยาวเส้นผ่านศูนย์กลางเส้นใยกล้ามเนื้อและความยาวซาร์โคเมียร์ไม่แตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) องค์ประกอบทางเคมีของเนื้อพบว่าสุกรขุนเพศผู้ที่ตอนด้วยการผ่าอัณฑะออกมีเปอร์เซ็นต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความชื้นต่ำกว่า (P<0.05) สุกรขุนเพศผู้ที่ตอนด้วยเทคนิคภูมิคุ้มกันวิทยา แต่มีเปอร์เซ็นต์ไขมันไม่แตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) ในขณะที่สุกรทั้งสองกลุ่มมี ค่าแรงตัดผ่านเนื้อ ค่าความเป็นกรด-ด่าง ภายหลังจากสัตว์ตายที่ 24 ชั่วโมง และค่าสี (L* a* b*) ไม่แตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) อย่างไรก็ดี สุกรเพศผู้ที่ตอนด้วยเทคนิคภูมิคุ้มกันวิทยามีแนวโน้มว่าจะมีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำในระหว่างการเก็บรักษามากว่าสุกรเพศผู้ที่ตอนด้วยการผ่าอัณฑะออก (P=0.051) ซึ่งอาจเป็นผลให้สุกรที่ตอนด้วยเทคนิคภูมิคุ้มกันวิทยามีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำระหว่างการปรุงสุกน้อยกว่าสุกรที่ตอนด้วยการผ่าอัณฑะออก (P<0.05) การทดลองที่ 2 ใช้สุกรขุนลูกผสมสามสาย (ลาร์จไวท์ x แลนด์เลซ x ดูร็อค) เพศผู้ น้ำหนักเริ่มต้นเฉลี่ย 30 กิโลกรัม จำนวน 19 ตัว แบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม ได้แก่ สุกรขุนเพศผู้ที่ตอนด้วยการผ่าอัณฑะออก จำนวน 10 ตัว และสุกรขุนเพศผู้ที่ตอนด้วยเทคนิคภูมิคุ้มกันวิทยา จำนวน 9 ตัว ทำการฉีดวัคซีนที่ใช้ในการตอนให้แก่สุกรที่อายุ 16 และ20 สัปดาห์ ให้สุกรทุกตัวได้รับอาหารและน้ำดื่มอย่างเต็มที่ เมื่อสุกรมีน้ำหนักตัวประมาณ 120 กิโลกรัม ทำการประเมินสมรรถภาพการเจริญเติบโตของสุกรขุนเพศผู้ นำสุกรทั้งหมดเข้าฆ่าและชำแหละซากเพื่อประเมินคุณภาพซาก หลังจากนั้นเก็บตัวอย่างกล้ามเนื้อสันนอกจากซากซีกซ้ายของสุกรแต่ละตัวเพื่อนำมาประเมินคุณภาพเนื้อ และเก็บตัวอย่างไขมันใต้ผิวหนังเพื่อนำมาประเมินปริมาณสคาร์โทลและอินโดล ผลการศึกษาสมรรถภาพการเจริญเติบโตของสุกรขุนพบว่า สุกรทั้งสองกลุ่มมีอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ย และประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารไม่แตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) ในส่วนของคุณภาพซากพบว่าสุกรขุนเพศผู้ที่ตอนด้วยเทคนิคภูมิคุ้มกันวิทยาร้อยละ 86.66 มีปริมาณเนื้อแดงในเกณฑ์ดีโดยมีค่า LSQ อยู่ระหว่าง <0.20-0.32 ในขณะสุกรขุนเพศผู้ที่ตอนด้วยการผ่าอัณฑะออกมีเพียงร้อยละ 30 นอกจากนี้พบว่าสุกรทั้งสองกลุ่มมีเปอร์เซ็นต์ซากและเปอร์เซ็นต์เนื้อแดงไม่แตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) แต่สุกรขุนเพศผู้ที่ตอนด้วยการผ่าอัณฑะออกมีเปอร์เซ็นต์ไขมันในซากสูงกว่า (P<0.05) สุกรขุนเพศผู้ที่ตอนด้วยเทคนิคภูมิคุ้มกันวิทยา ในส่วนของคุณภาพเนื้อพบว่าสุกรทั้งสองกลุ่มมีค่าการสูญเสียน้ำหนักระหว่างการเก็บรักษา ค่าการสูญเสียน้ำระหว่างการทำละลายน้ำแข็ง ค่าแรงตัดผ่านเนื้อ ค่าความเป็นกรด-ด่าง และค่าสี (L* a* b*) ไม่แตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) ในส่วนของสารประกอบกลิ่นในไขมันสันหลังสุกรพบว่า สุกรเพศผู้ที่ตอนด้วยเทคนิคภูมิคุ้มกันวิทยามีปริมาณอินโดลในเนื้อเยื่อไขมันไม่แตกต่างกับสุกรเพศผู้ที่ตอนด้วยการผ่าอัณฑะออก (P>0.05) แต่มีแนวโน้มว่าจะมีปริมาณสคาร์โทลสูงกว่า (P=0.054) จากการศึกษานี้สรุปได้ว่าสุกรที่ตอนด้วยเทคนิคภูมิคุ้มกันวิทยามีสมรรถภาพการผลิตไม่แตกต่างจากสุกรเพศผู้ที่ตอนด้วยการผ่าอัณฑะออก คุณภาพซากพบว่าสุกรที่ตอนด้วยเทคนิคภูมิคุ้มกันวิทยามีเปอร์เซ็นต์เนื้อแดงที่สูงกว่า และมีเปอร์เซ็นต์ไขมันที่ต่ำกว่าสุกรเพศผู้ที่ตอนด้วยการผ่าอัณฑะออก ในส่วนของคุณภาพเนื้อพบว่าสุกรทั้งสองกลุ่มมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเส้นใยกล้ามเนื้อและค่าแรงตัดผ่านเนื้อไม่แตกต่างกัน อย่างไรก็ดีเนื้อสันนอกของสุกรเพศผู้ที่ตอนด้วยเทคนิคภูมิคุ้มกันวิทยามีแนวโน้มที่จะมีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำสูงกว่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Thesis Title	Effect of Immunocastration on Carcass and Meat Quality and Boar Taint in Fattening Pigs
Student	Mr. Sakon Chunwijitra
Student ID.	55640402
Degree	Master of Science
Program	Animal Science
Year	2016
Thesis Advisor	Dr. Rutcharin Limsupavanich
Thesis Co-Advisor	Assoc. Prof. Dr. Ronachai Sitthigripong
	Asst. Prof. Dr. Chanporn Chaosap

ABSTRACT

The objective of current study was to evaluate the growth performance, carcass quality and meat quality of immunocastrated fattening pigs compared with surgical castrated fattening pigs. This study was performed into 2 experiments. Experiment 1: a total of 110 male crossbred pigs (Large White x Landrace x Duroc), initial bodyweight 30 kg, were divided into 2 groups; pigs were castrated by surgery (SC; n = 30) and by vaccination at 16 and 20 weeks of age (IC; n = 80). The animals were offered with commercial diet and drinking water *ad libitum*. After 120 kg body weight, all pigs were slaughtered and carcass quality was evaluated. Longissimus samples were collected from left side of each carcass to determine the meat quality. For carcass quality, the results showed that 90% of IC pigs had Lenden-speck quotient (LSQ) index in the range of <0.20 – 0.32, while SC pigs was only 36.66%. There was no significant difference (P>0.05) on hot carcass weight, shoulder, fillet, loin and ham percentages between treatments. IC pigs had a higher (P<0.05) bone and leg percentages than SC pigs, while belly percentage was lower (P<0.001) than SC pigs. However, IC pigs tended to have lower fat percentage (P=0.052) than SC pigs. For meat quality, there was no significant difference (P>0.05) in muscle fiber diameter, sarcomere length and fat content between treatments, while SC pigs had a lower (P<0.05) moisture content. No castration effect was observed (P>0.05) on shear force, pH_{24h} and color (L*, a*, b*). However, drip loss of IC pigs tended to be higher (P=0.051) than that of SC. This might cause less (P<0.05) cooking loss in IC pigs. Experiment 2: a total of 19 male crossbred pigs (Large White x Landrace x Duroc), initial

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

bodyweight 30 kg, were divided into 2 groups; pigs were castrated by surgery (SC; n = 10) and by vaccination at 16 and 20 weeks of age (IC; n = 9). The animals were offered with commercial diet and drinking water *ad libitum*. Growth performances of both were analyzed. After 120 kg body weight, all pigs were slaughtered and carcass quality was evaluated. Longissimus muscle samples were collected from left side of each carcass to determine the meat quality and backfat samples were collected to determine boar taints (indole and skatole). For growth performance, the results showed that there was no significant difference (P>0.05) on average daily gain and feed conversion ratio between treatments. For carcass quality, 86.66% of IC pigs had LSQ index in the range of <0.20 – 0.32, while SC pigs was only 30%. However, carcass and lean percentages were not different (P>0.05) between treatments, while SC pigs had a higher (P<0.05) fat percentage than IC pigs. For meat quality, drip loss, thawing loss, shear force, pH_{24h} and color (L*, a*, b*) were not different (P>0.05) between treatments. For boar taints, the organic compound indole were not different (P>0.05) between treatments. But IC pigs tended to have more (P=0.054) skatole than SC pigs. In this study, it might be concluded that castration techniques did not affect growth performance. IC pigs had a greater carcass quality than SC pigs, with similar meat quality. But immunocastration may decrease water holding capacity of pork loin.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี ข้าพเจ้าขอกราบขอบพระคุณต่อ ดร.รุจริน ลิ้มศุภวานิช อาจารย์ควบคุมวิทยานิพนธ์ ที่กรุณาให้ความรู้ แนะนำ รวมทั้งตรวจสอบแก้ไขวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ รศ.ดร.รณชัย สิทธิไกรพงษ์ อาจารย์ควบคุมวิทยานิพนธ์ร่วม ที่กรุณาให้ความรู้ คำแนะนำที่เป็นประโยชน์ในการวิจัย รวมทั้งกรุณาตรวจสอบแก้ไขวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ และ ผศ.ดร. จันทร์พร เจ้าทรัพย์ อาจารย์ควบคุมวิทยานิพนธ์ร่วม ที่กรุณาให้ความรู้ คำแนะนำ ให้การเรียนรู้ รวมทั้งกรุณาตรวจสอบแก้ไขวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ให้มีความถูกต้องและสมบูรณ์ยิ่งขึ้น ตลอดจนให้ประสบการณ์ที่ดี ข้าพเจ้าขอกราบขอบพระคุณ ดร.อัจฉรา ลักขณานุกูล ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ รศ.ดร.จุฑารัตน์ เศรษฐกุล กรรมการสอบผู้ทรงคุณวุฒิภายนอก ที่กรุณาสละเวลาตรวจสอบและให้คำแนะนำตลอดจนชี้แนะให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ถูกต้องและสมบูรณ์ยิ่งขึ้น และขอขอบคุณ ดร.กมล ฉวีวรรณ สำหรับความช่วยเหลือในการทำวิจัยและเก็บข้อมูลจนสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

ขอขอบคุณบริษัท โซเอทิส (ประเทศไทย) จำกัด ที่สนับสนุนงบประมาณในการวิจัยครั้งนี้ ขอขอบคุณบริษัท สามพรานซลอเทอร์เฮ้าส์ จำกัด ที่เอื้อเฟื้อในส่วนของโรงฆ่าสุกร และขอขอบคุณศูนย์วิจัยและบำรุงพันธุ์สัตว์นครราชสีมา สำหรับสถานที่ที่ใช้ในงานวิจัยในครั้งนี้

ขอขอบคุณรุ่นพี่ รุ่นน้องนักศึกษาปริญญาโท ปริญญาเอก เพื่อนๆ ที่ให้กำลังใจ และความช่วยเหลือในระหว่างการทำวิจัยด้วยดีเสมอมา รวมถึงบุคลากรภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตสัตว์และประมง คณะเทคโนโลยีการเกษตร บุคลากรภาควิชาครุศาสตร์เกษตร คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม และนายศักรินทร์ บุญล้ำ เจ้าหน้าที่นักวิจัย ศูนย์เครื่องมือวิทยาศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ ที่ให้ความช่วยเหลือในการทำวิทยานิพนธ์แก่ผู้วิจัย

สุดท้ายนี้ ข้าพเจ้าขอกราบขอบพระคุณอย่างยิ่งสำหรับ นายวัชบูรณ์ ชุณห์วิจิตรา (บิดา) และนางชลดา ชุณห์วิจิตรา (มารดา) ที่เป็นกำลังใจสำคัญและคอยสนับสนุนทุนการศึกษา รวมถึงทุกคนในครอบครัวที่ให้ความช่วยเหลือ และเป็นกำลังใจให้ผู้วิจัยตลอดมา ประโยชน์และคุณค่าของวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ผู้วิจัยขอมอบแด่ ผู้มีพระคุณทุกท่าน ตลอดจนผู้ที่สามารถนำไปใช้เพื่อให้เกิดประโยชน์ต่อไป

สกนธ์ ชุณห์วิจิตรา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย.....I

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....III

กิตติกรรมประกาศ.....V

สารบัญ.....VI

สารบัญตาราง.....X

สารบัญภาพ.....XII

บทที่ 1 บทนำ.....1

1.1 ความสำคัญและที่มา.....1

1.2 ความมุ่งหมายและวัตถุประสงค์.....2

1.3 สถานที่ดำเนินการ.....2

1.4 ขั้นตอนการศึกษา.....2

1.5 ระยะเวลาการดำเนินงานวิจัย.....2

1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....3

บทที่ 2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....4

2.1 การผลิตสุกรขุน.....4

2.2 การตอน.....5

2.3 กลิ่นในสุกรเพศผู้.....7

2.3.1 สารประกอบที่ทำให้เกิดกลิ่นในสุกร.....7

2.3.2 การเผาผลาญแอนโดรสตีโนน สคาร์โทล และอินโดลในร่างกาย.....10

2.4 วัคซีนที่ใช้ในการตอนสุกร.....11

2.5 การประเมินสมรรถภาพการผลิต.....12

2.5.1 อัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวัน.....12

2.5.2 อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนัก.....13

2.6 คุณภาพซาก.....13

2.6.1 การประเมินซากสุกร.....13

2.6.2 การวัดค่าดัชนีความหนาไขมันสันหลังต่อความกว้างกล้ามเนื้อสันนอก.....14

2.7 คุณภาพเนื้อ.....15

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

2.7.1 ความยาวซาร์โคเมียร์.....15
2.7.2 ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของเส้นใยกล้ามเนื้อ.....17
2.7.3 สี.....17
2.7.4 ค่าความเป็นกรด-ด่าง.....18
2.7.5 ความสามารถในการอุ้มน้ำของเนื้อ.....19
2.8 ผลของการใช้เทคนิคภูมิคุ้มกันวิทยาในการตอนสุกรขุนเพศผู้.....20
2.8.1 ผลของการใช้เทคนิคภูมิคุ้มกันวิทยาในการตอนต่อสมรรถภาพการเจริญเติบโตของสุกรขุนเพศผู้.....20
2.8.2 ผลของการใช้เทคนิคภูมิคุ้มกันวิทยาในการตอนต่อคุณภาพซากของสุกรขุนเพศผู้.....21
2.8.3 ผลของการใช้เทคนิคภูมิคุ้มกันวิทยาในการตอนต่อคุณภาพเนื้อของสุกรขุนเพศผู้.....22
2.8.4 ผลของการใช้เทคนิคภูมิคุ้มกันวิทยาในการตอนต่อสารประกอบที่ทำให้เกิดกลิ่นในเนื้อสุกร.....23

บทที่ 3 วิธีดำเนินงานวิจัย.....25
3.1 ศึกษาผลของการตอนด้วยเทคนิคภูมิคุ้มกันวิทยาเปรียบเทียบกับการตอนด้วยการผ่าอัณฑะออกต่อคุณภาพซากและคุณภาพเนื้อของสุกรขุนเพศผู้.....25
3.1.1 สัตว์ทดลอง.....25
3.1.2 อุปกรณ์.....25
3.1.3 ขั้นตอนการศึกษาวิจัย.....26
3.1.3.1 การศึกษาคุณภาพซาก.....26
3.1.3.2 การศึกษาคุณภาพเนื้อ.....26
3.1.4 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ.....29
3.2 การศึกษาผลของการตอนด้วยเทคนิคภูมิคุ้มกันวิทยาเปรียบเทียบกับการตอนด้วยการผ่าอัณฑะออกต่อสมรรถภาพการเจริญเติบโต คุณภาพซาก คุณภาพเนื้อ และปริมาณอินโดลและสคาร์โทลของสุกรขุนเพศผู้.....29
3.2.1 สัตว์ทดลอง.....29

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

3.2.2 อุปกรณ์.....29
3.2.3 ขั้นตอนการศึกษาวิจัย.....30
3.2.3.1 การศึกษาสมรรถภาพการเจริญเติบโต.....30
3.2.3.2 การศึกษาคุณภาพซาก.....30
3.2.3.3 การศึกษาคุณภาพเนื้อ.....31
3.2.3.4 การศึกษาปริมาณสคาร์โทลและอินโดล.....32
3.2.4 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ.....33

บทที่ 4 ผลการวิจัยและวิจารณ์.....34
4.1 ผลของการตอนด้วยเทคนิคภูมิคุ้มกันวิทยาเปรียบเทียบกับการตอนด้วยการผ่าอัณฑะออกต่อคุณภาพซากและคุณภาพเนื้อของสุกรขุนเพศผู้.....34
4.1.1 ผลของการตอนด้วยเทคนิคภูมิคุ้มกันวิทยาและการตอนด้วยการผ่าอัณฑะออกต่อคุณภาพซากของสุกรขุนเพศผู้.....34
4.1.2 ผลของการตอนด้วยเทคนิคภูมิคุ้มกันวิทยาและการตอนด้วยการผ่าอัณฑะออกต่อคุณภาพเนื้อของสุกรขุนเพศผู้.....36
4.2 ผลของการตอนด้วยเทคนิคภูมิคุ้มกันวิทยาเปรียบเทียบกับการตอนด้วยการผ่าอัณฑะออกต่อสมรรถภาพการเจริญเติบโต คุณภาพซาก คุณภาพเนื้อ และปริมาณอินโดลและสคาร์โทลในเนื้อเยื่อไขมันของสุกรขุนเพศผู้.....39
4.2.1 ผลของการตอนด้วยเทคนิคภูมิคุ้มกันวิทยาและการตอนด้วยการผ่าอัณฑะออกต่อสมรรถภาพการเจริญเติบโตของสุกรขุนเพศผู้.....39
4.2.2 ผลของการตอนด้วยเทคนิคภูมิคุ้มกันวิทยาและการตอนด้วยการผ่าอัณฑะออกต่อคุณภาพซากของสุกรขุนเพศผู้.....40
4.2.3 ผลของการตอนด้วยเทคนิคภูมิคุ้มกันวิทยาและการตอนด้วยการผ่าอัณฑะออกต่อคุณภาพเนื้อของสุกรขุนเพศผู้.....42
4.2.4 ผลของการตอนด้วยเทคนิคภูมิคุ้มกันวิทยาและการตอนด้วยการผ่าอัณฑะออกต่อปริมาณสคาร์โทลและอินโดล ในเนื้อเยื่อไขมันของสุกรขุนเพศผู้.....44

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

บทที่ 5 สรุปและข้อเสนอแนะ.....46
5.1 สรุปผลการทดลอง.....46
5.2 ข้อเสนอแนะ.....47
บรรณานุกรม.....49
ภาคผนวก.....54
ภาคผนวก ก.....55
ภาคผนวก ข.....56
ประวัติผู้เขียน.....62

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่ **หน้า**

2.1 ค่าดัชนี LSQ และเกรดซากของสุกร.....15
2.2 สมรรถภาพการเจริญเติบโตของสุกรเพศผู้ที่ไม่ตอน สุกรเพศผู้ที่ตอนด้วยเทคนิคภูมิคุ้มกันวิทยา และสุกรเพศผู้ที่ตอนด้วยการผ่าอัณฑะออก……...……...20
2.3 เปอร์เซ็นต์ชิ้นส่วนจากการตัดแต่งของสุกรเพศผู้ที่ตอนด้วยการผ่าอัณฑะออก สุกรเพศผู้ที่ตอนด้วยเทคนิคภูมิคุ้มกันวิทยา สุกรเพศเมีย และสุกรเพศผู้…...…….21
2.4 ค่าความเป็นกรด-ด่างที่ 45 นาทีของกล้ามเนื้อ ค่าสีของเนื้อ และระดับไขมันแทรกในกล้ามเนื้อของสุกรเพศผู้ที่ตอนด้วยการผ่าอัณฑะออก สุกรเพศผู้ที่ตอนด้วยเทคนิคภูมิคุ้มกันวิทยา สุกรเพศเมีย และสุกรเพศผู้ที่ไม่ตอน.....22
2.5 ค่าการสูญเสียน้ำระหว่างการเก็บรักษา ค่าการสูญเสียน้ำระหว่างปรุงสุกและค่าแรงตัดผ่านเนื้อของสุกรเพศผู้ที่ตอนด้วยการผ่าอัณฑะออก สุกรเพศผู้ที่ตอนด้วยเทคนิคภูมิคุ้มกันวิทยา และสุกรเพศผู้ที่ไม่ตอน……23
2.6 ขนาดของอวัยวะสืบพันธุ์ และสารประกอบในไขมันที่ทำให้เกิดกลิ่นของสุกรเพศผู้ที่ตอนด้วยการผ่าอัณฑะออก สุกรเพศผู้ที่ตอนด้วยเทคนิคภูมิคุ้มกันวิทยาก่อนกำหนด สุกรเพศผู้ที่ตอนด้วยเทคนิคภูมิคุ้มกันวิทยาตามกำหนด และสุกรเพศผู้ที่ไม่ตอน.....24
4.1 เปอร์เซ็นต์ซากและเปอร์เซ็นต์ชิ้นส่วนที่ได้จากการตัดแต่งของสุกรเพศผู้ที่ตอนด้วยการผ่าอัณฑะออก และสุกรเพศผู้ที่ตอนด้วยเทคนิคภูมิคุ้มกันวิทยา……..…..35
4.2 จำนวนและร้อยละของซากในแต่ละเกรดซากเมื่อประเมินด้วยค่าดัชนี Lenden-Speck-Quotient (LSQ)……36
4.3 เปอร์เซ็นต์ความชื้นความชื้น และไขมันของสุกรเพศผู้ที่ตอนด้วยการผ่าอัณฑะออก และสุกรเพศผู้ที่ตอนด้วยเทคนิคภูมิคุ้มกันวิทยา……..…37
4.4 ค่าความเป็นกรด-ด่างภายหลังจากสัตว์ตายที่ 24 ชั่วโมงและค่าสีของกล้ามเนื้อสันนอกของสุกรเพศผู้ที่ตอนด้วยการผ่าอัณฑะออก และสุกรเพศผู้ที่ตอนด้วยเทคนิคภูมิคุ้มกันวิทยา…37
4.5 ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเส้นใยกล้ามเนื้อและความยาวซาร์โคเมียร์ของสุกรเพศผู้ที่ตอนด้วยการผ่าอัณฑะออก และสุกรเพศผู้ที่ตอนด้วยเทคนิคภูมิคุ้มกันวิทยา....38
4.6 ค่าการสูญเสียน้ำระหว่างการเก็บรักษา ค่าการสูญเสียน้ำระหว่างปรุงสุก และค่าแรงตัดผ่านเนื้อของสุกรเพศผู้ที่ตอนด้วยการผ่าอัณฑะออก และสุกรเพศผู้ที่ตอนด้วยเทคนิคภูมิคุ้มกันวิทยา….....39
4.7 สมรรถภาพการเจริญเติบโตของสุกรเพศผู้ที่ตอนด้วยการผ่าอัณฑะออก และสุกรเพศผู้ที่ตอนด้วยเทคนิคภูมิคุ้มกันวิทยา……..40

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่ **หน้า**

4.8 เปอร์เซ็นต์ซากและเปอร์เซ็นต์ชิ้นส่วนที่ได้จากการตัดแต่งของสุกรเพศผู้ที่ตอนด้วยการผ่าอัณฑะออก และสุกรเพศผู้ที่ตอนด้วยเทคนิคภูมิคุ้มกันวิทยา.....41
4.9 จำนวนและร้อยละของซากในแต่ละเกรดซากเมื่อประเมินด้วยค่าดัชนี Lenden-Speck-Quotient (LSQ).....42
4.10 ค่าความเป็นกรด-ด่างภายหลังจากสัตว์ตายที่ 24 ชั่วโมงและค่าสีของกล้ามเนื้อสันนอกของสุกรเพศผู้ที่ตอนด้วยการผ่าอัณฑะออก และสุกรเพศผู้ที่ตอนด้วยเทคนิคภูมิคุ้มกันวิทยา.....43
4.11 ค่าการสูญเสียน้ำหนักระหว่างการเก็บรักษา ค่าการสูญเสียน้ำระหว่างการทำละลาย ค่าการสูญเสียน้ำระหว่างปรุงสุก และค่าแรงตัดผ่านเนื้อของสุกรเพศผู้ที่ตอนด้วยการผ่าอัณฑะออก และสุกรเพศผู้ที่ตอนด้วยเทคนิคภูมิคุ้มกันวิทยา.....44
4.12 ปริมาณสคาร์โทลและอินโดลในเนื้อเยื่อไขมันของสุกรเพศผู้ที่ตอนด้วยการผ่าอัณฑะออก และสุกรเพศผู้ที่ตอนด้วยเทคนิคภูมิคุ้มกันวิทยา.....45

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

ภาพที่ **หน้า**

2.1 สุกรสายพันธุ์ต่างๆ ที่ใช้ในการผลิตสุกรขุน……5
2.2 สูตรโครงสร้างแอนโดรสตีโนน……7
2.3 กลไกการสังเคราะห์สเตียรอยด์ฮอร์โมน……8
2.4 (ก) สูตรโครงสร้างของสคาร์โทล (ข) สูตรโครงสร้างของอินโดล……9
2.5 กลไกการผลิตแอนโดรสตีโนนและสคาร์โทล……10
2.6 กลไกการสังเคราะห์และการสลายของแอนโดรสตีโนน……10
2.7 กลไกการสังเคราะห์และการสลายของสคาร์โทล……11
2.8 กลไกการทำงานของ Improvac® ……12
2.9 ตำแหน่งที่ใช้ในการวัดค่า LSQ……14
2.10 โครงสร้างกล้ามเนื้อ……16
2.11 ซาร์โคเมียร์……16
3.1 ชิ้นส่วนที่ได้จากการตัดแต่ง……27
3.2 การตัดแบ่งกล้ามสันนอกเพื่อใช้ในการศึกษาคุณภาพเนื้อ……27
3.3 การตัดแบ่งกล้ามสันนอกเพื่อใช้ในการศึกษาคุณภาพเนื้อ……31

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความสำคัญและที่มา

ปัญหาเรื่องกลิ่นสาบในเนื้อสุกรเพศผู้เกิดจากอิทธิพลของฮอร์โมนเพศหรือจากสารสเตียรอยด์ (steroid) ที่ผลิตจากอัณฑะ (testes) ได้แก่ แอนโดรสตีโนน (androstenone) ที่สร้างมาจากฮอร์โมนเทสโทสเตอโรน (testosterone) และสารประกอบอินทรีย์ เช่น สคาร์โทล (skatole) และอินโดล (indole) ที่เกิดจากการย่อยสลายของกรดอะมิโนทริปโตเฟน (tryptophan) โดยจุลินทรีย์ที่บริเวณลำไส้ใหญ่ (Claus *et al.* 1994) ซึ่งสารประกอบอินทรีย์ทั้งสองชนิดจะสะสมอยู่ในเนื้อเยื่อไขมันของสุกร (Brunius *et al.* 2011) วิธีการแก้ปัญหากลิ่นสาบในเนื้อสุกรเพศผู้ที่ผ่านมานิยมใช้การตอนด้วยการผ่าอัณฑะออก (surgical castration) เพื่อลดการสร้างฮอร์โมนเพศ อย่างไรก็ดีการตอนสุกรเพศผู้ด้วยการผ่าอัณฑะออกจะมีผลทำให้สุกรเกิดความเจ็บปวดและมีโอกาสติดเชื้อได้ง่าย (Prunier *et al.* 2006) นอกจากนี้การตอนสุกรด้วยการผ่าอัณฑะออกยังเป็นการปฏิบัติที่ขัดกับหลักสวัสดิภาพสัตว์ ซึ่งในปัจจุบันมีหลายประเทศให้ความสำคัญในเรื่องนี้มากยิ่งขึ้น โดยเฉพาะในกลุ่มสหภาพยุโรปที่มีข้อบังคับให้ใช้ยาชาเพื่อลดความเจ็บปวดในการตอนตั้งแต่ปี ค.ศ. 2012 และมีแนวคิดที่จะยกเลิกการตอนสุกรเพศผู้ด้วยการผ่าอัณฑะออกในปี ค.ศ. 2018 (Anonymous. 2015)

ดังนั้นนักวิจัยจึงได้ค้นคว้าหาวิธีการตอนสุกรเพื่อให้สัตว์เกิดความเจ็บปวดทรมานน้อยที่สุด วิธีการหนึ่งที่สำคัญ ได้แก่ การตอนสุกรเพศผู้โดยใช้หลักการทางภูมิคุ้มกันวิทยา (immunocastration) ซึ่งวัคซีนที่ใช้กับสัตว์จะชักนำให้เกิดการสร้างสารภูมิต้านทานจำเพาะต่อฮอร์โมนโกนาโดโทรปินรีรีสซิ่ง (gonadotrophin releasing hormone, GnRH) ส่งผลทำให้ร่างกายสัตว์ผลิตและหลั่งฮอร์โมนฟอลลิเคิลสติมิวเลติง (follicle stimulating hormone, FSH) และฮอร์โมนลูทิไนซิง (luteinizing hormone, LH) ลดลง การผลิตฮอร์โมนเทสโทสเตอโรน และแอนโดรสตีโนนจึงจะลดลงด้วย (สันติคม ศรีเจริญ และคณะ. 2556 ; Jaros *et al.* 2005) ในขณะที่ Dunshea *et al.* (2001) รายงานว่าการฉีดวัคซีนที่ใช้ในการตอนให้กับสุกร 2 ครั้ง ที่อายุ 16 และ 20 สัปดาห์ มีผลในการลดกลิ่นสาบในเนื้อสุกร ลดพฤติกรรมก้าวร้าว และลดพฤติกรรมทางเพศ นอกจากนี้ Schmoll *et al.* (2009) รายงานว่าสุกรที่ใช้วัคซีนในการตอน มีเปอร์เซ็นต์เนื้อแดงสูงกว่า และมีความหนาไขมันสันหลังต่ำกว่าสุกรเพศผู้ที่ตอนด้วยการผ่าอัณฑะออก

การทดลองนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของการการตอนด้วยเทคนิคภูมิคุ้มกันวิทยาต่อสมรรถภาพการเจริญเติบโต คุณภาพซาก คุณภาพเนื้อ และกลิ่นสาบสุกรเพศผู้ ของสุกรขุนลูกผสมที่มีการเลี้ยงในประเทศไทยโดยจะทำการเปรียบเทียบกับสุกรเพศผู้ที่ตอนด้วยการผ่าอัณฑะออก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.2 ความมุ่งหมายและวัตถุประสงค์

ศึกษาผลของการตอนด้วยเทคนิคภูมิคุ้มกันวิทยาต่อสมรรถภาพการเจริญเติบโต คุณภาพซาก คุณภาพเนื้อ และปริมาณสคาร์โทลและอินโดล เปรียบเทียบกับการตอนด้วยการผ่าอัณฑะออกในสุกรขุนเพศผู้

1.3 สถานที่ดำเนินการ

1.3.1 โรงฆ่าสัตว์บริษัทสามพรานสลอเทอร์เฮ้าส์ จำกัด อำเภอสามพราน จังหวัดนครปฐม

1.3.2 ศูนย์วิจัยและบำรุงพันธุ์สัตว์นครราชสีมา อำเภอปากช่อง จังหวัดนครราชสีมา

1.3.3 ห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เนื้อสัตว์ ศูนย์เครือข่ายการวิจัยเทคโนโลยีเนื้อสัตว์ ภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตสัตว์และประมง คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

1.3.4 ห้องปฏิบัติการโภชนศาสตร์สัตว์ ภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตสัตว์และประมง คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

1.3.5 ห้องปฏิบัติการโภชนศาสตร์สัตว์ ภาควิชาครุศาสตร์เกษตร คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

1.4 ขั้นตอนการศึกษา

การศึกษาผลของการตอนด้วยเทคนิคภูมิคุ้มกันวิทยาเปรียบเทียบกับการตอนด้วยการผ่าอัณฑะออกในสุกรขุนเพศผู้ โดยแบ่งออกเป็น 2 การทดลอง ดังนี้

การทดลองที่ 1 ศึกษาผลของการตอนด้วยเทคนิคภูมิคุ้มกันวิทยาเปรียบเทียบกับการตอนด้วยการผ่าอัณฑะออกต่อคุณภาพซากและคุณภาพเนื้อของสุกรขุนเพศผู้

การทดลองที่ 2 ศึกษาผลของการตอนด้วยเทคนิคภูมิคุ้มกันวิทยาเปรียบเทียบกับการตอนด้วยการผ่าอัณฑะออกต่อสมรรถภาพการเจริญเติบโต คุณภาพซาก คุณภาพเนื้อ และปริมาณสคาร์โทลและอินโดลของสุกรขุนเพศผู้

1.5 ระยะเวลาการดำเนินงานวิจัย

ใช้เวลาในการดำเนินการวิจัยและสรุปผลเป็นระยะเวลา 24 เดือน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

ทราบถึงผลของการตอนสุกรขุนเพศผู้ด้วยเทคนิคภูมิคุ้มกันวิทยาต่อสมรรถภาพการเจริญเติบโต คุณภาพซาก คุณภาพเนื้อ และปริมาณสคาร์โทลและอินโดล เปรียบเทียบกับการตอนสุกรเพศผู้ด้วยการผ่าอัณฑะออก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 การผลิตสุกรขุน

การผลิตสุกรขุนนั้นปัจจัยที่มีบทบาทต่อต้นทุนการผลิตและคุณภาพซาก ได้แก่ พันธุ์สุกร สุกรที่จะนำมาเลี้ยงเป็นสุกรขุนได้ดีจะต้องมีอัตราเจริญเติบโตดี ประสิทธิภาพการใช้อาหารสูง ใช้ระยะเวลาในการเลี้ยงสั้น และที่สำคัญคือต้องมีคุณภาพซากดีด้วย (วันดี ทาตระกูล. 2546) การสร้างสุกรขุนสามสายเลือดนั้นมักจะใช้ลูกผสมระหว่างสุกรพันธุ์แลนด์เรซกับพันธุ์ลาร์จไวท์เป็นสายแม่พันธุ์ที่มีสมรรถนะการผลิตสูง ให้ลูกดก เลี้ยงลูกเก่ง มีความเป็นแม่ที่ดี หลังจากนั้นจึงนำมาผสมกับพ่อพันธุ์สุกรที่โตเร็ว ให้ปริมาณเนื้อแดงมาก เช่น สุกรพันธุ์ดูร็อค จะได้สุกรลูกผสมสามสายพันธุ์ที่เกิดจากการรวมพันธุกรรมของสุกรพ่อพันธุ์และแม่พันธุ์เพื่อใช้เป็นสุกรขุนต่อไป พันธุ์สุกรที่สำคัญที่นิยมใช้ในการผลิตสุกรขุนลูกผสม (รณชัย สิทธิไกรพงษ์. 2540 ; Wiseman. 1992) ได้แก่

1) สุกรพันธุ์ลาร์จไวท์ (Large White)

สุกรพันธุ์ลาร์จไวท์เป็นสุกรที่มีชื่อเสียงซึ่งนิยมเลี้ยงกันมากที่สุดในหลาย ๆ ประเทศ รวมถึงในประเทศไทย เป็นสุกรที่มีรูปร่างใหญ่ มีผิวขาวตลอดทั้งตัว ลักษณะหัวมีขนาดโตปานกลาง ใบหูตั้ง ลำตัวยาวลึก หลังและบริเวณเอวแคบ ไหล่หนาแข็งแรง จุดเด่นของสุกรพันธุ์นี้คือ เลี้ยงง่าย และยังปรับตัวเข้ากับสภาพแวดล้อมของประเทศไทยได้เป็นอย่างดี ตัวเมียสามารถให้ลูกดก เลี้ยงลูกเก่ง และให้ลูกทนถึง 8-10 ครอก มีการเจริญเติบโตเร็ว ประสิทธิภาพในการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อสูง ตัวเมียหนึ่งตัวให้ลูกได้ 10-15 ตัว สามารถเติบโตได้วันละประมาณ 700 กรัม ระยะเวลาในการเลี้ยงอยู่ที่ประมาณ 5-6 เดือน ซากที่ได้ก็มีคุณภาพดี มันน้อย เนื้อแดงมาก มันใต้ผิวหนังบาง สามชั้นพอเหมาะ ซึ่งถือเป็นสิ่งที่ผู้บริโภคต้องการมาก เนื่องด้วยคุณสมบัติดังกล่าวสุกรพันธุ์นี้จึงนิยมนำมาเป็นพ่อแม่พันธุ์สำหรับผลิตสุกรพันธุ์ลูกผสมเลี้ยงเป็นสุกรขุนส่งตลาด

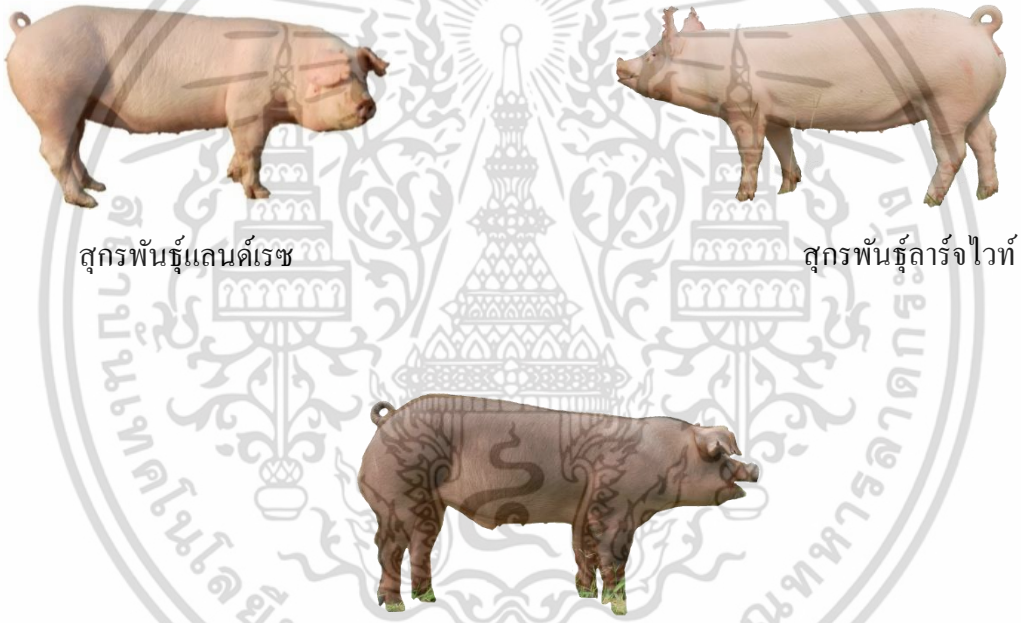
2) สุกรพันธุ์แลนด์เรซ (Landrace)

สุกรพันธุ์แลนด์เรซเป็นอีกสายพันธุ์หนึ่งที่นิยมเลี้ยงอยู่ในหลาย ๆ ประเทศ ลักษณะประจำพันธุ์คือ ลำตัวยาวหลังตรง หูปรกยาว หัวเล็กใบหน้าแคบ ขาสั้นค่อนข้างอ่อน ลำตัวสีขาว สะโพกหนา ให้เนื้อเบคอนค่อนข้างดี สุกรพันธุ์นี้เป็นสุกรที่มีสีขาวตลอดทั้งตัวเหมือนกันกับพันธุ์ลาร์จไวท์ แต่ใบหูมีขนาดที่ใหญ่กว่าคือ หูปรก รับกับใบหน้า ถือเป็นสุกรพันธุ์ที่มีลำตัวยาวกว่าพันธุ์อื่น ๆ เนื่องจากมีซี่โครงมากกว่าสุกรพันธุ์อื่น 1-2 คู่ ส่วนในตัวเมียจะให้ลูกดกพอประมาณ คือ 10-12 ตัว สุกรพันธุ์แลนด์เรซนับได้ว่ามีการเจริญเติบโตเร็ว มีอัตราการแลกเนื้อค่อนข้างดี และให้คุณภาพซากที่ดี เนื้อแดงสูง มีมันน้อย เหมือนกับพันธุ์ลาร์จไวท์ แต่ข้อเสียคือ กระดูกส่วนขาค่อนข้างเล็กและส่งผลทำให้มีปัญหาเกี่ยวกับขาหรือข้อเท้าอยู่เสมอ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3) สุกรพันธุ์ดูร็อค (Duroc)

เป็นพันธุ์สุกรพื้นเมืองของประเทศสหรัฐอเมริกา ลักษณะลำตัวจะเป็นสีแดง โดยที่รัฐนิวยอร์คจะเรียกพันธุ์สุกรที่ปรับปรุงขึ้นใหม่นี้ว่าพันธุ์ดูร็อค ส่วนที่รัฐนิวเจอร์ซี่งเรียกว่าพันธุ์เจอร์ซี่แดง และเวลาต่อมาจึงเรียกรวมกันว่าพันธุ์ดูร็อคเจอร์ซี่ จนถึงปัจจุบันนี้ลักษณะประจำของพันธุ์นี้คือ ลำตัวสีแดงเข้ม ใบหูเล็กกึ่งตั้ง กึ่งปรกลำตัวสั้น สันหลังโค้งหนา ใบหน้าสั้น ข้อเสียคือ ให้ลูกน้อย และมีไขมันค่อนข้างมาก แต่ทนต่อสภาพแวดล้อมได้ค่อนข้างดีสุกรพันธุ์นี้นิยมเรียกสั้นๆ ว่า พันธุ์ดูร็อค เป็นสุกรที่มีการผันแปรของสีจากสีน้ำตาลเข้มลงมาจนถึงน้ำตาลอ่อนจนใกล้เคียงกับสีทอง มีใบหูตั้งเฉียงไปข้างหน้าและขนาดเล็ก ปลายใบหูพับปรกเล็กน้อย หน้ายาว หัวมีขนาดกลาง สะโพกกลมใหญ่เด่นชัด และมีคุณภาพซากดี จึงถือเป็นสุกรพันธุ์เนื้อสายพันธุ์หนึ่งที่ดูแข็งแรงและมีลำตัวที่หนาและหลังโค้งมากกว่าสุกรพันธุ์ลาร์จไวท์และแลนด์เรซ



สุกรพันธุ์แลนด์เรซ สุกรพันธุ์ลาร์จไวท์

สุกรพันธุ์ดูร็อค

ภาพที่ 2.1 สุกรสายพันธุ์ต่างๆ ที่นิยมใช้ในการผลิตสุกรขุน

ที่มา : Anonymous. (2016a)

2.2 การตอน (castration)

การตอน หมายถึง การตัดเอาลูกอัณฑะออก หรือการทำให้ลูกอัณฑะไม่สามารถทำงานได้ตามปกติ หรือการทำให้อัณฑะค่อยๆ ฝ่อลีบ โดยการทำให้เส้นเลือดที่ไปเลี้ยงอัณฑะตีบตันจนเลือดไม่สามารถส่งไปเลี้ยงลูกอัณฑะได้ หรือการดันให้อัณฑะเข้าไปอยู่ในช่องท้อง ทำให้อัณฑะไม่สามารถผลิตเชื้ออสุจิได้ เนื่องจากอุณหภูมิในร่างกายสูงไม่เหมาะสมที่อัณฑะจะสร้างอสุจิ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การตอนสุกรมีวัตถุประสงค์เพื่อทำให้สามารถเลี้ยงสุกรขุนตัวเมียและตัวผู้ในคอกเดียวกันได้ นอกจากนี้ยังช่วยจำกัดไม่ให้สุกรที่มีลักษณะไม่ดีได้แพร่พันธุ์ และวัตถุประสงค์สำคัญคือช่วยกำจัดกลิ่นเพศผู้ (boar taint) ในซากสุกร เนื่องจากอิทธิพลของฮอร์โมนเพศผู้จำพวกสเตียรอยด์ชนิดที่ละลายได้ในไขมัน ซึ่งเป็นอนุพันธ์ของฮอร์โมนเพศผู้แทรกอยู่ตามกล้ามเนื้อ กลิ่นเหม็นนี้คล้ายปัสสาวะ (urine-like smell) กลิ่นนี้จะไม่ระเหยออกมาจากเนื้อ ถ้าอุณหภูมิที่ใช้ปรุงอาหารต่ำกว่าจุดเดือด แต่มีรายงานพบว่าแม่สุกรนาง สุกรสาว และสุกรเพศผู้ที่ตอนแล้ว อาจมีกลิ่นสาบในเนื้อได้เล็กน้อย โดยกลิ่นในเนื้อของสุกรเพศเมียและเพศผู้ตอนมาจากฮอร์โมนเพศที่ผลิตจากต่อมหมวกไต การตอนโดยการตัดเอาลูกอัณฑะออกเหมาะสมในการตอนสุกรตั้งแต่อายุไม่กี่วันจนถึงก่อนหย่านม แต่ที่นิยมตอนที่อายุประมาณ 1 สัปดาห์ ทั้งนี้เพราะสะดวกในการจับบังคับสุกร บาดแผลเล็ก เชื้อโรคแพร่เข้าไปในบาดแผลได้น้อยกว่า แผลจะหายเร็วกว่า และอาการเครียดน้อย (ประไพพรรณ สิทธิกูล. 2546)

ฮอร์โมนในสุกรเพศผู้ที่โตเต็มวัยที่มีความสำคัญ 3 ชนิด ได้แก่ ลูทิไนซิ่งฮอร์โมน (luteinizing hormone) ฟอลลิเคิล สติมูเลติ้งฮอร์โมน (follicle stimulating hormone) ที่ผลิตจากต่อมใต้สมองส่วนหน้า และฮอร์โมนเทสโตสเตอโรน (testosterone) ที่ผลิตจากเลดิกเซลล์ (leydig cells) ในลูกอัณฑะ โดยปกติแล้วลูกอัณฑะจะผลิตฮอร์โมนอีกหลายตัว เช่น เอสโตรเจน (estrogen) แอนโดรสเตอนีไดโอน (androstenedione) แต่ฮอร์โมนเทสโตสเตอโรน เป็นฮอร์โมนที่มีบทบาทมากที่สุด มีหน้าที่หลักเกี่ยวกับการสร้างตัวอสุจิในท่อเซมินิเฟอรัส (seminiferous tubule) แล้วยังมีหน้าที่อื่นๆ อีก เช่น ช่วยยืดอายุตัวอสุจิในท่ออิพิไดมิส (epididymis) ทำให้ลูกอัณฑะและต่อมน้ำเลี้ยงเชื้อเจริญเติบโตและมีการผลิตเชื้ออสุจิ ทำให้มีพฤติกรรมทางเพศ เช่น ความกำหนัด ความสนใจสุกรเพศเมีย ทำให้มีลักษณะเพศผู้ เช่น ขน กระดูกแข็งแรง เป็นต้น ฮอร์โมนเทสโตสเตอโรนที่ผลิตได้เมื่อหลั่งออกมาจะไม่ถูกเก็บสะสม จะถูกใช้หมดหรือถูกทำลายในตับและถูกกรองผ่านปัสสาวะและอุจจาระขับออกนอกร่างกาย (วันดี ทาตระกูล. 2546)

ยุทธพล เทียมสุวรรณ (2556) กล่าวว่าสุกรเพศผู้จะมีเปอร์เซ็นต์เนื้อแดงที่สูงกว่าเพศเมีย และเพศผู้ตอนที่น้ำหนักเท่ากัน ทั้งนี้เนื่องมาจากฮอร์โมนเทสโทสเตอโรนในเพศผู้มีฤทธิ์กระตุ้นการสร้างกล้ามเนื้อ กระดูก และช่วยเผาผลาญไขมัน ส่วนเพศเมียและเพศผู้ตอนจะอยู่ภายใต้อิทธิพลของฮอร์โมนเอสโตรเจนและโปรเจสเตอโรนที่มีฤทธิ์กระตุ้นความอยากอาหารทำให้อัตราการเจริญเติบโตเพิ่มขึ้น แต่เป็นการสะสมไขมันมากกว่ากล้ามเนื้อ สุกรเพศผู้ตอนจะมีไขมันมากกว่าเพศเมีย 10 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่สุกรเพศผู้ปกติจะมีไขมันน้อยกว่าเพศเมีย 10 เปอร์เซ็นต์ โดยปกติจะไม่ค่อยพบความแตกต่างระหว่างเพศเมื่อสุกรน้ำหนักน้อยกว่า 40 – 45 กิโลกรัม แต่จะเริ่มชัดเจนที่สุดเมื่อน้ำหนักมากกว่า 70 กิโลกรัม จึงมีความจำเป็นต้องใช้การจัดการด้านโภชนาการและอาหารที่แตกต่างกัน หน้าที่ของฮอร์โมนที่เกี่ยวข้องกับระบบสืบพันธุ์ดังแสดงในตารางผนวกที่ 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

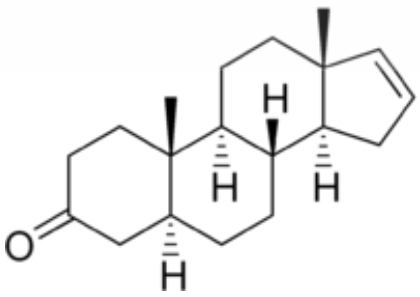
อย่างไรก็ดีการตอนโดยตัดเอาลูกอัณฑะออกทำให้สุกรเกิดความเจ็บปวด และยังส่งผลกระทบต่อความรู้สึกด้านสวัสดิภาพสัตว์ ดังนั้นนักวิจัยจึงได้ค้นคว้าหาวิธีการตอนสุกรเพื่อให้สัตว์เกิดความเจ็บปวดทรมานน้อยที่สุด วิธีการหนึ่งที่สำคัญได้แก่ การใช้หลักการทางภูมิคุ้มกันวิทยา (immunology) โดยการตอนสุกรเพศผู้ด้วยการทำวัคซีน (immunocastration) ซึ่งวัคซีนที่ใช้ในการตอนสัตว์จะชักนำให้เกิดการสร้างสารภูมิต้านทานจำเพาะต่อโกนาโดโทรปินรีรีสซิ่งฮอร์โมน (gonadotrophin releasing hormone, GnRH) ส่งผลทำให้ร่างกายสัตว์ลดการผลิตและการหลั่งฟอลลิเคิลสติมิวเลติงฮอร์โมนและลูทิไนซิงฮอร์โมน มีผลทำให้การผลิตฮอร์โมนเทสโทสเตอโรนและแอนโดรสตีโนนลดลงตามไปด้วย (สันติคม ศรีเจริญ และคณะ. 2556 ; Jaros *et al*. 2005)

2.3 กลิ่นในสุกรเพศผู้

2.3.1 สารประกอบที่ทำให้เกิดกลิ่นในสุกร

สารประกอบที่ทำให้เกิดกลิ่นในสุกร ซึ่งกลิ่นนี้เกิดขึ้นแล้วจะถูกขับออกทางเหงื่อและน้ำลายในสุกรเพศผู้โดยสร้างขึ้นจากลูกอัณฑะ ได้แก่

1) แอนโดรสตีโนน (5 α-androst-16-ene-3-one) มีสูตรโครงสร้างดังแสดงในภาพที่ 2.2 เกิดจากการสังเคราะห์โดยเลย์ดิกเซลล์ภายในอัณฑะ แอนโดรสตีโนนเป็นสารสเตียรอยด์ที่มีผลต่อการเจริญเติบโตและทำหน้าที่เป็นฟีโรโมน เมื่อสุกรมีน้ำหนักตัวและอายุเพิ่มขึ้นจะส่งผลให้เกิดการสะสมแอนโดรสตีโนนในเนื้อเยื่อไขมันในร่างกายเพิ่มขึ้น จึงทำให้เกิดกลิ่นสาบในเนื้อสุกรเพศผู้ ดังนั้นในอุตสาหกรรมการเลี้ยงสุกรจึงนิยมตอนสุกรและนำสุกรส่งโรงฆ่าที่น้ำหนักตัวประมาณ 100 กิโลกรัม เพื่อลดปัญหากลิ่นสาบจากแอนโดรสตีโนน Chen *et al.* (2007) พบว่าในเนื้อสุกรจะมีแอนโดรสตีโนนในปริมาณที่สูงกว่าสเตียรอยด์ตัวอื่นๆ ในขณะที่ Xue and Dial (1997) รายงานว่าค่าครึ่งชีวิต (half-life) หรือระยะเวลาที่เสื่อมสลายลงไปเองตามธรรมชาติ หรือจากกลไกการกำจัดออกจากร่างกาย เช่น ทางไตหรือตับ จนเหลือปริมาณครึ่งหนึ่งนับจากจุดเริ่มต้นของแอนโดรสตีโนนมีระยะเวลาประมาณ 4-14 วัน ทั้งนี้ สมจิต พิชิตภารตะพงษ์ และคณะ (2544) อ้างจาก Malmfors and Lundström (1983) ระบุว่าการยอมรับเนื้อสุกรเพศผู้ไม่ตอนในสหภาพยุโรปต้องมีน้ำหนักซากไม่เกิน 80 กิโลกรัม และระดับ Androstenone ไม่เกิน 0.5 ppm



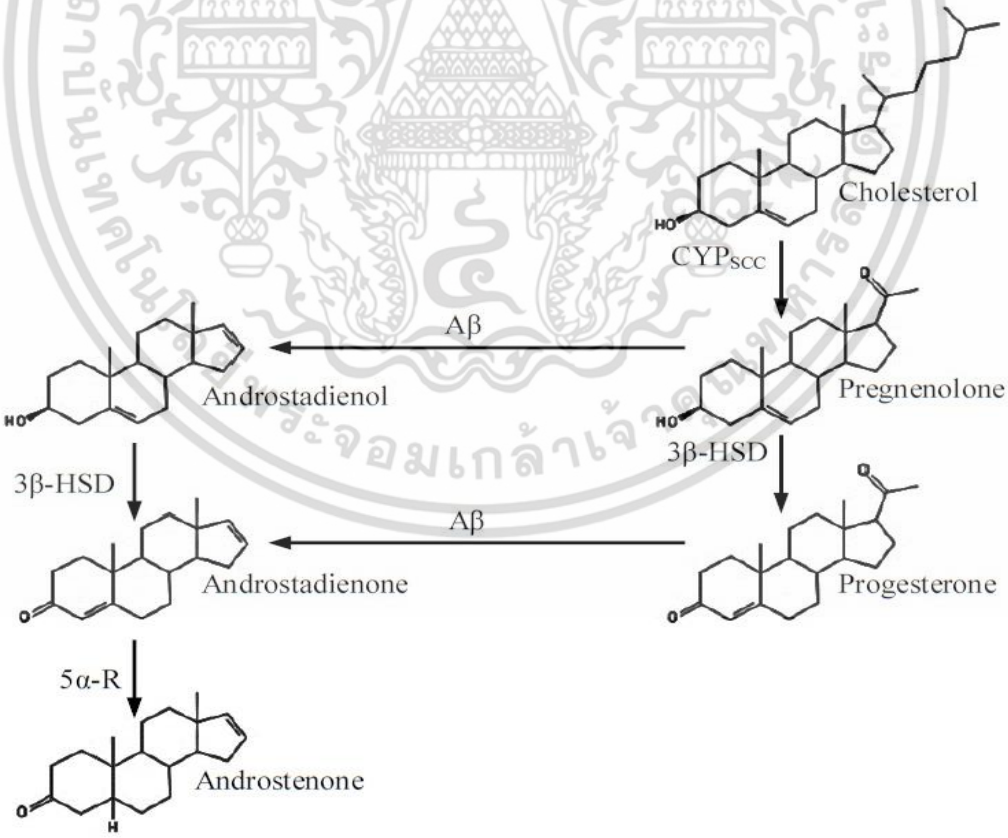
ภาพที่ 2.2 สูตรโครงสร้างแอนโดรสตีโนน

ที่มา : Di natale *et al*. (2003)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สเตียรอยด์ทุกตัวมีการสังเคราะห์จากคอเลสเตอรอล และมีลักษณะโครงสร้างที่คล้ายกันมาก นอกจากนี้การสังเคราะห์ส่วนใหญ่จะเกิดจากเอนไซม์ cytochrome P450 (CYP) (ภาพที่ 2.3) โดยขั้นตอนแรกจะเปลี่ยนคอเลสเตอรอลเป็นเพรกนิโนโลนโดยมีเอนไซม์ P450 (CYP) หรือ CYP11A1 เข้ามาเกี่ยวข้อง เกิดขึ้นในไมโตรคอนเดรีย เพรกนิโนโลนจะถูกส่งไปที่เอ็นโดพลาสมิกเรติคิวลัม และเปลี่ยนเป็น progesterone, 17α-hydroxypregnenolone, หรือ 5,6-androstadien-3β-ol (androstadienol) ทั้งเพรกนิโนโลนและโพรเจสเทอโรนเป็นสารตั้งต้นของสเตียรอยด์ฮอร์โมน คอร์ติโคสตีรอยด์ แอนโดรเจน และเอสโตรเจน รวมทั้ง 16-androstene ทั้งนี้แอนโดรเจน และเอสโตรเจนเป็นฮอร์โมนจำเป็นสำหรับการสร้างอสุจิ และการแสดงพฤติกรรมทางเพศ รวมทั้งการสร้างเนื้อแดง ทำให้สุกรเพศผู้ที่ไม่ตอนคุณภาพซากดีกว่าสุกรเพศผู้ที่ตอน

เทสโทสเตอโรนเป็นแอนโดรเจนหลักในเพศผู้สามารถสังเคราะห์ได้ 2 ทาง คือ 1) 17α-hydroxyprogesterone จะถูกเปลี่ยนเป็น androstenedione โดย CYP17 ซึ่งจะเปลี่ยนแปลงเป็นเทสโทสเตอโรน โดยรีดักชั่น กลุ่มคีโต C-17 ให้กับ hydroxyl และ 2) การออกซิเดชั่น 17α-hydroxypregnenolone เป็น dehydroepiandrosterone (DHEA) โดย CYP17 หลังจากการผ่านออกซิเดชั่น และเปลี่ยนโครงสร้าง (isomerization) จะได้ผลผลิตเป็น androstenedinone หรือ androstenediol และ CYP19A มีหน้าที่เปลี่ยนเทสโทสเตอโรนเป็นเอสตร้าไดออล



ภาพที่ 2.3 กลไกการสังเคราะห์สเตียรอยด์ฮอร์โมน

ที่มา : ดัดแปลงจาก Laderoute (2015)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ส่วนเพรกนิโนโลนเปลี่ยนเป็น 16-androstene ได้ 2 ทาง คือ 1) เพรกนิโนโลนถูกเปลี่ยนเป็น progesterone และจะเปลี่ยนเป็น androsta-4,16-dien-3-one (androstadienone) หลังจากนั้นจะถูกเผาผลาญเป็น androsterone โดยเอนไซม์ 5α-reductase และจะถูกเปลี่ยนเป็น 5α-androst-16-en-3α-ol (3α-androstenol) และ 5α-androst-16-en-3β-ol (3β -androstenol) ตามลำดับ และ 2) pregnenolone จะเปลี่ยนแปลงเป็น androsta-5,16-dien-3β-ol (androstadienol) โดยเอนไซม์ andien-β-synthetase (Aβ) หลังจากนั้น androstadienol จะเปลี่ยนแปลงต่อเป็น androstadienone โดย 3β-hydroxysteroid dehydrogenation และ เปลี่ยนโครงสร้าง (isomerization) ของพันธะคู่จาก B ring เป็น A ring เอนไซม์ Aβ มีหน้าที่ผลิต 16-androstene รวมทั้ง CYP17 และ cytochrome b5 (CYB5) โดย CYB5 มีความสำคัญในการสังเคราะห์แอนโดรสตีโนน และในสุกรที่มี CYB5 สูง จะทำให้ระดับของแอนโดรสตีโนนสูงในไขมัน นอกจากนี้ยังพบ a single nucleotide polymorphism (SNP) ที่ไม่มีการเปลี่ยนแปลงของยีนส์ CYB5 ซึ่งเกี่ยวของกับระดับไขมันที่ต่ำของ แอนโดรสตีโนนในสุกร (Laderoute. 2015)

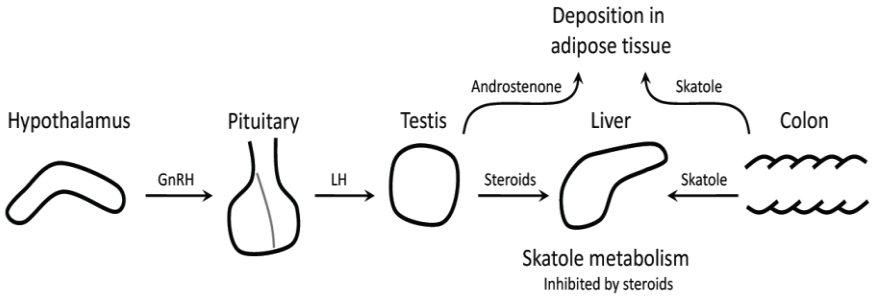
2) สคาร์โทล (skatole หรือ 3-methylindole) และอินโดล (indole หรือ 2,3-benzopyrrole) มีสูตรโครงสร้างดังแสดงในภาพที่ 2.4 เป็นสารประกอบอินทรีย์ที่เกิดขึ้นจากการย่อยสลายของกรดอะมิโนทริปโตเฟนโดยจุลินทรีย์แลคโตบาซิลลัส (*Lactobacillus* spp.) ในลำไส้ใหญ่ บางส่วนจะถูกดูดซึมผ่านผนังเยื่อบุลำไส้และเกิดการเผาผลาญในตับ ส่วนที่ไม่ถูกเผาผลาญจะไปสะสมในเนื้อเยื่อไขมันและทำให้เกิดกลิ่นในสุกรเพศผู้ Chen *et al.* (2007) รายงานว่าอาหารที่มีโปรตีนสูงมีผลต่อการสะสมของสคาร์โทลและอินโดล ในขณะที่ค่าครึ่งชีวิตเมื่อสคาร์โทลอยู่ในกระแสเลือดจะมีระยะเวลาประมาณ 60 นาที และเมื่ออยู่ในเนื้อเยื่อไขมันมีระยะเวลา 11 ชั่วโมง (Xue and Dial. 1997) ทั้งนี้ สมจิต พิชิตภารตะพงษ์ และคณะ (2544) อ้างจาก Malmfors and Lundström (1983) ระบุว่าการยอมรับเนื้อสุกรเพศผู้ไม่ตอนในสหภาพยุโรปต้องมีน้ำหนักซากไม่เกิน 80 กิโลกรัม และระดับ Skatole ไม่เกิน 0.25 ppm ทั้งนี้กลไกการผลิตแอนโดรสตีโนนและสคาร์โทลแสดงในภาพที่ 2.5

(ก) **(ข)**

ภาพที่ 2.4 (ก) สูตรโครงสร้างของสคาร์โทล และ (ข) สูตรโครงสร้างของอินโดล

ที่มา : Deslandes *et al.* (2001); Luo *et al.* (2014)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



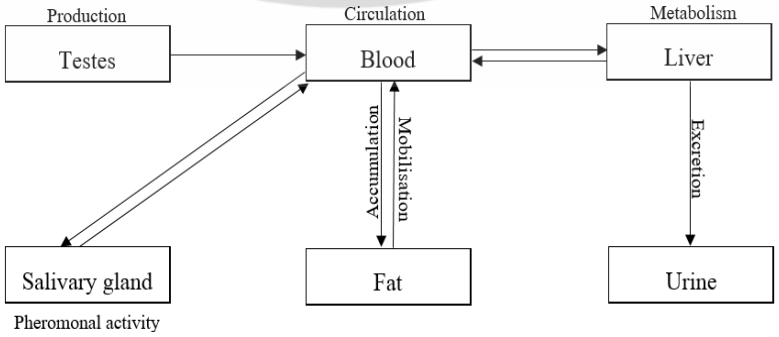
ภาพที่ 2.5 กลไกการผลิตแอนโดรสตีโนนและสคาร์โทล

ที่มา : Brunius (2011)

2.3.2 การเผาผลาญแอนโดรสตีโนน สคาร์โทล และอินโดลในร่างกาย

แอนโดรสตีโนนเกิดจากการสร้างภายในอัณฑะและส่งผ่านไปยังตับโดยการเข้าระบบไหลเวียนเลือด การเผาเผลาญจะเกิดขึ้นในไตและตับ (ภาพที่ 2.6) แบ่งออกเป็น 2 ระยะ คือ ระยะที่ 1 การออกซิเดชั่น เผาผลาญ และการไฮโดรไลซ์ และระยะที่ 2 การคอนจูเกตให้มีคุณสมบัติชอบน้ำ (hydrophilic) และขับออกจากร่างกายในรูปของยูเรีย โดยมี hydroxysteroid dehydrogenases (HSDs) short-chain dehydrogenase/reductase (SDR) และ al-do-keto reductase (AKR) เป็นเอนไซม์ที่เกี่ยวข้อง (Laderoute. 2015)

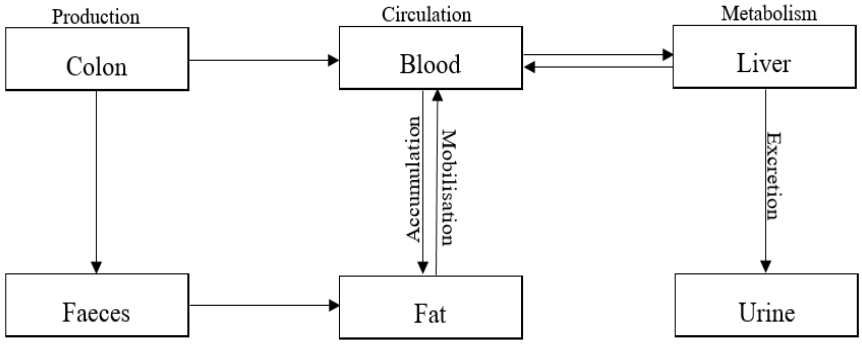
สคาร์โทลจะขนส่งโดยผ่านกระแสเลือดไปที่ตับ (ภาพที่ 2.7) การเผาผลาญสคาร์โทลจะมีเอนไซม์จำเพาะสองตัว CYP2E1 และ CYP2A ตามลำดับในการเผาผลาญ และ เอนไซม์ SULT1A1 (sulfotransferase) และ UGT (Uridine -diphospho-glucuronosyltransferase) เพื่อทำให้มีคุณสมบัติชอบน้ำ (hydrophilic) อินโดลจะถูกดูดซึมในลำไส้ใหญ่ส่วนปลายหรือทวารหนัก โดยส่งผ่านมายังตับโดยทางหลอดเลือด และเข้าสู่ระบบกระแสเลือด จะถูกทำให้เสื่อมสภาพในตับ การเสื่อมคุณภาพของอินโดล จะแบ่งเป็น 2 ระยะ คือ ระยะที่ 1 การออกซิเดชั่นและเผาผลาญ และระยะที่ 2 การเผาผลาญและการคอนจูเกต เกิดขึ้นโดยมีเอนไซม์ Cytochrome P450 มาเกี่ยวข้อง และขับออกจากร่างกายในรูปของยูเรีย (Wesoly and Weiler. 2012)



ภาพที่ 2.6 กลไกการสังเคราะห์และการสลายของแอนโดรสตีโนน

ที่มา : Brunius (2011)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2.7 กลไกการสังเคราะห์และการสลายของสคาร์โทล

ที่มา : Brunius (2011)

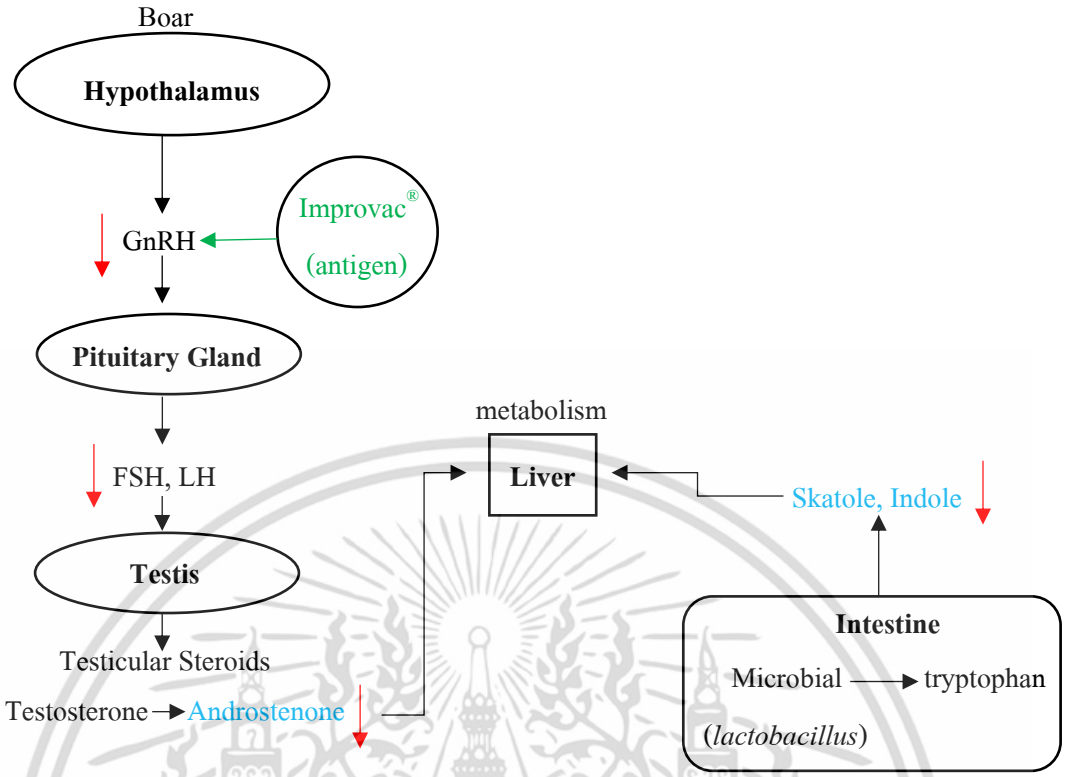
2.4 วัคซีนที่ใช้ในการตอนสุกร

วัคซีนที่ใช้ในการตอนสุกรมีการผลิตและพัฒนาขึ้นในประเทศออสเตรเลียและมีการใช้ในประเทศนิวซีแลนด์ตั้งแต่ปี ค.ศ. 1998 วัคซีนที่มีการผลิตเชิงการค้าและมีการใช้งานอยู่ในปัจจุบัน คือ Improvac® ได้รับการอนุมัติให้ใช้งานในกว่า 50 ประเทศ วัคซีนนี้มีประสิทธิภาพช่วยลดการเกิดกลิ่นสาปของสุกรเพศผู้ โดยลดปริมาณแอนโดรสตีโนนและสคาร์โทลโดยไม่ต้องผ่าเอาอัณฑะออก นอกจากจะช่วยให้สุกรมีการเจริญเติบโตที่ดีขึ้น ยังเป็นการหลีกเลี่ยงปัญหาสวัสดิภาพสัตว์ที่ทำให้สัตว์เกิดความเจ็บปวดและความเครียดจากการตอนโดยการตัดอัณฑะ นอกจากนี้ยังช่วยลดพฤติกรรมก้าวร้าวในสุกรเพศผู้ การตอนสุกรด้วยวัคซีนจะทำการฉีดวัคซีนสองครั้ง ฉีดเข็มแรกเมื่อสุกรมีอายุประมาณ 88 วัน และเข็มที่สองเมื่อสุกรมีอายุประมาณ 172 วัน (Font-i-Furnols *et al.* 2012) วัคซีนจะไปกระตุ้นระบบภูมิคุ้มกันในการผลิตแอนติบอดีที่เฉพาะเจาะจงกับโกนาโดโทรปินรีรีสซิ่งฮอร์โมน เป็นการชั่วคราวซึ่งจะยับยั้งการทำงานของอัณฑะทำให้การสร้างฮอร์โมนเพศผู้และสารแอนโดรสตีโนนที่ทำให้เนื้อสุกรมีกลิ่นสาบลดลง (Pfizer. 2009)

กลไกการทำงานของวัคซีนที่ใช้ในการตอนสุกร

สันติคม ศรีเจริญ และคณะ (2556) กล่าวว่าการสร้างภูมิคุ้มกัน (immunogen) โดยการฉีดแอนติเจนสังเคราะห์ลักษณะคล้ายโกนาโดโทรปินรีรีสซิ่งฮอร์โมนให้กับสุกรเมื่ออายุ 16 และ 20 สัปดาห์ในสุกรเพศผู้โดยการฉีดเข้าใต้ผิวหนังจะชักนำให้เกิดการสร้างภูมิต้านทานที่จำเพาะต่อโกนาโดโทรปินรีรีสซิ่งฮอร์โมน โดยแอนติบอดี้จะไปจับและทำลายโกนาโดโทรปินรีรีสซิ่งฮอร์โมนที่หลั่งจากต่อมไฮโปทาลามัส ทำให้มีปริมาณโกนาโดโทรปินรีรีสซิ่งฮอร์โมนที่จะไปกระตุ้นต่อมใต้สมองส่วนหน้าลดลงจึงทำให้มีการสร้างและหลั่งฟอลลิเคิลสติมิวเลติงฮอร์โมนและลูทิไนซิงฮอร์โมนลดลง อัณฑะไม่พัฒนาการผลิตฮอร์โมนเทสโทสเตอโรน มีผลทำให้กลิ่นสาปในเนื้อและไขมันสุกรลดลง (ภาพที่ 2.8)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2.8 กลไกการทำงานของ Improvac®

ที่มา: ดัดแปลงจาก Pfizer (2009)

2.5 การประเมินสมรรถภาพการผลิต

2.5.1 อัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวัน (Average Daily Gain; ADG)

รณชัย สิทธิไกรพงษ์ (2540); วันดี ทาตระกูล (2546) อธิบายว่าการวัดอัตราการเจริญเติบโตเป็นการประเมินสมรรถภาพการผลิตที่มีประสิทธิภาพในสุกรทุกระยะตั้งแต่แรกเกิดจนกระทั่งถึงน้ำหนักส่งตลาด หรือแม้แต่สุกรที่ต้องการคัดไว้ทำพันธุ์ มีสูตรการคำนวณดังนี้

$$\text{อัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ย (ก.ก./วัน)} = \frac{\text{น้ำหนักสุดท้าย (ก.ก.)} - \text{น้ำหนักเริ่มต้น (ก.ก.)}}{\text{จำนวนวันที่ใช้เลี้ยง}}$$

วิธีการชั่งสุกรอาจจะชั่งสุกรเมื่อเข้าเป็นชุดหรือเป็นคอก และน้ำหนักสุดท้ายเมื่อขายสุกรส่งเข้าโรงฆ่าแล้วหารเฉลี่ยด้วยจำนวนตัวสุกรในแต่ละชุด เพื่อหาค่าเฉลี่ยของน้ำหนักเพิ่มต่อตัวแล้วหารด้วยจำนวนวันที่ใช้เลี้ยงตั้งแต่ย้ายเข้าเล้าขุนจนกระทั่งส่งตลาดหรือชั่งน้ำหนักสุดท้าย โดยมีหน่วยเป็นกิโลกรัมต่อวัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5.2 อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนัก (Feed Conversion Ratio; FCR or Feed/Gain)

อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนัก หมายถึง ปริมาณอาหารที่ใช้กิน (กิโลกรัม) ในการเปลี่ยนเป็นน้ำหนักตัว 1 กิโลกรัม โดยคำนวณจากปริมาณอาหารที่กินได้ทั้งหมด หารด้วยน้ำหนักที่เพิ่ม โดยใช้หน่วยน้ำหนักเป็นกิโลกรัมหรือ โดยต้องเป็นหน่วยเดียวกัน เมื่อนำมาหารกันก็จะตัดกันได้พอดี ดังนั้น FCR จึงเป็นค่าที่ไม่มีหน่วย มีสูตรการคำนวณดังนี้

$$\text{FCR} = \frac{\text{ปริมาณอาหารที่กินได้ทั้งหมด (กิโลกรัม)}}{\text{น้ำหนักตัวที่เพิ่ม (กิโลกรัม)}}$$

2.6 คุณภาพซาก

2.6.1 การประเมินซากสุกร

รณชัย สิทธิไกรพงษ์ (2540) กล่าวว่าการวัดซากสุกรเพื่อให้ทราบข้อมูลทางซาก แล้วนำมาคำนวณค่าต่างๆ เช่น น้ำหนักซาก ความหนามันสันหลัง ความยาวซาก น้ำหนักขาหลัง พื้นที่หน้าตัดเนื้อสัน เป็นต้น ทำให้ทราบว่าสุกรมีคุณภาพซากได้มาตรฐานหรือไม่ ข้อมูลทางซากที่ควรทราบดังนี้

1) น้ำหนักมีชีวิตก่อนฆ่า เป็นกิโลกรัม

2) น้ำหนักซากคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ (dressing or killing-out percentage)

$$\text{เปอร์เซ็นต์ซาก} = \frac{\text{น้ำหนักซากเย็น}}{\text{น้ำหนักสุกรมีชีวิต}} \times 100$$

น้ำหนักซากเย็น หมายถึง น้ำหนักซากสุกรหลังฆ่า ซึ่งไม่รวมเลือด ขน หัว และอวัยวะภายใน การตัดหัวสุกรจะตัดให้ส่วนของคางติดอยู่กับซาก และแช่ในห้องเย็นอุณหภูมิ 3-4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง

3) ความหนาไขมันสันหลัง (back fat thickness) การวัดความหนาไขมนสันหลังทำได้โดยผ่าซากสุกรตามยาวออกเป็นสองซีกซ้ายและขวาเท่าๆ กัน แล้ววัดความหนาของไขมันสันหลังจากซากซีกซ้ายหรือขวา ซึ่งความหนาไขมันสันหลังเป็นค่าเฉลี่ยได้จากการวัดความหนาไขมันสันหลัง โดยวัดรวมทั้งหนังจาก 3 จุด คือ

ก. ตำแหน่งไขมันสันหลังตรงกับกระดูกซี่โครงซี่แรก (first rib)

ข. ตำแหน่งไขมันสันหลังตรงกับกระดูกซี่โครงซี่สุดท้าย (last rib)

ค. ตำแหน่งไขมันสันหลังตรงกับกระดูกสันหลังช่วงบั้นเอวข้อสุดท้าย (last lumbar)

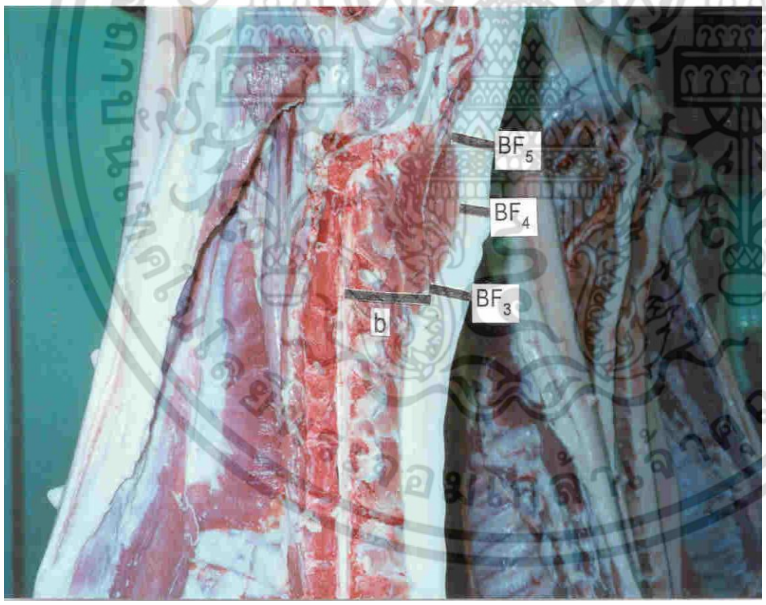
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4) ความยาวซาก (carcass length) วัดจากซีกซ้ายหรือขวาจากกระดูกซี่โครงซี่แรกที่ติดกับกระดูกสันหลัง (anterior edge of rib near the vertebral column) ถึงจุดหน้าสุดของกระดูกสะโพกของซาก (anterior of the aitch bone)

5) น้ำหนักเนื้อแดงในซากซึ่งจะได้จากส่วนที่ให้เนื้อแดง 4 ส่วนใหญ่ ได้แก่ ส่วนสะโพก (ham) ส่วนสันหลัง (loin) ส่วนต้นคอ (Boston butt) และส่วนหัวไหล่ (picnic shoulder)

2.6.2 การวัดค่าดัชนีความหนาไขมันสันหลังต่อความกว้างกล้ามเนื้อสันนอก (Lenden-speck quotient, LSQ)

จุฑารัตน์ เศรษฐกุล และคณะ (2539) กล่าวว่า ค่าดัชนี LSQ (Lenden-Speck-Quotient) เป็นวิธีการอย่างง่ายที่ใช้ในการคาดคะเนปริมาณเนื้อแดงในซากเช่นเดียวกับวิธีการวัดค่าเฉลี่ยความหนาไขมันสันหลัง แต่เป็นที่ยอมรับกันว่ามีความแม่นยำสูงเนื่องจากได้นำเอาการวัดขนาดของกล้ามเนื้อสันนอกมาพิจารณาร่วมด้วย การประเมินค่าดัชนี LSQ สามารถทำได้โดยการวัดความหนาไขมันสันหลังที่ตำแหน่ง BF_3 และ BF_4 และค่า b จากซากสุกรซีกซ้าย หรือซีกขวา ดังแสดงในภาพที่ 2.9 สำหรับค่า LSQ ตามมาตรฐานจากเกรด 1 ถึงเกรด 6 ดังแสดงในตารางที่ 2.1



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

ภาพที่ 2.9 ตำแหน่งที่ใช้ในการวัดค่า LSQ

BF_3 = ความหนาไขมันจุดมุมล่างของฐานสามเหลี่ยมกล้ามเนื้อ *Gluteus medius* ทำมุมตั้งฉากกับบริเวณขอบของหนังด้านนอก

BF_4 = ความหนาจุดที่ไขมันสันหลังบางที่สุดของกล้ามเนื้อ *Gluteus medius* ทำมุมตั้งฉากกับบริเวณขอบของหนังด้านนอก

b = ความกว้างจากจุดมุมล่างของฐานรูปสามเหลี่ยมของกล้ามเนื้อ *Gluteus medius* ตั้งฉากกับแนวท่อนำไขสันหลัง

ที่มา : จุฑารัตน์ เศรษฐกุล และคณะ (2553)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.1 ค่าดัชนี LSQ และเกรดซากของสุกร

ค่าดัชนี LSQ	เกรดซากของสุกร
< 0.20	1
0.21 – 0.26	2
0.27 – 0.32	3
0.33 – 0.38	4
0.39 – 0.44	5
> 0.45	6

ที่มา : จุฑารัตน์ เศรษฐกุล และคณะ (2553)

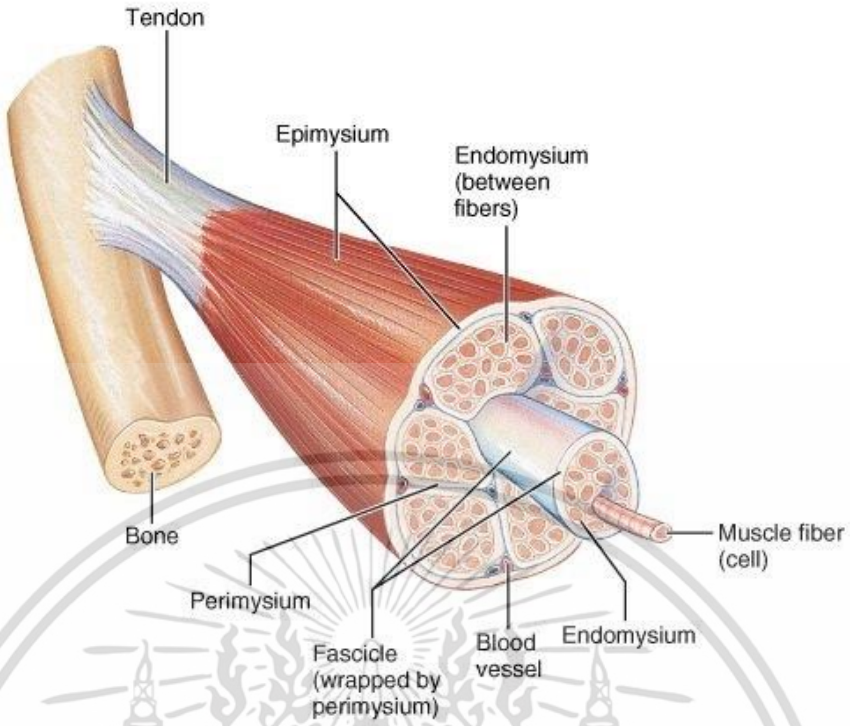
2.7 คุณภาพเนื้อ

พื้นฐานทางเคมีของกล้ามเนื้อ หมายถึง โปรตีนที่มีความสมดุลและอยู่ภายใต้สารละลายเกลือ ซึ่งประกอบไปด้วย ไขมัน คาร์โบไฮเดรต และสารประกอบอื่นๆ ในปริมาณที่แปรปรวน กล้ามเนื้อได้ผ่านกระบวนการเปลี่ยนแปลงทางชีวเคมีต่างๆ ที่ติดตามมาภายหลังจากสัตว์ตาย จนแปรสภาพมาเป็นเนื้อสัตว์ซึ่งมีคุณสมบัติต่างๆ ที่ตามมาอีกจนสร้างผลสืบเนื่องไปถึงการยอมรับและความพอใจของผู้บริโภค นอกจากนี้ปัจจัยด้านการขนส่งสุกรมายังโรงฆ่า การจัดการดูแลก่อนฆ่า กระบวนการในการฆ่า การเอาเครื่องในออก การเก็บรักษาซาก การตัดแต่ง รวมไปถึงการจัดจำหน่าย ซึ่งสิ่งเหล่านี้ล้วนส่งผลต่อคุณภาพเนื้อของสุกร (ชัยณรงค์ คันธพนิต. 2529) คุณสมบัติที่สำคัญของเนื้อสัตว์ มีดังต่อไปนี้

2.7.1 ความยาวซาร์โคเมียร์ (sarcomere lenght)

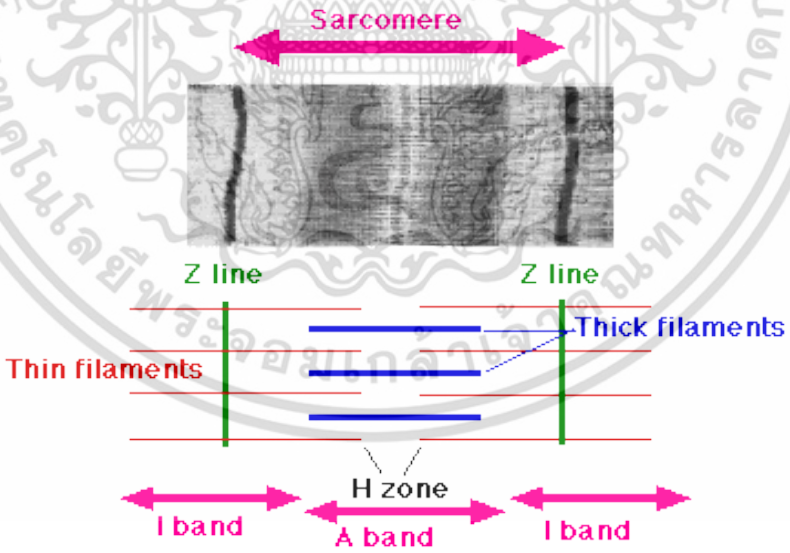
เส้นใยกล้ามเนื้อเป็นหน่วยโครงสร้างที่สำคัญในกล้ามเนื้อ โดยประกอบขึ้นจากเยื่อหุ้มเซลล์ เรียกว่า ซาร์โคเลมมา (sarcolemma) ภายในเส้นใยกล้ามเนื้อจะมีมัดของเส้นใยเล็กๆ อีกจำนวนมากเรียกว่า ไมโอไฟบริล (ภาพที่ 2.10) ซึ่งในแต่ละไมโอไฟบริลจะประกอบขึ้นด้วยมัดของเส้นใยกล้ามเนื้อขนาดเล็กเรียกว่า ไมโอฟิลาเมน (myofilament) 2 ชนิด คือ ชนิดหนา (thick filament) หรืออาจเรียกได้ว่า myosin filament เนื่องจากว่าประกอบด้วยโปรตีนไมโอซินเป็นหลัก และชนิดบาง (thin filament) หรือ actin filament เพราะประกอบด้วยแอคตินเป็นส่วนใหญ่ โดยเส้นใยทั้งสองจะวางตัวอยู่ในแนวตามยาวกับไมโอไฟบริล และมีบางส่วนซ้อนกันทำให้เกิดแถบมืด (A band ; anisotropic band) และแถบสว่าง (I band ; isotropic band) โดยที่บริเวณตรงกลางของ I band จะมีเส้นทึบที่เรียกว่า z-line ระยะห่างระหว่าง z-line 2 เส้น ที่อยู่ติดกันเรียกว่า 1 ซาร์โคเมียร์ ดังแสดงในภาพที่ 2.11 (จันทร์พร เจ้าทรัพย์. 2554; จุฑารัตน์ เศรษฐกุล. 2539)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2.10 โครงสร้างกล้ามเนื้อ

ที่มา : Anonymous. (2016b)



ภาพที่ 2.11 ซาร์โคเมียร์

ที่มา : Anonymous. (2016c)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.7.2 ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของเส้นใยกล้ามเนื้อ (muscle fiber diameter)

เส้นใยกล้ามเนื้อหรือเซลล์กล้ามเนื้อโครงร่างเป็นประเภททวินิวเคลียส มีรูปร่างเป็นเส้นกลมยาวคล้ายเส้นด้าย ปลายทั้ง 2 ข้างแหลม และมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางระหว่าง 10-100 ไมครอน (0.001-0.0001 เซนติเมตร) มีความยาวที่ปรวนแปรสูง แต่ส่วนใหญ่จะยาวประมาณ 2.5 เซนติเมตร และยาวไม่เท่ากับความยาวของกล้ามเนื้อทั้งมัด ซึ่งขนาดเส้นใยกล้ามเนื้อจะเล็กหรือใหญ่ขึ้นอยู่กับอิทธิพลของหลายปัจจัย เช่น ชนิดของสัตว์ เพศ อายุ และระดับโภชนะ (ชัยณรงค์ คันธพนิต. 2529)

จันทร์พร เจ้าทรัพย์. (2554) กล่าวว่าปริมาณเนื้อเยื่อเกี่ยวพันมีอิทธิพลต่อลักษณะโครงสร้างของเนื้อสัตว์ ถ้ามีปริมาณเนื้อเยื่อเกี่ยวพันมากเส้นใยกล้ามเนื้อจะมีขนาดใหญ่ และมีความหยาบมากกว่าเส้นใยกล้ามเนื้อที่มีเนื้อเยื่อเกี่ยวพันน้อย โดย Koohmaraie *et al*. (1988) กล่าวว่าขนาดของเส้นใยกล้ามเนื้อมีความสัมพันธ์ในทางลบกับความนุ่มแต่มีความสัมพันธ์ในทางบวกกับค่าแรงตัดผ่านเนื้อ และพบว่าเส้นใยกล้ามเนื้อที่มีขนาดใหญ่จะมีความเหนียวมากกว่าเส้นใยกล้ามเนื้อที่ขนาดเล็ก

2.7.3 สี (colour)

สีของเนื้อนับเป็นความรู้สึกแรกที่ผู้บริโภคจะได้รับรู้ ความแตกต่างของสีเนื้อที่มองเห็นสืบเนื่องมาจาก 3 องค์ประกอบด้วยกัน คือ hue chroma และ value โดย hue เป็นคลื่นแสงที่ตามองเห็นได้ เช่น แดง เหลือง เขียว และน้ำเงิน ส่วน chroma หรือ saturation หมายถึง ระดับความเข้มของสีพื้นฐานซึ่งขึ้นอยู่กับว่ามีปริมาณสีขาวผสมอยู่มากน้อยเพียงใด และ value หมายถึง ค่าการสะท้อนแสงของสีหรือค่าความสว่างของสี (brightness)

สารสี (pigment) ในเนื้อจะประกอบไปด้วยโปรตีน 2 ชนิด คือ ฮีโมโกลบิน (hemoglobin) ซึ่งเป็นสารสีในเลือด และไมโอโกลบิน (myoglobin) ซึ่งเป็นสารสีในกล้ามเนื้อ ความแตกต่างของสีในระหว่างมัดกล้ามเนื้อแตกต่างกัน เนื่องมาจากปริมาณไมโอโกลบินไม่เท่ากัน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับกิจกรรมและความต้องการออกซิเจนที่แตกต่างกันของมัดกล้ามเนื้อแต่ละมัด และไมโอโกลบินจะมีความผันแปรตามชนิดของสัตว์ อายุ และเพศ (จันทร์พร เจ้าทรัพย์. 2554) การวัดค่าสีของเนื้อสามารถวัดได้โดยนำเนื้อมาตัดเปิดหน้าของชิ้นเนื้อให้สัมผัสกับอากาศประมาณ 30-45 นาที จากนั้นจึงวัดด้วยเครื่องวัดสี ซึ่งจะแสดงผลของการวัดในรูปของค่า L* a* b* ซึ่งเป็นค่าที่บ่งบอกความเป็นสีที่แท้จริงของเนื้อโดยใช้หลักการสะท้อนของแสงของชิ้นเนื้อที่สัมผัสอากาศ L* หมายถึง ค่าความสว่าง (Lightness) a* หมายถึง ค่าสีแดง (redness) b* หมายถึง ค่าสีเหลือง (yellowness) (สัญชัย จตุรสิทธา. 2547)

ค่า L* a* b* กำหนดให้ L* เป็นค่าความสว่าง (Lightness) มีค่าอยู่ที่ 0 -100 โดยค่ายิ่งเข้าใกล้ 100 ยิ่งทำให้สว่าง ในส่วนของ a* ค่าสีแดง (redness) แสดงค่าเป็นบวกสีจะเป็นไปในทิศทางสีแดง และถ้าแสดงเป็นลบสีจะเป็นไปในทิศทางสีเขียว และ b* ค่าสีเหลือง (yellowness) แสดงค่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เป็นบวกสีจะเป็นไปในทิศทางสีเหลือง และถ้าแสดงเป็นลบสีจะเป็นไปในทิศทางสีน้ำเงิน (Konica Minolta. 2016)

2.7.4 ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH)

การเปลี่ยนแปลงความเป็นกรด-ด่างในกล้ามเนื้อที่เร็วหรือช้าเกินไป มีผลทำให้เนื้อมีคุณภาพด้อยได้ (จุฑารัตน์ เศรษฐกุล. 2540) ดังนี้

1) การเกิดเนื้อซีด แฉะ และฉ่ำน้ำ หรือเนื้อ PSE หรือ pale soft exudative ซึ่งหมายถึงเนื้อที่มองดูจากลักษณะภายนอกจะมีสีซีดจางผิดปกติ และเมื่อกดลงไปจะยุบตัวลงไปตามแรงกด นอกจากนี้บริเวณผิวหน้าเนื้อจะมีน้ำเยิ้มออกมา ซึ่งเป็นผลมาจากปริมาณกรดแลคติคในเนื้อเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วภายหลังสัตว์ถูกฆ่า เนื่องจากปฏิกิริยาเมตาบอลิซึมแบบไม่ใช้ออกซิเจน ที่เกิดกรดแลคติค และอุณหภูมิที่สูงขึ้น มีผลทำให้ sarcoplasmic protein ซึ่งเป็นโปรตีนที่ละลายน้ำ และเกลือได้ สูญเสียคุณสมบัติบางประการ ทำให้โปรตีนจับตัวกับน้ำได้น้อยลง และทำให้เนื้อมีความสามารถอุ้มน้ำไว้ต่ำ จึงเกิดลักษณะน้ำเยิ้มออกมา และมีค่า utimate pH 5.2-5.4

2) การเกิดเนื้อคล้ำ แน่น แข็ง และแห้ง หรือ DFD ย่อมาจาก dark firm dry หมายถึงเนื้อที่มีลักษณะสีคล้ำ เนื้อจะมีความแน่นแข็งมากกว่าปกติ แต่จะมีลักษณะบริเวณผิวหน้าตัดค่อนข้างแห้ง เป็นผลมาจากปริมาณกรดแลคติคในเนื้อเพิ่มขึ้นช้า และน้อยมาก เป็นเพราะก่อนที่สัตว์จะถูกฆ่าปริมาณไกลโคเจนในกล้ามเนื้อถูกใช้ไปเกือบหมด ทั้งนี้อาจเป็นเพราะสัตว์อ่อนเพลียจากการเดินทางเป็นเวลานาน หรือไม่ได้รับอาหาร เมื่อสัตว์ตายขบวนการให้ได้มาซึ่งพลังงานโดยผ่านทางกระบวนการเมตาบอลิซึมแบบไม่ใช้ออกซิเจนก็อาจจะไม่เกิด หรือเกิดน้อยมาก มีผลทำให้ความเป็นกรดในเนื้อลดลงเพียงเล็กน้อย ดังนั้นการเกาะกันระหว่างน้ำ และโปรตีนในเนื้อจะสูง จึงทำให้เนื้อมีคุณสมบัติในการอุ้มน้ำได้ดี จึงไม่มีน้ำไหลซึมออกมา และมีค่า pH สูง โดยพบว่าค่า pH มากกว่า 6.0 ที่ 24 ชั่วโมง

Maddock *et al*. (2005) รายงานว่าหลังจากสัตว์ถูกฆ่าปริมาณออกซิเจนภายในกล้ามเนื้อจะลดลงอย่างมาก กระบวนการเมตาบอลิซึมแบบไม่ใช้ออกซิเจนจะเกิดขึ้น ผลผลิตจากกระบวนการนี้นอกจากจะได้พลังงานน้อย จะเกิดกรดแลคติค และความร้อน เป็นสาเหตุให้ค่า pH ในกล้ามเนื้อค่อยๆ ลดลง กรดแลคติคจะถูกสร้างขึ้นอย่างต่อเนื่อง จนกระทั่งปริมาณไกลโคเจนที่สะสมภายในกล้ามเนื้อหมดลง อัตราการลดลงของ pH จะมีผลอย่างมากต่อคุณภาพเนื้อ

ปัจจัยที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงระดับความเป็นกรดในกล้ามเนื้อ ได้แก่ ชนิดของสัตว์ พบว่าในสุกร และสัตว์ปีก ระดับ pH จะลดลงเร็วกว่าในโค ตำแหน่งของกล้ามเนื้อ โดยตำแหน่งที่มีปริมาณไมโอโกลบินสูงระดับ pH จะลดลงช้า ชนิดของเส้นใยกล้ามเนื้อ กล้ามเนื้อชนิด red muscle fiber ระดับ pH จะลดลงช้ากว่า กล้ามเนื้อชนิด white muscle fiber เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.7.5 ความสามารถในการอุ้มน้ำของเนื้อ (water holding capacity)

ความสามารถในการอุ้มน้ำของเนื้อ คือ เนื้อที่พยายามรักษาระดับของน้ำให้มีปริมาณเกือบเท่าเดิม แม้จะมีแรงจากภายนอกมากระทำเช่น แรงตัด แรงบด แรงกด หรือการใช้ความร้อน เป็นต้น ความสามารถในการอุ้มน้ำของเนื้อมีอิทธิพลต่อลักษณะทางกายภาพของเนื้อ เช่น สี เนื้อสัมผัส ความคงตัว และความแน่นของเนื้อ ส่วนเนื้อที่ผ่านการปรุงสุกแล้ว พบว่าความสามารถในการอุ้มน้ำของเนื้อมีผลต่อความนุ่ม ความชุ่มฉ่ำของเนื้อ นอกจากนี้ยังมีผลต่อการลดน้ำหนัก (shrinkage) ของเนื้อในระหว่างการเก็บรักษา หากเนื้อมีความสามารถในการอุ้มน้ำต่ำทำให้เกิดการสูญเสียน้ำมาก ส่งผลให้น้ำหนักของเนื้อลดลง นอกจากนี้ในกระบวนการแปรรูปแบบต่างๆ เช่น กระบวนการตัดแต่ง การให้ความร้อน การบด และกระบวนการอื่น ๆ กระบวนการเหล่านี้ล้วนส่งผลต่อการสูญเสียน้ำของเนื้อ ซึ่งเกี่ยวกับความสามารถในการอุ้มน้ำของเนื้อ ทำให้คุณภาพเนื้อและผลผลิตที่ได้มีปริมาณลดลง ในด้านขององค์ประกอบทางเคมีของเนื้อส่วนใหญ่ คือ น้ำ ประมาณ 75 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือ ปริมาณโปรตีน ประมาณ 18-20 เปอร์เซ็นต์ ความสามารถในการอุ้มน้ำของเนื้อเกิดจากความสามารถในการจับน้ำของโปรตีนที่อยู่ในเนื้อกับน้ำ โดยเฉพาะโปรตีนไมโอไฟบริลลา (myofibrillar protein) การที่โปรตีนสามารถจับน้ำได้เนื่องจากขั้วของโปรตีนจับกับขั้วตรงข้ามที่อยู่ในโมเลกุลของน้ำนั่นเอง ซึ่งโมเลกุลของน้ำนั้นจะมีทั้งขั้วบวกและขั้วลบ (จันทร์พร เจ้าทรัพย์. 2554)

คุณสมบัติในด้านการอุ้มน้ำของเนื้อ มีความสัมพันธ์เกี่ยวข้องกับค่าความเป็นกรดด่าง (pH) ในเนื้อสัตว์ เนื้อที่มีค่า pH ต่ำจะมีค่าการอุ้มน้ำต่ำด้วยเช่นกัน ในทางกลับกันเนื้อที่มีค่า pH สูงจะมีค่าความสามารถในการอุ้มน้ำสูง ซึ่งเนื้อสัตว์ที่มีคุณสมบัติของการอุ้มน้ำต่ำพบว่าเกิดการสูญเสียน้ำออกจากเนื้อในระหว่างการเก็บรักษาและระหว่างการปรุงสุกสูง ทำให้เนื้อมีลักษณะแห้งและหยาบ (จุฑารัตน์ เศรษฐกุล. 2540)

จันทร์พร เจ้าทรัพย์. (2554) กล่าวว่าน้ำในเนื้อสัตว์แบ่งได้ 3 กลุ่ม

1. น้ำที่ถูกตรึง (bound water) หมายถึง โมเลกุลของน้ำที่ถูกดึงดูดไว้ด้วยขั้วไฟฟ้าที่ต่างกันระหว่างโปรตีนกับน้ำ มีประมาณ 4-5 เปอร์เซ็นต์ของน้ำในเนื้อโดยน้ำกลุ่มนี้จะถูกขับออกจากกล้ามเนื้อยากมาก

2. น้ำที่ถูกจำกัดการเคลื่อนย้าย (immobilized water) จะอยู่ถัดจากชนิดแรกและอยู่ห่างแรงดึงดูดของโปรตีน โดยน้ำในกลุ่มนี้จะถูกขับออกได้ง่ายกว่ากลุ่มแรกขึ้นอยู่กับแรงที่มากระทำ

3. น้ำที่ถูกดึงดูดไว้ด้วยแรงตึงผิว (surface force) อยู่ไกลจากประจุโปรตีนที่สุดมีแรงดึงดูดต่ำที่สุด โดยจะถูกขับออกได้ง่ายที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.8 ผลของการใช้เทคนิคภูมิคุ้มกันวิทยาในการตอนสุกรขุนเพศผู้

2.8.1 ผลของการใช้เทคนิคภูมิคุ้มกันวิทยาในการตอนต่อสมรรถภาพการเจริญเติบโตของสุกรขุนเพศผู้

งานวิจัยของศรีน้อย ชุ่มคำ และสัจจา ระหว่างสุข (2546) ได้ทำการศึกษาการเจริญเติบโตของสุกรเพศผู้ สุกรเพศผู้ที่ตอนด้วยเทคนิคภูมิคุ้มกันวิทยา และสุกรเพศผู้ที่ตอนด้วยการผ่าอัณฑะออกในสุกรเพศผู้พันธุ์แท้อายุ 16 สัปดาห์ โดยแบ่งสุกรเป็น 3 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มที่ 1 สุกรเพศผู้ปกติ กลุ่มที่ 2 สุกรเพศผู้ที่ตอนด้วยเทคนิคภูมิคุ้มกันวิทยา โดยฉีดวัคซีนครั้งที่ 1 เมื่ออายุ 16 สัปดาห์ และครั้งที่ 2 เมื่ออายุ 20 สัปดาห์ กลุ่มที่ 3 สุกรเพศผู้ที่ตอนด้วยการผ่าอัณฑะออก ผลการทดลองพบว่าสุกรเพศผู้ปกติและสุกรเพศผู้ที่ตอนด้วยเทคนิคภูมิคุ้มกันวิทยาจะมีน้ำหนักและอัตราการเจริญเติบโตมากกว่าสุกรเพศผู้ที่ตอนด้วยการผ่าอัณฑะออก ซึ่งสุกรเพศผู้ที่ตอนด้วยเทคนิคภูมิคุ้มกันวิทยาจะมีอัตราการเจริญเติบโตดีกว่าเพศผู้ที่ตอนด้วยการผ่าอัณฑะออกอยู่ 11.9 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 2.2) ซึ่งสอดคล้องกับ Thornton (1989) ที่รายงานว่าสุกรเพศผู้ไม่ตอนจะเจริญเติบโตดีกว่าสุกรเพศเมียและเพศผู้ตอนในขณะที่ได้รับอาหารที่มีคุณภาพเหมือนกัน ทั้งนี้เพราะสุกรเพศผู้มีฮอร์โมนเทสโทสเตอโรน ซึ่งสร้างจากเซลล์เลย์ดิกในอัณฑะที่ช่วยในการเจริญเติบโตของโครงสร้างและกล้ามเนื้อ (Brook and Pearson. 1986)

การตอนสุกรเพศผู้ด้วยเทคนิคภูมิคุ้มกันวิทยามีผลทำให้ร่างกายสร้างภูมิคุ้มกันต่อต้านการสร้างฮอร์โมนโกนาโดโทรปินรีรีสซิ่งฮอร์โมน ทำให้ฟอลลิเคิลสติมิวเลติงฮอร์โมนและลูทไนซิงฮอร์โมนลดลง ส่งผลให้ระดับของฮอร์โมนเทสโทสเตอโรนลดลง แต่การเจริญเติบโตไม่แตกต่างจากเพศผู้ปกติ เนื่องจากก่อนการฉีดวัคซีนสุกรเพศผู้ยังมีการผลิตฮอร์โมนเทสโทสเตอโรนที่ยังช่วยในการเจริญเติบโตอยู่

ตารางที่ 2.2 สมรรถภาพการเจริญเติบโตของสุกรเพศผู้ที่ไม่ตอน สุกรเพศผู้ที่ตอนด้วยเทคนิคภูมิคุ้มกันวิทยาและสุกรเพศผู้ที่ตอนด้วยการผ่าอัณฑะออก

	สุกรเพศผู้ที่ไม่ตอน	สุกรเพศผู้ที่ตอนด้วยเทคนิคภูมิคุ้มกันวิทยา	สุกรเพศผู้ที่ตอนด้วยการผ่าอัณฑะออก
น้ำหนักเริ่มต้น (กิโลกรัม)	57.52	56.83	58.16
น้ำหนักสุดท้าย (กิโลกรัม)	99.26	102.28	98.21
น้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้น (กิโลกรัม)	45.65[a]	45.44[a]	40.05[b]
อัตราการเจริญเติบโตต่อวัน (กรัม/วัน)	815.22[a]	811.51[a]	715.23[b]

[a,b] ตัวอักษรที่ต่างกันในแถวเดียวกันแสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.01$)

ที่มา: ดัดแปลงจาก ศรีน้อย ชุ่มคำ และสัจจา ระหว่างสุข (2546)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.8.2 ผลของการใช้เทคนิคภูมิคุ้มกันวิทยาในการตอนต่อคุณภาพซากของสุกรขุนเพศผู้

Gispert *et al.* (2010) ทำการศึกษาโดยใช้สุกรขุนลูกผสมสามสาย (ลาร์จไวท์ x แลนด์เลซ x ดูรอค) เพศผู้ จำนวน 118 ตัว แบ่งออกเป็น 4 กลุ่ม ได้แก่ สุกรเพศผู้ที่ไม่ตอน สุกรเพศผู้ที่ตอนด้วยการผ่าอัณฑะออก สุกรเพศผู้ตอนตอนด้วยเทคนิคภูมิคุ้มกันวิทยา และสุกรเพศเมีย ผลการทดลองพบว่าสุกรเพศผู้ที่ตอนด้วยการผ่าอัณฑะออกมีความหนาไขมันสันหลังหนาที่สุด รองลงมาได้แก่ สุกรเพศผู้ตอนด้วยเทคนิคภูมิคุ้มกันวิทยา และสุกรเพศเมีย ในขณะที่สุกรเพศผู้ที่ไม่ตอนมีความหนาไขมันสันหลังบางที่สุด และมีเปอร์เซ็นต์กล้ามเนื้อสูงที่สุด ดังแสดงในตารางที่ 2.3

ตารางที่ 2.3 เปอร์เซ็นต์ชิ้นส่วนจากการตัดแต่งของสุกรเพศผู้ที่ตอนด้วยการผ่าอัณฑะออก สุกรเพศผู้ที่ตอนด้วยเทคนิคภูมิคุ้มกันวิทยา สุกรเพศเมีย และสุกรเพศผู้

เปอร์เซ็นต์ชิ้นส่วนสุกร	สุกรเพศผู้ที่ตอนด้วยการผ่าอัณฑะออก	สุกรเพศผู้ที่ตอนตอนด้วยเทคนิคภูมิคุ้มกันวิทยา	สุกรเพศเมีย	สุกรเพศผู้ไม่ตอน	p-value
ไขมันเปลว	2.14^{a}	1.68^{b}	1.61^{b}	1.23^{c}	<0.01
สะโพก	25.00	24.91	25.03	24.73	0.49
กล้ามเนื้อ	65.55^{c}	69.29^{b}	70.45^{b}	73.05^{a}	<0.01
ความหนาไขมันสันหลัง	21.32^{a}	17.46^{b}	16.96^{b}	13.33^{c}	<0.01
ไขมันระหว่างกล้ามเนื้อ	5.32^{a}	5.20^{a}	4.69^{b}	4.69^{b}	<0.01
กระดูก	7.81^{b}	8.05^{b}	7.90^{b}	8.93^{a}	<0.01
ขาหน้า	5.19^{b}	5.26^{b}	5.20^{b}	5.60^{a}	<0.01
สันนอก	19.04^{a}	18.30^{b}	18.28^{b}	17.52^{c}	<0.01
เนื้อไหล่	13.66^{b}	14.01^{ab}	13.74^{b}	14.37^{a}	<0.01
ขาหลัง	2.87^{c}	3.11^{b}	3.04^{b}	3.47^{a}	<0.01
สามชั้น	8.76^{a}	8.82^{a}	8.59^{ab}	8.24^{b}	<0.01
สันใน	1.23^{b}	1.33^{a}	1.38^{a}	1.39^{a}	<0.01
คอ	8.95^{b}	9.15^{b}	9.14^{b}	9.55^{a}	<0.01
หัว	7.66^{ab}	7.51^{b}	7.70^{ab}	7.94^{a}	<0.01

^{abc}ตัวอักษรที่ต่างกันในแถวเดียวกันแสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05)

ที่มา: ดัดแปลงจาก Gispert *et al.* (2010)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.8.3 ผลการใช้เทคนิคภูมิคุ้มกันวิทยาในการตอนต่อคุณภาพเนื้อของสุกรขุนเพศผู้

Gispert *et al.* (2010) ทำการศึกษาคุณภาพเนื้อของสุกรเพศผู้ที่ไม่ตอน สุกรเพศผู้ตอนด้วยการผ่าอัณฑะออก สุกรเพศผู้ที่ตอนตอนด้วยเทคนิคภูมิคุ้มกันวิทยา และสุกรเพศเมีย ผลการทดลองพบว่าสุกรเพศผู้ที่ตอนด้วยวัคซีนมีค่า L* ไม่แตกต่างกับสุกรเพศผู้ตอนด้วยการผ่าอัณฑะออกและสุกรเพศเมีย แต่มีค่า L* สูงกว่าสุกรเพศผู้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) นอกจากนี้พบว่าสุกรเพศผู้ที่ตอนด้วยวัคซีนมีค่า a* ไม่แตกต่างกับสุกรเพศผู้ที่ตอนด้วยการผ่าอัณฑะออก สุกรเพศเมีย และสุกรเพศผู้ไม่ตอน ในขณะที่สุกรทั้ง 4 กลุ่มมีค่า b* ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) ในส่วนของการประเมินระดับไขมันแทรกตามมาตรฐานของ National Pork Producers Council (NPPC) พบว่าสุกรเพศผู้ตอนด้วยเทคนิคภูมิคุ้มกันวิทยามีระดับไขมันแทรก และปริมาณไขมันแทรกในกล้ามเนื้อสะโพกไม่แตกต่างกับสุกรเพศผู้ตอนด้วยการผ่าอัณฑะออก สุกรเพศเมีย และสุกรเพศผู้ไม่ตอน ดังแสดงในตารางที่ 2.4

ตารางที่ 2.4 ค่าความเป็นกรด-ด่างที่ 45 นาทีของกล้ามเนื้อ ค่าสีของเนื้อ และระดับไขมันแทรกในกล้ามเนื้อของสุกรเพศผู้ที่ตอนด้วยการผ่าอัณฑะออก สุกรเพศผู้ที่ตอนตอนด้วยเทคนิคภูมิคุ้มกันวิทยา สุกรเพศเมีย และสุกรเพศผู้ที่ไม่ตอน

ลักษณะที่ศึกษา	สุกรเพศผู้ที่ตอนด้วยการผ่าอัณฑะออก	สุกรเพศผู้ที่ตอนด้วยเทคนิคภูมิคุ้มกันวิทยา	สุกรเพศเมีย	สุกรเพศผู้ไม่ตอน	*p*-value
pH_{45LT}	6.29	6.27	6.25	6.26	0.850
pH_{45SM}	6.34	6.33	6.32	6.36	0.870
L* (lightness)	48.62^{a}	48.84^{a}	47.89^{ab}	47.02^{b}	0.004
a* (redness)	5.76^{b}	6.39^{ab}	5.87^{b}	6.60^{a}	0.005
b* (yellowness)	1.38	1.61	1.25	1.33	0.240
Marbling NPPC	1.83^{a}	1.41^{ab}	1.38^{ab}	1.33^{b}	0.020
IMF_{SM} (%)	2.47^{a}	2.07^{ab}	1.72^{b}	1.84^{b}	0.002

^{a,b}ตัวอักษรที่ต่างกันในแถวเดียวกันแสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$)

LT = *longissimus thoracis*, SM = *semimembranosus*, NPPC = National Pork Producers Council, IMF: intramuscular fat

ที่มา: ดัดแปลงจาก Gispert *et al.* (2010)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Aluwé *et al.* (2013) ได้ทำการศึกษาค่าการสูญเสียน้ำระหว่างการเก็บรักษา ค่าการสูญเสียน้ำระหว่างปรุงสุก และค่าแรงตัดผ่านเนื้อโดยใช้สุกรลูกผสม (แม่พันธุ์ลูกผสม x พ่อพันธุ์เพียเทรน) แบ่งออกเป็น สุกรเพศผู้ที่ตอนด้วยการผ่าอัณฑะออกจำนวน 97 ตัว สุกรเพศผู้ที่ไม่ตอนจำนวน 100 ตัว และสุกรเพศผู้ที่ตอนด้วยเทคนิคภูมิคุ้มกันวิทยา จำนวน 100 ตัว ผลการทดลองพบว่าสุกรเพศผู้ที่ตอนด้วยเทคนิคภูมิคุ้มกันวิทยามีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำระหว่างการเก็บรักษาไม่แตกต่างกับสุกรเพศผู้ที่ไม่ตอน แต่มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำระหว่างการเก็บรักษาสูงกว่าสุกรเพศผู้ที่ตอนด้วยการผ่าอัณฑะออกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) ในส่วนของค่าแรงตัดผ่านเนื้อพบว่าสุกรทั้ง 3 กลุ่ม ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P=0.778$) ดังแสดงในตารางที่ 2.5

ตารางที่ 2.5 ค่าการสูญเสียน้ำระหว่างการเก็บรักษา ค่าการสูญเสียน้ำระหว่างปรุงสุก และค่าแรงตัดผ่านเนื้อของสุกรเพศผู้ที่ตอนด้วยการผ่าอัณฑะออก สุกรเพศผู้ที่ตอนด้วยเทคนิคภูมิคุ้มกันวิทยา และสุกรเพศผู้ที่ไม่ตอน

ชนิด	สุกรเพศผู้ที่ตอนด้วยการผ่าอัณฑะออก	สุกรเพศผู้ที่ตอนด้วยเทคนิคภูมิคุ้มกันวิทยา	สุกรเพศผู้ที่ไม่ตอน	*p*-value
สูญเสียน้ำหนักระหว่างการเก็บรักษา (%)	2.9[a]	3.8[b]	3.8[b]	<0.01
สูญเสียน้ำระหว่างการปรุงสุก (%)	28.3[a]	30.8[c]	29.8[b]	<0.01
ค่าแรงตัดผ่านเนื้อ (นิวตัน)	28	28.4	28.1	0.778

[ab]ตัวอักษรที่ต่างกันในแถวเดียวกันแสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$)

ที่มา: ดัดแปลงจาก Aluwé *et al.* (2013)

2.8.4 ผลของการใช้เทคนิคภูมิคุ้มกันวิทยาในการตอนต่อสารประกอบที่ทำให้เกิดกลิ่นในเนื้อสุกร

Brunius *et al.* (2011) ได้ทำการศึกษาปริมาณอินโดล สคาร์โทล และแอนโดรสตีโนนในเนื้อสันนอกของสุกร โดยใช้สุกรขุนลูกผสม (แม่พันธุ์ยอร์คชายร์ x พ่อพันธุ์ยอร์คชายร์หรือแลนด์เลซ) จำนวน 190 ตัว แบ่งสุกรเป็น 4 กลุ่มได้แก่ สุกรเพศผู้ตอนด้วยการผ่าอัณะฑะออก สุกรเพศผู้ตอนด้วยเทคนิคภูมิคุ้มกันวิทยาก่อนกำหนด (ทำวัคซีนที่อายุ 10 และ14 สัปดาห์) สุกรเพศผู้ตอนด้วยเทคนิคภูมิคุ้มกันวิทยาตามกำหนด (ทำวัคซีนที่อายุ 16 และ20 สัปดาห์) และสุกรเพศผู้ที่ไม่ตอน ผลการทดลองพบว่าสุกรเพศผู้ที่ไม่ตอนมีน้ำหนักอัณฑะและขนาดต่อมคาวเปอร์สูงที่สุด รองลงมาคือสุกรเพศผู้ที่ตอนด้วยเทคนิคภูมิคุ้มกันวิทยาตามกำหนด สุกรเพศผู้ที่ตอนด้วยเทคนิคภูมิคุ้มกันวิทยาก่อนกำหนด และสุกรเพศผู้ที่ตอนด้วยการผ่าอัณฑะออก ตามลำดับ ในส่วนของกลิ่นสุกรพบว่าสุกรเพศผู้ตอนด้วยเทคนิคภูมิคุ้มกันวิทยาตามกำหนดมีปริมาณแอนโดรสตีโนน สคาร์โทล และอินโดล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ไม่แตกต่างกันกับสุกรเพศผู้ตอนด้วยเทคนิคภูมิคุ้มกันวิทยาก่อนกำหนด และสุกรเพศผู้ตอนด้วยการผ่าอัณฑะออก ในขณะที่สุกรเพศผู้ที่ไม่ตอนและมีปริมาณแอนโดรสตีโนน สคาร์โทล และอินโดลสูงที่สุด (P<0.05) ดังแสดงในตารางที่ 2.6 อย่างไรก็ตามสุกรเพศเมียไม่มีอัณฑะจึงไม่มีการสร้างเทสโทสเตอโรนและแอนโดรสตีโนน จึงทำให้ตับสามารถเผาผลาญสคาร์โทล และอินโดล และกำจัดออกจากร่างกายได้มากขึ้นด้วยเช่นกัน

ตารางที่ 2.6 ขนาดของอวัยวะสืบพันธุ์ และสารประกอบในไขมันที่ทำให้เกิดกลิ่นของสุกรเพศผู้ที่ตอนด้วยการผ่าอัณฑะออก สุกรเพศผู้ที่ตอนด้วยเทคนิคภูมิคุ้มกันวิทยาก่อนกำหนด สุกรเพศผู้ที่ตอนด้วยเทคนิคภูมิคุ้มกันวิทยาตามกำหนด และสุกรเพศผู้ที่ไม่ตอน

	สุกรเพศผู้ที่ตอนด้วยการผ่าอัณฑะออก	สุกรเพศผู้ที่ตอนด้วยเทคนิคภูมิคุ้มกันวิทยาก่อนกำหนด	สุกรเพศผู้ที่ตอนด้วยเทคนิคภูมิคุ้มกันวิทยาตามกำหนด	สุกรเพศผู้ที่ไม่ตอน	*p*-value
อวัยวะสืบพันธุ์					
อัณฑะ (กรัม)	-	74 ± 17^{a}	226 ± 16^{b}	539 ± 17^{c}	<0.01
ต่อมคาวเปอร์ (เซนติเมตร)	5.2 ± 0.3^{a}	6.5 ± 0.3^{b}	8.2 ± 0.3^{c}	12.3 ± 0.3^{d}	<0.01
สารประกอบในไขมัน					
แอนโดรสตีโนน (นาโนกรัม/กรัม)	157^{a}(54-268)	169^{a}(90-318)	169^{a}(90-137)	1092^{b}(582-2052)	<0.01
สคาร์โทล (นาโนกรัม/กรัม)	24^{a}(19-30)	25^{a}(20-32)	26^{a}(21-33)	68^{b}(54-86)	<0.01
อินโดล (นาโนกรัม/กรัม)	6.8^{a}(4.9-9.5)	6.9^{a}(4.9-9.6)	6.1^{a}(4.3-8.4)	15.0^{b}(10.8-20.9)	<0.01

[abcd]ตัวอักษรที่ต่างกันในแถวเดียวกันแสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05)

ที่มา: ดัดแปลงจาก Brunius *et al.* (2011)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
วิธีดำเนินงานวิจัย

การดำเนินการวิจัยแบ่งออกเป็น 2 การทดลอง คือ การทดลองที่ 1 ศึกษาผลของการตอนด้วยเทคนิคภูมิคุ้มกันวิทยาเปรียบเทียบกับการตอนด้วยการผ่าอัณฑะออกต่อคุณภาพซากและคุณภาพเนื้อของสุกรขุนเพศผู้ และการทดลองที่ 2 ศึกษาผลของการตอนด้วยเทคนิคภูมิคุ้มกันวิทยาเปรียบเทียบกับการตอนด้วยการผ่าอัณฑะออกต่อสมรรถภาพการเจริญเติบโต คุณภาพซาก คุณภาพเนื้อ และปริมาณสคาร์โทลและอินโดลของสุกรขุนเพศผู้

3.1 ศึกษาผลของการตอนด้วยเทคนิคภูมิคุ้มกันวิทยาเปรียบเทียบกับการตอนด้วยการผ่าอัณฑะออกต่อคุณภาพซากและคุณภาพเนื้อของสุกรขุนเพศผู้

3.1.1 สัตว์ทดลอง

การทดลองนี้ใช้สุกรขุนลูกผสม 3 สาย ([ลาร์จไวท์ x แลนด์เลซ]x ดูร็อค) เพศผู้ น้ำหนักเริ่มต้นเฉลี่ย 30 กิโลกรัม แบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม ได้แก่ 1) สุกรเพศผู้ที่ตอนด้วยการผ่าเอาอัณฑะออก จำนวน 30 ตัว (กลุ่มควบคุม) และ 2) สุกรเพศผู้ที่ตอนด้วยเทคนิคภูมิคุ้มกันวิทยาที่อายุ 16 และ 20 สัปดาห์ จำนวน 80 ตัว (สุกรที่ใช้วัคซีนตอน) อาหารที่ใช้เลี้ยงแบ่งออกเป็น 3 ระยะ ได้แก่ อาหารสำหรับสุกรรุ่น (30-60 กิโลกรัม) อาหารสุกรขุน (60-90 กิโกกรัม) และอาหารก่อนส่งฆ่า (90-120 กิโลกรัม) สุกรทุกตัวจะได้รับอาหารและน้ำอย่างเต็มที่ ทำการเลี้ยงที่สามพรานฟาร์ม อำเภอสามพราน จังหวัดนครปฐม

3.1.2 อุปกรณ์

1. เครื่องมือวัดค่าความเป็นกรด-ด่าง (Mettler, SG2, Switzerland)
2. เครื่องวัดอุณหภูมิ (Ebro, TTX100, Germany)
3. เครื่องวัดสีของเนื้อ (MiniScan® EZ, Hunterlab)
4. เครื่องชั่งทศนิยม 2 ตำแหน่ง (Tanita, model 1144, Japan)
5. เครื่องชั่งทศนิยม 4 ตำแหน่ง (Sartorius, Basic, Germany)
6. เครื่องบรรจุสุญญากาศ (Ramon, VP-600A, Germany)
7. อ่างน้ำร้อนควบคุมอุณหภูมิ (Memmert, WNB 22, Germany)
8. เครื่อง Homogenizer (IKA, Ultra tarrax T25D, Germany)
9. เครื่อง Helieum-Neon Laser (His engineering, SC-31004, USA)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

10. เครื่องเขย่าสาร (Vision scientific, KMC-1300V, Korea)
11. เครื่องวัดค่าแรงตัดผ่านเนื้อ (Instron, model 1011, USA)
12. ไมโครปิเปตขนาด 2-1000 ไมโครลิตร (Eppendrof, USA)
13. micro tube (Eppendorf, Germany)
14. ตู้แช่แข็งควบคุมอุณหภูมิที่ -20 ˚C (Panasonic, SF-PC1497, Thialand)
15. ตู้แช่แข็งควบคุมอุณหภูมิที่ -40 ˚C (Vestfrostsolutions, VT-406, Denmark)
16. ถุงพลาสติกชนิด polyvinyl chloride (PVC)
17. ถุงพลาสติกชนิดสูญญากาศ (K-Nylon/LLDPE)
18. ไม้บรรทัดเวอร์เนียร์คาลิปเปอร์ (Mitutoyo, Japan)
19. เครื่องวิเคราะห์ไขมัน
20. เตาอบ

3.1.3 ขั้นตอนการศึกษาวิจัย

3.1.3.1 การศึกษาคุณภาพซาก

1) ทำการเลี้ยงสุกรจนมีอายุได้ 25 สัปดาห์ หรือน้ำหนักตัวประมาณ 120 กิโลกรัม นำสุกรทุกตัวไปเข้าฆ่าที่โรงฆ่าสัตว์ บริษัท สามพรานสลอเทอร์เฮ้าส์ จำกัด อำเภอสามพราน จังหวัดนครปฐม เพื่อศึกษาลักษณะซากของสุกรทดลอง บันทึกน้ำหนักสุกรมีชีวิต น้ำหนักซากร้อน น้ำหนักซากเย็น

2) ศึกษาค่าดัชนีความหนาไขมันสันหลังต่อความกว้างกล้ามเนื้อสันนอก (Lenden-speck quotient, LSQ) จากซากซีกซ้ายของสุกรแต่ละตัว ตามวิธีของจุฑารัตน์ เศรษฐกุล และคณะ (2553)

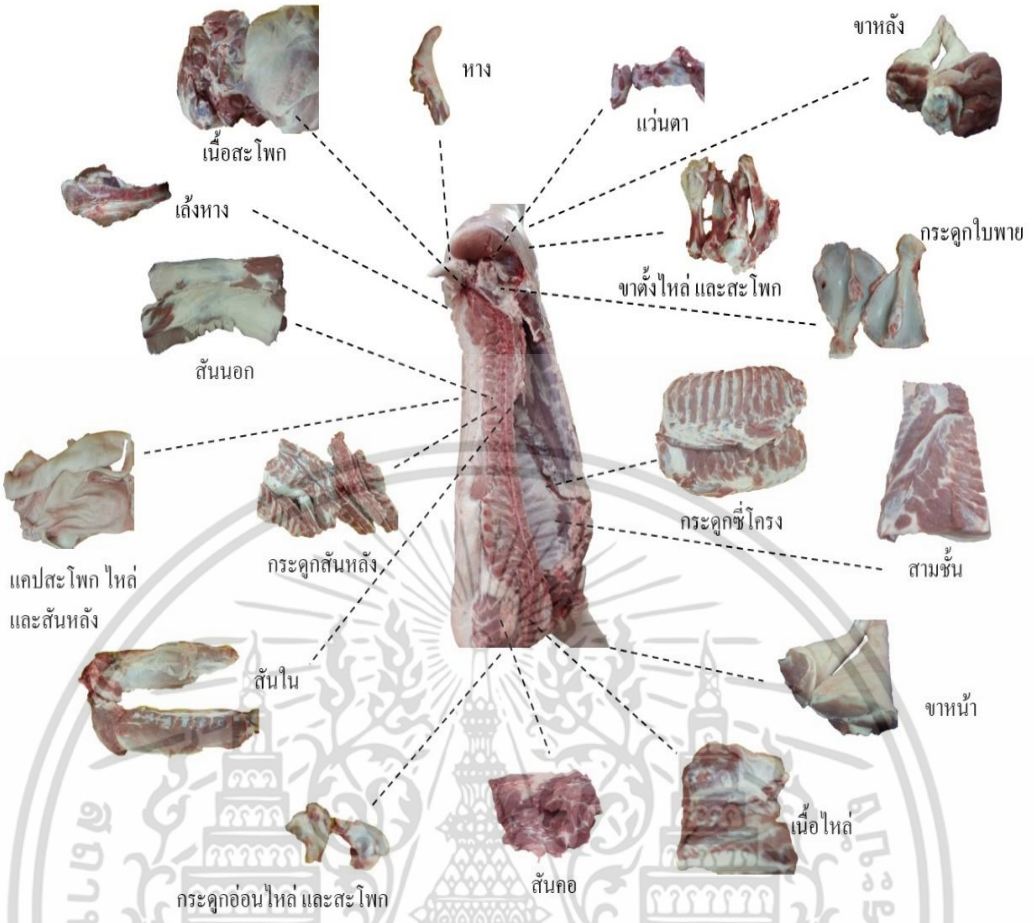
3) ภายหลังจากการเก็บรักษาและลดอุณหภูมิซากที่ 0 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง นำซากซีกซ้ายของสุกรทั้ง 2 กลุ่มๆ ละ 10 ตัว มาตัดแต่งเป็นชิ้นส่วนย่อยต่างๆ ได้แก่ ไหล่ สันนอก สันใน สะโพก สามชั้น และขา (ภาพที่ 3.1) จากนั้นชำแหละและแยกเนื้อแดง ไขมัน และกระดูกและนำไปคำนวณร้อยละของน้ำหนักซากเย็น

3.1.3.2 การศึกษาคุณภาพเนื้อ

1) เก็บตัวอย่างกล้ามเนื้อสันนอก *Longissimus dorsi* (LD) จากซากซีกซ้ายของสุกรแต่ละตัว มาตัดขวางตามก้อนกล้ามเนื้อ (ภาพที่ 3.2) นำตัวอย่างบรรจุในถุงสุญญากาศ เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ -20 องศาเซลเซียสเพื่อใช้ในการศึกษาคุณภาพเนื้อ

2) การศึกษาค่าความเป็นกรด – ด่าง (pH) ทำการวัดค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ภายหลังสัตว์ตายที่ 24 ชั่วโมง และอุณหภูมิที่กล้ามเนื้อ LD ระหว่างซี่โครงซี่ที่ 10 และ 11 จากซากซีกซ้ายของสุกรทั้งสองกลุ่มๆ ละ 30 ตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3.1 ชิ้นส่วนที่ได้จากการตัดแต่ง

ภาพที่ 3.2 การตัดแบ่งกล้ามเนื้อสันนอกเพื่อใช้ในการศึกษาคุณภาพเนื้อ 1) ค่าความเป็นกรด-ด่างของกล้ามเนื้อ 2) ค่าสีของเนื้อ 3) การสูญเสียน้ำระหว่างการเก็บรักษา 4) ค่าแรงตัดผ่านเนื้อ 5) ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเส้นใยกล้ามเนื้อ และ 6) ความยาวซาร์โคเมียร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3) การศึกษาค่าการสูญเสียน้ำระหว่างการเก็บรักษา (Drip loss) ตัดชิ้นเนื้อตามขวางของกล้ามเนื้อสันนอกให้มีความหนาประมาณ 1.5 เซนติเมตร นำตัวอย่างเนื้อสุกรไปชั่งก่อนและแขวนด้วยลวดใส่ถุง เก็บในตู้เย็นที่อุณหภูมิ 0-4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48 ชั่วโมง หลังจากนั้นนำเนื้อออกมาซับน้ำด้วยกระดาษทิชชู่และทำการชั่งหลังทำการทดลอง

4) การศึกษาค่าสีของเนื้อ (Color of meat) วัดค่าสีของเนื้อที่ 24 ชั่วโมงภายหลังจากสัตว์ตาย โดยนำตัวอย่างชิ้นเนื้อมาตัดส่วนเปิดหน้าตัดของเนื้อสันออกประมาณ 1 เซนติเมตร และปล่อยให้ผิวหน้าตัดของชิ้นเนื้อสัมผัสกับอากาศประมาณ 45 นาที จากนั้นทำการวัดสีบริเวณหน้าตัดของชิ้นเนื้อด้วยเครื่องมือวัดสี MiniScan® EZ ซึ่งจะแสดงผลในรูปของค่า L* (lightness ; ค่าความสว่าง) a* (redness ; ค่าสีแดง) และ b* (yellowness ; ค่าสีเหลือง)

5) การศึกษาค่าการสูญเสียน้ำระหว่างการปรุงสุก (Cooking loss) และการศึกษาค่าแรงตัดผ่านเนื้อ (Warner-Bratzler shear force) ตัดตัวอย่างกล้ามเนื้อ LD ให้มีความหนาประมาณ 1 นิ้ว บรรจุในถุงร้อนปิดผนึกแล้วนำไปต้มในอ่างควบคุมอุณหภูมิโดยใช้อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส นานประมาณ 30-45 นาที หรือจนกระทั่งได้อุณหภูมิใจกลางเนื้อประมาณ 70 องศาเซลเซียส นำถุงที่บรรจุตัวอย่างชิ้นเนื้อที่ผ่านการทำให้สุกแล้วไปทำให้เย็น โดยการแช่ในน้ำไหลผ่านประมาณ 25-30 นาที นำไปชั่งน้ำหนักเพื่อคำนวณหาค่าการสูญเสียน้ำระหว่างการปรุงสุก หลังจากนั้นนำเนื้อที่ได้มาตัดตามแนวยาวของเส้นใยกล้ามเนื้อเป็นรูปทรงสี่เหลี่ยมผืนผ้าขนาด 1 x 3 x 1 ลูกบาศก์เซนติเมตร (กว้าง x ยาว x สูง) ตัวอย่างละ 10 ชิ้น แล้วนำไปวัดค่าแรงตัดผ่านเนื้อด้วยเครื่อง Instron Model 1011 ตามวิธีการของ Boccard *et al*. (1981) กำหนดหน่วยเป็นกิโลกรัม

6) การศึกษาขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเส้นใยกล้ามเนื้อ (Muscle fiber diameter) ตัดตัวอย่างชิ้นเนื้อให้มีขนาดประมาณ 1.5 x 1.5 เซนติเมตร แช่ตัวอย่างเนื้อใน neutral formalin 4% นำไปเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 1-4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48 ชั่วโมง จากนั้นนำตัวอย่างมาเติม NaCl 0.9 % ลงในเครื่องปั่นประมาณ 50 มิลลิลิตร ปั่นตัวอย่างให้ละเอียด จากนั้นนำสารละลายที่ปั่นได้หยดลงบนแผ่นสไลด์ นำไปวัดขนาดภายใต้กล้องจุลทรรศน์กำลังขยาย 4 เท่าวัดความยาวของเส้นผ่านศูนย์กลางของเส้นใยกล้ามเนื้อจำนวน 200 ซ้ำต่อตัวอย่างด้วยโปรแกรม Dino lite (Taiwan) (ดัดแปลงจาก Tuma *et al*. 1962)

7) การวัดความยาวซาร์โคเมียร์ (Sarcomere length) ตัดตัวอย่างชิ้นเนื้อให้มีขนาดประมาณ 1.5 x 1.5 เซนติเมตรแช่ใน Solution A (KCl 7.46 กรัม Boric acid 2.49 กรัม EDTA 1.85 กรัม ละลายในน้ำกลั่น 700 มิลลิลิตร เติม Glutaraldehyde 25 % 100 มิลลิลิตร ทำการปรับค่า pH ให้ค่า pH = 7.1 ปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นให้ครบ 1 ลิตร) เป็นเวลา 2 ชั่วโมง จากนั้นนำชิ้นเนื้อออกจาก Solution A มาแช่ใน Solution B (KCl 1.86 กรัม Boric acid 2.49 กรัม EDTA 1.85 กรัม ละลายในน้ำกลั่น 700 มิลลิลิตร เติม Glutaraldehyde 25 % 100 มิลลิลิตร ทำการปรับค่า pH ให้ค่า pH = 7.1 การปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นให้ครบ 1 ลิตร) เป็นเวลา 24 ชั่วโมง เมื่อครบกำหนดนำตัวอย่างเนื้อมา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บดบนแผ่นสไลด์ นำไปวัดความยาวซาร์โคเมียร์ด้วยเครื่อง Helium-Neon Laser (ดัดแปลงจาก Cross *et al*. 1981) การหาค่าความยาวซาร์โคเมียร์โดยใช้สมการ (ในหน่วยวัด ไมโครเมตร)

$$\mu = 0.6328 \sqrt{\left(\frac{D}{T}\right)^2 + 1}$$

เมื่อ D = ระยะห่างระหว่างแผ่นสไลด์กับจอรับภาพ

T = ระยะห่างระหว่างจุดกึ่งกลางของแถบสว่าง 2 แถบ / 2

8) การศึกษาองค์ประกอบทางเคมี นำตัวอย่างกล้ามเนื้อ LD ไปวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี ได้แก่ ความชื้น และไขมัน (AOAC, 1995)

3.1.4 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

วิเคราะห์ความแตกต่างของลักษณะที่ศึกษาของสุกรทั้งสองกลุ่มโดยวิธี unpaired t-test ด้วยโปรแกรม SPSS รายงานผลในรูปค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

3.2 การศึกษาผลของการตอนด้วยเทคนิคภูมิคุ้มกันวิทยาเปรียบเทียบกับการตอนด้วยการผ่าอัณฑะออกต่อสมรรถภาพการเจริญเติบโต คุณภาพซาก คุณภาพเนื้อ และปริมาณสคาร์โทลและอินโดลของสุกรขุนเพศผู้

3.2.1 สัตว์ทดลอง

การทดลองนี้ใช้สุกรขุนลูกผสม 3 สาย ([ลาร์จไวท์ x แลนด์เลซ]x ดูร็อค) เพศผู้ น้ำหนักเริ่มต้นเฉลี่ย 20 กิโลกรัม แบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม ได้แก่ 1) สุกรเพศผู้ที่ตอนด้วยการผ่าเอาอัณฑะออก จำนวน 10 ตัว (กลุ่มควบคุม) และ 2) สุกรเพศผู้ที่ใช้เทคนิคภูมิคุ้มกันวิทยาในการตอนที่อายุ 16 และ 20 สัปดาห์ จำนวน 10 ตัว (สุกรที่ใช้วัคซีนตอน) อาหารที่ใช้เลี้ยงแบ่งออกเป็น 2 ระยะได้แก่ อาหารสำหรับสุกรรุ่น (30-50 กิโลกรัม) และอาหารสุกรขุน (50-100 กิโลกรัม) สุกรทุกตัวจะได้รับอาหารและน้ำอย่างเต็มที่ สุกรทั้งสองกลุ่มทำการเลี้ยงที่ศูนย์วิจัยและบำรุงพันธุ์สัตว์นครราชสีมา อำเภอปากช่อง จังหวัดนครราชสีมา

3.2.2 อุปกรณ์

1. เครื่องมือวัดค่าความเป็นกรด-ด่าง (Mettler, SG2, Switzerland)
2. เครื่องวัดอุณหภูมิ (Ebro, TTX100, Germany)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. เครื่องวัดสีของเนื้อ (MiniScan® EZ, Hunterlab)
4. เครื่องชั่งทศนิยม 2 ตำแหน่ง (Tanita, model 1144, Japan)
5. เครื่องชั่งทศนิยม 4 ตำแหน่ง (Sartorius, Basic, Germany)
6. เครื่องบรรจุสุญญากาศ (Ramon, VP-600A, Germany)
7. เครื่องปั่นเหวี่ยง Refrigerated Centrifuge (Hettich, mikro 22R, Germany)
8. อ่างน้ำร้อนควบคุมอุณหภูมิ (Memmert, WNB 22, Germany)
9. เครื่อง Homogenizer (IKA, Ultra tarrax T25D, Germany)
10. เครื่อง Helieum-Neon Laser (His engineering, SC-31004, USA)
11. เครื่องเขย่าสาร (Vision scientific, KMC-1300V, Korea)
12. เครื่องวัดค่าแรงตัดผ่านเนื้อ (Instron, model 1011, USA)
13. ไมโครปิเปตขนาด 2-1000 ไมโครลิตร (Eppendrof, USA)
14. micro tube (Eppendorf, Germany)
15. ตู้แช่แข็งควบคุมอุณหภูมิที่ -20 ˚C (Panasonic, SF-PC1497, Thialand)
16. ตู้แช่แข็งควบคุมอุณหภูมิที่ -40 ˚C (Vestfrostsolutions, VT-406, Denmark)
17. ถุงพลาสติกชนิด polyvinyl chloride (PVC)
18. ถุงพลาสติกชนิดสูญญากาศ (K-Nylon/LLDPE)
19. ไม้บรรทัดเวอร์เนียร์คาลิปเปอร์ (Mitutoyo, Japan)
20. เครื่อง HPLC (Hitachi, Chromaster, Japan)
21. Column (ACE, 5 C18-PFP 250x4.6mm id, United Kingdom)

3.2.3 ขั้นตอนการศึกษาวิจัย

3.2.3.1 การศึกษาสมรรถภาพการเจริญเติบโต

1) เริ่มต้นการทดสอบเมื่อสุกรมีน้ำหนักตัวประมาณ 20 กิโลกรัม และสิ้นสุดการทดสอบเมื่อสุกรมีน้ำหนักตัวประมาณ 100 กิโลกรัม

2) บันทึกน้ำหนักตัวเริ่มต้นและน้ำหนักสิ้นสุดการทดลอง บันทึกปริมาณอาหารที่กินทั้งหมด นำข้อมูลที่ได้ไปคำนวณค่าอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวัน (Average Daily Gain; ADG) และอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนัก (Feed Conversion Ratio; FCR or Feed/Gain)

3.2.3.2 การศึกษาคุณภาพซาก

1) ทำการเลี้ยงสุกรจนมีอายุได้ 25 สัปดาห์ หรือน้ำหนักตัวประมาณ 100 กิโลกรัม นำสุกรทุกตัวไปเข้าฆ่าที่โรงฆ่าศูนย์วิจัยและบำรุงพันธุ์สัตว์นครราชสีมา อำเภอปากช่อง จังหวัดนครราชสีมา เพื่อศึกษาคุณภาพซากของสุกรทั้งสองกลุ่ม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2) นำสุกรทั้งไปฆ่าและชำแหละซาก และนำซากซีกซ้ายและซีกขวาไปชั่งน้ำหนักเพื่อนำไปคำนวณหาเปอร์เซ็นต์ซากอุ่น หลังจากนั้นนำซากสุกรไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง และนำซากสุกรซีกซ้ายของสุกรทั้ง 2 กลุ่มๆ ละ 10 ตัว มาตัดแต่งเป็นชิ้นส่วนย่อยต่างๆ ได้แก่ ไหล่ สันนอก สันใน สะโพก สามชั้น และขา (ภาพที่ 3.1) จากนั้นชำแหละและแยกเนื้อแดง ไขมัน และกระดูกและนำไปคำนวณเป็นร้อยละของน้ำหนักซากเย็น

3) ศึกษาค่าดัชนีความหนาไขมันสันหลังต่อความกว้างกล้ามเนื้อสันนอก (Lenden-speck quotient, LSQ) จากซากซีกซ้ายของสุกรแต่ละตัว ตามวิธีของจุฑารัตน์ เศรษฐกุล และคณะ (2553)

3.2.3.3 การศึกษาคุณภาพเนื้อ

1) เก็บตัวอย่างกล้ามเนื้อสันนอก *Longissimus dorsi* (LD) จากซากซีกซ้ายของสุกรแต่ละตัว มาตัดขวางตามก้อนกล้ามเนื้อ (ภาพที่ 3.3) นำตัวอย่างบรรจุในถุงสุญญากาศ เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ -20 องศาเซลเซียสเพื่อใช้ในการศึกษาคุณภาพเนื้อ

ภาพที่ 3.3 การตัดแบ่งกล้ามสันนอกเพื่อใช้ในการศึกษาคุณภาพเนื้อ 1) ศึกษาค่าความเป็นกรด-ด่างของกล้ามเนื้อ 2) ศึกษาค่าสีของเนื้อ 3) ศึกษาการสูญเสียน้ำระหว่างการเก็บรักษา 4) ศึกษาค่าการสุญเสียน้ำระหว่างการปรุงสุกและค่าแรงตัดผ่านเนื้อที่ระยะเวลาการเก็บรักษา 1 วัน 5) ศึกษาค่าการสุญเสียน้ำระหว่างการปรุงสุกและค่าแรงตัดผ่านเนื้อที่ระยะเวลาการเก็บรักษา 5 วัน และ 6) ศึกษาปริมาณสคาร์โทลและอินโดล

2) การศึกษาค่าความเป็นกรด – ด่าง (pH) ทำการวัดค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ภายหลังสัตว์ตายที่ 24 ชั่วโมง และอุณหภูมิที่กล้ามเนื้อ LD ระหว่างซี่โครงซี่ที่ 10 และ 11 จากซากซีกซ้ายของสุกรทั้งสองกลุ่มๆ ละ 30 ตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3) การศึกษาค่าสีของเนื้อ (Color of meat) วัดค่าสีของเนื้อที่ 24 ชั่วโมงภายหลังจากสัตว์ตาย โดยนำตัวอย่างชิ้นเนื้อมาตัดส่วนเปิดหน้าตัดของเนื้อสันออกประมาณ 1 เซนติเมตร และปล่อยให้ผิวหน้าตัดของชิ้นเนื้อสัมผัสกับอากาศประมาณ 45 นาที จากนั้นทำการวัดสีบริเวณหน้าตัดของชิ้นเนื้อด้วยเครื่องมือวัดสี MiniScan® EZ ซึ่งจะแสดงผลในรูปของค่า L* (lightness ; ค่าความสว่าง) a* (redness ; ค่าสีแดง) และ b* (yellowness ; ค่าสีเหลือง)

4) การศึกษาค่าการสูญเสียน้ำระหว่างการปรุงสุก (Cooking loss) และการศึกษาค่าแรงตัดผ่านเนื้อ (Warner-Bratzler shear force) ตัดตัวอย่างกล้ามเนื้อ LD ให้มีความหนาประมาณ 1 นิ้ว จำนวน 2 ชิ้น ชิ้นที่ 1 นำไปบรรจุในถุงสุญญากาศและเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ -20 องศาเซลเซียส (บ่ม 1 วัน) และชิ้นที่ 2 นำไปบรรจุในถุงสุญญากาศและเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 0-4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 วัน (บ่ม 5 วัน) หลังจากนั้นนำไปเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ -20 องศาเซลเซียส เมื่อถึงกำหนดให้นำตัวอย่างออกจากถุงแล้วนำไปบรรจุในถุงร้อนปิดผนึกแล้วนำไปต้มในอ่างควบคุมอุณหภูมิโดยใช้อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส นานประมาณ 30-45 นาที หรือจนกระทั่งได้อุณหภูมิใจกลางเนื้อประมาณ 70 องศาเซลเซียส นำถุงที่บรรจุตัวอย่างชิ้นเนื้อที่ผ่านการทำให้สุกแล้วไปทำให้เย็น โดยการแช่ในน้ำไหลผ่านประมาณ 25-30 นาที นำไปชั่งน้ำหนักเพื่อคำนวณหาค่าการสูญเสียน้ำระหว่างการปรุงสุก หลังจากนั้นนำเนื้อที่ได้มาตัดตามแนวยาวของเส้นใยกล้ามเนื้อเป็นรูปทรงสี่เหลี่ยมผืนผ้าขนาด 1 x 3 x 1 ลูกบาศก์เซนติเมตร (กว้าง x ยาว x สูง) ตัวอย่างละ 10 ชิ้น แล้วนำไปวัดค่าแรงตัดผ่านเนื้อด้วยเครื่อง Instron Model 1011 ตามวิธีการของ Boccard *et al.* (1981) กำหนดหน่วยเป็นกิโลกรัม

3.2.3.4 การศึกษาปริมาณสคาร์โทลและอินโดล

1) การสกัดตัวอย่าง

เก็บตัวอย่างเนื้อเยื่อไขมันสันหลังบริเวณตำแหน่งกล้ามเนื้อสันนอก นำตัวอย่างไขมันเข้าไมโครเวฟโดยใช้ความร้อน 300 วัตต์ 3 นาที จากนั้นดูดไขมันใส่หลอดทดลอง 150 ไมโครลิตร และเติมเมทานอล 750 ไมโครลิตร หลังจากนั้นนำไปแช่ในอ่างน้ำร้อนอุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 5 นาที นำขึ้นมาและนำไปวอร์เทกซ์ 30 วินาที เก็บที่ – 20 องศาเซลเซียส เวลา 1 ชั่วโมง และนำออกมาปั่นเหวี่ยง 5 นาที อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส ด้วยความเร็ว 4500 รอบ/นาที จากนั้นจะได้ส่วนใส และนำไปวิเคราะห์ด้วยเครื่อง High-performance liquid chromatography (HPLC) โดยใช้ปริมาณ 10 ไมโครลิตรในการฉีดเข้าเครื่อง ดัดแปลงจาก Møller-Hansen. (1994)

2) การผสม Mobile Phase

Mobile Phase skatole และ indole = acetonitrile : deionized water โดยใช้อัตราส่วน 70 : 30 ตามลำดับ ความเร็วในการปั๊มใช้ 1 มิลลิลิตรต่อนาที

3) ตั้งอุณหภูมิ column 40 องศาเซลเซียส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4) ดีแทคเตอร์ฟลูออเรสเซนต์ ความยาวเคลื่อนที่ Excitation 285 นาโนเมตร และ Emission 340 นาโนเมตร

3.2.4 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

วิเคราะห์ความแตกต่างของลักษณะที่ศึกษาของสุกรทั้งสองกลุ่มโดยวิธี unpaired t-test ด้วยโปรแกรม SPSS รายงานผลในรูปค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
ผลการวิจัยและวิจารณ์

4.1 ผลของการตอนด้วยเทคนิคภูมิคุ้มกันวิทยาเปรียบเทียบกับการตอนด้วยการผ่าอัณฑะออกต่อคุณภาพซากและคุณภาพเนื้อของสุกรขุนเพศผู้

4.1.1 ผลของการตอนด้วยเทคนิคภูมิคุ้มกันวิทยา และการตอนด้วยการผ่าอัณฑะออกต่อคุณภาพซากของสุกรขุนเพศผู้

ผลของการตอนด้วยเทคนิคภูมิคุ้มกันวิทยาและการตอนด้วยการผ่าอัณฑะออกต่อเปอร์เซ็นต์ซากและเปอร์เซ็นต์ชิ้นส่วนของสุกรขุนเพศผู้แสดงในตารางที่ 4.1 ผลการทดลองพบว่าน้ำหนักซากอุ่นและน้ำหนักซากเย็นของสุกรทั้งสองกลุ่มไม่แตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) เปอร์เซ็นต์ชิ้นส่วนสำคัญ ได้แก่ ไหล่และสันคอ สันใน สันนอก และสะโพก ของสุกรทั้ง 2 กลุ่มไม่แตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) ในขณะที่สุกรเพศผู้ที่ตอนด้วยเทคนิคภูมิคุ้มกันวิทยามีแนวโน้มว่าจะมีเปอร์เซ็นต์เนื้อแดงรวมสูงกว่า (P=0.098) และมีเปอร์เซ็นต์ไขมันรวม (P=0.053) ต่ำกว่าสุกรเพศผู้ที่ตอนด้วยการผ่าอัณฑะออก ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของศรีน้อย ชุ่มคำ และสัจจา ระหว่างสุข (2546) ที่รายงานว่าสุกรเพศผู้ที่ตอนด้วยเทคนิคภูมิคุ้มกันวิทยามีเปอร์เซ็นต์เนื้อแดงมากกว่าสุกรเพศผู้ที่ตอนด้วยการผ่าอัณฑะออก (56.41 % และ 52.84 % ตามลำดับ) และการศึกษาของสันติคม ศรีเจริญ และคณะ (2556) ที่รายงานว่าสุกรเพศผู้ที่ตอนด้วยการผ่าอัณฑะออกมีเปอร์เซ็นต์ไขมันสูงกว่าสุกรเพศผู้ที่ตอนด้วยเทคนิคภูมิคุ้มกันวิทยา (13.48±1.27 % และ 10.12±0.80 % ตามลำดับ)

อย่างไรก็ดีจากการศึกษาพบว่าสุกรเพศผู้ที่ตอนด้วยเทคนิคภูมิคุ้มกันวิทยามีเปอร์เซ็นต์ขาและกระดูกสูงกว่าสุกรเพศผู้ที่ตอนด้วยการผ่าอัณฑะออกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05) ซึ่งผลที่ได้สอดคล้องกับการศึกษาของ Gispert *et al.* (2010) ที่รายงานว่าสุกรในกลุ่มควบคุม (ตอนด้วยการผ่าอัณฑะออก) มีเปอร์เซ็นต์ขา และกระดูก (5.19 และ 7.81 ตามลำดับ) ต่ำกว่า (P<0.05) สุกรเพศผู้ที่ตอนด้วยเทคนิคภูมิคุ้มกันวิทยา (5.26 และ 8.05 ตามลำดับ) ที่เป็นเช่นนี้อาจเป็นเพราะการตอนสุกรด้วยการผ่าอัณฑะออกนิยมตอนที่อายุ 1 สัปดาห์ เพื่อยับยั้งการผลิตฮอร์โมนเทสโทสเตอโรนจากอัณฑะ (ประไพพรรณ สิทธิกูล. 2546) แต่การตอนสุกรเพศผู้ด้วยเทคนิคภูมิคุ้มกันวิทยาจะทำการตอนเมื่อสุกรมีอายุประมาณ 16 และ 20 สัปดาห์ เพื่อลดการผลิตฮอร์โมนเทสโทสเตอโรน (สันติคม ศรีเจริญ และคณะ. 2556) ซึ่งช่วงเวลาก่อนที่สุกรจะได้รับวัคซีนเป็นช่วงเวลาที่เลย์ดิกเซลล์ในลูกอัณฑะยังมีการพัฒนาและการทำงานอยู่ มีผลทำให้สุกรยังสามารถผลิตฮอร์โมนเทสโทสเตอโรนได้ ซึ่งฮอร์โมนเทสโทสเตอโรนนี้จะมีผลต่อการเจริญของโครงสร้างและกล้ามเนื้อ และยังช่วยเผาผลาญไขมันในร่างกาย (Brook and Pearson. 1986; รณชัย สิทธิไกรพงษ์. 2540; ยุทธพล เทียมสุวรรณ. 2556)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.1 เปอร์เซ็นต์ซากและเปอร์เซ็นต์ชิ้นส่วนที่ได้จากการตัดแต่งของสุกรเพศผู้ที่ตอนด้วยการผ่าอัณฑะออก และสุกรเพศผู้ที่ตอนด้วยเทคนิคภูมิคุ้มกันวิทยา

ลักษณะที่ศึกษา	สุกรเพศผู้ที่ตอนด้วยการผ่าอัณฑะออก (n = 10)	สุกรเพศผู้ที่ตอนด้วยเทคนิคภูมิคุ้มกันวิทยา (n = 10)	P-value
น้ำหนักซากอุ่น (กิโลกรัม)	91.3 ± 2.29	88.22 ± 10.33	0.492
น้ำหนักซากเย็นซีกซ้าย (กิโลกรัม)	43.3± 3.71	41.40 ± 4.88	0.339
ชิ้นส่วนที่ได้จากการตัดแต่ง (%)			
ไหล่+สันคอ	16.78 ± 0.76	17.31 ± 0.89	0.202
สันใน	1.92 ± 0.13	2.02 ± 0.16	0.202
สันนอก	8.84 ± 0.59	9.18 ± 0.74	0.308
สามชั้น	15.28 ± 0.66[a]	13.84 ± 1.08[b]	0.004
สะโพก	18.50 ± 0.92	18.99 ± 1.27	0.381
เนื้อแดงรวม	46.05 ± 1.09	47.50 ± 2.10	0.098
ไขมัน	12.79 ± 1.60	11.22 ± 1.56	0.052
กระดูก	4.37 ± 0.22[b]	4.63 ± 0.27[a]	0.048
ขา	10.07 ± 0.47[b]	10.97 ± 0.38[a]	0.0004

[a,b]ตัวอักษรที่ต่างกันในแถวเดียวกันแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$)

ผลของการตอนด้วยเทคนิคภูมิคุ้มกันวิทยาและการตอนด้วยการผ่าอัณฑะออกต่อค่าดัชนี LSQ ดังแสดงในตารางที่ 4.2 จากการศึกษาพบว่าสุกรเพศผู้ที่ตอนด้วยเทคนิคภูมิคุ้มกันวิทยาจำนวน 80 ตัวมีค่าดัชนี LSQ อยู่ในเกรด 1 และเกรด 2 รวมกันคิดเป็นร้อยละ 61.25 เกรด 3 ร้อยละ 28.75 ในขณะที่เกรด 5 และ 6 มีเพียงร้อยละ 3.75 ซึ่งแตกต่างจากสุกรเพศผู้ที่ตอนด้วยการผ่าอัณฑะออกที่มีเกรด 1 และเกรด 2 รวมกันเพียงร้อยละ 23.33 เกรด 3 มีถึงร้อยละ13.33 ในขณะที่เกรด 5 และ6 มีร้อยละ 20.66 ซึ่งค่าดัชนี LSQ เป็นดัชนีที่ใช้ในการประเมินปริมาณหรือเปอร์เซ็นต์เนื้อแดงจากซากสุกร โดยการคำนวณจากความหนาไขมันสันหลังและความกว้างของกล้ามเนื้อสันนอกที่ตำแหน่งกล้ามเนื้อ *Gluteus medius* แล้วนำไปเปรียบเทียบเป็นเปอร์เซ็นต์เนื้อแดงในซากสุกร หากซากสุกรมีค่าดัชนี LSQ ที่ต่ำแสดงให้เห็นว่ามีเปอร์เซ็นต์เนื้อแดงในซากที่สูง (จุฑารัตน์ เศรษฐกุล และคณะ. 2553) จากการประเมินคุณภาพซากสุกรในการทดลองนี้ด้วยค่าดัชนี LSQ แสดงให้เห็นว่าสุกรเพศผู้ที่ตอนด้วยเทคนิคภูมิคุ้มกันวิทยามีคุณภาพซากที่ดีกว่าสุกรเพศผู้ที่ตอนด้วยการผ่าอัณฑะออก ทั้งนี้น่าจะเป็นผลมาจากสุกรเพศผู้ที่ตอนด้วยเทคนิคภูมิคุ้มกันวิทยายังสามารถผลิตฮอร์โมน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เทสโทสเตอโรนได้ จึงมีผลต่อการเจริญของโครงสร้างและกล้ามเนื้อ และยังลดการสะสมไขมันในร่างกาย (รณชัย สิทธิไกรพงษ์. 2540; ยุทธพล เทียมสุวรรณ. 2556)

ตารางที่ 4.2 จำนวนและร้อยละของซากในแต่ละเกรดซากเมื่อประเมินด้วยค่าดัชนี Lenden-Speck-Quotient (LSQ)

ค่าดัชนี LSQ	เกรด	สุกรเพศผู้ที่ตอนด้วยการผ่าอัณฑะออก (n = 30)		สุกรเพศผู้ที่ตอนด้วยเทคนิคภูมิคุ้มกันวิทยา (n = 80)	
		จำนวน	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ
< 0.20	1	1	3.33	16	20.00
0.21 – 0.26	2	6	20.00	33	41.25
0.27 – 0.32	3	4	13.33	23	28.75
0.33 – 0.38	4	11	36.66	5	6.25
0.39 – 0.44	5	6	20.00	2	2.50
> 0.45	6	2	6.67	1	1.25

4.1.2 ผลของการตอนด้วยเทคนิคภูมิคุ้มกันวิทยา และการตอนด้วยการผ่าอัณฑะออกต่อคุณภาพเนื้อของสุกรขุนเพศผู้

ผลของการตอนด้วยเทคนิคภูมิคุ้มกันวิทยาและการตอนด้วยการผ่าอัณฑะออกต่อองค์ประกอบทางเคมีของกล้ามเนื้อสันนอกของสุกรขุนเพศผู้แสดงในตารางที่ 4.3 ผลการศึกษาพบว่าสุกรเพศผู้ที่ตอนด้วยการผ่าอัณฑะออกมีเปอร์เซ็นต์ความชื้นต่ำกว่าสุกรเพศผู้ที่ตอนด้วยเทคนิคภูมิคุ้มกันวิทยาอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 72.76 % และ 73.65 % ตามลำดับ ในขณะที่กล้ามเนื้อสันนอกของสุกรทั้งสองกลุ่มมีเปอร์เซ็นต์ไขมันไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) ผลการทดลองสอดคล้องกับการศึกษาของ Li *et al.* (2006) ที่พบว่าปริมาณไขมันในเนื้อมีความสัมพันธ์กับส่วนประกอบทางเคมีของเนื้อ เมื่อปริมาณไขมันในเนื้อ (crude fat) เพิ่มขึ้น มีผลทำให้ความชื้น (moisture) มีค่าลดลง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.3 เปอร์เซ็นต์ความชื้น และไขมันของสุกรเพศผู้ที่ตอนด้วยการผ่าอัณฑะออกและสุกรเพศผู้ที่ตอนด้วยเทคนิคภูมิคุ้มกันวิทยา

องค์ประกอบทางเคมี (%)	สุกรเพศผู้ที่ตอนด้วยการผ่าอัณฑะออก	สุกรเพศผู้ที่ตอนด้วยเทคนิคภูมิคุ้มกันวิทยา	P-value
ความชื้น (n = 10)	72.76 ± 0.17[b]	73.65 ± 0.23[a]	0.005
ไขมัน (n = 9)	2.56 ± 0.20	1.94 ± 0.26	0.083

[a,b]ตัวอักษรที่ต่างกันในแต่ละแถวแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05)

จากการศึกษาพบว่าสุกรทั้งสองกลุ่มมีค่าความเป็นกรด-ด่างภายหลังจากสัตว์ตายที่ 24 ชั่วโมง และค่าสี (L* a* และ b*) ของกล้ามเนื้อสันนอกไม่แตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) ดังแสดงในตารางที่ 4.4 ผลการศึกษาในครั้งนี้สอดคล้องกับการทดลองของ Gispert *et al.* (2010) ที่รายงานว่าสุกรเพศผู้ที่ตอนด้วยการผ่าอัณฑะออกและสุกรเพศผู้ที่ตอนด้วยเทคนิคภูมิคุ้มกันวิทยามีค่าความเป็นกรด-ด่างของเนื้อภายหลังจากสัตว์ตายที่ 24 ชั่วโมง และค่าสีของเนื้อ (L* a* และ b*) ไม่แตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) และหากพิจารณาค่าความเป็นกรด-ด่างภายหลังจากสัตว์ตายที่ 24 ชั่วโมงจากการทดลองนี้พบว่าอยู่ในเกณฑ์ปกติ ซึ่ง Adzitey and Nurul (2011) รายงานว่าค่าความเป็นกรด-ด่างภายหลังจากสัตว์ตายที่ 24 ชั่วโมง หรือค่า ultimate pH ของเนื้อสุกรอยู่ที่ 5.6-5.8

ตารางที่ 4.4 ค่าความเป็นกรด-ด่างภายหลังจากสัตว์ตายที่ 24 ชั่วโมงและค่าสีของกล้ามเนื้อสันนอกของสุกรเพศผู้ที่ตอนด้วยการผ่าอัณฑะออก และที่ตอนด้วยเทคนิคภูมิคุ้มกันวิทยา

ลักษณะที่ศึกษา	สุกรเพศผู้ที่ตอนด้วยการผ่าอัณฑะออก (n = 30)	สุกรเพศผู้ที่ตอนด้วยเทคนิคภูมิคุ้มกันวิทยา (n = 30)	P-value
pH_{24h}	5.60 ± 0.03	5.59 ± 0.02	0.706
Meat color			
L* (lightness)	47.09 ± 1.44	48.95 ± 1.38	0.361
a* (redness)	3.22 ± 0.15	2.73 ± 0.23	0.091
b* (yellowness)	9.96 ± 0.53	9.79 ± 0.59	0.832

ผลการศึกษาขนาดของเส้นผ่านศูนย์กลางเส้นใยกล้ามเนื้อและความยาวซาร์โคเมียร์พบว่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) ดังแสดงในตารางที่ 4.5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.5 ความยาวเส้นผ่านศูนย์กลางเส้นใยกล้ามเนื้อและความยาวซาร์โคเมียร์ของสุกรเพศผู้ที่ตอนด้วยการผ่าอัณฑะออก และสุกรเพศผู้ที่ตอนด้วยเทคนิคภูมิคุ้มกันวิทยา

ลักษณะที่ศึกษา	สุกรเพศผู้ที่ตอนด้วยการผ่าอัณฑะออก (n = 15)	สุกรเพศผู้ที่ตอนด้วยเทคนิคภูมิคุ้มกันวิทยา (n = 15)	P-value
ความยาวเส้นผ่านศูนย์กลางเส้นใยกล้ามเนื้อ (μm)	72.78 ± 2.51	68.18 ± 1.54	0.128
ความยาวซาร์โคเมียร์ (μm)	1.04 ± 0.01	1.04 ± 0.01	0.649

ผลการศึกษาความสามารถในการอุ้มน้ำของเนื้อพบว่า กล้ามเนื้อสันนอกของสุกรทั้งสองกลุ่มมีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำระหว่างการเก็บรักษาไม่แตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) ในขณะที่สุกรเพศผู้ที่ตอนด้วยการผ่าอัณฑะออกมีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำระหว่างการปรุงสุกสูงกว่าสุกรเพศผู้ที่ตอนด้วยเทคนิคภูมิคุ้มกันวิทยาอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05) โดยมีค่าเท่ากับ 17.83 และ 15.04 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ดังแสดงในตารางที่ 4.6 ผลการศึกษานี้ไม่สอดคล้องกับผลการวิจัยของ Aluwé *et al.* (2013) รายงานว่ากล้ามเนื้อสันนอกของสุกรเพศผู้ที่ตอนด้วยการผ่าอัณฑะออกมีค่าการสูญเสียน้ำระหว่างการเก็บรักษาและค่าการสูญเสียน้ำระหว่างการปรุงสุกต่ำกว่า (P<0.05) สุกรเพศผู้ที่ตอนด้วยเทคนิคภูมิคุ้มกันวิทยา ทั้งนี้เห็นได้ว่าในการศึกษาครั้งนี้เนื้อสันนอกของสุกรเพศผู้ที่ตอนด้วยเทคนิคภูมิคุ้มกันวิทยามีแนวโน้มเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำระหว่างการเก็บรักษาที่สูงกว่าสุกรเพศผู้ที่ตอนด้วยการผ่าอัณฑะออกดังนั้นจึงอาจมีการสูญเสียน้ำไปบางส่วนแล้วในระหว่างการเก็บรักษา จึงส่งผลให้เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำระหว่างการปรุงสุกของสุกรเพศผู้ที่ตอนด้วยเทคนิคภูมิคุ้มกันวิทยามีค่าต่ำกว่าสุกรเพศผู้ที่ตอนด้วยการผ่าอัณฑะ อย่างไรก็ตามจากการศึกษาแสดงให้เห็นว่ากล้ามเนื้อสันนอกของสุกรทั้งสองกลุ่มมีค่าแรงตัดผ่านเนื้อไม่แตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) ซึ่งสอดคล้องกับการทดลองของ Aluwé *et al.* (2013) ที่รายงานว่าสุกรเพศผู้ที่ตอนด้วยการผ่าอัณฑะออกและสุกรเพศผู้ที่ตอนด้วยเทคนิคภูมิคุ้มกันวิทยามีค่าแรงตัดผ่านเนื้อไม่แตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) โดยมีค่าเท่ากับ 28 และ 28 นิวตันตามลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.6 ค่าการสูญเสียน้ำระหว่างการเก็บรักษา ค่าการสูญเสียน้ำระหว่างปรุงสุก และค่าแรงตัดผ่านเนื้อของสุกรเพศผู้ที่ตอนด้วยการผ่าอัณฑะออก และสุกรเพศผู้ที่ตอนด้วยเทคนิคภูมิคุ้มกันวิทยา

ลักษณะที่ศึกษา	สุกรเพศผู้ที่ตอนด้วยการผ่าอัณฑะออก (n = 10)	สุกรเพศผู้ที่ตอนด้วยเทคนิคภูมิคุ้มกันวิทยา (n = 10)	P-value
การสูญเสียน้ำระหว่างการเก็บรักษา (%)	3.88 ± 0.21	4.66 ± 0.32	0.051
การสูญเสียน้ำระหว่างการปรุงสุก (%)	17.83 ± 0.79[a]	15.04 ± 0.78[b]	0.021
ค่าแรงตัดผ่านเนื้อ (กิโลกรัม)	4.16 ± 0.18	4.14 ± 0.21	0.962

[a,b]ตัวอักษรที่ต่างกันในแต่ละแถวแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05)

4.2 ผลของการตอนด้วยเทคนิคภูมิคุ้มกันวิทยาเปรียบเทียบกับการตอนด้วยการผ่าอัณฑะออกต่อสมรรถภาพการเจริญเติบโต คุณภาพซาก คุณภาพเนื้อ และปริมาณสคาร์โทลและอินโดลในเนื้อเยื่อไขมันของสุกรขุนเพศผู้

4.2.1 ผลของการตอนด้วยเทคนิคภูมิคุ้มกันวิทยา และการตอนด้วยการผ่าอัณฑะออกต่อสมรรถภาพการเจริญเติบโตของสุกรขุนเพศผู้

ผลของการตอนด้วยเทคนิคภูมิคุ้มกันวิทยาและการตอนด้วยการผ่าอัณฑะออกต่อสมรรถภาพการเจริญเติบโตของสุกรขุนเพศผู้แสดงในตารางที่ 4.7 ผลการศึกษาพบว่าสุกรเพศผู้ทั้งสองกลุ่มมีอัตราการเจริญเติบโตและประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัวไม่แตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) ซึ่งสอดคล้องกับการทดลองของ สันติคม ศรีเจริญ และคณะ (2556) ที่รายงานว่าสุกรเพศผู้ที่ตอนด้วยการผ่าอัณฑะออกและสุกรเพศผู้ที่ตอนด้วยเทคนิคภูมิคุ้มกันวิทยามีอัตราการเจริญเติบโตไม่แตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) และการทดลองของ Aluwé *et al*. (2013) รายงานว่าสุกรเพศผู้ที่ตอนด้วยการผ่าอัณฑะออกและสุกรเพศผู้ที่ตอนด้วยเทคนิคภูมิคุ้มกันวิทยามีประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัวไม่แตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.7 สมรรถภาพการเจริญเติบโตของสุกรเพศผู้ที่ตอนด้วยการผ่าอัณฑะออก และสุกรเพศผู้ที่ตอนด้วยเทคนิคภูมิคุ้มกันวิทยา

ลักษณะที่ศึกษา	สุกรเพศผู้ที่ตอนด้วยการผ่าอัณฑะออก (n = 10)	สุกรเพศผู้ที่ตอนด้วยเทคนิคภูมิคุ้มกันวิทยา (n = 9)	P-value
อัตราการเจริญเติบโต (กรัม/วัน)	923.67 ± 16.65	891.77 ± 12.14	0.148
ประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหาร	2.47 ± 0.06	2.36 ± 0.02	0.110

4.2.2 ผลของการตอนด้วยเทคนิคภูมิคุ้มกันวิทยา และการตอนด้วยการผ่าอัณฑะออกต่อคุณภาพซากของสุกรขุนเพศผู้

ผลของการตอนด้วยเทคนิคภูมิคุ้มกันวิทยาและการตอนด้วยการผ่าอัณฑะออกต่อเปอร์เซ็นต์ซากและเปอร์เซ็นต์ชิ้นส่วนของสุกรขุนเพศผู้แสดงในตารางที่ 4.8 พบว่าสุกรทั้งสองกลุ่มมีน้ำหนักซากอุ่น ความยาวซาก เปอร์เซ็นต์ซาก และเปอร์เซ็นต์เนื้อแดงไม่แตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) เปอร์เซ็นต์ชิ้นส่วนสำคัญ ได้แก่ ไหล่ สันใน สันนอก และสะโพก ของสุกรทั้ง 2 กลุ่มไม่แตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) นอกจากนี้พบว่าสุกรเพศผู้ที่ตอนด้วยเทคนิคภูมิคุ้มกันวิทยามีเปอร์เซ็นต์สันคอ หัว ขาหน้า ขาหลัง และกระดูกสูงกว่าสุกรเพศผู้ที่ตอนด้วยการผ่าอัณฑะออกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05) ในขณะที่สุกรเพศผู้ที่ตอนด้วยการผ่าอัณฑะออกมีเปอร์เซ็นต์สามชั้นและไขมันรวมสูงกว่าและมีความหนาไขมันสันหลังมากกว่าสุกรเพศผู้ที่ตอนด้วยเทคนิคภูมิคุ้มกันวิทยาอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05) ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของสันติคม ศรีเจริญ และคณะ (2556) ที่รายงานว่าสุกรเพศผู้ที่ตอนด้วยการผ่าอัณฑะออกมีเปอร์เซ็นต์ไขมันสูงกว่าสุกรเพศผู้ที่ตอนด้วยเทคนิคภูมิคุ้มกันวิทยา ในขณะที่เปอร์เซ็นต์สันนอก สันใน ไหล่ และสะโพกไม่แตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05)

ผลของการตอนด้วยเทคนิคภูมิคุ้มกันวิทยาและการตอนด้วยการผ่าอัณฑะออกต่อค่าดัชนี LSQ แสดงในตารางที่ 4.9 ผลการศึกษาพบว่าสุกรในกลุ่มที่ตอนด้วยเทคนิคภูมิคุ้มกันวิทยาจำนวน 9 ตัว มีค่าดัชนี LSQ อยู่ในเกรด 1 และเกรด 2 รวมกันคิดเป็นร้อยละ 33.33 เกรด 3 ร้อยละ 53.33 ในขณะที่สุกรเพศผู้ตอนด้วยการผ่าอัณฑะออกมีเกรด 1 และเกรด 2 รวมกันเพียงร้อยละ 10 เกรด 3 ร้อยละ20 ในขณะที่เกรด 5 และ 6 มีถึงร้อยละ 40 จากการประเมินคุณภาพซากสุกรในการทดลองนี้ด้วยค่าดัชนี LSQ แสดงให้เห็นว่าสุกรเพศผู้ที่ตอนด้วยเทคนิคภูมิคุ้มกันวิทยามีคุณภาพซากที่ดีกว่าสุกรเพศผู้ที่ตอนด้วยการผ่าอัณฑะออก ทั้งนี้อาจจะเป็นผลมาจากเลย์ดิกเซลล์ของสุกรเพศผู้ที่ตอนด้วยเทคนิคภูมิคุ้มกันวิทยายังมีการพัฒนาและสามารถผลิตฮอร์โมนเทสโทสเตอโรนได้ในช่วงก่อนการทำวัคซีน ซึ่งฮอร์โมนเทสโทสเตอโรนจะมีผลต่อการเจริญเติบโตของโครงสร้างกระดูกและกล้ามเนื้อ และยังลดการสะสมไขมันในร่างกาย (Brook and Pearson. 1986; รณชัย สิทธิไกรพงษ์. 2540; ยุทธพล เทียมสุวรรณ. 2556)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.8 เปอร์เซ็นต์ซากและเปอร์เซ็นต์ชิ้นส่วนที่ได้จากการตัดแต่งของสุกรเพศผู้ที่ตอนด้วยการผ่าอัณฑะออก และสุกรเพศผู้ที่ตอนด้วยเทคนิคภูมิคุ้มกันวิทยา

ลักษณะที่ศึกษา	สุกรเพศผู้ที่ตอนด้วยการผ่าอัณฑะออก (n = 10)	สุกรเพศผู้ที่ตอนด้วยเทคนิคภูมิคุ้มกันวิทยา (n = 9)	P-value
น้ำหนักมีชีวิต (กิโลกรัม)	100.40 ± 0.56	100.4 ± 0.44	0.952
น้ำหนักซากอุ่นซีกซ้าย (กิโลกรัม)	43.28 ± 1.13	43.74 ± 0.92	0.754
ความยาวซาก (เซนติเมตร)	100 ± 1.14	102 ± 1.37	0.276
เปอร์เซ็นต์ซาก	78.78 ± 1.06	78.88 ± 1.08	0.945
เปอร์เซ็นต์เนื้อแดง	43.47 ± 0.53	44.27 ± 0.69	0.385
ชิ้นส่วนที่ได้จากการตัดแต่ง (%)			
สันใน	1.09 ± 0.08	1.07 ± 0.07	0.897
สันนอก	7.34 ± 0.21	7.16 ± 0.16	0.512
สันคอ	4.41 ± 0.10[b]	4.92 ± 0.12[a]	0.005
ไหล่	11.17 ± 0.20	11.07 ± 0.21	0.744
สะโพก	19.44 ± 0.29	20.00 ± 0.49	0.346
สามชั้นรวมราวนม	19.55 ± 0.26[a]	17.94 ± 0.36[b]	0.002
คาง	1.55 ± 0.17	1.60 ± 0.08	0.832
หัว	6.63 ± 0.12[b]	7.24 ± 0.25[a]	0.042
ซี่โครง	7.7 ± 0.18	8.03 ± 0.39	0.455
ขาหน้า	1.04 ± 0.04[b]	1.25 ± 0.07[a]	0.034
ขาหลัง	1.19 ± 0.03	1.25 ± 0.06	0.348
กระดูก	9.87 ± 0.18[b]	10.81 ± 0.27[a]	0.009
ไขมัน	17.40 ± 0.39[a]	15.34 ± 0.43[b]	0.003
ความหนาไขมันสันหลัง (มิลลิเมตร)	30.73 ± 1.03[a]	25.30 ± 1.03[b]	0.002

[a,b]ตัวอักษรที่ต่างกันในแต่ละแถวแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.9 จำนวนและร้อยละของซากในแต่ละเกรดซากเมื่อประเมินด้วยค่าดัชนี Lenden-Speck-Quotient (LSQ)

ค่าดัชนี LSQ	เกรด	สุกรเพศผู้ที่ตอนด้วยการผ่าอัณฑะออก (n = 10)		สุกรเพศผู้ที่ตอนด้วยเทคนิคภูมิคุ้มกันวิทยา (n = 9)	
		จำนวน	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ
< 0.20	1	0	0	0	0
0.21 – 0.26	2	1	10	3	33.33
0.27 – 0.32	3	2	20	5	53.33
0.33 – 0.38	4	3	30	1	13.33
0.39 – 0.44	5	3	30	0	0
> 0.45	6	1	10	0	0

4.2.3 ผลของการตอนด้วยเทคนิคภูมิคุ้มกันวิทยา และการตอนด้วยการผ่าอัณฑะออกต่อคุณภาพเนื้อของสุกรขุนเพศผู้

จากการศึกษาพบว่าสุกรทั้งสองกลุ่มมีค่าความเป็นกรด-ด่างภายหลังจากสัตว์ตายที่ 24 ชั่วโมง และค่าสี (L* a* และ b*) ของกล้ามเนื้อสันนอกไม่แตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) ดังแสดงในตารางที่ 4.10 ผลการศึกษาในครั้งนี้สอดคล้องกับการทดลองของ Gispert *et al.* (2010) ที่รายงานว่าสุกรเพศผู้ที่ตอนด้วยการผ่าอัณฑะออกและสุกรเพศผู้ที่ตอนด้วยเทคนิคภูมิคุ้มกันวิทยามีค่าความเป็นกรด-ด่างของเนื้อภายหลังจากสัตว์ตายที่ 24 ชั่วโมง และค่าสีของเนื้อไม่แตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) ในขณะที่การศึกษาของ Aluwé *et al.* (2013) รายงานว่ากล้ามเนื้อสันนอกของสุกรเพศผู้ที่ตอนด้วยการผ่าอัณฑะออกมีค่า a* ต่ำกว่าสุกรเพศผู้ที่ตอนด้วยเทคนิคภูมิคุ้มกันวิทยาอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05) โดยมีค่าเท่ากับ 8.5 และ 8.9 ตามลำดับ ทั้งนี้คุณลักษณะของกล้ามเนื้อขึ้นอยู่กับปัจจัยด้านพันธุกรรมร่วมกับสภาพแวดล้อม เช่น อาหาร การจัดการก่อนฆ่า และกระบวนการฆ่า (Aluwé *et al.* 2013)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.10 ค่าความเป็นกรด-ด่างภายหลังจากสัตว์ตายที่ 24 ชั่วโมงและค่าสีของกล้ามเนื้อสันนอกของสุกรเพศผู้ที่ตอนด้วยการผ่าอัณฑะออก และสุกรเพศผู้ที่ตอนด้วยเทคนิคภูมิคุ้มกันวิทยา

ลักษณะที่ศึกษา	สุกรเพศผู้ที่ตอนด้วยการผ่าอัณฑะออก (n = 10)	สุกรเพศผู้ที่ตอนด้วยเทคนิคภูมิคุ้มกันวิทยา (n = 9)	P-value
pH_{24h}	5.48 ± 0.03	5.50 ± 0.05	0.767
Meat color			
L* (lightness)	68.25 ± 4.19	61.24 ± 1.74	0.157
a* (redness)	7.35 ± 0.77	8.39 ± 0.29	0.234
b* (yellowness)	3.76 ± 0.59	3.84 ± 0.57	0.927

ผลการศึกษาความสามารถในการอุ้มน้ำของเนื้อพบว่า กล้ามเนื้อสันนอกของสุกรทั้งสองกลุ่มมีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำระหว่างการเก็บรักษา การสูญเสียน้ำระหว่างการละลาย และการสูญเสียน้ำระหว่างการปรุงสุกไม่แตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) ดังแสดงในตารางที่ 4.11 สอดคล้องกับการทดลองของ Pauly *et al.* (2009) ที่รายงานว่ากล้ามเนื้อสันนอกของสุกรเพศผู้ที่ตอนด้วยการผ่าอัณฑะออกและสุกรเพศผู้ที่ตอนด้วยเทคนิคภูมิคุ้มกันวิทยามีค่าสูญเสียน้ำระหว่างการละลายไม่แตกต่างกัน (P>0.05) อย่างไรก็ตามพบว่าที่ระยะเวลาการบ่ม 5 วัน สุกรเพศผู้ที่ตอนด้วยเทคนิคภูมิคุ้มกันวิทยามีค่าการสูญเสียน้ำระหว่างการปรุงสุกสูงกว่าสุกรเพศผู้ที่ตอนด้วยการผ่าอัณฑะออกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05) อาจจะเป็นผลมาจากเนื้อของสุกรเพศผู้ที่ตอนด้วยการผ่าอัณฑะออกมีปริมาณไขมันมากกว่าสุกรเพศผู้ที่ตอนด้วยเทคนิคภูมิคุ้มกันวิทยา ดังแสดงในตารางที่ 4.8 ซึ่ง Savell and Cross (1988) อธิบายไว้ว่าไขมันมีผลต่อความชุ่มฉ่ำของเนื้อโดยทำให้ความสามารถในการอุ้มน้ำของเนื้อเพิ่มขึ้น เมื่อนำเนื้อไปปรุงสุกไขมันเหล่านี้จะไปเคลือบเส้นใยกล้ามเนื้อจะไม่ให้หดตัว และสูญเสียน้ำในเนื้อมากเกินไป ในขณะที่การศึกษาครั้งนี้แสดงให้เห็นว่ากล้ามเนื้อสันนอกของสุกรทั้งสองกลุ่มมีค่าแรงตัดผ่านเนื้อที่ระยะเวลาการบ่มที่ 1 วัน และ 5 วัน ไม่แตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) ซึ่งสอดคล้องกับการทดลองของ Aluwé *et al.* (2013) ที่รายงานว่าสุกรเพศผู้ที่ตอนด้วยการผ่าอัณฑะออกและสุกรเพศผู้ที่ตอนด้วยเทคนิคภูมิคุ้มกันวิทยามีค่าแรงตัดผ่านเนื้อไม่แตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.11 ค่าการสูญเสียน้ำระหว่างการเก็บรักษา ค่าการสูญเสียน้ำระหว่างการทำละลาย ค่าการสูญเสียน้ำระหว่างปรุงสุก และค่าแรงตัดผ่านเนื้อของสุกรเพศผู้ที่ตอนด้วยการผ่าอัณฑะออก และสุกรเพศผู้ที่ตอนด้วยเทคนิคภูมิคุ้มกันวิทยา

ลักษณะที่ศึกษา (%)	สุกรเพศผู้ที่ตอนด้วยการผ่าอัณฑะออก (n = 10)	สุกรเพศผู้ที่ตอนด้วยเทคนิคภูมิคุ้มกันวิทยา (n = 9)	P-value
การสูญเสียน้ำระหว่างการเก็บรักษา	6.41 ± 0.52	7.91 ± 0.76	0.119
การสูญเสียน้ำระหว่างการทำละลาย			
1 วัน	9.30 ± 0.69	9.89 ± 0.59	0.535
5 วัน	11.14 ± 0.96	12.44 ± 0.59	0.277
การสูญเสียน้ำระหว่างการปรุงสุก (%)			
1 วัน	19.39 ± 0.96	19.77 ± 0.86	0.772
5 วัน	19.35 ± 0.63[b]	22.19 ± 0.87[a]	0.016
ค่าแรงตัดผ่านเนื้อ (กิโลกรัม)			
1 วัน	3.64 ± 0.19	3.51 ± 0.16	0.618
5 วัน	3.87 ± 0.21	3.65 ± 0.15	0.416

[a,b]ตัวอักษรที่ต่างกันในแต่ละแถวแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05)

4.2.4 ผลของการตอนด้วยเทคนิคภูมิคุ้มกันวิทยา และการตอนด้วยการผ่าอัณฑะออกต่อปริมาณสคาร์โทลและอินโดลในเนื้อเยื่อไขมันของสุกรขุนเพศผู้

ผลการศึกษาปริมาณสคาร์โทลและอินโดลในเนื้อเยื่อไขมันของสุกรขุนเพศผู้แสดงในตารางที่ 4.12 ผลการศึกษาแสดงให้เห็นว่าเนื้อเยื่อไขมันของสุกรทั้งสองกลุ่มมีปริมาณสคาร์โทลและอินโดลไม่แตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) ซึ่งสอดคล้องกับการทดลองของ Brunius *et al*. (2011) ที่รายงานว่าสุกรเพศผู้ที่ไม่ตอนมีปริมาณแอนโดรสตีโนน สคาร์โทล และอินโดลสูงกว่าสุกรเพศผู้ที่ตอนด้วยการผ่าอัณฑะออกและสุกรเพศผู้ที่ตอนด้วยเทคนิคภูมิคุ้มกันวิทยาอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.01) ในขณะที่สุกรเพศผู้ที่ตอนด้วยการผ่าอัณฑะออกและสุกรเพศผู้ที่ตอนด้วยเทคนิคภูมิคุ้มกันวิทยามีปริมาณแอนโดรสตีโนน สคาร์โทล และอินโดลไม่แตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) โดยสุกรเพศผู้ที่ไม่ตอน เพศผู้ที่ตอนด้วยการผ่าอัณฑะออก และสุกรเพศผู้ที่ตอนด้วยเทคนิคภูมิคุ้มกันวิทยามีปริมาณแอนโดรสตีโนนเท่ากับ 1092 157 และ 169 นาโนกรัม/กรัม ตามลำดับ ปริมาณสคาร์โทลเท่ากับ 68 24 และ 26 นาโนกรัม/กรัม ตามลำดับ และปริมาณอินโดลเท่ากับ 15.0 6.8 และ 6.1 นาโนกรัม/กรัม ตามลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อย่างไรก็ดีสุกรเพศผู้ที่ตอนด้วยเทคนิคภูมิคุ้มกันวิทยามีแนวโน้มว่าจะมีปริมาณสคาร์โทลสูงกว่าสุกรเพศผู้ที่ตอนด้วยการผ่าอัณฑะออก (P=0.054) ซึ่งสคาร์โทลที่สะสมในเนื้อเยื่อไขมันจะทำให้เกิดกลิ่นในสุกรเพศผู้ อาหารที่มีโปรตีนหรือกรดอะมิโนทริปโตเฟนสูงจะมีผลต่อการสะสมของสคาร์โทลและอินโดลในร่างกายสุกร (Chen *et al*. 2007) ทั้งนี้การที่ปริมาณสคาร์โทลและอินโดลลดลงได้เป็นผลมาจากร่างกายสัตว์ผลิตและหลั่งฮอร์โมนเทสโทสเตอโรนและแอนโดรสตีโนนได้น้อยลง ทำให้ตับสามารถเผาผลาญสคาร์โทลและอินโดล และกำจัดออกจากร่างกายได้มากขึ้น (สันติคม ศรีเจริญ และคณะ. 2556) จากการศึกษาแสดงให้เห็นว่าระดับสคาร์โทลในเนื้อเยื่อไขมันของสุกรเพศผู้ที่ตอนด้วยการผ่าอัณฑะออกและสุกรเพศผู้ที่ตอนด้วยเทคนิคภูมิคุ้มกันวิทยามีค่าเท่ากับ 0.0157 และ 0.0329 ppm ตามลำดับ ซึ่งอยู่ในระดับที่ยอมรับได้ตามมาตรฐานของสหภาพยุโรปหรือ EU ที่กำหนดให้เนื้อของสุกรเพศผู้ไม่ตอนที่มีน้ำหนักซากไม่เกิน 80 กิโลกรัม ต้องมีระดับของสคาร์โทลไม่เกิน 0.25 ppm (สมจิต พิชิตภารตะพงษ์ และคณะ. 2544 อ้างจาก Malmfors and Lundström. 1983) อย่างไรก็ตามปริมาณสคาร์โทลดังกล่าวจะเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภคชาวไทยหรือไม่ควรมีการศึกษาต่อไป

ตารางที่ 4.12 ปริมาณสคาร์โทลและอินโดลในเนื้อเยื่อไขมันของสุกรเพศผู้ที่ตอนด้วยการผ่าอัณฑะและสุกรเพศผู้ที่ตอนด้วยวัคซีน

ลักษณะที่ศึกษา	สุกรเพศผู้ที่ตอนด้วยการผ่าอัณฑะออก (n = 6)	สุกรเพศผู้ที่ตอนด้วยเทคนิคภูมิคุ้มกันวิทยา (n = 9)	P-value
สคาร์โทล (นาโนกรัม/กรัม)	15.7 ± 6.9	32.9 ± 4.7	0.054
อินโดล (นาโนกรัม/กรัม)	14.3 ± 1.7	20.5 ± 3.7	0.22

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
สรุปและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการทดลอง

การทดลองที่ 1 ศึกษาผลของการตอนด้วยเทคนิคภูมิคุ้มกันวิทยาเปรียบเทียบกับการตอนด้วยการผ่าอัณฑะออกต่อคุณภาพซากและคุณภาพเนื้อของสุกรขุนเพศผู้ มีข้อสรุปดังนี้

1) สุกรเพศผู้ที่ตอนด้วยเทคนิคภูมิคุ้มกันวิทยามีเปอร์เซ็นต์ชิ้นส่วนสำคัญได้แก่ ไหล่รวมสันคอ สันใน สันนอก และสะโพกจากการตัดแต่งไม่แตกต่างกับสุกรเพศผู้ที่ตอนด้วยการผ่าอัณฑะออก แต่มีเปอร์เซ็นต์สามชั้นต่ำกว่า และมีเปอร์เซ็นต์กระดูกและขาสูงกว่าสุกรเพศผู้ที่ตอนด้วยการผ่าอัณฑะออก
2) สุกรเพศผู้ที่ตอนด้วยเทคนิคภูมิคุ้มกันวิทยามีคุณภาพซากอยู่ในเกณฑ์ที่ดีกว่าสุกรเพศผู้ที่ตอนด้วยการผ่าอัณฑะออกจากการประเมินด้วยค่าดัชนี LSQ
3) สุกรเพศผู้ที่ตอนด้วยเทคนิคภูมิคุ้มกันวิทยามีคุณภาพเนื้อ ได้แก่ ค่าแรงตัดผ่านเนื้อ และค่าสีของเนื้อไม่แตกต่างกับสุกรเพศผู้ที่ตอนด้วยการผ่าอัณฑะออก แต่มีแนวโน้มของการสูญเสียน้ำระหว่างการเก็บรักษามากกว่าจึงอาจเป็นเหตุให้พบว่ามีการสูญเสียน้ำระหว่างการปรุงสุกต่ำกว่าสุกรเพศผู้ที่ตอนด้วยการผ่าอัณฑะออก
4) สุกรเพศผู้ที่ตอนด้วยเทคนิคภูมิคุ้มกันวิทยามีแนวโน้มว่าจะมีเปอร์เซ็นต์ไขมันในกล้ามเนื้อสันนอกต่ำกว่าสุกรเพศผู้ที่ตอนด้วยการผ่าอัณฑะออก

การทดลองที่ 2 ศึกษาผลของการตอนด้วยเทคนิคภูมิคุ้มกันวิทยาเปรียบเทียบกับการตอนด้วยการผ่าอัณฑะออกต่อสมรรถภาพการเจริญเติบโต คุณภาพซาก คุณภาพเนื้อ และปริมาณสคาร์โทลและอินโดลในเนื้อเยื่อไขมันของสุกรขุนเพศผู้ มีข้อสรุปดังนี้

1) สุกรเพศผู้ที่ตอนด้วยเทคนิคภูมิคุ้มกันวิทยามีสมรรถภาพการเจริญเติบโตไม่แตกต่างกับสุกรเพศผู้ที่ตอนด้วยการผ่าอัณฑะออก
2) สุกรเพศผู้ที่ตอนด้วยเทคนิคภูมิคุ้มกันวิทยามีเปอร์เซ็นต์ชิ้นส่วนสำคัญจากการตัดแต่งไม่แตกต่างกับสุกรเพศผู้ที่ตอนด้วยการผ่าอัณฑะออก ในขณะที่สุกรเพศผู้ที่ตอนด้วยเทคนิคภูมิคุ้มกันวิทยามีเปอร์เซ็นต์สามชั้น ไขมันรวม และความหนาไขมันสันหลังต่ำกว่าสุกรเพศผู้ที่ตอนด้วยการผ่าอัณฑะออก และมีเปอร์เซ็นต์กระดูกและขาหน้าสูงกว่า
3) สุกรเพศผู้ที่ตอนด้วยเทคนิคภูมิคุ้มกันวิทยามีคุณภาพซากอยู่ในเกณฑ์ที่ดีกว่าสุกรเพศผู้ที่ตอนด้วยการผ่าอัณฑะออกจากการประเมินด้วยค่าดัชนี LSQ
4) สุกรเพศผู้ที่ตอนด้วยเทคนิคภูมิคุ้มกันวิทยามีคุณภาพเนื้อ ได้แก่ ค่าความสามารถในการอุ้มน้ำของเนื้อ ค่าแรงตัดผ่านเนื้อ และค่าสีของเนื้อไม่แตกต่างกับสุกรที่ตอนด้วยการผ่าอัณฑะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ออก แต่เนื้อที่บ่มไว้ 5 วัน พบว่ามีการสูญเสียน้ำระหว่างการปรุงสุกมากกว่าสุกรเพศผู้ที่ตอนด้วยการผ่าอัณฑะออก

5) สุกรเพศผู้ที่ตอนด้วยเทคนิคภูมิคุ้มกันวิทยามีปริมาณอินโดลในเนื้อเยื่อไขมันไม่แตกต่างกับสุกรเพศผู้ที่ตอนด้วยการผ่าอัณฑะออก แต่มีแนวโน้มว่าจะมีปริมาณสคาร์โทลสูงกว่า

จากการศึกษาครั้งนี้สรุปได้ว่าสุกรที่ตอนด้วยเทคนิคภูมิคุ้มกันวิทยามีสมรรถภาพการผลิตไม่แตกต่างจากสุกรเพศผู้ที่ตอนด้วยการผ่าอัณฑะออก แต่ได้ซากที่มีเปอร์เซ็นต์เนื้อแดงสูงกว่า และมีเปอร์เซ็นต์ไขมันต่ำกว่า ในส่วนของคุณภาพเนื้อพบว่าสุกรทั้งสองกลุ่มมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเส้นใยกล้ามเนื้อและค่าแรงตัดผ่านเนื้อไม่แตกต่างกัน อย่างไรก็ดีเนื้อสันนอกของสุกรเพศผู้ที่ตอนด้วยเทคนิคภูมิคุ้มกันวิทยามีแนวโน้มที่จะมีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำสูงกว่า

5.2 ข้อเสนอแนะ

1) จากการศึกษาครั้งนี้แสดงให้เห็นว่าการใช้เทคนิคภูมิคุ้มกันวิทยาในการตอนสุกรตามคำแนะนำของผู้ผลิตคือ ทำวัคซีนแก่สุกรเพศผู้ที่ช่วงอายุ 16 และ 20 สัปดาห์ สามารถทดแทนการตอนด้วยการผ่าอัณฑะเพื่อลดความเจ็บปวด และสอดคล้องกับหลักสวัสดิภาพสัตว์ โดยไม่ส่งผลกระทบต่อสมรรถภาพการเจริญเติบโต คุณภาพซาก ค่าความเป็นกรด-ด่างและค่าสีของเนื้อ
2) การตอนสุกรด้วยเทคนิคภูมิคุ้มกันวิทยามีแนวโน้มจะส่งผลให้เนื้อสุกรสูญเสียความสามารถในการอุ้มน้ำ จึงอาจส่งผลให้เกิดการสูญเสียน้ำหนักและมูลค่าของสินค้ารวมทั้งอาจส่งผลกระทบต่อคุณภาพการส่งออกได้
3) หากพิจารณาต้นทุนการใช้เทคนิคภูมิคุ้มกันวิทยาในการตอนสุกรจะเห็นว่ายังมีต้นทุนที่ค่อนข้างสูง ซึ่งราคาวัคซีนอยู่ที่โดส (dose) ละ 70 บาท ตามโปรแกรมที่แนะนำต้องทำวัคซีน 2 ครั้ง รวมเป็นเงิน 140 บาท หากประเทศไทยมีการผลักดันหรือบังคับใช้หลักสวัสดิภาพสัตว์ในการผลิตสุกรขุนอย่างจริงจัง ทางบริษัทผู้ผลิตจำเป็นจะต้องทำให้ต้นทุนค่าวัคซีนต่ำลงในอนาคต
4) เนื้อสุกรเพศผู้ที่ตอนด้วยเทคนิคภูมิคุ้มกันวิทยามีแนวโน้มที่จะมีปริมาณสคาร์โทลสูงกว่าสุกรเพศผู้ที่ตอนด้วยการผ่าอัณฑะออกเล็กน้อย ดังนั้นควรทำการศึกษาการยอมรับของผู้บริโภค (Consumer sensory acceptance) ต่อเนื้อสุกร ทั้งนี้เนื่องจากผู้บริโภคในประเทศไทยและแถบเอเชียไม่นิยมบริโภคเนื้อสุกรที่มีกลิ่นสาบแม้เพียงเล็กน้อยก็ตาม
5) เนื่องจากร่างกายจะกำจัดสคาร์โทลและอินโดลออกทางปัสสาวะและอุจจาระ การจัดการฟาร์มที่ดีอาจจะช่วยลดการสะสมของกลิ่นดังกล่าวในสุกรได้ เช่น การทำความสะอาดคอกอย่างสม่ำเสมอ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6) การสะสมของสารสคาร์โทลและอินโดลในซากสุกรเกิดจากกรดอะมิโนทริปโตเฟนในอาหาร ดังนั้นควรปรับระดับโปรตีนในสูตรอาหารให้เหมาะสมกับการเลี้ยงสุกรที่ตอนด้วยเทคนิคภูมิคุ้มกันวิทยา โดยอาจใช้สูตรอาหารในลักษณะสมดุลกรดอะมิโนเพื่อให้การใช้ประโยชน์จากกรดอะมิโนในอาหารดีขึ้น ไม่มีกรดอะมิโนทริปโตเฟนหลงเหลือจนเกิดกระบวนการหมักย่อยด้วยจุลินทรีย์ในลำไส้ใหญ่
7) การตอนสุกรด้วยเทคนิคภูมิคุ้มกันวิทยานั้นอาจสร้างความกังวลแก่โรงฆ่าสุกรได้ เนื่องจากปริมาณสคาร์โทลและอินโดลที่ยังเหลืออยู่อาจปนเปื้อนไปยังซากสุกรตัวอื่นๆ ที่เข้าฆ่าตามปกติได้ และส่งผลต่อการยอมรับของผู้บริโภค
8) การวิเคราะห์แอนโดรสตีโนนในเนื้อเยื่อไขมัน ทำได้ค่อนข้างยากด้วยวิธีการตรวจด้วยเครื่องมือ HPLC หากเก็บตัวอย่างเลือดและตรวจวัดปริมาณแอนโดรสตีโนนในซีรั่มด้วยวิธี ELISA อาจทำให้เห็นผลได้ชัดเจนกว่า
9) จากการศึกษาครั้งนี้แสดงให้เห็นว่าสุกรที่ตอนด้วยเทคนิคภูมิคุ้มกันวิทยาอาจมีน้ำหนักส่งโรงฆ่าได้ถึง 110-120 กิโลกรัม มีผลทำให้สุกรขุนมีปริมาณเนื้อแดงเพิ่มขึ้น โดยไม่ส่งผลกระทบต่อค่าความเป็นกรด-ด่าง ค่าสี และค่าแรงตัดผ่านเนื้อ แต่อาจมีผลกระทบต่อความสามารถในการอุ้มน้ำ และปริมาณสคาร์โทลที่อาจหลงเหลืออยู่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

จุฑารัตน์ เศรษฐกุล. 2539. **วิทยาศาสตร์เนื้อสัตว์ขั้นสูง**. กรุงเทพฯ: คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

จุฑารัตน์ เศรษฐกุล. 2540. **การจัดการโรงฆ่าสัตว์**. กรุงเทพฯ : คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

จุฑารัตน์ เศรษฐกุล กันยา ตันติวิสุทธิกุล และนภาพันธุ์ ปิยะเสถียร. 2539. **"ความแม่นยำของวิธีการวัดซากอย่างง่าย (LSQ) ในการประเมินเปอร์เซ็นต์เนื้อแดงในซากสุกรลูกผสม."** ในการประชุมวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ครั้งที่ 34. 30 มกราคม – 1 กุมภาพันธุ์ 2539. สาขาสัตวศาสตร์. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

จุฑารัตน์ เศรษฐกุล พรรณิภา ศิวะพิรุฬห์เทพ วิทวัส อัสวพันธุ์นิมิต และนภาพันธุ์ ปิยะเสถียร. 2553. **"การใช้ค่าดัชนี LSQ ในการประเมินชิ้นส่วนตัดแต่งซากสุกรทางการค้า."** ในการประชุมวิชาการวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีเนื้อสัตว์. 17-18 ธันวาคม 2553. กรุงเทพฯ. หน้า 26-32.

จันทร์พร เจ้าทรัพย์. 2554. **เทคโนโลยีการฆ่าสัตว์**. กรุงเทพฯ : คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

ชัยณรงค์ คันธพนิต. 2529. **วิทยาศาสตร์เนื้อสัตว์**. กรุงเทพฯ : ไทยวัฒนาพานิช.

รณชัย สิทธิไกรพงษ์. 2540. **การผลิตสุกร.** กรุงเทพฯ : คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

วันดี ทาตระกูล. 2546. **สุกรและการผลิตสุกร**. เชียงใหม่ : งานส่งเสริมการวิจัยและตำรา มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

วันเพ็ญ ภูติจันทร์. 2548. **สรีรวิทยาทั่วไป.** กรุงเทพฯ : โอเดียนสโตร์.

ศรีน้อย ชุ่มคำ และ สัจจา ระหว่างสุข. 2546. **"ผลของ Anti-GnRH ต่อการเจริญเติบโตและคุณภาพซากของสุกร."** ในการประชุมวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ครั้งที่ 41. 3-7 กุมภาพันธ์ 2546. สาขาสัตวศาสตร์. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สัญชัย จตุรสิทธา. 2547. **การจัดการเนื้อสัตว์**. เชียงใหม่ : คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

สันติคม ศรีเจริญ ปฏิยุทธ์ ขวัญอ่อน และสมชาย โอฬารกนก. 2556. **"ผลของการตอนโดยใช้หลักภูมิคุ้มกันวิทยาต่อสมรรถภาพการผลิตของสุกรเพศผู้."** ในการจัดประชุมวิชาการสัตวศาสตร์แห่งชาติ ครั้งที่ 2. 11-13 มีนาคม 2556. สาขาสัตวศาสตร์. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สมจิต พิชิตภารตพงษ์ สัญชัย จตุรสิทธา สมภพ คำโอภาส และชัยณรงค์ คันธพนิต. 2544. **"คุณภาพบริโภคของเนื้อสุกรเพศผู้ ที่น้ำหนักฆ่าระดับต่างๆ กัน."** ในการประชุมวิชาการของ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ครั้งที่ 39. 5-7 กุมภาพันธ์ 2544. สาขาสัตวศาสตร์. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ประไพพรรณ สิทธิกูล. 2546. **การผลิตสุกร**. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : http://courseware.rmutl .ac.th/ courses/110/unit1305.html. [สืบค้นเมื่อ 23 พฤศจิกายน 2557]

ยุทธพล เทียมสุวรรณ. 2556. **ปัจจัยที่มีผลเพิ่มเปอร์เซ็นต์และคุณภาพซากสุการขุน**. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : http://www.mgpharma.co.th/index.php/en/component/k2/item/70-nutrition01 html. [สืบค้นเมื่อ 24 พฤศจิกายน 2559]

Adzitey, F. and Nurul, H. 2011. "Pale soft exudative (PSE) and dark firm dry (DFD) meats: causes and measures to reduce these incidences - a mini review." **Int. Food Res. J.** 18: 11-20.

Aluwé, M., Langendries, K.C.M., Bekaert, K.M., Tuyttens, F.A.M., Brabander, D.L.D., Smet, S.D. and Millet, S.D. 2013. "Effect of surgical castration, immunocastration and chicory-diet on the meat quality and palatability of boars." **Meat Sci**. 94 : 402-407.

AOAC. 1995. "Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists." 16th ed. Washington D.C.: Association of official Analysis Chemists.

Anonymous. 2015. [Online] Available: http://www.ciwf.org.uk/farm-animals/pigs/welfare-issues/castration/. [4/05/2015].

Anonymous. 2016a. [Online] Available: http://www.animals-farm.com/. [25/10/2016].

Anonymous. 2016b. [Online] Available: https://www.pinterest.com/pin/352688214546598445/. [25/10/2016].

Anonymous. 2016c. [Online] Available: https://en.wikipedia.org/wiki/Sarcomere. [25/10/2016].

Brook, R.I. and Pearson, A.M. 1986."Steriod hormone pathways in the pig, with special emphasis on boar odor: A review." **J. Anim. Sci.** 62 : 632-645.

Brunius, C . 2011. **"Early Immunocastration of Male Pigs – Effects on physiology, performance and behavior."** Doctoral Thesis, Faculty of Natural Resources, Department of Food Science, Swedish University of Agricultural Sciences Uppsala.

Brunius, C., Zamaratskaia, G., Andersson, K., Chen, K., Norrby, M., Madej, A. and Lundstrom, k. 2011."Early immunocastration of male pigs with Improvac – Effect on boar taint, hormone and reproductive organs." **Vaccine**. 29 : 9514-9520.

Boccard, R., Buchter, l., Casteels, M., Cosentino, E., Dransfield, E. and Hood, D.E. 1981." Procedures for measuring meat quality characteristics in beef production experiments." **Lives. Prod. Sci**. 8 : 385-397.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Chen, G., Zamaratskaia, G., Andersson, H.K. and Lundstrom, K. 2007. "Effects of raw potato starch and live weight on fat and plasma skatole, indole and androstenone levels measured by different methods in entire male pigs." **Food Chem**. 101 : 439-448.

Claus, R., Weiler, U. and Herzog, A. 1994. Physiological aspects of androstenone and skatole formation in the boar-A review with experiment data. **Meat. Sci**. 38: 289-305.

Cross, H.R., West, R.L. and Dutson, T.R. 1981. "Comparison of Methods for Measuring Sarcomere Length in Beef Semitendinosus Muscle." **Meat Sci.** 5(4): 261-266.

Deslandes, B., Garie´py, C. and Houde, A. 2001. "Review of microbiological and biochemical effects of skatole on animal production." **Lives. Prod. Sci**. 71 : 193-200.

Di Natale, C., Pennazza, G., Macagnano, A.,Martinelli, E., Paolesse, R. and D'Amico, A. 2003."Thickness shear mode resonator sensors for the detection of androstenone in pork fat." **Sens. Actuat**. 91 : 169-174.

Dunshea, F.R., Colantoni, C., Howard, k., McCauley, I., Jackson, P. and Long, K.A. 2001. "Vaccination of boars with a GnRH vaccine (Improvac®) eliminates boar taint and increases growth performance." **J. Anim. Sci**. 79 : 2524-2535.

Font-i-Furnols, M., Gispert, M., Soler, J., Diaz, M., Garcia-Regueiro, J.A., Diaz, I. and Pearce, M.C. 2012. "Effect of vaccination against gonadotrophin-releasing factor on growth performance, carcass, meat and fat quality of male duroc pigs for dry-cured ham production." **Meat Sci**. 91 : 148-154.

Gispert, M., Oliver, M.A., Velarde, A., Suarez, P., Pérez, J. and Font-i-Furnols, M. 2010. "Carcass and meat quality characteristics of immunocastrated male, surgically castrated male entire male and female pigs." **Meat Sci**. 85 : 664-670.

Jaros, P., Burgi, E., K. Stark, K.D.C., Claus, R., Hennessy, D. and Thun., R. 2005. "Effect of active immunization against GnRH on androstenone concentration growth performance and carcass quality in intact male pigs." **Lives. Prod. Sci**. 92 : 31-38.

Konica Minolta. 2016. [Online] Available: http://sensing.konicaminolta.us/2014/04/identifying-color-differences-using-l-a-b-or-l-c-h-coordinates/. [6/11/2016].

Koohmaraie, M., Babiker, A.S., Schroeder, A.L., Merkel, R.A. and Dutson, T.R. 1988. "Acceleration of postmortem tenderization in ovine carcasses through activation of $Ca2^{+}$ dependent proteases." **J. Food Sci.** 53: 1638.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Laderoute, H. M. 2015. **"The Metabolism of Androstenone and Other Steroid Hormone Conjugates in Relation to Boar Taint."** Thesis, Master of Science, Animal and Poultry Science with Toxicology, University of Guelph.

Li, C., Zhou, G., Xu, X., Zhang, J., Xu, S and Ji, Y. 2006. "Effects of marbling on meat quality characteristics and intramuscular connective tissue of beef Longissumus muscle." **Asian-Aust. J. Anim. Sci**. 19: 1799-1808.

Luo, Y.H., Yang, L.J., Han, H., Liu, Q.L., Wang, W., Ling, Y. and Sun, B.W. 2014."Influences of halogen atoms on indole-3-acetonitrile (IAN): Crystal structure and Hirshfeld surfaces analysis." **Mole. Struc**. 1076 : 679-686.

Maddock, K.R., Huff-Lonergan, E. and Lonergan, S.M. 2005. "The effect of pH on u – calpain activity and implications in meat tenderness." **Animal industry report.** AS651.

Malmfors, B. and K, Lundström. 1983. "Consumer reactions to boar meat -A review." **Lives. Prod. Sci.** 10 : 187-196.

Møller-Hansen, J. 1994. "Rapid high-performance liquid chromatographic method for simultaneous determination of androstenone, skatole and indole in back fat from pigs." **J. Chromatogr**. 641 : 219-230.

Pauly, C., Spring, P., O'Doherty, J.V., Kragten. S.A. and Bee, G. 2009. "Growth performance, carcass characteristics and meat quality of group-penned surgically castrated, immunocastrated (Improvac®) and entire male pigs and individually penned entire male pigs." **Animal**. 3(7) : 1057-1066.

Pfizer. 2009. **IMPROVAC® is the first commercial vaccine against boar taint**. [online]. Available : http://www.improvac.co.nz/sites/improvac. [1/10/2014].

Prunier, A., Bonneau, M., VaonBorell, E.H., Cinotti, S., Gunn, M., Fredrikse, B., Giersing, M., Morton, D.B., Tuyttens, FAM. and Morton., D.B. 2006. "A review of the welfare consequences of surgical castation in piglets and the evaluation of non-surgical methods." **Anim. Welf**. 15 : 227-289.

Savell, J.W. and Cross, H.R. 1988. "The role of fat in palatability of beef, pork and lamb." Designing Foods: Animal Product Option in the Marketplace,. National Research Council, Washington, DC, pp. 345-355.

Schmoll, F., Kauffold, J., Pfutzner, A., Baumgartner, J., Brock, F., Grodzycki, M. and Andrews., S. 2009. "Growth Performance and carcass traits of boars raised in Germany and either

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

surgically castrated or vaccinated against gonadotropin-releasing hormone." **Swine Health Prod**. 17 : 250-255.

Thornton, K. 1989. International perspectives boar pork. **Hog Farm Management**. 28 : 4-5.

Tuma, H.J.,Venable, J.H., Wuthier, P.R. and Henrickson, R.L. 1962. "Relationship of fiber diameter to tenderness and meatiness as influenced by *Bovine* age." **J. Anim. Sci**. 21:33-36.

Wesoly, R. and Weiler, U. 2012. "Nutritional Influences on Skatole Formation and Skatole Metabolism in the Pig." **Animal.** 2 : 221-242.

Wiseman, J. 1992. **Manual of Pig Production in the Tropics**. CAB International.

Xue, J.L. and Dial, G.D. 1997. "Raising intact male pigs for meat: Detecting and preventing boar taint." **Literature Review**. American Association of Swine Practitioners.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก
สารเคมีและการเตรียมสารเคมี

การวิเคราะห์ความยาวซาร์โคเมียร์

- Solution A (pH 7.1)

KCl	7.46 g
Boric acid	2.49 g
EDTA	1.85 g
Glutaraldehyde 25%	100 ml
Distilled water	700 ml

ละลาย KCl 7.46 กรัม boric acid 2.49 กรัม EDTA 1.85 กรัม ใน Distilled water 700 มิลลิลิตร เติม glutaraldehyde 25 % 100 มิลลิลิตร ทำการปรับค่า pH ให้ค่า pH = 7.1 หลังจากนั้นให้ทำการปรับปริมาตรด้วยน้ำ Distilled water ให้ได้ 1 ลิตรเก็บในตู้เย็นอุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส

- Solution B (pH 7.1)

KCl	1.86 g
Boric acid	2.49 g
EDTA	1.85 g
Glutaraldehyde 25%	100 ml
Distilled water	700 ml

ละลาย KCl 1.86 กรัม boric acid 2.49 กรัม EDTA 1.85 กรัม ใน Distilled water 700 มิลลิลิตร เติม glutaraldehyde 25 % 100 มิลลิลิตร ทำการปรับค่า pH ให้ค่า pH = 7.1 หลังจากนั้นให้ทำการปรับปริมาตรด้วย Distilled water ให้ได้ 1 ลิตร เก็บในตู้เย็นอุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส

การวิเคราะห์ขนาดเส้นใยกล้ามเนื้อ

- Neutral formalin 4%

Neutral formalin 40 %	100 ml
Distilled water	900 ml

ผสม Neutral formalin 40 % ใน Distilled water ผสมให้เข้ากัน เก็บที่อุณหภูมิห้อง

- NaCl 0.9 %

Nacl	0.9 g
Distilled wáter	70 ml

ละลาย NaCl ใน Distilled water แล้วปรับปริมาตรให้ครบ 100 ml ด้วย Distilled water เก็บที่อุณหภูมิห้อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข

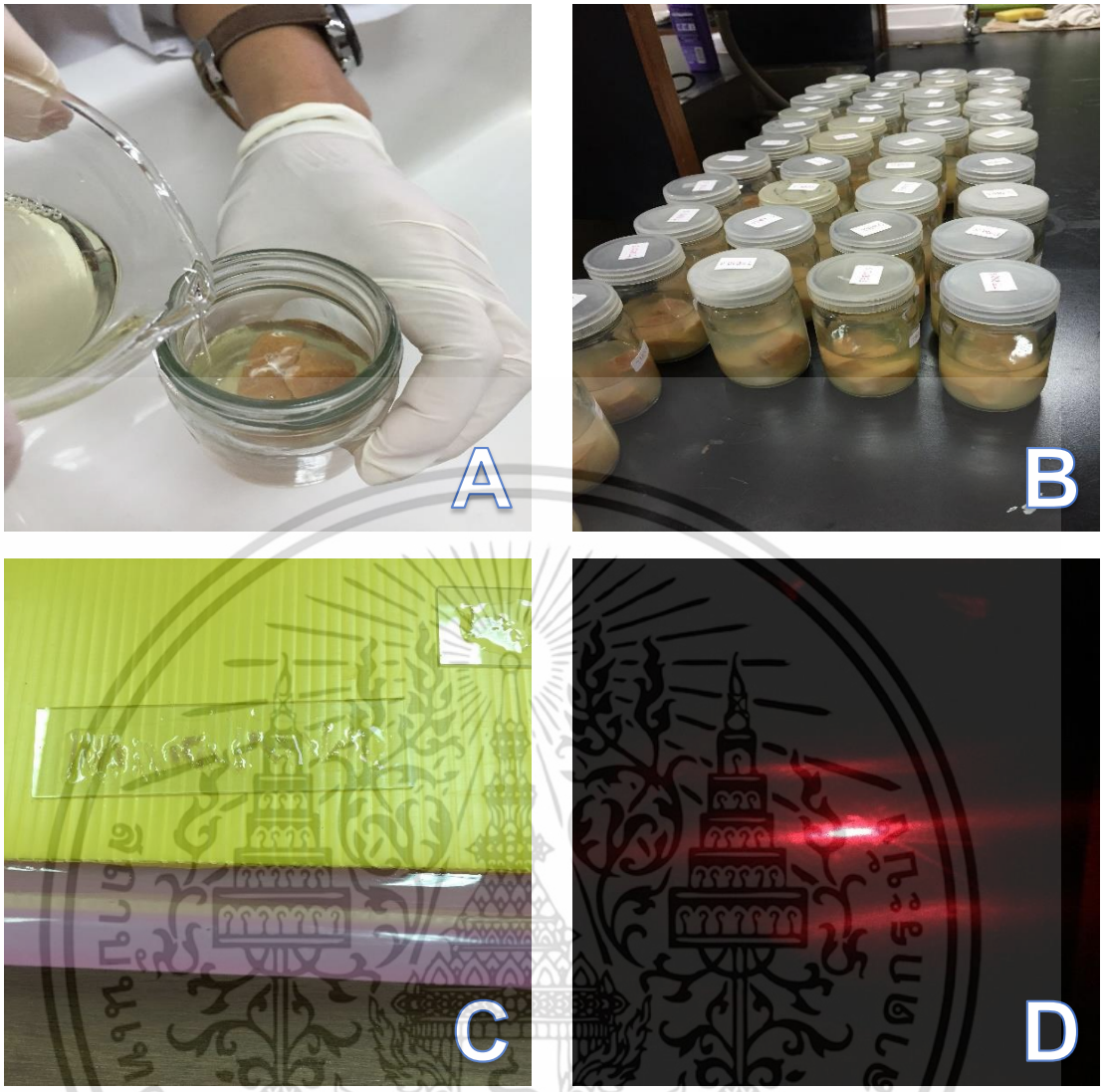
ภาพผนวกที่ 1 โรงเรือนและคอกสุกรที่ใช้ในการทดลอง

ภาพผนวกที่ 2 วัคซีนและอุปกรณ์ที่ใช้ในการทำวัคซีน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

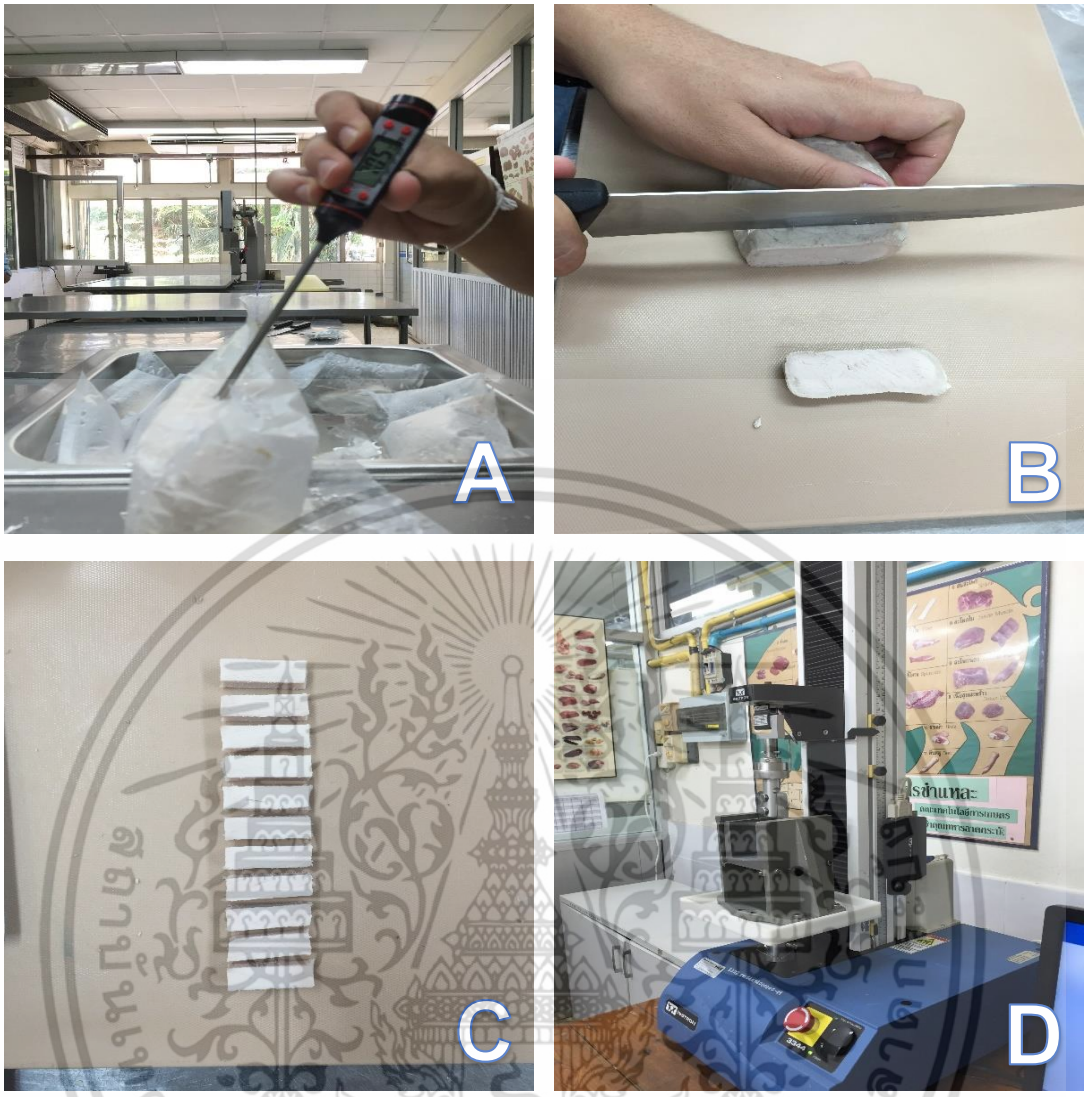
ภาพผนวกที่ 3 การฉีดวัคซีน IMPROVAC® ที่ตำแหน่งกล้ามเนื้อสันคอ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



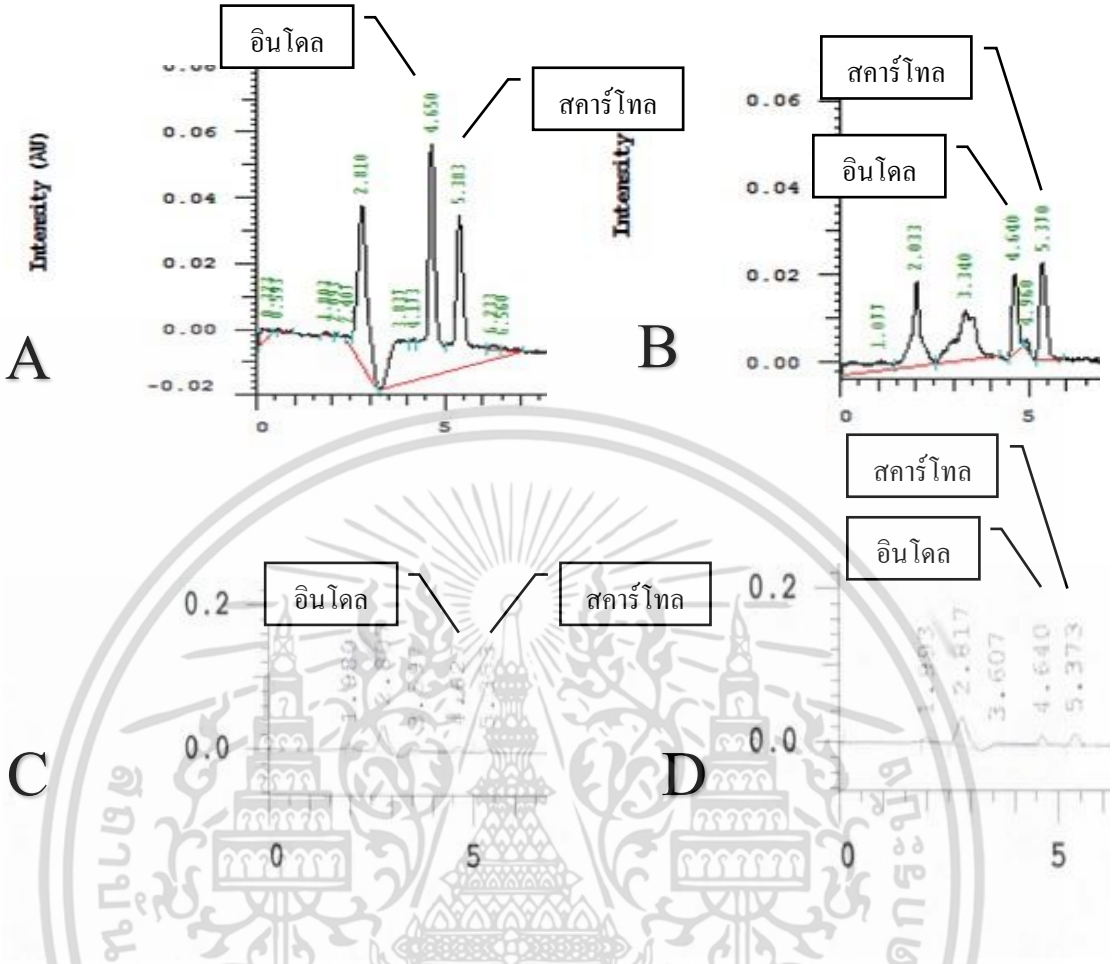
ภาพผนวกที่ 4 ขั้นตอนการวิเคราะห์ความยาวซาร์โคเมียร์ (A) นำตัวอย่างไปแช่ใน solution a (B) นำตัวอย่างไปแช่ใน solution b (C) การเตรียมตัวอย่างบนแผ่นสไลด์ (D) การวัดความยาวซาร์โคเมียร์ด้วยเครื่อง helium-neon laser

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพผนวกที่ 5 ขั้นตอนการวิเคราะห์ค่าแรงตัดผ่านเนื้อ (A) ขั้นตอนการเตรียมตัวอย่าง นำเนื้อไปต้มจนอุณหภูมิใจกลางเนื้อได้ 70 องศาเซลเซียส (B) ตัดตัวอย่างตามแนวเส้นใยกล้ามเนื้อ (C) ตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาค่าแรงตัดผ่านเนื้อ (D) เครื่อง Instron model 1011 ที่ใช้ในการศึกษาค่าแรงตัดผ่านเนื้อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพผนวกที่ 6 โครมาโตแกรมของการวิเคราะห์ปริมาณอินโดลและสคาร์โทล (A) โครมาโตแกรมของสารละลายมาตรฐานของอินโดลและสคาร์โทล (B) โครมาโตแกรมจากสุกรเพศผู้ที่ไม่ตอน (C) โครมาโตแกรมจากสุกรเพศผู้ที่ตอนด้วยการผ่าอัณฑะออก (D) โครมาโตแกรมจากสุกรเพศผู้ที่ตอนด้วยเทคนิคภูมิคุ้มกันวิทยา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ 1 ฮอร์โมนที่เกี่ยวข้องกับระบบสืบพันธุ์

ฮอร์โมน	ต้นกำเนิด	ผลของฮอร์โมน
GnRH	ไฮโปทาลามัส	ควบคุมระบบสืบพันธุ์ กระตุ้นต่อมใต้สมองส่วนหน้า
LH	ต่อมใต้สมองส่วนหน้า	เกิดการตกไข่ สร้างแอนโดรเจน
FSH	ต่อมใต้สมองส่วนหน้า	สร้างอสุจิ พัฒนาไข่
เอสโตรเจน	รังไข่	การทำงานของมดลูก
โพรเจสเทอโรน	รังไข่	การทำงานของมดลูก
แอนโดรเจน (เทสโทสเตอโรน)	อัณฑะ อะดรีนัลคอร์เทกซ์	สร้างกระดูก และกล้ามเนื้อ

GnRH = Gonadotropin releasing hormone

LH = luteinizing hormone

FSH = follicle stimulating hormone

ที่มา : ดัดแปลงจาก วันเพ็ญ ภูติจันทร์ (2548)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-นามสกุล	นายสกนธ์ ชุณห์วิจิตรา
วัน เดือน ปีเกิด	4 พฤษภาคม 2533
ที่อยู่	108 หมู่ 4 ตำบลน้ำพุ อำเภอเมือง จังหวัดราชบุรี 70000
ประวัติการศึกษา	2555 สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรีวิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาวิชาสัตวศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กรุงเทพฯ
ผลงานวิชาการ	ผลงานตีพิมพ์ “ผลการตอนด้วยวัคซีนต่อคุณภาพซากของสุกรขุนลูกผสม.” ในการประชุมวิชาการวิทยาศาสตร์เนื้อสัตว์ครั้งที่ 5. วันที่ 25-26 กรกฎาคม พ.ศ. 2557. คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กรุงเทพฯ หน้า 110-115.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้