การศึกษาเปรียบเทียบคุณภาพซากและคุณภาพเนื้อของสุกรขุนลูกผสมที่เกิดจากสุกรพ่อพันธุ์ปากช่อง 5 และสุกรขุนลูกผสมที่เกิดจากสุกรพ่อพันธุ์ทางการค้า

A STUDY ON CARCASS QUALITY AND MEAT QUALITY OF CROSSBRED FATTENING PIGS SIRED BY PAKCHONG 5 BOARS COMPARED WITH CROSSBRED FATTENING PIGS SIRED BY COMMERCIAL BOARS

รัชกฤช เลิศภัทรโกมล

RACHAKRIS LERTPATARAKOMOL

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปรัชญาดุษฎีบัณฑิต

สาขาวิชาเกษตรศาสตร์

คณะเทคโนโลยีการเกษตร

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ. 2562

KMITL-2019-AG-D-064-022

การศึกษาเปรียบเทียบคุณภาพซากและคุณภาพเนื้อของสุกรขุนลูกผสมที่เกิดจากสุกรพ่อพันธุ์ปากช่อง 5 และสุกรขุนลูกผสมที่เกิดจากสุกรพ่อพันธุ์ทางการค้า

A STUDY ON CARCASS QUALITY AND MEAT QUALITY OF CROSSBRED FATTENING PIGS SIRED BY PAKCHONG 5 BOARS COMPARED WITH CROSSBRED FATTENING PIGS SIRED BY COMMERCIAL BOARS

รัชกฤช เลิศภัทรโกมล

RACHAKRIS LERTPATARAKOMOL

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปรัชญาดุษฎีบัณฑิต

สาขาวิชาเกษตรศาสตร์

คณะเทคโนโลยีการเกษตร

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ. 2562

KMITL-2019-AG-D-064-022

A STUDY ON CARCASS QUALITY AND MEAT QUALITY OF CROSSBRED FATTENING PIGS SIRED BY PAKCHONG 5 BOARS COMPARED WITH CROSSBRED FATTENING PIGS SIRED BY COMMERCIAL BOARS

RACHAKRIS LERTPATARAKOMOL

A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT

OF THE REQUIREMENT FOR THE DEGREE OF

DOCTOR OF PHILOSOPHY PROGRAM IN AGRICULTURE

FACULTY OF AGRICULTURAL TECHNOLOGY

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

2019

KMITL-2019-AG-D-064-022

COPYRIGHT 2019

FACULTY OF AGRICULTURAL TECHNOLOGY

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การศึกษาเปรียบเทียบคุณภาพซากและคุณภาพเนื้อของสุกรขุนลูกผสมที่เกิดจากสุกรพ่อพันธุ์ปากช่อง 5 และสุกรขุนลูกผสมที่เกิดจากสุกรพ่อพันธุ์ทางการค้า
นักศึกษา	นายรัชกฤช เลิศภัทรโกมล
รหัสประจำตัว	56604002
ปริญญา	ปรัชญาดุษฎีบัณฑิต
สาขาวิชา	เกษตรศาสตร์
พ.ศ.	2562
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์	รองศาสตราจารย์ ดร.รณชัย สิทธิไกรพงษ์
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม	ดร.รุจริน ลิ้มศุภวานิช
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.จันทร์พร เจ้าทรัพย์

บทคัดย่อ

สุกรพันธุ์ปากช่อง 5 เป็นสุกรที่เกิดจากการรวมพันธุกรรมของสุกรพันธุ์ดูร็อคและสุกรพันธุ์เปียแตรง กรมปศุสัตว์พัฒนาขึ้นเพื่อใช้เป็นพ่อพันธุ์สุดท้ายในการผลิตสุกรขุนที่โตเร็วและให้เนื้อแดงมาก การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาคุณภาพซากและคุณภาพเนื้อของสุกรขุนที่เกิดจากพ่อสุกรพันธุ์ปากช่อง 5 การศึกษาแบ่งออกเป็น การทดลองที่ 1 เปรียบเทียบสุกรขุนพันธุ์ปากช่อง 5 (P5) สุกรขุนลูกผสมที่เกิดจากสุกรพ่อพันธุ์ปากช่อง 5 (CP5) และสุกรขุนลูกผสมที่เกิดจากพ่อพันธุ์ดูร์อค (CD) ทั้งเพศผู้ตอนและเพศเมีย สุกรทั้ง 3 กลุ่มได้รับอาหารและการจัดการเดียวกันภายใต้โรงเรือนเดียวกัน นำสุกรขุนที่มีน้ำหนักตัวประมาณ 100 กิโลกรัม เข้าฆ่าและชำแหละซากเพื่อศึกษาคุณภาพซาก และเก็บตัวอย่างกล้ามเนื้อสันนอกและกล้ามเนื้อพับในเพื่อศึกษาคุณภาพเนื้อ ได้แก่ ลักษณะทางกายภาพ องค์ประกอบทางเคมี และสารตั้งต้นที่ทำให้เกิดกลิ่นและรสชาติ นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ความแปรปรวนโดยใช้สถิติแบบหุ่นเส้นตรงทั่วไป ผลการศึกษาพบว่าสุกรขุนทั้ง 3 กลุ่มมีคุณภาพซากและคุณภาพเนื้อส่วนใหญ่ไม่แตกต่างกัน แต่ P5 มีเปอร์เซ็นต์เนื้อแดงและสะโพกสูงกว่า CP5 และ CD ($P<0.05$) P5 และ CP5 มีขนาดพื้นที่หน้าตัดเนื้อสันและขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเส้นใยกล้ามเนื้อใหญ่กว่า CD ($P<0.05$) P5 มีสัดส่วนของเส้นใยกล้ามเนื้อชนิด Myosin heavy chain (MHC)-IIx สูงกว่า และมี MHC-IIb ต่ำกว่า CP5 และ CD ($P<0.05$) กล้ามเนื้อสันนอกและกล้ามเนื้อพับในของสุกรขุนทั้ง 3 กลุ่มมีปริมาณอิโนซีนโมโนฟอสเฟต อิโนซีน และไฮโปแซนทีนไม่แตกต่างกัน ($P>0.05$) กล้ามเนื้อสันนอกของ P5 มีเปอร์เซ็นต์กรดไขมัน arachidonic acid (C20:4 n-6) docosahexaenoic acid (C22:6 n-3) และกรดไขมันไม่อิ่มตัวเชิงซ้อนสูงกว่า CP5 ($P<0.05$) แต่ไม่แตกต่างจาก CD ($P>0.05$) ในขณะที่

กล้ามเนื้อสันนอกของ CP5 มี oleic acid (C18:1 n-9) สูงกว่า CD ($P<0.05$) แต่ไม่แตกต่างจาก P5 ($P>0.05$) กล้ามเนื้อพับในของสุกรขุนทั้ง 3 กลุ่มมีเปอร์เซ็นต์กรดไขมันไม่แตกต่างกัน ($P>0.05$) สุกรขุนเพศเมียมีเปอร์เซ็นต์สันนอกสูงกว่าสุกรขุนเพศผู้ตอน ($P<0.05$) และกล้ามเนื้อสันนอกและกล้ามเนื้อพับในของสุกรขุนเพศเมียมีค่า L* ต่ำกว่าสุกรขุนเพศผู้ตอน ($P<0.05$) กล้ามเนื้อสันนอกของสุกรขุนเพศผู้มี lauric acid (C12:0) และกรดไขมันอิ่มตัวสูงกว่าสุกรขุนเพศเมีย ($P<0.05$)

การทดลองที่ 2 เปรียบเทียบสุกรขุนลูกผสมที่เกิดจากสุกรพ่อพันธุ์ปากช่อง 5 (CP5) และสุกรขุนลูกผสมที่เกิดจากสุกรพ่อพันธุ์ทางการค้า (CB1 และ CB2) สุกรพ่อพันธุ์ของสุกรขุนลูกผสมสามสายในกลุ่ม CP5 และ CB1 ได้รับการคัดเลือกให้มีลักษณะเด่นในด้านอัตราการเจริญเติบโต ในขณะที่สุกรพ่อพันธุ์ในกลุ่ม CB2 ได้รับการคัดเลือกให้มีลักษณะเด่นในด้านประสิทธิภาพการใช้อาหาร สุกรลูกผสมสามสายทั้ง 3 กลุ่มมาจากต่างฟาร์มและการจัดการที่ต่างกัน นำสุกรขุนที่มีน้ำหนักตัวประมาณ 100 กิโลกรัม เข้าฆ่าและชำแหละซากเพื่อศึกษาคุณภาพซาก และเก็บตัวอย่างกล้ามเนื้อสันนอกเพื่อศึกษาคุณภาพเนื้อ ได้แก่ ลักษณะทางกายภาพ องค์ประกอบทางเคมี และสารตั้งต้นที่ทำให้เกิดกลิ่นและรสชาติ นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ความแปรปรวนโดยใช้สถิติแบบหุ่นเส้นตรงทั่วไป ผลการศึกษาพบว่าสุกรขุนลูกผสมสามสายทั้ง 3 กลุ่มมีคุณภาพซากและคุณภาพเนื้อส่วนใหญ่ไม่แตกต่างกัน แต่ CP5 มีเปอร์เซ็นต์สันในต่ำกว่า CB1 และ CB2 ($P<0.05$) ในขณะที่ CP5 มีปริมาณคอลลาเจนทั้งหมด ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเส้นใยกล้ามเนื้อ ค่าการสูญเสียน้ำระหว่างการปรุงสุก และปริมาณอิโนซีนต่ำกว่า CB1 และ CB2 ($P<0.05$) สุกรขุนเพศเมียมีเปอร์เซ็นต์สันนอกและสะโพกสูงกว่าสุกรขุนเพศผู้ตอน ($P<0.05$) ในขณะที่สุกรขุนเพศผู้ตอนมีความหนาไขมันสันหลัง เปอร์เซ็นต์ไขมันที่ได้จากการตัดแต่ง และเปอร์เซ็นต์สามชั้นสูงกว่าสุกรขุนเพศเมีย ($P<0.05$) และกล้ามเนื้อสันนอกของสุกรขุนเพศผู้ตอนมีเปอร์เซ็นต์ไขมันสูงกว่าสุกรขุนเพศเมีย ($P<0.05$) จากผลการศึกษาสรุปได้ว่าสุกรขุนลูกผสมที่เกิดจากสุกรพ่อพันธุ์ปากช่อง 5 มีคุณภาพซากและคุณภาพเนื้อใกล้เคียงกับสุกรขุนลูกผสมที่เกิดจากสุกรพ่อพันธุ์ทางการค้า

Thesis	A study on carcass quality and meat quality of crossbred fattening pigs sired by Pakchong 5 boars compared with crossbred fattening pigs sired by commercial boars
Student	Mr.Rachakris Lertpatarakomol
Student ID	56604002
Degree	Doctor of Philosophy
Program	Agriculture
Year	2019
Thesis Advisor	Assoc. Prof. Dr. Ronachai Sitthigripong
Thesis Co-Advisor	Dr. Rutcharin Limsupavanich
Thesis Co-Advisor	Assist. Prof. Dr. Chanporn Chaosap

ABSTRACT

Pakchong 5 is a synthetic terminal boar that was established from genetic combination of Duroc and Pietrain pigs. Pakchong 5, developed by Department of Livestock Development (DLD), Thailand, was targeted to produce high growth rate and leaner fattening pigs. The purpose of this study was to examine carcass quality and meat quality of crossbred fattening pigs sired by Pakchong 5. This study was divided into; Experiment 1 compared Pakchong 5 purebred fattening pigs (P5), crossbred fattening pigs sired by Pakchong 5 (CP5), and crossbred fattening pigs sired by Duroc (CD). All pigs were raised with the same diet, housing, and managements. At approximately 100 kg bodyweight, all pigs were slaughtered for carcass quality evaluation. *Longissimus dorsi* and *Semimembranosus* muscles were collected for meat quality examination including physical characteristics, chemical composition, and flavor precursors. The data were analyzed using General Linear Model. For experiment 1, the results showed that there were no significant differences on most carcass and meat quality traits among P5, CP5 and CD. P5 had greater lean and ham percentage than CP5 and CD ($P<0.05$). P5 and CP5 had bigger loin eye area and muscle fiber diameter than CD ($P<0.05$). P5 had higher relative percentages of Myosin heavy chain (MHC)-IIx, and lower MHC-IIb than CP5 and CD ($P<0.05$). There were no significant differences on inosine 5'-monophosphate, inosine, and hypoxanthine contents of *Longissimus* and *Semimembranosus* muscles among groups ($P>0.05$). For *longissimus* muscles, P5 had higher content of arachidonic acid (C20:4 n-6), docosahexaenoic acid (C22:6 n-3), and polyunsaturated fatty acids than CP5

(P<0.05), but did not differ from CD (P>0.05). CP5 had higher content of oleic acid (C18:1 n-9) than CD (P<0.05), but did not differ from P5 (P>0.05). For *semimembranosus* muscles, there were no significant differences on fatty acid composition (P>0.05). Moreover, gilts had greater loin percentage than barrows (P<0.05). *Longissimus* and *Semimembranosus* muscles from gilts had lower L* than those from barrows (P<0.05). *Longissimus* muscles from barrows had higher content of lauric acid (C12:0) and saturated fatty acids than gilts (P<0.05).

Experiment 2 compared CP5 with crossbred fattening pigs sired by commercial terminal boars (CB1 and CB2). Terminal boars of CP5 and CB1 were genetically selected on growth rate trait, while terminal boars of CB2 were genetically selected on feed efficiency trait. The animal from each group was derived from different farms and managements. At approximately 100 kg bodyweight, all pigs were slaughtered for carcass quality evaluation. *Longissimus dorsi* muscles were collected for meat quality examination including physical characteristics, chemical composition, and flavor precursors. The data were analyzed using General Linear Model. For experiment 2, the results indicated that there were no significant differences on most carcass and meat quality traits among CP5 and crossbred fattening pigs sired by commercial terminal boars (CB1 and CB2). However, CP5 had lower tender loin percentage than CB1 and CB2 (P<0.05). Loin muscle of CP5 had lower total collagen, muscle fiber diameter, cooking loss percentage, and inosine content than CB1 and CB2 (P<0.05). Moreover, gilts had greater loin and ham percentage than barrows (P<0.05), while barrows had higher backfat thickness, fat percentage, and belly percentage than gilts (P<0.05). *Loggissimus* muscles from barrows had higher fat content than gilts (P<0.05). In conclusion, the carcass quality and meat quality of CP5 were similar to those of crossbred fattening pigs derived from commercial terminal boars.

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์เล่มนี้สำเร็จได้ด้วยความกรุณาจากอาจารย์ที่ปรึกษา รศ.ดร.รณชัย สิทธิไกรพงษ์ ที่ให้ความช่วยเหลือ ให้คำชี้แนะช่วยแก้ปัญหา ตลอดจนให้ความรู้และประสบการณ์ที่ดีแก่ข้าพเจ้า

ขอขอบพระคุณ รศ.ดร.จุฑารัตน์ เศรษฐกุล รศ.ดร.กนกรัตน์ ศรีกิจเกษมวัฒน์ และ ผศ.น.สพ.ดร.จำลอง มิตรชาวไทย กรรมการสอบโครงร่างวิทยานิพนธ์ และกรรมการสอบปกป้องวิทยานิพนธ์ ที่ได้กรุณาให้คำแนะนำตลอดจนข้อชี้แนะ จนในที่สุดทำให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลงได้ด้วยดี

ขอขอบคุณอาจารย์ที่ปรึกษาร่วม ดร.รุจริน ลิ้มศุภวานิช และ ผศ.ดร.จันทร์พร เจ้าทรัพย์ ที่คอยให้คำปรึกษาและชี้แนะแนวทางในการทำการทดลอง

ขอขอบคุณ สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.) และศูนย์วิจัยและพัฒนาสุกร กรมปศุสัตว์ จ.นครราชสีมา ที่ให้การสนับสนุนการวิจัยนี้

ขอขอบคุณ วสันต์ฟาร์ม อ.สูงเนิน จ.นครราชสีมา และโรงฆ่า DK Interfoods อ.โชคชัย จ.นครราชสีมา ที่สนับสนุนด้านการเลี้ยงสัตว์และการเก็บข้อมูลในการวิจัยนี้ และขอขอบคุณน้องๆ ที่คอยให้ความช่วยเหลือทั้งในภาคสนามและในห้องปฏิบัติการทุกคน

ขอขอบคุณ ห้องปฏิบัติการเทคโนโลยีอาหารสัตว์ ภาควิชาครุศาสตร์เกษตร คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี ห้องปฏิบัติการเทคโนโลยีอาหารสัตว์ ภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตสัตว์และประมง คณะเทคโนโลยีการเกษตร ห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เนื้อสัตว์ ศูนย์เครือข่ายการวิจัยเทคโนโลยีเนื้อสัตว์ คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กรุงเทพมหานคร ที่สนับสนุนการทำงานในห้องปฏิบัติการ

สุดท้ายต้องขอขอบคุณทุกคนที่เป็นแรงสนับสนุนและเป็นกำลังใจที่ดีตลอดมา สำหรับคุณงามความดีอันใดที่เกิดจากวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ข้าพเจ้าขอมอบให้กับบิดามารดา ซึ่งเป็นที่รักและเคารพยิ่ง ตลอดจนครูอาจารย์ที่เคารพทุกท่านที่ได้ประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้และถ่ายทอดประสบการณ์ที่ดีให้แก่ข้าพเจ้า

รัชกฤช เลิศภัทรโกมล

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อ I
ABSTRACT III
กิตติกรรมประกาศ V
สารบัญ VI
สารบัญตาราง VII
สารบัญภาพ VIII
บทที่ 1 บทนำ 1
1.1 ความสำคัญและที่มา 1
1.2 วัตถุประสงค์ 2
1.3 สถานที่ดำเนินงาน 2
บทที่ 2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 4
2.1 สถานการณ์การเลี้ยงสุกรในประเทศไทย 4
2.2 การผลิตสุกรขุนลูกผสม 5
2.3 การใช้เทคโนโลยีชีวภาพในการปรับปรุงพันธุ์สัตว์ 11
2.4 การศึกษาคุณภาพซากของสุกร 15
2.5 การศึกษาคุณภาพเนื้อของสุกร 19
2.6 การประเมินและการตรวจวัดคุณภาพของเนื้อสัตว์ 27
2.7 อิทธิพลของพันธุกรรมต่อคุณภาพซากและคุณภาพเนื้อของสุกร 32
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย 35
3.1 การทดลองที่ 1 35
3.2 การทดลองที่ 2 49
บทที่ 4 ผลการทดลองและวิจารณ์ผล 53
4.1 การทดลองที่ 1 53
4.2 การทดลองที่ 2 80
บทที่ 5 สรุปและข้อเสนอแนะ 92
5.1 สรุปผลการทดลอง 92
5.2 ข้อเสนอแนะ 94
บรรณานุกรม 96
ภาคผนวก 110

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า

2.1 พันธุ์สุกรและแผนการผสมพันธุ์สุกรลูกผสมสองสายและสุกรลูกผสมสี่สาย 6
2.2 การแบ่งเกรดซากสุกรตามมาตรฐานสหภาพยุโรป 16
2.3 การแบ่งเกรดซากสุกรตามมาตรฐานกระทรวงเกษตรของประเทศสหรัฐอเมริกา 17
2.4 การใช้ค่าดัชนี LSQ ในการเกรดซากและเปรียบเทียบเป็นเปอร์เซ็นต์เนื้อแดงของสุกร 19
2.5 สารตั้งต้นที่ทำให้เกิดกลิ่นและรสชาติในเนื้อ 26
2.6 ความสัมพันธ์ระหว่างค่า pH และค่าความสว่างต่อการเกิดลักษณะ PSE และ DFD ในเนื้อสุกร....28
2.7 คุณลักษณะทางชีววิทยาของเส้นใยกล้ามเนื้อแต่ละชนิด 30
2.8 การจำแนกชนิดเส้นใยกล้ามเนื้อและการเรียกชื่อชนิดของเส้นใยกล้ามเนื้อ 30
2.9 ปริมาณของเส้นใยกล้ามเนื้อจากการจำแนกด้วยวิธี histochemistry และ real-time RT-PCR 32
3.1 ส่วนประกอบของสูตรอาหารที่ใช้เลี้ยงสุกร 36
3.2 ลำดับ Primer ที่ใช้ในการศึกษา Myosin Heavy Chain (MHC) isoforms 42
4.1 อิทธิพลของพันธุ์และเพศต่อสมรรถภาพการเจริญเติบโตของสุกรขุน 55
4.2 อิทธิพลของพันธุ์และเพศต่อความหนาไขมันสันหลังและความลึกของกล้ามเนื้อสันนอก 56
4.3 อิทธิพลของพันธุ์และเพศต่อเปอร์เซ็นต์ซากและเปอร์เซ็นต์ชิ้นส่วนที่ได้จากการตัดแต่ง.....60
4.4 อิทธิพลของพันธุ์และเพศต่อองค์ประกอบทางเคมีในกล้ามเนื้อสันนอกของสุกขุน 62
4.5 อิทธิพลของพันธุ์และเพศต่อองค์ประกอบทางเคมีในกล้ามเนื้อพับในของสุกรขุน.....63
4.6 อิทธิพลของพันธุ์และเพศต่อลักษณะทางกายภาพในกล้ามเนื้อสันนอกของสุกรขุน 66
4.7 อิทธิพลของพันธุ์และเพศต่อลักษณะทางกายภาพในกล้ามเนื้อพับในของสุกรขุน.....69
4.8 อิทธิพลของพันธุ์และเพศต่อชนิดของเส้นใยกล้ามเนื้อในกล้ามเนื้อสันนอกของสุกรขุน 71
4.9 อิทธิพลของพันธุ์และเพศต่อปริมาณนิวคลีโอไทด์ในกล้ามเนื้อสันนอกของสุกรขุน.....72
4.10 อิทธิพลของพันธุ์และเพศต่อปริมาณนิวคลีโอไทด์ในกล้ามเนื้อพับในของสุกรขุน.....73
4.11 อิทธิพลของพันธุ์และเพศต่อปริมาณกรดไขมันในกล้ามเนื้อสันนอกของสุกรขุน 77
4.12 อิทธิพลของพันธุ์และเพศต่อปริมาณกรดไขมันในกล้ามเนื้อพับในของสุกรขุน 79
4.13 อิทธิพลของพ่อพันธุ์และเพศต่อเปอร์เซ็นต์ซากและเปอร์เซ็นต์ชิ้นส่วนที่ได้จากการตัดแต่ง ..83
4.14 อิทธิพลของพ่อพันธุ์และเพศต่อองค์ประกอบทางเคมีในกล้ามเนื้อสันนอกของสุกรขุน.....85
4.15 อิทธิพลของพ่อพันธุ์และเพศต่อลักษณะทางกายภาพในกล้ามเนื้อสันนอกของสุกรขุน.....87
4.16 อิทธิพลร่วมระหว่างพ่อพันธุ์และเพศต่อขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเส้นใยกล้ามเนื้อของสุกรขุน ..88
4.17 อิทธิพลของพ่อพันธุ์และเพศต่อระดับนิวคลีโอไทด์ในกล้ามสันนอกของสุกรขุน.....91

สารบัญภาพ

ภาพที่ หน้า

2.1 แผนการผสมพันธุ์ในการผลิตสุกรลูกผสมสายสามพันธุ์เพื่อใช้เป็นสุกรขุน 5
2.2 ลักษณะของสุกรพันธุ์ต่างๆ 7
2.3 สุกรพันธุ์ปากช่อง 5 11
2.4 แผนการผสมพันธุ์เพื่อสร้างสายพันธุ์สุกรปากช่อง 5 11
2.5 ตำแหน่งที่ใช้ในการวัดดัชนี LSQ บนซากสุกร 18
2.6 โครงสร้างของเส้นใยกล้ามเนื้อ 24
2.7 การสลายตัวของโมโนนิวคลีโอไทด์ที่ทำให้เกิดรสชาติในเนื้อสัตว์ 26
3.1 สุกรที่ใช้ในการทดลองและการวัดความหนาไขมันสันหลัง 37
3.2 การเตรียมสุกรเข้าฆ่าและซากสุกรที่ได้ภายหลังการฆ่าและชำแหละซาก 37
3.3 ตำแหน่งในการวัดความยาวซาก 38
3.4 การประเมินความหนาไขมันสันหลังและขนาดพื้นที่หน้าตัดเนื้อสันจากซากสุกร 38
3.5 ตำแหน่งที่ใช้ในการวัดค่าดัชนี LSQ 39
3.6 การวัดค่าความเป็นกรด-ด่างและอุณหภูมิบริเวณกล้ามเนื้อสันนอก 39
3.7 การตัดแต่งซากสุกรสำหรับการศึกษาคุณภาพซาก 40
3.8 การวัดค่าสีเนื้อด้วยเครื่อง MiniScan EZ (Hunter Associates Laboratory Inc., Reston, VA, USA) ...42
3.9 การวัดเส้นผ่านศูนย์กลางเส้นใยกล้ามเนื้อด้วยกล้องจุลทรรศน์ 44
3.10 ระยะห่างของจุดลำแสงที่ใช้ในการประเมินความยาวซาร์โคเมียร์ (T) 45

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความสำคัญและที่มา

ในการผลิตสุกรขุนนั้นปัจจัยที่มีความสำคัญต่อต้นทุนการผลิตและคุณภาพซาก ได้แก่ พันธุ์สุกร (Whittemore and Kyriazakis. 2008; Miar et al. 2014a; Miar et al. 2014b) สุกรที่จะนำมาเลี้ยงเป็นสุกรขุนได้ดีจะต้องมีอัตราเจริญเติบโตและประสิทธิภาพการใช้อาหารที่ดี ใช้ระยะเวลาในการเลี้ยงสั้น และที่สำคัญคือต้องมีคุณภาพซากดีด้วย การเลี้ยงสุกรพันธุ์แท้พันธุ์ใดพันธุ์หนึ่งมีทั้งข้อดีและข้อเสีย ดังนั้นจึงนิยมนำพันธุ์แท้มาผสมข้ามพันธุ์เพื่อทำให้ลูกสุกรที่เกิดขึ้นมีลักษณะของเฮตเตอร์โรซีส (heterosis) หรือไฮบริดวิกเกอร์ (hybrid vigor) คือการที่ลูกสุกรมีสมรรถภาพการผลิตโดยเฉลี่ยดีกว่าสุกรในรุ่นพ่อและแม่ ดังที่การเลี้ยงสุกรเชิงอุตสาหกรรมได้นำมาใช้สร้างสุกรขุนลูกผสมที่มักจะเรียกว่าสุกรลูกผสมสามสายหรือสุกรสามสายเลือด ซึ่งการสร้างสุกรลูกผสมสามสายนั้นนิยมใช้ลูกผสมระหว่างสุกรพันธุ์แลนด์เรซและพันธุ์ลาร์จไวท์ที่มีคุณสมบัติเด่น คือ การผลิตลูกดีที่สุด มาใช้เป็นสายแม่พันธุ์แล้วนำสุกรพ่อพันธุ์ที่ให้ปริมาณเนื้อแดงมาก เช่น สุกรพันธุ์ดูร็อค หรือพันธุ์เปียแตรง มาผสมเป็นพ่อพันธุ์สุดท้าย (terminal boar) ซึ่งจะได้สุกรลูกผสมสามสายพันธุ์ที่เหมาะสมสำหรับนำไปใช้เป็นสุกรขุน

ในปัจจุบันเกษตรกรผู้ผลิตสุกรขุนยังมีความต้องการสุกรพ่อพันธุ์สุดท้ายที่มีคุณภาพจำนวนมาก แต่สุกรพ่อพันธุ์ที่มีพันธุกรรมดีนั้นมีปริมาณไม่เพียงพอกับความต้องการใช้งาน สุกรพ่อพันธุ์ที่มีคุณภาพดีส่วนหนึ่งต้องนำเข้าจากต่างประเทศ ในขณะที่สุกรพันธุ์ดีของเอกชนที่จำหน่ายในประเทศก็ยังมีราคาสูง เกษตรกรบางส่วนจึงแก้ปัญหาโดยการนำสุกรลูกผสมที่มีความสามารถในการถ่ายทอดทางพันธุกรรมไม่สม่ำเสมอมาใช้เป็นสุกรพ่อแม่พันธุ์ ส่งผลให้สมรรถภาพการผลิตของสุกรขุนที่ได้ไม่สม่ำเสมอ ทั้งนี้เกษตรกรผู้เลี้ยงสุกรในประเทศไทยส่วนใหญ่กว่าร้อยละ 93 หรือมากกว่า 169,000 ราย ยังเป็นเกษตรกรรายย่อยที่เลี้ยงสุกรน้อยกว่า 50 ตัว ไม่มีอำนาจต่อรองและไม่สามารถเข้าถึงพันธุกรรมสุกรพันธุ์ดีเหล่านี้ได้ กรมปศุสัตว์จึงได้พัฒนาสุกรพันธุ์ปากช่อง 5 ขึ้นเพื่อใช้เป็นพ่อพันธุ์สุดท้ายในการผลิตสุกรขุนลูกผสม สุกรพันธุ์ปากช่อง 5 เป็นสุกรสายพ่อพันธุ์สุดท้ายที่โตเร็ว ให้ปริมาณเนื้อแดงมาก ไขมันสันหลังบาง มีความเหมาะสมที่จะนำไปใช้ผสมกับแม่สุกรลูกผสมสองสายพันธุ์เพื่อผลิตสุกรขุน ทำให้ได้สุกรขุนที่โตเร็ว ให้เนื้อแดงมาก แข็งแรงและเลี้ยงง่าย (กองบำรุงพันธุ์สัตว์ กรมปศุสัตว์. 2558)

อย่างไรก็ตามผู้พัฒนาสายพันธุ์จำเป็นต้องสร้างความมั่นใจหรือสามารถแสดงความแตกต่างของพันธุกรรมใหม่กับพันธุกรรมเดิมที่เคยใช้อยู่ได้ และควรเข้าใจถึงความต้องการของผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องในอุตสาหกรรมการผลิตตั้งแต่ส่วนต้นน้ำหรือผู้เลี้ยงสุกรพันธุ์และสุกรขุน ส่วนกลางน้ำ

หรือโรงฆ่าและโรงแปรรูป ตลอดจนในส่วนของตลาดปลายน้ำหรือผู้บริโภค เพื่อตอบสนองต่อความต้องการที่เปลี่ยนแปลงไปของตลาด (Alonso et al. 2009; Miar et al. 2014a) การพัฒนาสุกรพันธุ์ปากช่อง 5 ที่ประกอบด้วยข้อมูลในหลายมิติ ได้แก่ ข้อมูลในด้านสมรรถภาพการเจริญเติบโต ข้อมูลในด้านคุณภาพซาก ตลอดจนข้อมูลในด้านคุณภาพเนื้อทั้งทางกายภาพและทางเคมีที่มีผลต่อคุณลักษณะในการบริโภค ได้แก่ ความเป็นกรด-ด่าง สีของเนื้อ ความสามารถในการอุ้มน้ำของเนื้อ ชนิดของเส้นใยกล้ามเนื้อ ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเส้นใยกล้ามเนื้อ ความยาวซาร์โคเมียร์ ปริมาณคอลลาเจน องค์ประกอบทางเคมีของเนื้อสุกร รวมถึงสารตั้งต้นในเนื้อสุกรที่มีผลต่อการรับรู้กลิ่นและรสชาติของผู้บริโภคนับว่ามีความจำเป็นในการศึกษาเป็นอย่างมาก ซึ่งข้อมูลในเชิงวิชาการเหล่านี้จะได้นำไปเผยแพร่ให้แก่เกษตรกรในวงกว้าง รวมถึงการนำข้อมูลที่ได้กลับไปพัฒนาสายพันธุ์สุกรให้ตอบสนองต่อความต้องการของตลาดได้ตรงตามเป้าหมาย งานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาคุณภาพซากและคุณภาพเนื้อของสุกรพันธุ์ปากช่อง 5 และสุกรขุนลูกผสมสามสายที่ได้จากการใช้สุกรสายพันธุ์ปากช่อง 5 เป็นพ่อพันธุ์สุดท้ายเปรียบเทียบกับสุกรขุนลูกผสมสามสายที่ได้จากสุกรพ่อพันธุ์ทางการค้าที่ได้รับความนิยมในท้องตลาด

1.2 วัตถุประสงค์

1.2.1 เพื่อศึกษาคุณภาพซากและคุณภาพเนื้อของสุกรพันธุ์ปากช่อง 5 และสุกรขุนลูกผสมสามสายที่ได้จากการใช้สุกรสายพันธุ์ปากช่อง 5 เป็นพ่อพันธุ์สุดท้าย เปรียบเทียบกับสุกรขุนลูกผสมสามสายที่เกิดจากพ่อสุกรพันธุ์ดูร็อค

1.2.2 เพื่อศึกษาคุณภาพซากและคุณภาพเนื้อของสุกรขุนลูกผสมสามสายที่เกิดจากการใช้พ่อสุกรพันธุ์ปากช่อง 5 เป็นพ่อพันธุ์สุดท้าย เปรียบเทียบกับสุกรขุนลูกผสมสามสายที่เกิดจากการใช้สุกรพ่อพันธุ์ทางการค้าที่มีพันธุกรรมใกล้เคียงกับสุกรพันธุ์ปากช่อง 5

1.3 สถานที่ดำเนินงาน

1.3.1 ศูนย์วิจัยและพัฒนาสุกร กรมปศุสัตว์ อ.ปากช่อง จ.นครราชสีมา

1.3.2 วสันต์ฟาร์ม อ.สูงเนิน จ.นครราชสีมา

1.3.3 โรงฆ่าสุกร DK Interfoods อ.โชคชัย จ.นครราชสีมา

1.3.4 ห้องปฏิบัติการเทคโนโลยีอาหารสัตว์ ภาควิชาครุศาสตร์เกษตร คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กรุงเทพมหานคร

1.3.5 ห้องปฏิบัติการเทคโนโลยีอาหารสัตว์ ภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตสัตว์และประมง คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กรุงเทพมหานคร

1.3.6 ห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เนื้อสัตว์ ศูนย์เครือข่ายการวิจัยเทคโนโลยีเนื้อสัตว์ ภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตสัตว์และประมง คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กรุงเทพมหานคร

บทที่ 2
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 สถานการณ์การเลี้ยงสุกรในประเทศไทย

การเลี้ยงสุกรนับเป็นอุตสาหกรรมด้านการเกษตรที่สำคัญของประเทศไทย ในปี พ.ศ. 2560 ประเทศไทยมีเกษตรกรผู้เลี้ยงสุกรทั้งหมดจำนวน 180,606 ครัวเรือน ส่วนใหญ่เกษตรกรเลี้ยงสุกร 1-50 ตัว จำนวน 169,002 ราย (ร้อยละ 93.57) รองลงมาเลี้ยงสุกร 51-100 ตัว จำนวน 5,520 ราย (ร้อยละ 3.06) เลี้ยงสุกร 101-500 ตัว จำนวน 3,379 ราย (ร้อยละ 1.87) เลี้ยงสุกร 501-5,000 ตัว จำนวน 2,456 ราย (ร้อยละ 1.36) ในขณะที่มีเกษตรกรผู้เลี้ยงสุกรมากกว่า 5,000 ตัว เพียง 249 ราย (ร้อยละ 0.14) มีจำนวนสุกรทั้งหมด 10,191,784 ตัว จำแนกเป็นสุกรขุนจำนวน 8,605,766 ตัว (ร้อยละ 84.44) สุกรพันธุ์จำนวน 935,046 ตัว (ร้อยละ 9.17) และสุกรพื้นเมืองจำนวน 650,972 ตัว (ร้อยละ 6.39) ในส่วนของสุกรพันธุ์แบ่งออกเป็นสุกรพ่อพันธุ์จำนวน 73,493 ตัว และสุกรแม่พันธุ์จำนวน 861,553 ตัว (ศูนย์เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร กรมปศุสัตว์. 2560)

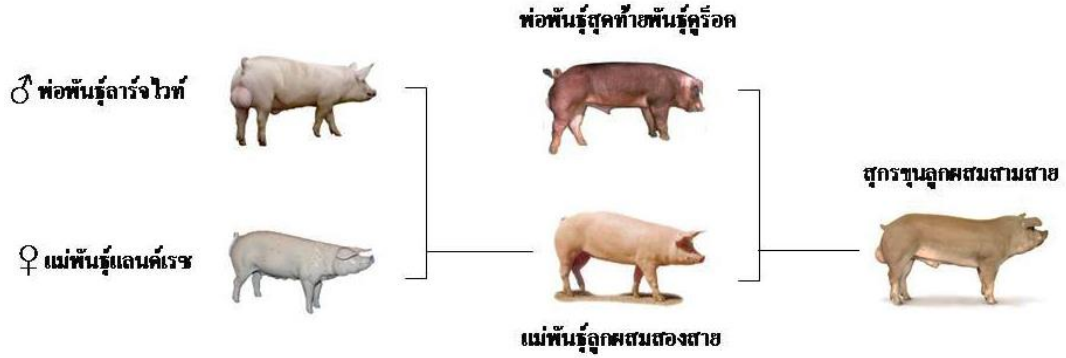
อย่างไรก็ตามพบว่าในปี พ.ศ. 2557 ประเทศไทยมีปริมาณการส่งออกสุกรเพียงร้อยละ 5 ของปริมาณการผลิตทั้งหมด เนื่องจากข้อจำกัดจากโรคปากและเท้าเปื่อย โดยเป็นการส่งออกเนื้อสุกรและเนื้อสุกรแปรรูปเพียงร้อยละ 1-2 และสุกรมีชีวิตร้อยละ 3-4 เนื้อสุกรส่งออกไปยังประเทศ สปป.ลาว และฮ่องกง ส่วนเนื้อสุกรแปรรูปส่งออกไปยังประเทศญี่ปุ่นและฮ่องกง สำหรับสุกรมีชีวิตมีปริมาณการส่งออกจำนวน 347,516 ตัว คิดเป็นมูลค่า 1,594.39 ล้านบาท แบ่งเป็นสุกรพันธุ์จำนวน 28,856 ตัว คิดเป็นมูลค่า 149.50 ล้านบาท และเป็นสุกรมีชีวิตอื่นๆ จำนวน 318,660 ตัว คิดเป็นมูลค่า 1,444.89 ล้านบาท ส่วนใหญ่ส่งออกไปยังประเทศเพื่อนบ้าน ได้แก่ สปป.ลาว กัมพูชา เมียนมาร์ และเวียดนาม (สภาอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย. 2558)

รูปแบบการผลิตสุกรในประเทศไทยสามารถแบ่งออกได้เป็น 4 ลักษณะคือ (1) การผลิตสุกรพันธุ์แท้ระดับพ่อแม่พันธุ์ (great grand parent stock, GGP) (2) การผลิตแม่พันธุ์ลูกผสมสองสาย (grand parent stock, GP) (3) การผลิตลูกสุกรขุนด้วยแม่พันธุ์ลูกผสมสองสาย (parent stock, PS) และ (4) การผลิตสุกรขุน (fattening pigs) อย่างไรก็ตามพบว่าการผลิตสุกรขุนในประเทศไทยยังมีต้นทุนสูง เนื่องมาจากเกษตรกรส่วนมากไม่ทราบข้อมูลและไม่สามารถเข้าถึงแหล่งพันธุกรรมที่ดีของสุกรได้ มีผลทำให้ได้สุกรที่โตช้า การเจริญเติบโตไม่สม่ำเสมอ ใช้อาหารมาก คุณภาพซากไม่เป็นไปตามที่ตลาดต้องการ ประกอบกับความผันผวนของราคาสุกรมีชีวิต จึงทำให้เกษตรกรรายย่อยไม่สามารถอยู่รอดและต่อรองให้ได้ราคาตามคุณภาพของผลผลิต ทั้งนี้เกษตรกรยังมีความต้องการพ่อพันธุ์สุดท้ายที่มีคุณภาพจำนวนมาก จากการศึกษาของ Bunter et al. (2008) รายงานว่า

การคัดเลือกสุกรสายพ่อพันธุ์ที่มีลักษณะดีเด่นสามารถช่วยปรับปรุงคุณลักษณะที่เกี่ยวข้องกับการให้ผลผลิตรวมถึงคุณภาพเนื้อของลูกสุกรได้

2.2 การผลิตสุกรขุนลูกผสม

การเลี้ยงสุกรขุน หมายถึง การนำสุกรที่หย่านมแล้วทั้งตัวผู้และตัวเมียมาเลี้ยง โดยให้กินอาหารอย่างเต็มที่เป็นเวลา 4-5 เดือน สุกรจะมีน้ำหนัก 90-100 กิโลกรัมจึงขายส่งตลาด (รณชัย สิทธิไกรพงษ์. 2540) การผลิตสุกรขุนนั้นโดยส่วนใหญ่นิยมนำสุกรพันธุ์แท้มาผสมข้ามพันธุ์เพื่อผลิตเป็นสุกรลูกผสมสามสาย โดยหวังผลจากเฮตเตอร์โรซีสหรือไฮบริดวิกเกอร์ที่เกิดขึ้น การสร้างสุกรลูกผสมสามสายจะใช้สุกรสายแม่พันธุ์ที่เป็นลูกผสมระหว่างสุกรพันธุ์แลนด์เรซและพันธุ์ลาร์จไวท์ที่มีคุณสมบัติเด่น คือ มีความสมบูรณ์พันธุ์ดี มีลูกดก และลูกสุกรมีน้ำหนักหย่านมที่ดี แล้วนำสุกรพ่อพันธุ์ที่ให้ปริมาณเนื้อแดงมาก เช่น สุกรพันธุ์ดูร็อค หรือพันธุ์เปียแตรง มาผสมเป็นพ่อพันธุ์สุดท้าย (Edwards et al. 2006) ซึ่งจะได้สุกรลูกผสมสายสามพันธุ์ที่เหมาะสมสำหรับนำไปใช้เป็นสุกรขุน แผนการผสมพันธุ์เพื่อผลิตสุกรลูกผสมสายสามดังแสดงในภาพที่ 2.1



ภาพที่ 2.1 แผนการผสมพันธุ์ในการผลิตสุกรลูกผสมสายสามพันธุ์เพื่อใช้เป็นสุกรขุน
ที่มา: ดัดแปลงจาก กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ (2548)

ในการผลิตสุกรลูกผสมนั้น Cassady et al. (2002) ได้ทำการศึกษาอิทธิพลของพันธุ์และผลของเฮตเตอร์โรซีสต่อการเจริญเติบโตและคุณภาพซากของสุกรพันธุ์แท้ (pure breed) สุกรลูกผสมสองสาย (two-breed cross) และสุกรลูกผสมสี่สาย (four-breed cross) จากสุกร 8 สายพันธุ์ แผนการผสมพันธุ์สุกรดังแสดงในตารางที่ 2.1 ผลการศึกษาพบว่าสุกรลูกผสมทั้งสองสายและสี่สายมีน้ำหนักแรกคลอด น้ำหนักตัว และอัตราการเจริญเติบโตสูงขึ้น ในขณะที่ความหนาไขมันสันหลังมีแนวโน้มลดลงเมื่อเปรียบเทียบกับสุกรพันธุ์แท้ทั้งนี้เป็นผลมาจากเฮตเตอร์โรซีสที่เกิดขึ้น อย่างไรก็ตามจากการทดลองพบว่าสุกรลูกผสมสี่สายจะมีขนาดพื้นที่หน้าตัดเนื้อสันเล็กลง

ตารางที่ 2.1 พันธุ์สุกรและแผนการผสมพันธุ์สุกรลูกผสมสองสายและสุกรลูกผสมสี่สาย

การทดลองที่ 1			การทดลองที่ 2		
pure breed	**2-breed cross**	**4-breed cross**	**pure breed**	**2-breed cross**	**4-breed cross**
Y × Y	Y × L	WL × YL	H × H	H × D	PD × HS
L × L	L × Y		D × D	D × H	PD × SH
W × W	Y × W		P × P	P × S	PH × DS
C × C	W × Y		S × S	S × P	PH × SD
	L × W			S × H	SH × DP
	W × L			H × S	SH × PD
	W × C			S × D	SD × HP
	C × L			D × S	SD × PH
	L × C			P × D	SP × DH
	C × Y			D × P	SP × HD
	Y × C			P × H	
	C × W			H × P	

Y = York Shire, L = Landrace, W = Large White, C = Chester White, H = Hampshire, D = Duroc, P = Pietrain, S = Spot

ที่มา: Cassady et al. (2002)

2.2.1 สุกรพันธุ์แท้ที่สำคัญ

สุกรที่เลี้ยงในปัจจุบันมีอยู่หลากหลายสายพันธุ์ รูปร่างลักษณะของสุกรเกิดจากการผสมพันธุ์และการคัดเลือกพันธุ์ตามความต้องการของผู้ผลิตสายพันธุ์ รณชัย สิทธิไกรพงษ์ (2540); วันดี ทาตระกูล (2546) ได้กล่าวถึงพันธุ์สุกรที่นิยมเลี้ยงในประเทศไทยเพื่อใช้ในการผลิตสุกรขุนลูกผสมดังนี้

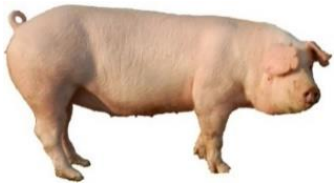
1) พันธุ์ลาร์จไวท์ (Large White) เป็นสุกรที่มีลำตัวสีขาว หูตั้ง (prick ears) ลำตัวยาวและลึก เป็นสุกรที่โตเร็ว มีประสิทธิภาพการใช้อาหารดี มีคุณสมบัติการเป็นแม่ที่ดี คือ ให้ลูกดก และเลี้ยงลูกได้ดี มีขาที่แข็งแรง คุณภาพซากดี เป็นสายพันธุ์ที่สามารถปรับตัวเข้ากับสภาพแวดล้อมได้ดี เมื่อโตเต็มที่จะให้เนื้อส่วนเบคอน (bacon) มาก นิยมใช้เป็นพ่อแม่พันธุ์สำหรับผลิตสุกรพันธุ์ลูกผสมสองสายเพื่อเป็นแม่พันธุ์หรือสุกรขุนส่งตลาด สุกรพันธุ์ลาร์จไวท์ดังแสดงในภาพที่ 2.2

2) พันธุ์แลนเรซ (Landrace) เป็นสุกรที่มีลำตัวสีขาว หูปรก (lop ears) มีรูปร่างดี คือ มีลักษณะลำตัวที่ยาวและลึก ไหล่กว้าง สะโพกมีขนาดใหญ่ มีคุณสมบัติเป็นแม่พันธุ์ที่ดี ให้ลูกดก ให้เนื้อแดงมาก แต่สายพันธุ์นี้มีแนวโน้มอาจมีขาหลังที่ไม่ค่อยแข็งแรงมากนัก และเป็นสายพันธุ์ที่ไม่ทนต่อความเครียด ส่งผลให้เนื้อมีลักษณะสีซีด เหลว และฉ่ำน้ำ (pale solf and

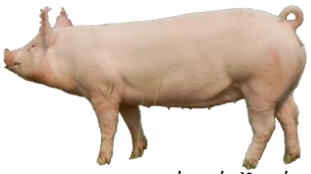
exudative, PSE) ในประเทศเขตร้อนนิยมนำมาเลี้ยงเป็นแม่พันธุ์ในการผลิตสุกรพันธุ์ลูกผสมสองสายเพื่อผลิตสุกรที่มีคุณภาพซากดีและมีไขมันระดับปานกลาง แต่ทางทวีปยุโรปจะนิยมนำมาเลี้ยงเป็นสุกรขุนเพื่อผลิตเบคอนเป็นหลัก สุกรพันธุ์แลนเรซดังแสดงในภาพที่ 2.2

3) พันธุ์ดูร็อคหรือดูร็อคเจอร์ซี่ (Duroc or Duroc Jersey) เป็นสุกรที่มีลำตัวสีน้ำตาลแดง มีรูปร่างขนาดปานกลางไม่ใหญ่มาก มีลักษณะเด่นคือมีไหล่และสะโพกหนาและกว้าง หลังโค้งกว่าพันธุ์อื่น เป็นสุกรที่โตเร็ว มีอัตราการเจริญเติบโตที่ดี มีคุณสมบัติเป็นแม่ที่ไม่ค่อยดี เลี้ยงลูกไม่เก่ง ให้ลูกที่มีขนาดครอกเล็ก แต่เป็นสุกรพันธุ์ที่แข็งแรง เลี้ยงง่าย ทนต่อความเครียดได้ดี จึงมีอัตราการตายต่ำ และเป็นสุกรที่มีปริมาณไขมันมาก แต่พบว่าเป็นสายพันธุ์ที่มีปริมาณไขมันแทรกในเนื้อมากเช่นเดียวกัน นิยมนำมาเป็นสายพ่อพันธุ์เพื่อผลิตสุกรลูกผสมเพื่อเลี้ยงเป็นสุกรขุน เนื่องจากเลี้ยงง่ายและโตเร็ว สุกรพันธุ์ดูร็อคดังแสดงในภาพที่ 2.2

4) พันธุ์เปียแตรง (Pietrain) เป็นสุกรที่มีลำตัวสีขาว และมีจุดดำกระจายตามลำตัว (piebald) ลำตัวค่อนข้างสั้น แต่บริเวณสะโพกมีขนาดใหญ่เห็นได้ชัดเจน ทำให้ส่วนสะโพกมีปริมาณเนื้อแดงมาก นิยมใช้เป็นสุกรสายพ่อพันธุ์สำหรับผลิตสุกรลูกผสมเพื่อเลี้ยงเป็นสุกรขุน แต่อาจมีปัญหาเรื่องการจัดการในการเลี้ยง เนื่องจากเป็นสายพันธุ์ที่ไม่ทนต่อความเครียดอาจทำให้เกิดการช็อคตายได้ง่าย สุกรพันธุ์เปียแตรงดังแสดงในภาพที่ 2.2

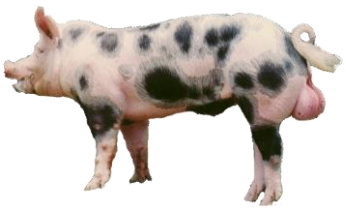


สุกรพันธุ์แลนด์เรซ



สุกรพันธุ์ลาร์จไวท์

สุกรพันธุ์ดูร็อค



สุกรพันธุ์เปียแตรง

ภาพที่ 2.2 ลักษณะของสุกรพันธุ์ต่างๆ
ที่มา: กองบำรุงพันธุ์สัตว์ กรมปศุสัตว์ (มปป)

จากงานวิจัยของ Edwards et al. (2003); Edwards et al. (2006); Bunter et al. (2008); Alonso et al. (2009); Morales et al. (2013) แสดงให้เห็นว่าสุกรพันธุ์ดูร็อคมีสมรรถภาพการเจริญเติบโตที่ดีกว่าสุกรพันธุ์เปียแตรง แต่มีคุณภาพซากต่ำกว่าเนื่องจากสุกรพันธุ์ดูร็อคมีปริมาณ

ไขมันในซากมาก อย่างไรก็ตามการที่สุกรพันธุ์ดูร็อคมีปริมาณไขมันแทรกในกล้ามเนื้อสันนอกที่สูงกว่าสุกรพันธุ์เปียแตรงมีผลทำให้เนื้อของสุกรพันธุ์ดูร็อคมีคุณภาพการบริโภคที่ดีกว่า

ในส่วนของกรมปศุสัตว์นั้นได้มีการนำเข้าสุกรพันธุ์แท้มาจากต่างประเทศเพื่อใช้ในการปรับปรุงพันธุ์สุกร และกระจายพันธุ์ไปยังหน่วยงานต่างๆ รวมถึงฟาร์มสุกรของเกษตรกรที่สนใจเพื่อนำไปใช้ในเชิงพาณิชย์ (กองบำรุงพันธุ์สัตว์ กรมปศุสัตว์, มปป) สุกรพันธุ์แท้ที่สำคัญของกรมปศุสัตว์ เช่น

1) พันธุ์แลนด์เรซสายพันธุ์ไอร์แลนด์ เป็นสุกรที่ได้รับการพัฒนาด้วยการทดสอบและคัดเลือกพันธุ์ จนได้สุกรพันธุ์แลนด์เรซที่มีอัตราการเจริญเติบโตดี ไขมันบาง ให้ลูกดกและเลี้ยงลูกเก่ง มีความแข็งแรงทนทาน ปรับตัวเข้ากับสภาพแวดล้อมได้ดี เลี้ยงง่าย มีอัตราการเจริญเติบโต 800 กรัมต่อวัน ประสิทธิภาพการใช้อาหาร 2.50 ความหนาไขมันสันหลัง 1.20 เซนติเมตร และให้ลูกหย่านม 15 ตัวต่อแม่ต่อปี

2) พันธุ์ลาร์จไวท์สายพันธุ์ไอร์แลนด์ สุกรพันธุ์ลาร์จไวท์ของกรมปศุสัตว์เป็นสุกรสายพันธุ์หนึ่งที่เกษตรกรให้การยอมรับ และนิยมนำไปใช้พัฒนาพันธุกรรมของตนเองในการผลิตสุกรพันธุ์แท้ หรือแม่สุกรลูกผสมสองสายสำหรับใช้ในฟาร์ม มีความแข็งแรงทนทาน ปรับตัวเข้ากับสภาพแวดล้อมได้ดี เลี้ยงง่าย อัตราการเจริญเติบโต 800 กรัมต่อวัน ประสิทธิภาพการใช้อาหาร 2.50 ความหนาไขมันสันหลัง 1.20 เซนติเมตร และให้ลูกหย่านม 15 ตัวต่อแม่ต่อปี

3) พันธุ์ดูร็อคสายพันธุ์แคนาดา กรมปศุสัตว์นำมาพัฒนาและปรับปรุงพันธุ์โดยเน้นลักษณะที่สำคัญทางเศรษฐกิจ เป็นสุกรที่เจริญเติบโตเร็ว มีความแข็งแรงมาก นำมาปรับปรุงพัฒนาพันธุ์ให้เหมาะสมกับสภาพแวดล้อมของประเทศไทย โดยการตรวจสอบยีนเครียดด้วยวิธีอณูพันธุศาสตร์เพื่อให้ฝูงสุกรปลอดจากยีนเครียด มีอัตราการเจริญเติบโต 850 กรัมต่อวัน ประสิทธิภาพการใช้อาหาร 2.50 ความหนาไขมันสันหลัง 1.10 เซนติเมตร เมื่อนำไปใช้เป็นพ่อพันธุ์สุดท้ายในการผลิตสุกรขุนจะได้สุกรขุนที่โตเร็ว มีความแข็งแรง และส่งตลาดได้เร็ว

4) สุกรพันธุ์เปียแตรงสายพันธุ์เบลเยี่ยม เป็นสุกรที่มีเปอร์เซ็นต์เนื้อแดงสูงมาก ไขมันบาง มีกล้ามเนื้อเด่นชัด และได้ทำการคัดเลือกและปรับปรุงพันธุ์ให้ปลอดจากยีนเครียด ทำให้มีความทนทานต่อสภาพแวดล้อม มีอัตราการเจริญเติบโต 780 กรัมต่อวัน ประสิทธิภาพการใช้อาหาร 2.50 ความหนาไขมันสันหลัง 0.80 เซนติเมตร และมีพื้นที่หน้าตัดเนื้อสัน 40 ตารางเซนติเมตร เหมาะสำหรับใช้เป็นพ่อพันธุ์สุดท้ายเพื่อผลิตสุกรขุนที่มีคุณภาพซากดี

2.2.2 พันธุ์สุกรทางการค้าและสุกรพันธุ์ลูกผสมทางการค้าในประเทศไทย

นอกจากสุกรพันธุ์แท้ที่กล่าวไว้ข้างต้นแล้ว ยังมีสุกรลูกผสม (synthetic breed) ที่ผลิตขึ้นเพื่อใช้ประโยชน์ในทางการค้า ประเทศไทยเคยมีการนำเข้ามาเลี้ยงหลายพันธุ์ เช่น พันธุ์ซีเกอร์ (Seghers) พันธุ์ไฮโปร (Hypro) พันธุ์ดีคราฟ (Dekalb) พันธุ์แบบคอค (Babcock) และพันธุ์ลูกผสมของพี.ไอ.ซี. (P.I.C.) ซึ่งสุกรลูกผสมทางการค้าต่างๆ เหล่านี้เกิดจากการนำเอาสุกรพันธุ์แท้มาผสม

ข้ามพันธุ์กันแล้วทำการคัดเลือกสายพันธุ์ที่ดี จนสามารถจับคู่ผสมพันธุ์กันได้ลักษณะที่ดีจึงได้ออกมาเป็นสุกรพันธุ์ต่างๆ ลูกสุกรที่เกิดจากสุกรพันธุ์ทางการค้าเหล่านี้จะให้ผลผลิตดีกว่าสุกรพันธุ์แท้ แต่ถ้าหากเก็บลูกสุกรที่ได้ไว้ทำเป็นสุกรพ่อ-แม่พันธุ์ต่อไปผลผลิตที่ได้จะไม่คงที่ ถ้าหากต้องการเลี้ยงสุกรลูกผสมทางการค้าเหล่านี้อีกต้องสั่งพ่อ-แม่พันธุ์เข้ามาใหม่จึงจะได้ผลดี ซึ่งต่างจากสุกรพันธุ์แท้ที่สามารถคัดเลือกลูกสุกรไว้ทำพ่อ-แม่พันธุ์ได้ (รณชัย สิทธิไกรพงษ์, 2540)

ในปัจจุบันสุกรลูกผสมทางการค้าที่นิยมใช้เป็นพ่อพันธุ์สุดท้ายในการผลิตสุกรขุนส่วนใหญ่เป็นสุกรลูกผสมระหว่างสุกรพันธุ์ดูร็อคและพันธุ์เปียแตรง เนื่องจากเป็นสายพันธุ์มีอัตราการเจริญเติบโตที่ดี ให้เนื้อแดงมาก และมีคุณภาพซากดี สุกรลูกผสมทางการค้าที่นิยมใช้เป็นพ่อพันธุ์สุดท้าย ได้แก่ พันธุ์ซีพี 73 (CP 73) เป็นสุกรพ่อพันธุ์ลูกผสมที่มีรูปร่างดี ไหล่และสะโพกใหญ่ สามารถถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมได้ดี มีความคึก (libido) สูง (เครือเจริญโภคภัณฑ์, 2558) และพันธุ์เบ 91 (Be 91) เป็นสุกรพ่อพันธุ์ลูกผสมที่มีความต้านทานต่อความเครียด มีปริมาณเนื้อแดงมาก ให้ลูกสุกรขุนที่มีความสม่ำเสมอและคุณภาพดี และมีการถ่ายทอดทางพันธุกรรมที่ดี (ผู้จัดการออนไลน์. 2556)

ตั้งแต่ในปี พ.ศ. 2535 กรมปศุสัตว์ได้มีการนำเข้าสุกรพันธุ์แท้ต่างๆ มาใช้ในการปรับปรุงพันธุ์เพื่อขยายพันธุ์ให้มีปริมาณมากและกระจายพันธุ์สุกรที่ดีสู่ฟาร์มของเกษตรกร โดยในช่วงเริ่มต้นมุ่งเน้นในการศึกษาสุกรพันธุ์แท้เพื่อใช้ในการผลิตสุกรพันธุ์แท้ สุกรพันธุ์แท้เพื่อผลิตแม่สุกรสองสายพันธุ์ และแม่สุกรสองสายพันธุ์เพื่อผลิตลูกสุกรขุน ต่อมาได้พิจารณาเห็นว่าการผลิตสายแม่พันธุ์ให้เกษตรกรนำไปใช้อยู่ในวงที่จำกัด การขยายตัวจำเป็นต้องใช้แม่พันธุ์จำนวนมาก จึงได้มีการสร้างสายพ่อพันธุ์สุดท้ายขึ้นมาเพื่อประโยชน์ในการกระจายพันธุกรรมให้ได้มากและเร็วขึ้นกว่าเดิม จึงได้มีการสร้างทั้งสุกรพันธุ์แท้และพันธุ์ลูกผสมขึ้น ได้แก่ สุกรพันธุ์ดูร็อคกรมปศุสัตว์ พันธุ์ปากช่อง 2 พันธุ์ปากช่อง 3 พันธุ์ปากช่อง 4 และพันธุ์ปากช่อง 5 (กองบำรุงพันธุ์สัตว์ กรมปศุสัตว์, มปป) สุกรพ่อพันธุ์ลูกผสมที่พัฒนาโดยกรมปศุสัตว์ที่สำคัญ ได้แก่

1) สุกรพันธุ์ปากช่อง 2 (Pakchong 2) สุกรพันธุ์ปากช่อง 2 เป็นสุกรที่สร้างมาจากสุกรพันธุ์เปียแตรง (ร้อยละ 75) และพันธุ์ดูร็อค (ร้อยละ 25) เป็นสุกรที่มีเปอร์เซ็นต์เนื้อแดงสูง ไขมันบาง รูปร่างล่ำสัน มีกล้ามเนื้อชัดเจน อัตราการเจริญเติบโตมากกว่า 750 กรัมต่อวัน ประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหาร 2.60 และความหนาไขมันสันหลัง 1.00 เซนติเมตร ใช้เป็นพ่อพันธุ์สุดท้ายในการผลิตสุกรขุน

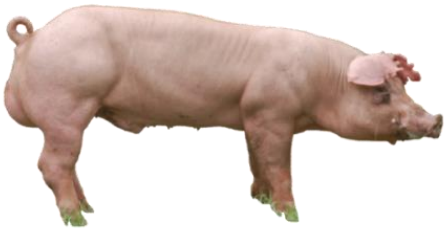
2) สุกรพันธุ์ปากช่อง 3 (Pakchong 3) เป็นการผสมผสานพันธุกรรมระหว่างสุกรพันธุ์ลาร์จไลท์ที่มีการเจริญเติบโตที่ดีและพันธุ์เปียแตรงที่มีปริมาณเนื้อแดงมาก เป็นสุกรที่มีสีขาวตลอดทั้งลำตัว หูตั้ง มีสะโพกใหญ่กว้าง หัวไหล่และหลังกว้าง เป็นร่องเห็นมัดกล้ามเนื้อชัดเจน ปลอดยีนเครียด (NN) ขาแข็งแรง อัตราการเจริญเติบโต 820 กรัมต่อวัน ประสิทธิภาพการเปลี่ยน

อาหาร 2.45 ความหนาไขมันสันหลัง 0.90 เซนติเมตร และขนาดพื้นที่หน้าตัดเนื้อสัน 38 ตารางเซนติเมตร เหมาะใช้เป็นสุกรพ่อพันธุ์สุดท้ายในการผลิตสุกรขุนที่มีปริมาณเนื้อแดงสูง

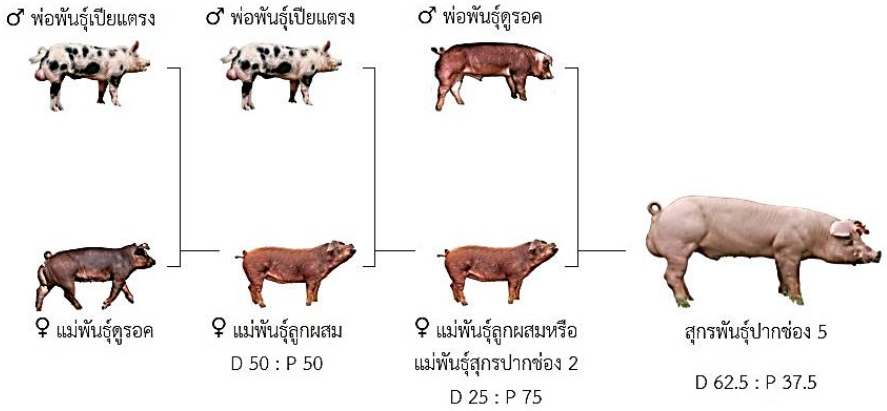
3) สุกรพันธุ์ปากช่อง 4 (Pakchong 4) เป็นการผสมผสามพันธุกรรมระหว่างสุกรพันธุ์ดูร็อคและแฮมเชียร์ ลักษณะประจำพันธุ์คล้ายกับสุกรพันธุ์แฮมเชียร์ คือ ลำตัวสีแดงมีสีขาวคาดที่หัวไหล่ลงมาถึงขาหน้า สะโพกใหญ่ หัวไล่กว้าง หลังเป็นร่องเห็นมัดกล้ามเนื้อชัดเจน ขาแข็งแรง เนื้อแดงมีสีเข้ม อัตราการเจริญเติบโตมากกว่า 750 กรัมต่อวัน ประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหาร 2.50 ความหนาไขมันสันหลัง 1.00 เซนติเมตร และขนาดพื้นที่หน้าตัดเนื้อสัน 37 ตารางเซนติเมตร

4) สุกรพันธุ์ปากช่อง 5 (Pakchong 5) เป็นสุกรที่ถูกพัฒนามาจากสุกรพันธุ์ปากช่อง 2 เพื่อให้ได้สุกรที่มีอัตราการเจริญเติบโตที่ดีขึ้น วัตถุประสงค์เพื่อนำมาใช้เป็นพ่อพันธุ์สุดท้ายในการผลิตสุกรขุนลูกผสมสามสาย ได้จากการรวมพันธุกรรมเด่นๆ ของสุกร 2 สายพันธุ์ คือ พันธุ์ดูร็อค ที่มีลักษณะโตเร็ว และพันธุ์เปียแตรง ที่มีปริมาณเนื้อแดงมาก ลักษณะประจำพันธุ์ดังแสดงในภาพที่ 2.3 โดยมีสัดส่วนพันธุกรรมของสุกรพันธุ์ดูร็อคร้อยละ 62.5 และพันธุ์เปียแตรงร้อยละ 37.5 แผนการสร้างสายพันธุ์ดังแสดงในภาพที่ 2.4 สุกรพันธุ์ปากช่อง 5 เป็นสุกรสายพ่อพันธุ์สุดท้ายที่โตเร็ว ให้ปริมาณเนื้อแดงมาก ไขมันสันหลังบาง ซึ่งลักษณะทางเศรษฐกิจเหล่านี้ได้มาจากการกำหนดเป้าหมายในการพัฒนาพันธุ์ การคัดเลือก และการพัฒนาพันธุ์อย่างต่อเนื่อง พ่อสุกรพันธุ์ปากช่อง 5 มีความเหมาะสมที่จะนำไปใช้ผสมกับแม่สุกรลูกผสมสองสายพันธุ์เพื่อผลิตสุกรขุน ทำให้ได้สุกรที่โตเร็ว ให้เนื้อแดงมาก แข็งแรง เลี้ยงง่าย สุกรพ่อพันธุ์สุดท้ายปากช่อง 5 มีความสามารถในการถ่ายทอดลักษณะทางเศรษฐกิจเหล่านี้ไปยังสุกรขุนได้อย่างสม่ำเสมอ สืบเนื่องมาจากการพัฒนาพันธุ์ด้วยการผสมพันธุ์ภายในรุ่น (*Inter se* mating) และคัดเลือกลักษณะทางเศรษฐกิจตามเป้าหมายในการพัฒนาพันธุ์อย่างเข้มข้นสม่ำเสมอถึง 5 ชั่วอายุ (กมล ฉวีวรรณ และคณะ. 2556; Chaweewan et al. 2012) สุกรพันธุ์ปากช่อง 5 ที่พัฒนาพันธุ์แล้วได้นำไปส่งเสริมแก่เกษตรกรผู้เลี้ยงสุกรเพื่อใช้ผลิตสุกรขุนและได้รับการตอบรับจากเกษตรกรผู้เลี้ยงสุกรในวงกว้าง

นอกจากนี้ Chaweewan et al. (2012) ยังได้ทำการศึกษาคุณสมบัติที่เกี่ยวข้องกับลักษณะทางเศรษฐกิจของสุกรพันธุ์ปากช่อง 5 โดยเริ่มการทดสอบเมื่อสุกรมีน้ำหนักตัวประมาณ 30 กิโลกรัม และสิ้นสุดการทดสอบเมื่อสุกรมีน้ำหนักตัว 90 กิโลกรัม อาหารที่ใช้ทดสอบมีโปรตีนร้อยละ 18 ให้สุกรทุกตัวกินอาหารแบบเต็มที่ (*ad libitum*) ทำการเก็บข้อมูลการทดสอบทั้งหมด 5 รุ่น (F1 ถึง F5) ผลการศึกษาพบว่าสุกรพันธุ์ปากช่อง 5 มีอัตราการเจริญเติบโตมากกว่า 850 กรัมต่อวัน ประสิทธิภาพการใช้อาหารน้อยกว่า 2.50 ความหนาไขมันสันหลังต่ำกว่า 1 เซนติเมตร และมีพื้นที่หน้าตัดเนื้อสันมากกว่า 37 ตารางเซนติเมตร



ภาพที่ 2.3 สุกรพันธุ์ปากช่อง 5
ที่มา: กองบำรุงพันธุ์สัตว์ กรมปศุสัตว์ (มปป)



ภาพที่ 2.4 แผนการผสมพันธุ์เพื่อสร้างสายพันธุ์สุกรปากช่อง 5 (D = ดูร็อค, P = เปียแตรง)
ที่มา: กองบำรุงพันธุ์สัตว์ กรมปศุสัตว์ (มปป)

2.3 การใช้เทคโนโลยีชีวภาพในการปรับปรุงพันธุ์สัตว์

การใช้เทคโนโลยีชีวภาพในการปรับปรุงพันธุ์สัตว์ได้เข้ามามีบทบาทต่ออุตสาหกรรมการผลิตสัตว์ในปัจจุบันอย่างกว้างขวางเนื่องจากสามารถให้ผลยั่งยืน อีกทั้งยังช่วยลดระยะเวลาในการคัดเลือกให้เร็วขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับการปรับปรุงพันธุ์สัตว์แบบดั้งเดิม ซึ่งต้องทำการเก็บบันทึกข้อมูลก่อน จากนั้นจึงนำข้อมูลไปประเมินพันธุกรรมเพื่อใช้คัดเลือกต่อไป ประกอบกับการปรับปรุงพันธุ์สัตว์แบบดั้งเดิมยังมีข้อจำกัดในด้านความแม่นยำในการคัดเลือก โดยเฉพาะกับลักษณะที่มีค่าอัตราพันธุกรรมต่ำ เช่น ลักษณะที่เกี่ยวข้องกับความต้านทานโรค และลักษณะทางการสืบพันธุ์ รวมทั้งลักษณะซึ่งต้องใช้เวลานานในการเก็บบันทึกข้อมูล เช่น ลักษณะซาก รวมถึงข้อมูลบางลักษณะที่ถูกจำกัดด้วยเพศ เช่น การให้ผลผลิตน้ำนม จำนวนลูกต่อครอก เป็นต้น

ปัจจุบันการใช้เทคโนโลยีชีวภาพเพื่อช่วยในการปรับปรุงพันธุ์สัตว์มีหลายวิธีซึ่งสามารถจำแนกออกได้เป็น 2 ประเภทคือ เทคโนโลยีชีวภาพทางด้านยีน (gene technology) ซึ่งจะช่วยเพิ่มความแม่นยำในการคัดเลือก และเทคโนโลยีชีวภาพทางด้านการสืบพันธุ์ (reproductive technology) ซึ่งจะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพทางการสืบพันธุ์ของสัตว์ที่มีพันธุกรรมดีให้สามารถสืบพันธุ์และเพิ่ม

จำนวนสัตว์ได้ตามความต้องการของผู้เลี้ยง (Montaldo. 2006; Bahrami and Najafi. 2019; Ahmed and Khosa. 2010)

2.3.1 เทคโนโลยีชีวภาพทางด้านยีน (gene technology) จากรายงานของ ตรีทิพย์ รัตนวรชัย (2552); ปาริชาติ พุ่มขจร (2560); Montaldo (2006); Bahrami and Najafi. (2019); Ahmed and Khosa (2010) ได้กล่าวถึงเทคโนโลยีชีวภาพทางด้านยีนไว้ดังนี้

เทคโนโลยีชีวภาพทางด้านยีนหรืออณูพันธุศาสตร์(molecular genetics) เป็นเทคโนโลยีที่ศึกษาถึงพันธุกรรมสัตว์ในระดับดีเอ็นเอหรือระดับยีนซึ่งจะช่วยให้เข้าใจพันธุกรรมของสัตว์ได้มากขึ้น ในการปรับปรุงพันธุ์สามารถใช้ข้อมูลพันธุกรรมของสัตว์มาใช้ร่วมในการคัดเลือกได้ซึ่งจะช่วยเพิ่มความแม่นยำและลดระยะเวลาในการคัดเลือก ทั้งยังสามารถเปลี่ยนแปลงหรือกำหนดพันธุกรรมของสัตว์ตามความต้องการได้โดยไม่ต้องอาศัยวิธีการคัดเลือก ในปัจจุบันเทคโนโลยีทางด้านยีนประกอบด้วย

1) Gene marker เครื่องหมายพันธุกรรม (genetic marker หรือ DNA marker หรือ molecular marker) เป็นชิ้นส่วนของดีเอ็นเอหรือยีนสายสั้นๆ ที่มีตำแหน่งใกล้เคียงกับยีนซึ่งควบคุมลักษณะที่สำคัญทางเศรษฐกิจในสัตว์ ความแตกต่างของการใช้เครื่องหมายพันธุกรรมจะแสดงในรูปแบบของแถบดีเอ็นเอ (DNA band) ซึ่งจะช่วยให้สามารถแยกความแตกต่างทางพันธุกรรมของสัตว์แต่ละตัวในแต่ละลักษณะที่ทำการศึกษาได้ โดยทั่วไปเครื่องหมายพันธุกรรมที่สนใจมักจะมีความสัมพันธ์กับลักษณะสำคัญทางเศรษฐกิจ หรือเป็นลักษณะที่ส่งผลกระทบต่อการให้ผลผลิต เช่น ความต้านทานโรค หรือเกี่ยวข้องกับลักษณะความสมบูรณ์พันธุ์ ในสุกรมีโครโมโซม 19 คู่ (Wyatt. 2004) โดยทั่วไปยีนที่ควบคุมลักษณะดังกล่าวมีจำนวนมากกว่า 1 คู่ และแต่ละยีนมีการแสดงออกแตกต่างกันซึ่งเรียกกลุ่มยีนเหล่านี้ว่า quantitative trait loci (QTL) ดังนั้นในการหาตำแหน่งของ QTL จึงทำได้ยากเนื่องจากมียีนที่ควบคุมจำนวนมากและกระจายอยู่ทั่วทั้งจีโนม (genome) ปัจจุบันได้มีการพัฒนาเครื่องหมายพันธุกรรมมากมายหลายชนิด เช่น Random Amplified Polymorphic DNA (RAPD) Restriction Fragment Length Polymorphism (RFLP) Amplified Fragment Length Polymorphism (AFLPs) microsatellite Single-Nucleotide Polymorphism (SNP) และ Single-Strand Conformation Polymorphism (SSCP) เป็นต้น นอกจากนี้ยังมีอีกวิธีหนึ่งที่นิยมใช้คือการหายีนที่เกี่ยวข้องกับลักษณะที่สนใจศึกษาเพื่อใช้เป็นยีนเครื่องหมาย ซึ่งแตกต่างจากการหา QTL gene โดยยีนที่ศึกษาไม่มีหน้าที่ในการควบคุมลักษณะที่สนใจศึกษาโดยตรง แต่ยีนดังกล่าวไปมีอิทธิพลต่อการแสดงออกของลักษณะที่สนใจศึกษา ซึ่งเรียกยีนเหล่านี้ว่า candidate maker หรือ candidate gene

ที่ผ่านมาอุตสาหกรรมการผลิตสุกรส่วนใหญ่ต้องการสุกรที่ให้เนื้อแดงสูง การปรับปรุงพันธุ์สุกรจึงนิยมนำเอาสุกรสายพันธุ์ที่ให้เนื้อแดงสูงมาใช้เป็นพ่อพันธุ์ เช่น สุกรพันธุ์ดูร็อคและพันธุ์เปียแตรง แต่สุกรสายพันธุ์ที่ให้เนื้อแดงสูงมักพบความถี่ของลักษณะพันธุกรรมของ

ยีนเครียด (Stress gene; RyR1 gene) หรือยีนฮาโลเทน (Halothane gene; HAL) ที่เป็นลักษณะด้อย (homozygous recessive) สูง (Zhang. 1992; Carolino et al. 2007) เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิหรือสภาพแวดล้อมทำให้สุกรเกิดอาการไวต่อความเครียด (Porcine Stress Syndrome; PSS) (Urban et al. 2002) ยีนกลุ่มนี้กระตุ้นให้เกิดการสลายตัวของไกลโคเจน (glycogen) อย่างรวดเร็ว และเกิดการสะสมของกรดแลคติก (lactic acid) ในเซลล์กล้ามเนื้อสูงขึ้น ส่งผลให้โปรตีนเกิดการเสียสภาพทำให้เกิดการสูญเสียคุณสมบัติในการอุ้มน้ำของเนื้อ เกิดลักษณะเนื้อซีดเหลว และไม่คงรูป (PSE) ทำให้คุณภาพของเนื้อต่ำลง (Warner et al. 1997) อย่างไรก็ตามยีนดังกล่าวนี้มีความสัมพันธ์กับการสร้างกล้ามเนื้อที่เพิ่มขึ้น แต่มีผลทำให้คุณภาพเนื้อต่ำลง (Hamilton et al. 2000) ในปัจจุบันได้มีความพยายามในการปรับปรุงพันธุ์เพื่อให้ได้สุกรที่ไม่มียีนเครียดแต่ยังคงมีเปอร์เซ็นต์เนื้อแดงสูง

การศึกษาเครื่องหมายพันธุกรรมที่มีผลต่อลักษณะที่เกี่ยวข้องกับการเจริญเติบโต คุณภาพซาก รวมถึงคุณภาพเนื้อในสุกรที่ผ่านมา เช่น IGF-II และ Halothane gene ที่มีเกี่ยวข้องกับการเจริญเติบโตและการสร้างกล้ามเนื้อ RN RYR1 และ PRKAG3 ที่มีผลต่อคุณภาพเนื้อในหลายคุณลักษณะ MC4R และ HMGA1 ที่มีผลต่อค่าการสูญเสียน้ำในระหว่างการเก็บรักษา LDHA CAST (Hpy188I) และ ATP2A1 ที่มีผลต่อค่าความเป็นกรด-ด่างของเนื้อและการสะสมไขมันแทรกในกล้ามเนื้อสันนอก และ MC4R LDHA GLUT4 HMGA1 และ CAST (Hpy188I และ PvuII) ที่มีผลต่อค่าสีของเนื้อ เป็นต้น (Wyatt. 2004; Otto et al. 2007; Pena et al. 2016)

2) Gene mapping แผนที่ยีนหรือแผนที่จีโนม (genome mapping) คือแผนที่ที่แสดงที่ตั้งหรือตำแหน่ง รวมทั้งระยะทางของยีนซึ่งอยู่บนโครโมโซมเดียวกันโดยจะช่วยให้การคัดเลือกในลักษณะที่สำคัญทางเศรษฐกิจมีความแม่นยำมากขึ้น รวมทั้งสามารถนำไปศึกษาหาความสัมพันธ์หรือระยะห่างทางพันธุกรรมระหว่างตัวสัตว์ได้

3) Genetic engineering พันธุวิศวกรรม หมายถึง กระบวนการเปลี่ยนแปลงยีนซึ่งเจาะจงเลือกยีนที่ต้องการของลักษณะใดลักษณะหนึ่งโดยคัดเลือกยีนที่มีคุณสมบัติที่ต้องการจากสัตว์พันธุ์ดีไปถ่ายฝากในสัตว์อีกตัวหนึ่ง ซึ่งจะส่งผลให้ตัวรับเกิดการเปลี่ยนแปลงยีน

4) DNA-fingerprint ลายพิมพ์ดีเอ็นเอ (DNA-fingerprint หรือ DNA profile หรือ Genetic profile) คือ รูปแบบของแถบดีเอ็นเอซึ่งมีความแตกต่างกันทั้งขนาดและจำนวนโดยความแตกต่างกันนี้จะแสดงถึงความเป็นเอกลักษณ์เฉพาะตัวของสัตว์แต่ละตัว โดยลายพิมพ์ดีเอ็นเอต้องมีคุณสมบัติคือ สามารถทำซ้ำได้และต้องได้ผลลัพธ์เดิมทุกครั้งในสัตว์ตัวเดิม (Short Tandem-Repeat; STR) ปัจจุบันวิธีการที่นิยมใช้ในการตรวจหาลายพิมพ์ดีเอ็นเอ ได้แก่ Microsatellite Minisatellite และ RFLP ประโยชน์จากการตรวจลายพิมพ์ดีเอ็นเอเพื่อใช้พิสูจน์ความเป็นพ่อ-แม่-ลูก ช่วยในการวิเคราะห์ความหลากหลายทางพันธุกรรม ใช้ตรวจหาเครื่องหมายทางพันธุกรรม รวมทั้งใช้ในการตรวจสอบการแยกเพศของตัวอ่อน

2.3.2 เทคโนโลยีชีวภาพทางด้านการสืบพันธุ์ (reproductive technology) จากรายงานของพีระศักดิ์ จันทร์ประทีป และคณะ (2550); ตรีทิพย์ รัตนวรชัย (2552); ปาริชาติ พุ่มขจร (2560) ได้กล่าวถึงเทคโนโลยีชีวภาพทางด้านการสืบพันธุ์ไว้ดังนี้

1) Artificial insemination (AI) การผสมเทียมเป็นเทคโนโลยีชีวภาพทางด้านการสืบพันธุ์ที่นิยมใช้อย่างกว้างขวางในสุกร เนื่องจากมีประสิทธิภาพสูงในการกระจายพันธุกรรมของพ่อพันธุ์ชั้นเลิศไปสู่ฝูงแม่พันธุ์ได้อย่างรวดเร็ว หลักการในการผสมเทียมเริ่มต้นโดยการรีดเก็บน้ำเชื้อจากพ่อพันธุ์แล้วนำมาตรวจคุณภาพน้ำเชื้อ หากไม่มีความผิดปกติในกรณีน้ำเชื้อสดจะนำไปฉีดเข้าไปในอวัยวะเพศของตัวเมียที่อยู่ในระยะพร้อมรับการผสมเทียมต่อไป แต่หากยังไม่ต้องการผสมเทียมในทันทีหรือน้ำเชื้อมีความเข้มข้นมาก ก็อาจนำไปเจือจางด้วยสารละลายเจือจางน้ำเชื้อ (semen extender) เพื่อรักษาสภาพตัวอสุจิ แล้วนำไปบรรจุลงในหลอดบรรจุน้ำเชื้อเพื่อรอรับการผสมเทียมต่อไปในอนาคต ในแต่ละครั้งพ่อพันธุ์สุกรจะมีปริมาณตัวอสุจิประมาณ 100-300 ล้านตัว โดยการผสมตามธรรมชาติพ่อสุกร 1 ตัว สามารถคุมผสมกับแม่สุกรได้ 15-20 ตัว หากใช้วิธีการผสมเทียมจะสามารถใช้ผสมให้กับแม่สุกรได้ถึง 150-200 ตัว (รณชัย สิทธิไกรพงษ์. 2540)

2) *In vitro* produced embryos (IVP) เป็นการผลิตตัวอ่อนสัตว์ในหลอดทดลองโดยการนำเซลล์ไข่ (oocyte) และเซลล์อสุจิ (sperm) จากพ่อแม่พันธุ์ชั้นเลิศมาทำการปฏิสนธิภายนอกร่างกายหรือในห้องปฏิบัติการ (*in vitro* fertilization; IVF) ซึ่งมีการจัดสภาพแวดล้อมของหลอดทดลองให้ใกล้เคียงกับสภาพภายในร่างกายตัวสัตว์ ซึ่งหากเซลล์ไข่ที่เก็บจากแม่พันธุ์ยังอยู่ในระยะที่ไม่พร้อมที่จะปฏิสนธิในขั้นตอนนี้ต้องทำการเพาะเลี้ยงเซลล์ไข่ซึ่งเรียกว่า *in vitro* maturation (IVM) หลังจากการปฏิสนธิทำการเพาะเลี้ยงตัวอ่อนที่ได้จนถึงระยะที่จะย้ายฝาก ขั้นตอนนี้เรียกว่า *in vitro* culture (IVC) หลังจากนั้นจึงย้ายฝากสู่ตัวรับต่อไป

3) Multiple ovulation and embryo transfer (MOET) การกระตุ้นเพิ่มการตกไข่และการย้ายฝากตัวอ่อนเป็นเทคโนโลยีทางการสืบพันธุ์ที่พัฒนาขึ้น เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการสืบพันธุ์ของสัตว์เพศเมียให้ได้รับการขยายพันธุ์ในจำนวนเพิ่มขึ้น เริ่มต้นโดยการฉีดฮอร์โมนกระตุ้นเพื่อเร่งการตกไข่ในสัตว์ที่มีพันธุกรรมดีเลิศหรือสัตว์เพศเมียตัวให้ (donor) ทำการผสมเทียมกับน้ำเชื้อของพ่อพันธุ์ที่มีพันธุกรรมดีจากนั้นเก็บตัวอ่อนเพื่อไปย้ายฝากให้กับสัตว์เพศเมียตัวรับ (recipient) เพื่ออุ้มท้องแทน

4) Cloning โคลนนิ่งหรือการทำซ้ำเป็นเทคโนโลยีทางด้านการสืบพันธุ์ที่มีเป้าหมายเพื่อผลิตสัตว์ที่มีทั้งลักษณะทางกายภาพและพันธุกรรมเหมือนกัน (identical twin) กับสัตว์ต้นแบบที่เป็นผู้ให้เซลล์ทุกประการโดยไม่ใช้เซลล์สืบพันธุ์เพศผู้และเพศเมียมาผสมกัน

5) Sex determination การกำหนดเพศหรือการคัดเลือกเพศ หมายถึง การกำหนดให้สัตว์ตั้งท้องและคลอดลูกในเพศใดเพศหนึ่งที่สัดส่วนที่มากกว่าอีกเพศหนึ่ง โดยทั่วไปสัดส่วนของการเกิดลูกเพศผู้ต่อเพศเมียจะเท่ากับ 50 : 50 ไม่ว่าจะใช้วิธีการผสมพันธุ์โดยวิธี

ธรรมชาติหรือผสมเทียม โดยวิธีการที่นิยมใช้ในปัจจุบันมี 2 วิธีคือ การแยกเพศจากอสุจิ (sperm sexing) ซึ่งวิธีการที่นิยมมากที่สุดโดยการใช้ flow cytometry แยกเพศเนื่องจากสามารถแยกเซลล์อสุจิ X และ Y ออกจากกันได้แม่นยำถึงร้อยละ 85-95 (Welch and Johnson, 1999) แต่วิธีการดังกล่าวยังมีข้อด้อยโดยเฉพาะในด้านความแข็งแรงของอสุจิ และอีกวิธีการหนึ่งคือ การแยกเพศจากตัวอ่อน (embryo sexing) ซึ่งวิธีการที่นิยมใช้มากที่สุดคือ การวิเคราะห์ดีเอ็นเอหรือการใช้เทคนิค polymerase chain reaction (PCR) ซึ่งใช้หลักการแยกสารพันธุกรรมหรือดีเอ็นเอจากตัวอ่อนเพศผู้หรือเพศเมียเพื่อระบุเพศ โดยมีความแม่นยำถึงร้อยละ 95 (Thibier and Nibart. 1995; Kittiyanant et al. 2000) อย่างไรก็ตามวิธีการแยกเพศจากอสุจิเป็นวิธีที่ง่ายกว่าวิธีการแยกเพศจากตัวอ่อน เนื่องจากการรีดเก็บน้ำเชื้อจากพ่อพันธุ์ทำได้ง่ายและมีค่าใช้จ่ายที่ไม่แพงเกินไป อย่างไรก็ตามยังมีความแปรปรวนอีกหลายปัจจัยที่ทำให้ในปัจจุบันความสำเร็จของการแยกเพศจากทั้งสองวิธียังให้ผลที่ไม่เพียงพอ

6) Cryopreservation การแช่แข็ง คือ การเก็บรักษาเซลล์อสุจิ เซลล์ไข่ และตัวอ่อน เพื่อยืดอายุการเก็บรักษาให้ยาวนานขึ้น ซึ่งเมื่อจำเป็นต้องใช้จะสามารถนำออกมาใช้ได้คล้ายกับการทำธนาคารเซลล์อสุจิ เซลล์ไข่ และตัวอ่อนเก็บไว้ ในระยะแรกการแช่แข็งจะใช้น้ำแข็งแห้งหรือคาร์บอนไดออกไซด์แข็งช่วยในการแช่แข็ง ต่อมาได้นำเอาไนโตรเจนเหลวซึ่งมีอุณหภูมิ -196 องศาเซลเซียส มาใช้ในการแช่แข็งและเก็บรักษาน้ำเชื้ออสุจิแทน

2.4 การศึกษาคุณภาพซากของสุกร

สุกรมีชีวิตที่ถูกฆ่าและชำแหละโดยผ่านกระบวนฆ่าที่ได้มาตรฐานสากลไม่ได้หมายความว่าซากนั้นมีคุณภาพดี แต่ซากที่มีคุณภาพขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายประการ เช่น สายพันธุ์ เพศ อายุ อาหาร การดูแล การจัดการภายในฟาร์ม และการจัดการก่อนฆ่า ซากของสัตว์ หมายถึง ร่างกายสัตว์ภายหลังจากถูกฆ่าโดยที่ซากจะประกอบไปด้วยส่วนประกอบที่สำคัญ 3 ส่วน คือ กระดูก กล้ามเนื้อและไขมัน ในขณะที่คุณภาพซากที่ดี หมายถึง ซากที่มีสัดส่วนของปริมาณกล้ามเนื้อต่อไขมันสูง รวมถึงเนื้อและไขมันต้องมีคุณภาพดีด้วย (ชัยณรงค์ คันธพนิต. 2529; จุฑารัตน์ เศรษฐกุล. 2539)

การประเมินคุณภาพซากสุกร (pork carcass evaluation) และการจัดแบ่งเกรดซากสุกร (pork carcass grading) นั้นมีวัตถุประสงค์เพื่อให้เกิดความยุติธรรมในการกำหนดราคาระหว่างผู้ซื้อและผู้ขาย นอกจากนี้ยังมีวัตถุประสงค์เพื่อนำข้อมูลที่ได้กลับไปปรับปรุงผลผลิต (productivity) และคุณภาพของผลผลิต (product quality) ต่อไป รณชัย สิทธิไกรพงษ์ (2540) กล่าวว่าการประเมินคุณภาพซากสุกรนั้น เพื่อให้ทราบข้อมูลและนำไปเปรียบเทียบว่าซากสุกรมีคุณภาพได้มาตรฐานหรือไม่โดยพิจารณาจาก 1) น้ำหนักสุกรมีชีวิตก่อนฆ่า 2) น้ำหนักซากโดยคิดเป็นเปอร์เซ็นต์จากน้ำหนักซากอุ่นหรือซากเย็น 3) ความหนาไขมันสันหลัง (back fat thickness) โดยใช้ค่าเฉลี่ยจากความหนาไขมันสันหลัง 3 จุด คือ ซี่โครงซี่แรก (first rib) ซี่โครงซี่สุดท้าย (last rib) และกระดูกบั้น

เอวข้อสุดท้าย (last lumbar) 4) ความยาวซาก (carcass length) โดยวัดจากกระดูกซี่โครงซี่แรกที่ติดกับกระดูกสันหลังถึงจุดหน้าสุดของกระดูกสะโพก 5) พื้นที่หน้าตัดเนื้อสัน (loin eye area) โดยตัดส่วนของเนื้อสันตรงตำแหน่งระหว่างซี่โครงซี่ที่ 10 และ 11 ซึ่งขนาดพื้นที่หน้าตัดของเนื้อสันมีความสัมพันธ์กับปริมาณเนื้อแดงในซาก และ 6) น้ำหนักจาก 4 กล้ามเนื้อสำคัญ (4 lean cuts) ได้แก่ สะโพก (ham) สันนอก (loin) สันคอ (boston butt) และหัวไหล่ (picnic shoulder) สำหรับการจัดแบ่งเกรดซากสุกรนั้นจะมีความแตกต่างกันไปขึ้นอยู่กับความต้องการบริโภคเนื้อสุกรในแต่ละประเทศ มาตรฐานสากลหรือวิธีการแบ่งเกรดซากสุกรเป็นที่ยอมรับให้ใช้กันโดยทั่วไปมีดังนี้

2.4.1 การจัดแบ่งเกรดซากสุกรตามมาตรฐานสหภาพยุโรป (EU pig carcass grading)

การพิจารณาการแบ่งเกรดซากสุกรตามมาตรฐานสหภาพยุโรปนั้นจะใช้เครื่องมือที่ได้รับการยืนยันและอนุมัติ (approved instruments) ให้ใช้สำหรับการประเมินคุณภาพซาก เครื่องมือที่ได้รับการอนุญาตให้ใช้ตามมาตรฐานสหภาพยุโรป ได้แก่ Intra-scope (Optical Probe) Fat-O-Meater (FOM) Hennessy Grading Probe (HGP II) CSB Ultra-Meater และ AutoFom (fully automatic ultrasonic carcass grading) เครื่องมือเหล่านี้จะทำการวัดความหนาไขมันสันหลังและความกว้างของกล้ามเนื้อสันนอกจากซากสุกร โดยวัดที่ตำแหน่งซี่โครงซี่สุดท้ายห่างจากแนวแกนสันหลังออกมาประมาณ 6 เซนติเมตร หลังจากนั้นจะนำค่าที่ได้ไปคำนวณและเปรียบเทียบเป็นเปอร์เซ็นต์เนื้อแดง แล้วจึงแบ่งเป็นระดับเกรดซากต่างๆ (UK Statutory Instruments. 1988) ดังแสดงในตารางที่ 2.2

ตารางที่ 2.2 การแบ่งเกรดซากสุกรตามมาตรฐานสหภาพยุโรป

เปอร์เซ็นต์เนื้อแดง	เกรดซาก
มากกว่า 60 เปอร์เซ็นต์	S
55 ถึง 59 เปอร์เซ็นต์	E
50 ถึง 54 เปอร์เซ็นต์	U
45 ถึง 49 เปอร์เซ็นต์	R
40 ถึง 44 เปอร์เซ็นต์	O
น้อยกว่า 39 เปอร์เซ็นต์	P

ที่มา: UK Statutory Instruments (1988)

สำหรับหลักการทำงานของการประเมินความหนาไขมันสันหลัง และความลึกหรือขนาดของหน้าตัดกล้ามเนื้อสันนอกด้วยคลื่นเสียงความถี่สูง (ultrasonic หรือ ultrasound) นั้น เครื่องมือจะอาศัยการสะท้อนของคลื่นความถี่เสียงในการสร้างภาพจำลองของความหนาไขมันสันหลังและความลึกของกล้ามเนื้อสันนอกของสุกรที่ยังมีชีวิตอยู่ โดยทำงานร่วมกับซอฟแวร์

คอมพิวเตอร์ และอ่านภาพจำลองออกมาเป็นมาตราเมตริกโดยใช้วิธีการวิเคราะห์การถดถอยเชิงซ้อน (multiple regression) แล้วจึงแปลผลออกมาเป็นความหนาไขมันสันหลังและความลึกของกล้ามเนื้อสันนอก (ดูแวร์ เจ. เอ็ม. และคณะ. 2540)

2.4.2 การจัดแบ่งเกรดซากสุกรตามมาตรฐานกระทรวงเกษตรของประเทศสหรัฐอเมริกา (USDA pig carcass grading)

หลักเกณฑ์การพิจารณาการแบ่งเกรดซากสุกรตามมาตรฐานกระทรวงเกษตรของประเทศสหรัฐอเมริกา (USDA. 1985) จะพิจารณาซากสุกรจาก 2 องค์ประกอบ ดังนี้

1) พิจารณาจากคุณภาพซาก โดยประเมินจากความแน่นของเนื้อ (firmness) สีของเนื้อ (color) ปริมาณไขมันแทรกในกล้ามเนื้อ (marbling) ที่บริเวณผิวหน้าตัดเนื้อสันนอกระหว่างซี่โครงซี่ที่ 10 และ 11 แต่ในทางปฏิบัติทำได้ยุ่งยากจึงนิยมพิจารณาจากเนื้อของซากทั้งซีก โดยซากจะต้องไม่มีสีที่ผิดปกติ เช่น ซีดหรือคล้ำ ไขมันต้องมีสีขาวและมีความคงตัวดี หากพิจารณาแล้วพบว่าซากสุกรไม่ได้มาตรฐานจะถูกจัดให้อยู่ในเกรดต่ำสุดทันทีแม้จะมีปริมาณเนื้อแดงในซากสูงก็ตาม

2) พิจารณาจากปริมาณเนื้อแดง โดยพิจารณาจากปริมาณเนื้อแดงที่ได้จาก 4 ชิ้นส่วนสำคัญหรือ 4 lean cuts ได้แก่ สะโพก (ham) สันนอก (loin) สันคอ (boston butt) และหัวไหล่ (picnic shoulder) คิดเทียบเป็นเปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักซากเย็น และความหนาของไขมันสันหลังที่วัดจากตำแหน่งซี่โครงซี่สุดท้าย มาตรฐานการแบ่งเกรดซากของกระทรวงเกษตรของประเทศสหรัฐอเมริกาดังแสดงในตารางที่ 2.3

ตารางที่ 2.3 การแบ่งเกรดซากสุกรตามมาตรฐานกระทรวงเกษตรของประเทศสหรัฐอเมริกา

เกรดซาก	เปอร์เซ็นต์เนื้อแดง	ความหนาไขมันสันหลัง
U.S. No. 1	มากกว่า 60.4 เปอร์เซ็นต์	น้อยกว่า 1.00 นิ้ว
U.S. No. 2	57.4 ถึง 60.3 เปอร์เซ็นต์	1.00 ถึง 1.24 นิ้ว
U.S. No. 3	54.4 ถึง 57.3 เปอร์เซ็นต์	1.25 ถึง 1.49 นิ้ว
U.S. No. 4	น้อยกว่า 54.4 เปอร์เซ็นต์	มากกว่า 1.50 นิ้ว

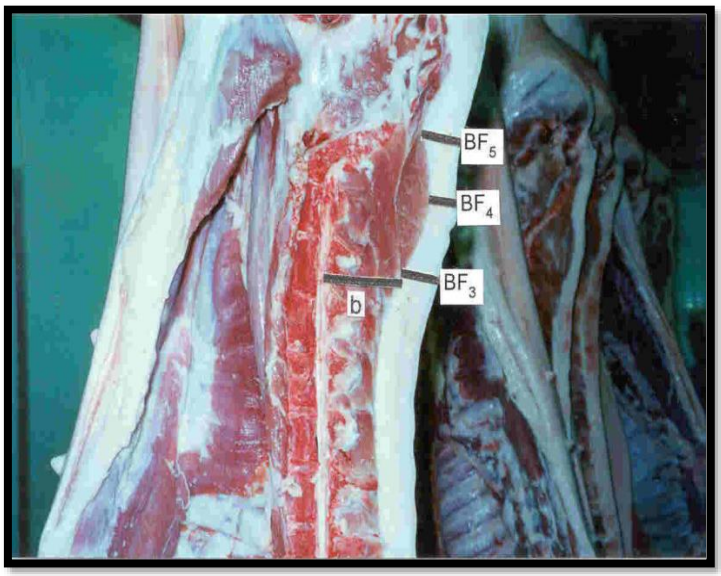
ที่มา: ดัดแปลงจาก USDA (1985)

2.4.3 การจัดแบ่งเกรดซากสุกรด้วยดัชนีความหนาไขมันสันหลังต่อความกว้างของกล้ามเนื้อสันนอกหรือค่าดัชนี LSQ (Lenden-speck quotient)

จุฑารัตน์ เศรษฐกุล (2539) ได้ดัดแปลงวิธีการประเมินค่าดัชนี LSQ จากการศึกษาของ Pfeiffer and Falkenberg (1972) และได้อธิบายไว้ว่าการประเมินค่าดัชนี LSQ เป็นวิธีการอย่างง่ายที่

ใช้ในการคาดคะเนปริมาณเนื้อแดงในซากเช่นเดียวกับวิธีการวัดค่าเฉลี่ยความหนาไขมันสันหลัง และเป็นที่ยอมรับกันว่ามีความแม่นยำสูงเนื่องจากได้นำเอาการวัดขนาดของกล้ามเนื้อสันนอกมาพิจารณาร่วมด้วย การประเมินค่าดัชนี LSQ สามารถทำได้โดยการวัดความหนาไขมันสันหลังที่ตำแหน่ง BF_3 และ BF_4 และค่า b จากซากสุกรซีกซ้ายหรือซีกขวาดังแสดงในภาพที่ 2.5 หลังจากนั้นนำค่าที่ได้ไปคำนวณค่าดัชนี LSQ ดังสมการ

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



ภาพที่ 2.5 ตำแหน่งที่ใช้ในการวัดดัชนี LSQ บนซากสุกร BF_3 = ความหนาไขมันจากจุดมุมล่างของฐานสามเหลี่ยมที่ตำแหน่งกล้ามเนื้อ *Gluteus medius* ทำมุมตั้งฉากกับบริเวณขอบของหนังด้านนอก BF_4 = ความหนาไขมันสันในจุดที่บางที่สุดของกล้ามเนื้อ *Gluteus medius* ทำมุมตั้งฉากกับบริเวณขอบของหนังด้านนอก b = ความกว้างของกล้ามเนื้อสันนอกจากจุดมุมล่างของฐานรูปสามเหลี่ยมที่ตำแหน่งกล้ามเนื้อ *Gluteus medius* ตั้งฉากกับแนวท่อไขสันหลัง

ที่มา: จุฑารัตน์ เศรษฐกุล และคณะ (2553) ดัดแปลงจาก Pfeiffer and Falkenberg (1972)

การแบ่งเกรดซากสุกรตามดัชนี LSQ สามารถแบ่งออกได้เป็นเกรด 1 ถึงเกรด 6 ดังแสดงในตารางที่ 2.4 จากการศึกษาของ จุฑารัตน์ เศรษฐกุล และคณะ (2553) รายงานว่าดัชนี LSQ มีค่าสหสัมพันธ์กับเปอร์เซ็นต์เนื้อแดงเท่ากับ 0.69 ดังนั้นค่าดัชนี LSQ จึงสามารถนำไปใช้ในการประเมินเปอร์เซ็นต์เนื้อแดงจากซากสุกรได้

ตารางที่ 2.4 การใช้ค่าดัชนี LSQ ในการเกรดซากและเปรียบเทียบเป็นเปอร์เซ็นต์เนื้อแดงของสุกร

ระดับเกรด	ค่าดัชนี	เปอร์เซ็นต์เนื้อแดง
1 = สูงที่สุด	≤0.20	60.85
2 = สูงมาก	0.21-0.26	58.75
3 = สูง	0.27-0.32	55.90
4 = ปานกลาง	0.33-0.38	53.54
5 = ต่ำ	0.39-0.44	51.10
6 = ต่ำมาก	≥0.45	48.42

ที่มา : ดัดแปลงจากจุฑารัตน์ เศรษฐกุล และคณะ (2553)

เปอร์เซ็นต์ซากของสุกรในประเทศไทยโดยทั่วๆ ไปอยู่ระหว่างร้อยละ 70-80 (สัญชัย จตุรสิทธา. 2547) และมีชิ้นส่วนสำคัญที่มีปริมาณเนื้อแดงจาก 4 ส่วน (4 lean cuts) อยู่มากกว่าร้อยละ 60 (จุฑารัตน์ เศรษฐกุล. 2539) ในการศึกษาคุณภาพซากของสุกรลูกผสมนั้น กานต์ และคณะ (2555) ได้ทำการศึกษาอิทธิพลของพันธุ์ เพศ และน้ำหนักซากต่อปริมาณเนื้อแดงรวม ปริมาณไขมันรวม และปริมาณชิ้นส่วนจากการตัดแต่งของสุกร สุกรที่ใช้ในการทดลองแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม คือ สุกรลูกผสมสองสาย (ลาร์จไวท์ x แลนด์เรซ) และสุกรลูกผสมสามสาย (ดูร็อค x ลาร์จไวท์ x แลนด์เรซ) สุกรทั้งหมดถูกเลี้ยงภายใต้ระบบการจัดการเดียวกัน เมื่อครบอายุนำสุกรเข้าฆ่าและตัดแต่งออกเป็นชิ้นส่วนต่างๆ ได้แก่ ไหล่ตอนบน ไหล่ตอนล่าง สันนอก สันใน สะโพก สามชั้นไม่รวมหนัง ซี่โครง กระดูกรวม และขาหน้ารวมขาหลัง ทำการแบ่งน้ำหนักซากอุ่นภายหลังกระบวนการฆ่าออกเป็น 4 ระดับ คือ 60.0-69.9 70.0-79.9 80.0-89.9 และ 90.0-99.9 กิโลกรัม ผลการทดลองพบว่าสุกรลูกผสมสองสายมีน้ำหนักชิ้นส่วนไหล่ตอนบนและสามชั้นไม่รวมหนังสูงกว่าสุกรลูกผสมสามสาย ($P<0.05$) ในขณะที่สุกรลูกผสมสามสายมีน้ำหนักซี่โครง กระดูกรวม และขาหน้ารวมขาหลังสูงกว่า ($P<0.01$) นอกจากนี้ยังพบว่าสุกรเพศเมียมีปริมาณเนื้อแดง สะโพก สันใน และสันนอกมากกว่าสุกรเพศผู้ตอน ในขณะที่สุกรเพศผู้ตอนปริมาณไขมันรวมและสามชั้นสูงกว่าสุกรเพศเมีย ($P<0.01$)

2.5 การศึกษาคุณภาพเนื้อของสุกร

2.5.1 คุณลักษณะทางการบริโภคของเนื้อสุกร

มนุษย์อาจบริโภคเนื้อสัตว์ด้วยเหตุผลต่างๆ หลายประการ เช่น ประเพณี คุณค่าทางโภชนาการ ความง่ายในการเข้าถึง ความเชื่อทางศาสนา ถึงแม้จะด้วยเหตุผลใดก็ตามเนื้อสัตว์จะต้องเป็นส่วนประกอบหลักของอาหารมนุษย์มาอย่างสม่ำเสมอ ซึ่งคุณค่าของเนื้อสัตว์นั้นอยู่ที่การยอมรับของผู้บริโภค (acceptability) การยอมรับหรือความนิยมนี้จะมีมากน้อยขึ้นอยู่กับการ

ตอบสนองทางจิตวิทยาและความรู้สึกของผู้บริโภค (sensory) ซึ่งเป็นความรู้สึกสัมผัสของแต่ละบุคคลไป (ชัยณรงค์ คันธพนิต. 2529)

การผลิตเนื้อสัตว์ให้มีคุณภาพนั้นจะต้องคำนึงถึงองค์ประกอบหลัก 3 ประการ คือ คุณลักษณะของคุณภาพเนื้อ (meat quality characteristics) คุณภาพของการผลิต (production quality) และความพึงพอใจของผู้บริโภค (consumer appreciation) ทั้งนี้คุณลักษณะของคุณภาพเนื้อจะเป็นลักษณะที่สำคัญในการกำหนดคุณลักษณะทางการบริโภค (sensory characteristics) ของผู้บริโภค (จุฑารัตน์ เศรษฐกุล. 2540) เมื่อพิจารณาในแง่ของพื้นฐานทางเคมีแล้วกล้ามเนื้อ หมายถึง โปรตีน นอกจากนี้ยังประกอบไปด้วยไขมัน คาร์โบไฮเดรต และสารประกอบอื่นๆ ในปริมาณที่แปรปรวน กล้ามเนื้อได้ผ่านกระบวนการเปลี่ยนแปลงทางชีวเคมีต่างๆ ที่ติดตามมาภายหลังจากสัตว์ตาย จนแปรสภาพมาเป็นเนื้อสัตว์ซึ่งมีคุณสมบัติต่างๆ ที่ตามมาอีกจนสร้างผลสืบเนื่องไปถึงการยอมรับและความพอใจของผู้บริโภค (ชัยณรงค์ คันธพนิต. 2529) คุณสมบัติสำคัญที่ผู้บริโภคใช้ตัดสินความน่ากินของเนื้อสัตว์ ได้แก่

1) สีของเนื้อ (meat color) สีของเนื้อนับเป็นความรู้สึกแรกที่ผู้บริโภคจะได้รับจากเนื้อสัตว์ สารสี (pigment) ในเนื้อจะประกอบไปด้วยโปรตีน 2 ชนิด คือ ฮีโมโกลบิน (heamoglobin) ซึ่งเป็นสารสีในเลือด และไมโอโกลบิน (myoglobin) ซึ่งเป็นสารสีในกล้ามเนื้อ ความแตกต่างของสีในระหว่างมัดกล้ามเนื้อแตกต่างกัน เนื่องมาจากปริมาณไมโอโกลบินไม่เท่ากัน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับกิจกรรมและความต้องการออกซิเจนที่แตกต่างกันของมัดกล้ามเนื้อแต่ละมัด กล้ามเนื้อที่มีไมโอโกลบินสูงจะมีสีเข้มกว่า หากพิจารณาในแง่จุลกายวิภาค (histology) แล้วสีของเนื้อมาจากชนิดของเส้นใยกล้ามเนื้อ (muscle fiber type) โดยถ้าเป็นกล้ามเนื้อที่มีสีเข้มกว่าจะมีสัดส่วนของ red fiber สูงกว่านั่นเอง (ชัยณรงค์ คันธพนิต. 2529)

ตามปกติผู้บริโภคโดยทั่วไปอยากได้เนื้อที่มีสีสันน่ารับประทาน ซึ่งได้แก่เนื้อที่สีออกแดงแต่ถ้าเนื้อมีสีคล้ำก็มักจะลงความเห็นว่าเป็นเนื้อที่ได้จากสัตว์ที่อายุมาก หรือเป็นสัตว์ที่ตายก่อนถูกฆ่าตามปกติทำให้ผู้บริโภคจะคาดคะเนว่ารสชาติของเนื้อจะไม่ดีตามไปด้วย สีของเนื้อที่ผ่านการปรุงสุกก็นับว่ามีผลต่อความชอบของผู้บริโภคเช่นกัน ถ้าสีที่ออกน้ำตาลบนผิวนอกของเนื้อที่ทำให้สุกด้วยการอบหรือย่าง ผู้บริโภคอาจคาดเอาว่าเป็นเนื้อที่มีรสชาติอร่อย รูปลักษณะเช่นนี้จะช่วยกระตุ้นต่อมน้ำลายในปากของผู้บริโภคได้เป็นอย่างดี ส่วนในด้านไขมันของเนื้อนั้นตามปกติผู้บริโภคจะชอบสีออกขาวถึงสีครีม (ชัยณรงค์ คันธพนิต. 2529; จุฑารัตน์ เศรษฐกุล. 2540)

2) ไขมันแทรก (intramuscular fat หรือ marbling) คือ ไขมันที่พบอยู่ภายในมัดกล้ามเนื้อ และเมื่อผ่าชิ้นเนื้อดูจะมองเห็นเป็นลายสีขาวแทรกอยู่ทั่วไปในมัดกล้ามเนื้อนั้นๆ ปริมาณไขมันนับว่ามีส่วนสำคัญต่อคุณลักษณะการบริโภคในด้านความนุ่มและกลิ่นที่เป็นลักษณะเฉพาะตัวของเนื้อ (จุฑารัตน์ เศรษฐกุล. 2540) นอกจากนี้ชัยณรงค์ คันธพนิต (2529) ยังกล่าวว่าไขมันแทรกจะทำหน้าที่เสมือนเป็นตัวหล่อลื่นขณะเคี้ยว จึงทำให้มีความรู้สึกเหมือนกับว่าเนื้อมี

ความนุ่มมากขึ้น ในขณะที่ Kerry et al. (2002) กล่าวว่าปริมาณไขมันแทรกมีอิทธิพลต่อคุณภาพด้านการบริโภค โดยมีผลต่อการตัดสินใจเลือกซื้อเนื้อมารับประทาน ผู้บริโภคส่วนใหญ่จะเลือกเนื้อที่มีปริมาณไขมันแทรกน้อย ไม่นิยมเลือกซื้อเนื้อที่มีปริมาณไขมันแทรกในระดับปานกลางถึงระดับสูง แต่เมื่อนำมาทำการปรุงสุกแล้วพบว่าปริมาณไขมันแทรกยิ่งสูงยิ่งช่วยทำให้เนื้อนั้นมีความนุ่มเพิ่มมากขึ้น นอกจากนี้ Huang et al. (2014) ยังรายงานว่าปริมาณไขมันแทรกจะมีอิทธิพลต่อความนุ่ม ความชุ่มฉ่ำ และกลิ่นรสของเนื้อสุกรอีกด้วย การเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชั่น (oxidation) ของกรดไขมันทั้งประเภทกรดไขมันอิ่มตัว (saturated fatty acid; SFA) และกรดไขมันไม่อิ่มตัวชนิดเชิงเดี่ยว (monounsaturated fatty acid; MUFA) ทำให้เกิดสารประกอบที่ให้กลิ่นรสได้หลายชนิด เช่น อะลิฟาติก ไฮโดรคาร์บอน (aliphatic hydrocarbons) อัลดีไฮด์ (aldehydes) คีโตน (ketones) แอลกอฮอล์ (alcohols) และกรดคาร์บอคซิลิก (carboxylic acids) ในขณะที่กรดไขมันไม่อิ่มตัวเชิงซ้อน (polyunsaturated fatty acid; PUFA) มีความสัมพันธ์ในทางลบกับการเกิดกลิ่นรสของเนื้อสุกร ซึ่งมักให้กลิ่นที่ไม่พึงประสงค์ (off-flavor) ในการบริโภค (Cameron and Enser. 1991; Ba et al. 2012)

3) ความนุ่มของเนื้อ (tenderness) มีปัจจัยหลายอย่างที่เกี่ยวข้องกับความนุ่ม ได้แก่ พันธุ์สัตว์ อายุ เนื้อเยื่อเกี่ยวพัน ชนิดของเส้นใยกล้ามเนื้อ ปริมาณไขมันแทรกในกล้ามเนื้อ การเปลี่ยนแปลงของกล้ามเนื้อภายหลังสัตว์ตาย และการบ่มเนื้อ (จุฑารัตน์ เศรษฐกุล. 2540)

- **เนื้อเยื่อเกี่ยวพัน (connective tissue)** ปริมาณและโครงสร้างภายในของเนื้อเยื่อเกี่ยวพันทำให้เนื้อสัตว์มีความแตกต่างกันในแง่ของความนุ่ม เนื้อที่นุ่มกว่ามักมีปริมาณเนื้อเยื่อเกี่ยวพันต่ำกว่า เนื้อเยื่อเกี่ยวพันประกอบไปด้วยคอลลาเจน (collagen) อิลาสติน (elastin) และเรติคิวลิน (reticulin) ซึ่งทั้ง 3 ส่วนนี้มีผลทำให้เนื้อมีความเหนียวได้ คำว่าเนื้อเยื่อเกี่ยวพันมีความหมายที่ครอบคลุมโครงสร้างหลายๆ อย่างในร่างกาย ได้แก่ เอ็นและพังผืด ซึ่งทำหน้าที่ในการยึดและมัดรวมเนื้อเยื่อให้อยู่รวมกันได้ในกล้ามเนื้อนั้น เนื้อเยื่อเกี่ยวพันมีอยู่ในรูปของอีพิไมเซียม (epimysium) เพอริไมเซียม (perimysium) และเอนโดไมเซียม (endomysium) ซึ่งห่อหุ้มและแทรกตัวเข้าภายในกล้ามเนื้อจนถึงระดับเส้นใยกล้ามเนื้อ ปริมาณของเนื้อเยื่อเกี่ยวพันสัมพันธ์กับการทำงานของกล้ามเนื้อ การที่สัตว์มีอายุมากขึ้นกล้ามเนื้อต้องทำงานหนักขึ้น จึงเป็นเหตุให้ความเหนียวของเนื้อเพิ่มขึ้น (Weston et al. 2002; สัญชัย จตุรสิทธา. 2547)

ปริมาณของเนื้อเยื่อเกี่ยวพันมีอิทธิพลต่อลักษณะโครงร่างของเนื้อสัตว์เป็นอย่างมาก กล้ามเนื้อที่มีการทำงานมากและเป็นระยะเวลานาน เช่น กล้ามเนื้อบริเวณขาหลังมักจะดูลักษณะหยาบหรือมองดูเส้นเนื้อใหญ่และหยาบ ส่วนกล้ามเนื้อที่มีการทำงานน้อย เช่น กล้ามเนื้อสันใน จะมีลักษณะเนื้อที่เล็กและละเอียดกว่า เหตุผลที่เป็นเช่นนี้เพราะกล้ามเนื้อที่ต้องทำงานหนักร่างกายจะต้องสร้างโครงข่ายของเนื้อเยื่อเกี่ยวกันให้มีปริมาณมากกว่า และแข็งแรงกว่าตามความต้องการใช้งานในร่างกายเป็นหลัก เนื้อที่มีลักษณะโครงร่างหยาบนั้นส่วนใหญ่จะได้มา

จากสัตว์ที่อายุมาก ถึงแม้ว่าปริมาณเนื้อเยื่อเกี่ยวพันจะไม่เพิ่มขึ้นตามอายุที่สูงขึ้น แต่คุณภาพของเนื้อเยื่อเกี่ยวพันจะเปลี่ยนแปลงไป คือ มีความแข็งแรงมากขึ้น ดังนั้นเนื้อจากสัตว์ที่อายุมากจึงค่อนข้างเหนียว นอกจากนี้ขนาดของเส้นใยกล้ามเนื้อที่ใหญ่กว่าก็จะเป็นตัวที่ทำให้เนื้อมีลักษณะโครงร่างที่หยาบกว่าได้ด้วย (ชัยณรงค์ คันธพนิต. 2529)

- **ชนิดของเส้นใยกล้ามเนื้อ** คุณภาพเนื้อมีความเกี่ยวข้องโดยตรงกับชนิดของเส้นใยกล้ามเนื้อ เนื่องจากโครงสร้างของกล้ามเนื้อประกอบด้วยเส้นใยกล้ามเนื้อจำนวนมาก เส้นใยกล้ามเนื้อต่างชนิดกันมีคุณลักษณะและหน้าที่แตกต่างกัน เช่น มีสีต่างกันทั้งนี้ขึ้นอยู่กับปริมาณไมโอโกลบินที่เป็นองค์ประกอบภายในกล้ามเนื้อโดยทำให้กล้ามเนื้อมีสีแดงและทำหน้าที่เก็บออกซิเจน กล้ามเนื้อที่มีปริมาณไมโอโกลบินสูงจึงถูกเรียกว่า red muscle fiber ส่วนกล้ามเนื้อที่มีปริมาณไมโอโกลบินต่ำจะเรียกว่า white muscle fiber เส้นใยกล้ามเนื้อแต่ละชนิดมีความเร็วในการหดตัวต่างกัน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความสามารถในการสลายพลังงาน adenosine triphosphate (ATP) Aberle et al. (2012) รายงานว่าชนิดของเส้นใยกล้ามเนื้อสามารถแบ่งออกได้เป็น 3 ชนิด ดังนี้

ก. เส้นใยกล้ามเนื้อชนิด type I หรือ red fiber เป็นเส้นใยกล้ามเนื้อชนิดที่มีการหดตัวช้า (slow twitch oxidative muscle; β-red) เป็นเส้นใยกล้ามเนื้อที่มีขนาดเล็กกว่าเส้นใยกล้ามเนื้อชนิดอื่น มีหลอดเลือดฝอยจำนวนมาก ภายในเซลล์ประกอบด้วยไมโอโกลบินและไมโทคอนเดรีย (mitochondria) จำนวนมาก ทำให้กล้ามเนื้อมีสีแดง กล้ามเนื้อนี้สามารถขนส่งออกซิเจนได้มากและมีเมตาบอลิซึมแบบใช้ออกซิเจน (aerobic metabolism) แม้การหดตัวของกล้ามเนื้อจะช้าแต่มีความทนทานต่อการเมื่อยล้าได้เป็นเวลานาน เช่น กล้ามเนื้อไหล่ กล้ามเนื้อขา และกล้ามเนื้อสันใน (*Psoas major*)

ข. เส้นใยกล้ามเนื้อชนิด type IIa หรือ intermediate type เส้นใยกล้ามเนื้อชนิดนี้มีความสามารถในการหดตัวเร็ว (fast twitch oxidative muscle; α-red) มีไมโทคอนเดรียและหลอดเลือดฝอยจำนวนมากทำให้เนื้อมีสีแดง พลังงานที่กล้ามเนื้อใช้ในการหดตัวจะมาจากการเผาผลาญอาหารแบบใช้ออกซิเจนหรือไม่ใช้ออกซิเจนก็ได้ จึงทำให้เส้นใยกล้ามเนื้อชนิดนี้หดตัวได้เร็วและทนทานต่อการเมื่อยล้า เช่น กล้ามเนื้อรักบี้ (*Triceps brachii*) และกล้ามเนื้อสันในเทียม (*Supraspinatus*) (Karlssona et al. 1999)

ค. เส้นใยกล้ามเนื้อชนิด type IIb หรือ white fiber เป็นเส้นใยกล้ามเนื้อชนิดที่มีการหดตัวเร็ว (fast twitch glycolytic muscle; α-white) เส้นใยกล้ามเนื้อชนิดนี้มีขนาดใหญ่กว่า มีสีซีดจาง ปริมาณไมโอโกลบินและเส้นเลือดฝอยมีน้อย พลังงานที่กล้ามเนื้อใช้ในการหดตัวมาจากกระบวนการที่ไม่ใช้ออกซิเจน (anaerobic metabolism) เป็นหลัก เช่น กล้ามเนื้อสันนอก (*Longissimus dorsi*) กล้ามเนื้อพับใน (*Semimembranosus*) กล้ามเนื้อพับนอก (*Biceps femoris*) กล้ามเนื้อหางจระเข้ (*Gluteus medius*) และกล้ามเนื้อลูกมะพร้าว (*Rectus femoris*) (Karlssona et al. 1999)

นอกจากนี้ยังพบชนิดของเส้นใยกล้ามเนื้อที่มีคุณสมบัติอยู่ระหว่าง type IIa และ type IIb ซึ่งมีการหดตัวเร็วเป็นเส้นใยกล้ามเนื้อชนิด type IIx หรือ intermediate fast twitch glycolytic muscle (Karlssona et al. 1999)

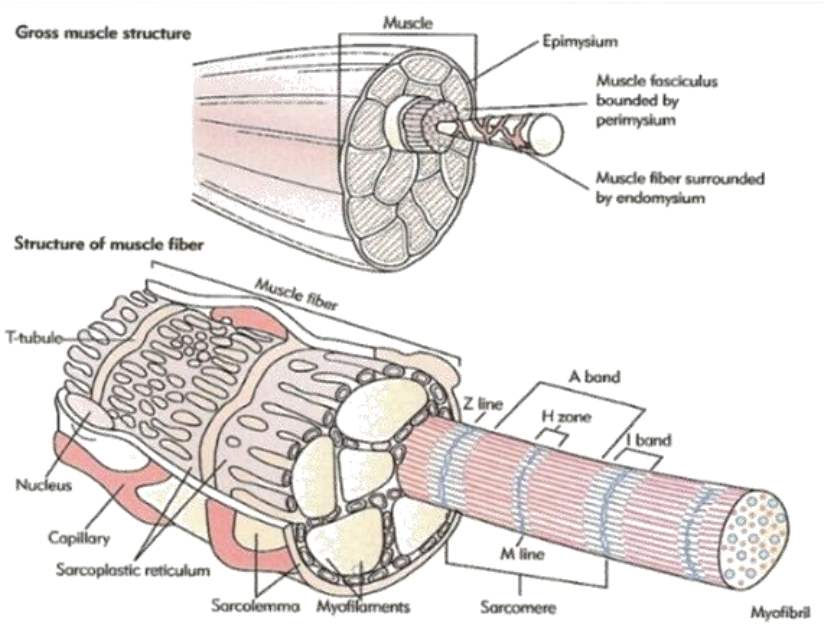
เส้นใยกล้ามเนื้อชนิด white fiber หรือ type II เป็นเส้นใยกล้ามเนื้อที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางขนาดใหญ่ (Aberle et al. 2001; Devine et al. 2004) กล้ามเนื้อที่ประกอบด้วยเส้นใยกล้ามเนื้อชนิดนี้จะมีผลทำให้มีค่าแรงตัดผ่านเนื้อ การสูญเสียน้ำระหว่างการเก็บรักษา และการสูญเสียน้ำระหว่างการปรุงสุกสูงขึ้นและมีผลทำให้ความนุ่มของเนื้อลดลง (Ryu and Kim. 2005; Bulotienė and Jukna. 2008) กล้ามเนื้อที่ประกอบด้วยเส้นใยกล้ามเนื้อชนิด type I จะมีการสร้างไขมันแทรกมากกว่าเส้นใยกล้ามเนื้อ type IIa และ type IIb (จุฑารัตน์ เศรษฐกุล. 2540) และกล้ามเนื้อที่ประกอบด้วยเส้นใยกล้ามเนื้อชนิด type II จะมีปริมาณไกลโคเจนสะสมอยู่มาก จึงมีผลทำให้ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ของกล้ามเนื้อลดลงมากกว่ากล้ามเนื้อที่มีเส้นใยกล้ามเนื้อชนิด type I (จุฑารัตน์ เศรษฐกุล. 2539)

- **ปริมาณไขมันแทรกในกล้ามเนื้อ** ปริมาณไขมันแทรกถือได้ว่าเป็นปัจจัยภายใน (intrinsic factors) ที่มีความสำคัญต่อคุณลักษณะด้านการบริโภคของเนื้อสุกร โดยทั่วไปแล้วปริมาณไขมันแทรกมีความสัมพันธ์ต่อความนุ่มของเนื้อ ทั้งนี้ไขมันที่แทรกอยู่ในกล้ามเนื้อจะไปลดความหนาแน่นโดยรวมของเนื้อ และยังทำให้ความหนาและความแข็งแรงของเนื้อเยื่อเกี่ยวพันลดลง จึงทำให้เมื่อกัดเนื้อแล้วจะรู้สึกว่าเนื้อมีความนุ่มเพิ่มขึ้น (Cannata et al. 2010; Jeremiah. 2012; Liu et al. 2012)

- **การเปลี่ยนแปลงของกล้ามเนื้อภายหลังสัตว์ตาย** ความเหนียวของเนื้อเป็นผลสืบเนื่องมาจากการเกิดสภาวะการเกร็งตัวของกล้ามเนื้อภายหลังจากสัตว์ตายหรือ rigor mortis และหากนำกล้ามเนื้อที่เข้าสู่สภาวะการเกร็งตัวนี้ไปวัดความยาวซาร์โคเมียร์ (sarcomere length) จะพบว่าหดสั้นมากที่สุด ซึ่งแสดงให้เห็นว่าโปรตีนในกล้ามเนื้อไมโอซิน (myosin) และแอคติน (actin) เกิดการเคลื่อนเข้าหากันและเหลื่อมกัน (crossbridge) อย่างมากจนทำให้กล้ามเนื้อมีลักษณะแน่นและดึงตัวมาก ซึ่งจะเป็นช่วงที่เนื้อมีความเหนียวที่สุด (ชัยณรงค์ คันธพนิต. 2529; จุฑารัตน์ เศรษฐกุล. 2540)

การคลายตัวหรืออาจเรียกอีกอย่างว่าการอ่อนตัวของ rigor mortis นี้เป็นผลมาจากการเปลี่ยนแปลงในโครงสร้างและการเหลื่อมกันของเส้นใยย่อย (myofibril) โดยจะมีการสลายตัวที่บริเวณ Z-line จนทำให้การเกร็งตัวของเส้นใยย่อยลดระดับลงไป โครงสร้างของเส้นใยกล้ามเนื้อดังแสดงในภาพที่ 2.6 นอกจากนั้นยังมีการเปลี่ยนแปลงในการเกิดเหลื่อมกันระหว่างไมโอซินและแอคติน จนทำให้ซาร์โคเมียร์ขยายตัวกว้างออกไปหลังจากที่หดสั้นลง การเปลี่ยนแปลงนี้เป็นผลสืบเนื่องมาจากปฏิกิริยาของเอนไซม์ที่ย่อยสลายโปรตีนในกล้ามเนื้อ

(proteolysis enzyme) ได้แก่ เอนไซม์คาลเปน (calpain) และคาเทปซิน (cathepsin) เป็นผลทำให้เนื้อนุ่มกว่าเดิม (Lomiwes et al. 2014)



ภาพที่ 2.6 โครงสร้างของเส้นใยกล้ามเนื้อ
ที่มา : Hemmings and Hopkins (2006)

นอกจากนี้ยังพบความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถในการอุ้มน้ำกับการเกิด rigor mortis รวมถึงการเปลี่ยนแปลงภายหลังสัตว์ตาย (ค่าความเป็นกรด-ด่าง) กล่าวคือเนื้อที่มีค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ต่ำจะมีค่าการอุ้มน้ำต่ำ ในขณะที่เนื้อที่มีค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) สูงจะมีค่าความสามารถในการอุ้มน้ำสูง (จุฑารัตน์ เศรษฐกุล. 2540) ลักษณะต่างๆ เหล่านี้จะส่งผลให้เนื้อมีลักษณะแตกต่างกันออกไปได้ เช่น ถ้าเนื้อมีความสามารถในการอุ้มน้ำดีมีปริมาณน้ำที่ถูกตรึงไว้ในระดับสูงเนื้อก็จะมีความแน่น มีลักษณะโครงร่างที่อัดแน่น คงรูป และผิวเนื้อนอกแห้งเหนียว ในทางตรงกันข้ามถ้าเนื้อมีความสามารถในการอุ้มน้ำต่ำจะมีลักษณะอ่อนตัว โครงสร้างหลวม ผิวหน้าเปียกแฉะ และมีลักษณะโครงร่างหยาบ (ชัยณรงค์ คันธพนิต. 2529)

4) ความชุ่มฉ่ำ (juiciness) เนื้อที่มีความชุ่มฉ่ำในขณะบริโภคนั้นส่วนใหญ่จะเป็นเนื้อที่ได้รับความนิยมสูง ทั้งนี้เพราะทำให้มีความรู้สึกว่าเนื้อนั้นอร่อย นอกจากนี้แล้วน้ำเนื้อยังมีรสชาติดีร่วมอยู่ในนั้นด้วย และในขณะที่บดเคี้ยวในปากน้ำเนื้ออาจจะช่วยหล่อลื่นทำให้การเคี้ยวเป็นไปได้ง่ายจนกระทั่งกลืน แหล่งของน้ำเนื้อก็คือไขมันแทรกและปริมาณน้ำที่เนื้อนั้นมีอยู่ ซึ่งในระหว่างการบดเคี้ยวก็ยังช่วยกระตุ้นน้ำลายจนทำให้มีความรู้สึกอร่อยมากขึ้น (ชัยณรงค์ คันธพนิต. 2529; จุฑารัตน์ เศรษฐกุล. 2540)

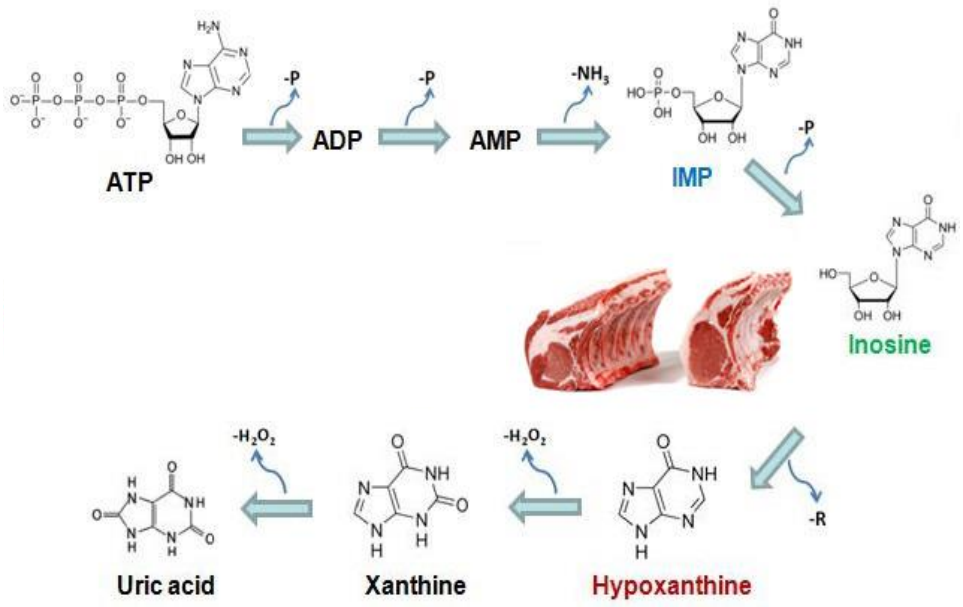
ในระหว่างการใช้ความร้อนเพื่อทำให้เนื้อสุกนั้น ไขมันแทรกจะละลายแล้วไปอุดช่องว่างระหว่างเพอริไมเซียม จึงทำหน้าที่คล้ายๆ กับเป็นตัวกันมิให้น้ำภายในเนื้อถูกปลดปล่อยออกมา ทำให้เนื้อก้อนนั้นมีความชุ่มฉ่ำภายในสูง นอกจากไขมันแทรกแล้วไขมันใต้ผิวหนังอาจทำหน้าที่เช่นเดียวกันนี้ได้ Kerry et al. (2002) กล่าวว่าความชุ่มฉ่ำของเนื้อมีความสัมพันธ์กับปริมาณน้ำที่เหลืออยู่ในเนื้อหลังจากปรุงสุก รวมถึงมีความสัมพันธ์กับปริมาณไขมันแทรกในเนื้อด้วยเช่นกัน เนื้อที่มีค่าความเป็นกรด-ด่างสุดท้ายสูง เมื่อนำมาปรุงสุกจะทำให้เนื้อนั้นมีปริมาณน้ำเหลืออยู่ภายในเนื้อมาก ตรงกันข้ามกับเนื้อที่มีค่าความเป็นกรด-ด่างสุดท้ายต่ำ หรือพวกที่เป็นเนื้อ PSE จะมีน้ำเหลืออยู่ในเนื้อน้อยหลังจากปรุงสุกทำให้เนื้อมีความชุ่มฉ่ำลดลง นอกจากนี้ระดับของอุณหภูมิในการปรุงสุกของเนื้อก็มีผลต่อความชุ่มฉ่ำของเนื้อด้วยเช่นกัน โดยพบว่าการใช้ความร้อนที่อุณหภูมิ 60-80 องศาเซลเซียสจะมีผลทำให้ความชุ่มฉ่ำของเนื้อลดลง

5) รสชาติและกลิ่น (flavor) การรับรู้รสชาติของมนุษย์เกิดจากประสาทสัมผัสในร่างกายสามารถตรวจจับสารเคมีในอาหารและในอากาศได้ รสชาติของอาหารเกิดจากการผสมผสานกันของรส (tastes) ได้แก่ หวาน (sweet) เค็ม (salty) เปรี้ยว (sour) ขม (bitter) และอุมามิ (umami) โดยอาศัยต่อมรับรสที่ลิ้น (taste buds) และกลิ่น (odors) จากอาหารโดยอาศัยประสาทรับกลิ่นในโพรงจมูก (olfactory receptors) อาหารแต่ละชนิดมีสารประกอบที่ทำให้เกิดกลิ่นและรสที่แตกต่างกันทำให้มีรสชาติที่เป็นเอกลักษณ์เฉพาะตัว ส่วนประกอบในเนื้อสัตว์ที่ทำให้เกิดรสชาติได้แก่ ไขมัน โปรตีนหรือกรดอะมิโน คาร์โบไฮเดรต วิตามิน และแร่ธาตุที่เป็นองค์ประกอบในกล้ามเนื้อ (จุฑารัตน์ เศรษฐกุล. 2539)

การเปลี่ยนแปลงในรสชาติและกลิ่นของเนื้ออาจเกิดขึ้นได้จากปัจจัยบางประการที่สำคัญคือระยะเวลากับสภาวะในการเก็บรักษา รสชาติและกลิ่นเหล่านี้อาจเป็นได้ทั้งที่พึงประสงค์และไม่พึงประสงค์ สำหรับสิ่งที่พึงประสงค์อาจจะมาจากรสชาติและกลิ่นที่เกิดจากการบ่มซากในอุณหภูมิต่ำ (0-4 องศาเซลเซียส) การเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นนี้ ได้แก่ การสลายตัวของโมโนนิวคลีโอไทด์ (mononucleotide) อะดีโนซีนโมโนฟอสเฟต (adenosine monophosphate, AMP) ไปเป็นอิโนซินโมโนฟอสเฟต (inosine monophosphate, IMP) อิโนซีน (inosine) และไฮโปแซนทีน (hypoxanthine) ดังแสดงในภาพที่ 2.7 (Michael and Shahidi. 2013) และผลผลิตจากจุลินทรีย์ต่างๆ ส่วนที่ให้รสชาติและกลิ่นที่ไม่พึงประสงค์ก็อาจเกิดขึ้นได้จากการเก็บรักษา เช่น การเหม็นหืน (rancidity) ของไขมัน เกิดการแตกตัวของกรดไขมันได้เป็นสารเคมีประเภทอัลดีไฮด์และคีโตน ซึ่งทำให้เกิดรสชาติและกลิ่นที่เหม็นหืนอย่างรุนแรง (ชัยณรงค์ คันธพนิต. 2529) สารตั้งต้นที่ทำให้เกิดกลิ่นและรสชาติที่เป็นองค์ประกอบอยู่ในเนื้อสัตว์ดังแสดงในตารางที่ 2.5

กรดอะมิโนเป็นสารอินทรีย์ที่ให้รสชาติแบ่งออกได้เป็นกลุ่มดังนี้ 1) กลุ่มที่ให้รสหวาน ได้แก่ ไกลซีน ทรีโอนีน เซอรีน อะลานีน โพรลีน และกลูตามีน 2) กลุ่มที่ให้รสขม ได้แก่ ฟีนิลอะลานีน อาร์จินีน ไอโซลูซีน วาลีน ไทโรซีน ลูซีน เมธไทโอนีน และฮิสทิดีน และ 3) กลุ่มที่ให้

รสเปรี้ยวและรสอูมามิ (umami) ได้แก่ แอสพาเตท และกลูตามีน ส่วนน้ำตาลรีดิวซ์ (reducing sugars) เช่น กาแลคโตส กลูโคส และฟรุคโตส ส่วนใหญ่จะให้รสหวาน ในขณะที่โมโนนิวคลีโอไทด์ ได้แก่ อะดีโนซีนโมโนฟอสเฟต อิโนซินโมโนฟอสเฟต และกวาโนซีนโมโนฟอสเฟตให้รสอูมามิ ส่วนอิโนซีนและไฮโปแซนทีนจะให้รสขม (Tikk et al. 2006; Ba et al. 2012)



ภาพที่ 2.7 การสลายตัวของโมโนนิวคลีโอไทด์ที่ทำให้เกิดรสชาติในเนื้อสัตว์

ที่มา: ดัดแปลงจาก Ba et al. (2012)

ตารางที่ 2.5 สารตั้งต้นที่ทำให้เกิดกลิ่นและรสชาติในเนื้อ

Flavor precursors	Details
Free amino acids	Gly, Pro, Ala, Val, Leu, Ile, Met, Cys, Phe, Tyr, Trp, His, Lys, Arg, Gln, Asn, Glu, Asp, Ser, Thr
Reducing sugars	Ribose, glucose, xylose, mannose, fructose, maltose, mannose 6-phosphate, glucose 6-phosphate, fructose 6-phosphate, ribose 6-phosphate.
Fats/ lipids	Triglycerides and phospholipids, Oleic acid (C18:1 n-9), Linoleic acid (C18:2 n-6), Linolenic acid (C18:3 n-3) and etc.
Vitamin	Thiamin (B_1)
Nucleotides and peptides	Glutathione, anserine, carnosine, inosine, IMP, AMP, GMP, Hypoxanthine and etc.

ที่มา: ดัดแปลงจาก Ba et al. (2012)

นอกจากนี้ Ba et al. (2012) รายงานว่ารสชาติของเนื้อสัตว์ที่ผ่านการปรุงสุก (cooked meat) เกิดจากสารประกอบระเหยได้ (volatile flavor components) ในเนื้อที่เกิดการเปลี่ยนแปลงเมื่อโดนความร้อนผ่านปฏิกิริยาที่สำคัญ คือ (1) ปฏิกิริยาเมลลาร์ด (maillard reaction) เป็นปฏิกิริยาการเกิดสีน้ำตาล (browning reaction) เกิดขึ้นระหว่างน้ำตาลรีดิวส์ (reducing sugar) กับกรดอะมิโน โปรตีน หรือสารประกอบไนโตรเจนอื่นๆ โดยมีความร้อนเป็นตัวเร่งปฏิกิริยา (2) ปฏิกิริยาออกซิเดชั่นของลิพิด (lipid oxidation) คือ ปฏิกิริยาการเกิดออกซิเดชั่นระหว่างออกซิเจนกับไตรกลีเซอไรด์ (triglyceride) ที่มีกรดไขมันชนิดไม่อิ่มตัว (unsaturated fatty acid) ณ ตำแหน่งพันธะคู่ ทำให้เกิดสารที่ให้กลิ่นและรสที่ผิดปกติเรียกว่า การหืน (3) ผลผลิตที่เกิดร่วมกันระหว่างปฏิกิริยาเมลลาร์ดและปฏิกิริยาออกซิเดชันของลิพิดจากความร้อน และ (4) การสลายตัวของวิตามิน (vitamin degradation) ในระหว่างการปรุงสุก

นอกจากคุณลักษณะของเนื้อที่กล่าวมาข้างต้นแล้ว ผู้บริโภคยังให้ความสำคัญต่อคุณภาพด้านอื่นๆ เช่น คุณค่าทางโภชนาการและคุณลักษณะทางสุขศาสตร์ของเนื้อสัตว์ ผู้บริโภคอาจพิจารณาถึงปริมาณคอเลสเตอรอล (cholesterol) สัดส่วนและชนิดของกรดไขมันทั้งชนิดอิ่มตัวและไม่อิ่มตัว รวมถึงความสะอาดของเนื้อที่ไม่มีการปนเปื้อนจากเชื้อจุลินทรีย์และสารตกค้างใดๆ

2.6 การประเมินและการตรวจวัดคุณภาพของเนื้อสัตว์

วิธีการตรวจวัดคุณภาพเนื้อสัตว์มีหลายวิธี โดยนักวิทยาศาสตร์ได้นำเอาคุณสมบัติทางเคมีและคุณสมบัติทางกายภาพที่ตรวจวัดได้จากวิธีการและเครื่องมือชนิดต่างๆ (objective methods) มาสัมพันธ์กับความอร่อยของเนื้อ แต่ยังไม่สามารถให้คำตอบได้ใกล้เคียงเท่ากับการใช้มนุษย์เป็นผู้ตรวจชิมโดยตรง (subjective methods) (ชัยณรงค์ คันธพนิต. 2529; จุฑารัตน์ เศรษฐกุล. 2540) อย่างไรก็ตามวิธีการตรวจวัดคุณสมบัติทางเคมีและคุณสมบัติทางกายภาพนับว่าเป็นการตรวจสอบคุณสมบัติโดยตรงของเนื้อสัตว์

2.6.1 การตรวจคุณลักษณะทางกายภาพ (physical determination) สิ่งที่ใช้เป็นพารามิเตอร์ในการตรวจสอบคุณสมบัติทางกายภาพของเนื้อสัตว์ ได้แก่

1) ความเป็นกรด-ด่างของเนื้อ (meat pH) ภายหลังสัตว์ตายกรดแลคติกที่ผลิตได้จากขบวนการ anaerobic metabolism จะทำให้ความเป็นกรดในเนื้อเพิ่มสูงขึ้นหรือค่า pH ในเนื้อลดลง โดยปกติสัตว์มีชีวิตกล้ามเนื้อจะมีค่าความเป็นกรด-ด่างอยู่ที่ประมาณ 7 แต่ภายหลังจากสัตว์ตายความเป็นกรดจะเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ จนเมื่อถึงจุดที่ไม่ลดลงอีกต่อไปจะเรียกว่า ultimate pH ในสุกรจะมีค่าประมาณ 5.6-5.8 การวัดค่าความเป็นกรด-ด่างของเนื้อสุกรนิยมวัดจากซากสุกรที่เวลา 45 นาทีภายหลังสัตว์ตาย เพื่อประเมินการเกิดเนื้อ PSE (pale solf and exudative) และที่ 24 ชั่วโมงภายหลัง

สัตว์ตายเพื่อประเมินการเกิดเนื้อ DFD (dark firm and dry) ตารางที่ 2.6 แสดงให้เห็นถึงความสัมพันธ์ระหว่างค่า pH และค่าความสว่าง (L*) ต่อการเกิดลักษณะ PSE และ DFD ในเนื้อสุกร

ตารางที่ 2.6 ความสัมพันธ์ระหว่างค่า pH และค่าความสว่างต่อการเกิดลักษณะ PSE และ DFD ในเนื้อสุกร

	pH 45 นาที	**ultimate pH**	**ค่าความสว่าง (L*)**
เนื้อสุกรที่เป็น PSE	< 6.0	< 5.4	60-66
เนื้อสุกรปกติ	6.4	5.4-5.8	54
เนื้อสุกรที่เป็น DFD	6.4	6.2-6.8	42-48

ที่มา: ดัดแปลงจาก Warriss and Brown (1987); Faucitano et al. (2010); Adzitey and Nurul (2011)

2) ความเข้มข้นของสีเนื้อ ความแตกต่างของสีเนื้อที่มองเห็นสืบเนื่องมาจาก 3 องค์ประกอบด้วยกัน คือ hue chroma และ value โดย hue เป็นคลื่นแสงที่ตามองเห็นได้ เช่น แดง เหลือง เขียว และน้ำเงิน ส่วน chroma หรือ saturation หมายถึง ระดับความเข้มข้นของสีพื้นฐานซึ่งขึ้นอยู่กับว่ามีปริมาณสีขาวผสมอยู่มากน้อยเพียงใด และ value หมายถึง ค่าการสะท้อนแสงของสีหรือค่าความสดใสของสี (brightness) (จันทร์พร เจ้าทรัพย์. 2554) การวัดค่าสีของเนื้อสามารถวัดได้โดยนำเนื้อมาทำการตัดเปิดหน้าของชิ้นเนื้อให้สัมผัสกับอากาศประมาณ 30-45 นาที จากนั้นจึงนำมาวัดด้วยเครื่องวัดสี ซึ่งเป็นการวัดสีในระบบ Commission Internationale de L'Eclairage หรือ CIE (L* a* b*) และแสดงผลในรูปของ L* (lightness) a* (redness) และ b* (yellowness) (AMSA, 2012)

Kerry et al. (2002) กล่าวว่าค่า L* ไม่ได้ขึ้นอยู่กับระยะเวลาที่ผิวหน้าของชิ้นเนื้อสัมผัสกับออกซิเจน แต่จะขึ้นอยู่กับค่าความเป็นกรด-ด่างของเนื้อ ประมาณร้อยละ 65 ของค่า L* ที่อ่านค่าได้นั้นขึ้นอยู่กับความแปรปรวนของการละลายของโปรตีนชนิดซาร์โคพลาสมิก (sarcoplasmic protein) โดยหากมีการละลายของโปรตีนซาร์โคพลาสมิกมากจะส่งผลให้กล้ามเนื้อมีค่า L* สูงขึ้น ดังนั้นค่า L* จึงสามารถใช้เป็นตัวชี้วัดการเกิด PSE หรือ DFD ในเนื้อได้เป็นอย่างดี ส่วนของค่า b* หรือค่าสีเหลืองพบว่ามีความสัมพันธ์กับปริมาณไขมันแทรกภายในมัดกล้ามเนื้อ โดยหากค่า b* มีค่าสูงอาจแสดงว่าเนื้อนั้นมีแนวโน้มว่าจะมีปริมาณไขมันแทรกสูงด้วยเช่นกัน (Utrilla et al. 2010)

3) ความสามารถในการอุ้มน้ำของเนื้อ โปรตีนในกล้ามเนื้อเป็นสารประกอบที่มีประจุซึ่งสามารถจับโมเลกุลของน้ำได้เป็นอย่างดี ความสามารถในการอุ้มน้ำคือ ความสามารถของเนื้อที่จะคงไว้ซึ่งจำนวนน้ำให้เกือบเท่าหรือเท่าเดิมได้ถึงแม้จะมีแรงจากภายนอกมากระทำ เช่น การตัด การให้ความร้อน การบด และการอัด ทั้งนี้อาจจะมีโมเลกุลของน้ำที่สูญเสียออกไปบ้างเล็กน้อย เพราะโมเลกุลน้ำเหล่านั้นอยู่ในแบบอิสระ คุณสมบัติทางกายภาพหลายอย่างของเนื้อ เช่น สี ความ

แน่น ลักษณะโครงร่าง และความหยาบละเอียด มักจะมีความสามารถในการอุ้มน้ำเป็นปัจจัยร่วมด้วยอยู่เสมอ

คุณสมบัติในด้านการอุ้มน้ำของเนื้อมีความสัมพันธ์เกี่ยวข้องกับค่าความเป็นกรด-ด่างในเนื้อสัตว์ เนื้อที่มีค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ต่ำจะมีค่าการอุ้มน้ำต่ำ ในทางกลับกันเนื้อที่มีค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) สูงจะมีค่าความสามารถในการอุ้มน้ำสูง ความสามารถในการอุ้มน้ำของเนื้อจะลดลงอย่างช้าๆ ภายหลังสัตว์ตาย ค่าความเป็นกรด-ด่างของกล้ามเนื้อในขณะที่สัตว์กำลังตายนั้นจะมีค่าประมาณ 7 และเนื่องจากกล้ามเนื้อจะยังคงมีกิจกรรมทางสรีรวิทยาอยู่ต่อไปอีกเป็นระยะเวลาหนึ่งหลังสัตว์ตาย จึงทำให้ค่าความเป็นกรด-ด่างลดลงไปอีกถึงประมาณ 5.4-5.8 เนื่องมาจากมีกรดแลคติกเพิ่มมากขึ้นเรื่อยๆ จนกว่าไกลโคเจนจะหมดไป ความสามารถในการอุ้มน้ำของเนื้อขณะที่สัตว์มีชีวิตอยู่จะมีค่าสูงที่สุดและจะค่อยๆ ลดลงจนถึงจุดต่ำสุดภายหลังจากสัตว์ตายแล้วประมาณ 12-24 ชั่วโมง หรือเข้าสู่สภาวะ rigor mortis ความสามารถในการอุ้มน้ำของเนื้อจะต่ำที่สุด เนื้อสัตว์ที่มีคุณสมบัติของการอุ้มน้ำต่ำจะมีการสูญเสียน้ำออกจากเนื้อในระหว่างการเก็บรักษาและระหว่างการปรุงสุกสูงทำให้เนื้อมีลักษณะแห้งและหยาบ (ชัยณรงค์ คันธพนิต. 2529; จุฑารัตน์ เศรษฐกุล. 2540; จันทร์พร เจ้าทรัพย์. 2554; Aberle et al. 2001; Aberle et al. 2012)

การตรวจสอบความสามารถในการอุ้มน้ำของเนื้อทำได้โดยการคำนวณหาเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำระหว่างการเก็บรักษา (drip loss) และเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำระหว่างการปรุงสุกสูง (cooking loss) (จุฑารัตน์ เศรษฐกุล. 2540) นอกจากนี้ Bulotienė and Jukna (2008) ยังรายงานว่าขนาดของเส้นใยกล้ามเนื้อมีความสัมพันธ์ต่อความสามารถในการอุ้มน้ำของเนื้อด้วยเช่นกัน เส้นใยกล้ามเนื้อที่มีขนาดใหญ่มีผลทำให้ความสามารถในการอุ้มน้ำและความนุ่มของเนื้อลดลง

4) ความนุ่มของเนื้อ สามารถตรวจวัดได้โดยการใช้เครื่องมือวัดลักษณะเนื้อสัมผัสที่ประกอบด้วยหัววัดแบบต่างๆ เช่น Warner Bratzler เพื่อหาค่าแรงตัดผ่านเนื้อหรือค่า shear value (จุฑารัตน์ เศรษฐกุล. 2540)

5) ชนิดของเส้นใยกล้ามเนื้อ (muscle fiber type) โดยปกติแล้วกล้ามเนื้อแต่ละมัดจะประกอบด้วยเส้นใยกล้ามเนื้อชนิดเดียวหรือหลายชนิดแต่มีสัดส่วนของเส้นใยแต่ละชนิดในปริมาณที่แตกต่างกัน ทั้งนี้เส้นใยกล้ามเนื้อแต่ละชนิดมีคุณลักษณะทางชีววิทยา (biological characteristics) ที่แตกต่างกันไปดังแสดงในตารางที่ 2.7 การจำแนกชนิดของเส้นใยกล้ามเนื้อสามารถทำได้หลายวิธี เช่น แบ่งได้ตามลักษณะการหดตัว (contraction) หรือแบ่งตามกระบวนการเมทาบอลิซึมที่เกิดขึ้น (metabolic properties) ดังแสดงในตารางที่ 2.8

ก. การแบ่งตามลักษณะการหดตัว (contraction properties) โดยอาศัยการหดตัวของโปรตีนไมโอซินเป็นตัวจำแนก แบ่งออกได้เป็น slow-twitch type I ซึ่งเป็นเส้นใยกล้ามเนื้อที่เกี่ยวข้องกับการทรงตัว และ fast-twitch type II ซึ่งเป็นเส้นใยกล้ามเนื้อที่เกี่ยวข้องกับการ

เคลื่อนไหว (Lefaucheur and Gerrard. 2000) การจำแนกด้วยวิธีนี้อาศัยหลักการทาง histochemistry โดยแบ่งกล้ามเนื้อชนิด type I และ type II ด้วย m-ATPase staining (Picard et al. 2002)

ข. การแบ่งตามกระบวนการเมทาบอลิซึม (metabolic properties) เป็นการจำแนกจากกิจกรรมของเอนไซม์ (metabolic enzyme) ในไมโตคอนเดรีย เช่น oxidative enzyme succinate dehydrogenase (SDH) โดยสามารถแยก oxidative (red fiber) และ non-oxidative (white fiber) ได้ด้วย SDH staining (Gauthier. 1969) และเมื่อรวมทั้งสองวิธีเข้าด้วยกันจะสามารถจำแนกออกได้เป็น slow type I และ fast type II โดยอาศัย mATPase-based จากนั้นยังสามารถแบ่ง fast type ออกได้เป็น fast oxidative และ fast glycolytic โดยอาศัย metabolic enzyme based

ตารางที่ 2.7 คุณลักษณะทางชีววิทยาของเส้นใยกล้ามเนื้อแต่ละชนิด

คุณลักษณะทางชีวภาพ	**ชนิดของเส้นใยกล้ามเนื้อ**			
	I	**IIa**	**IIx**	**IIb**
Contraction speed	+	+++	++++	+++++
Myofibrillar ATPase	+	+++	++++	+++++
Oxidative metabolism	+++++	++++	++	+
Glycolytic metabolism	+	++++	++++	+++++
Myoglobin	+++++	++++	++	+
Triglycerides	+++++	++	+	+
Glycogen	+	+++	++++	+++++
Collagen	+++++	+	+	+
Diameter	+	++	++++	+++++

+ = ต่ำมาก, ++ = ต่ำ, +++ = ปานกลาง, ++++ = สูง, +++++ = สูงมาก

ที่มา: ดัดแปลงจาก Lefaucheur (2006)

ตารางที่ 2.8 การจำแนกชนิดเส้นใยกล้ามเนื้อและการเรียกชื่อชนิดของเส้นใยกล้ามเนื้อ

วิธีการจำแนกชนิดเส้นใยกล้ามเนื้อ	**ชนิดของเส้นใยกล้ามเนื้อ**			
contractile type	Slow-twitch	---------- Fast twitch ----------		
mATPase activity based	I	IIa		IIb
mATPase and SDH activity based	ßR (red)	αR (red)		αW (white)
metabolic enzyme based	Slow Oxidative	Fast Oxidative-glycolytic		Fast Glycolytic
Myosin heavy chain	MHC I	MHC IIa	MHC IIx	MHC IIb

ที่มา: ดัดแปลงจาก Picard et al. (2002)

แต่เนื่องจากหลักการทาง histochemistry นั้นเป็นเทคนิคที่ใช้เวลาค่อนข้างนานในการตรวจสอบ ดังนั้นในปัจจุบันได้มีการนำเอาเทคนิคอื่นๆ มาใช้ในการจำแนกชนิดของเส้นใยกล้ามเนื้อ เป็นต้นว่าการแบ่งตาม Myosin Heavy Chain (MHC) isoforms ซึ่งสามารถแบ่งได้ด้วยหลักการ immuno-histochemistry โดยอาศัยแอนติบอดี้ (antibodies) ที่จำเพาะเจาะจงกับ MHC isoforms หรืออาศัยหลักการของอิเล็กโตรโฟรีซีสที่ชนิดของ MHC มีการเคลื่อนที่ในเจลอะครีลาไมด์ (acrylamide gel) ไม่เท่ากัน นอกจากนี้แล้วยังสามารถจำแนกชนิดของ MHC ตามการแสดงออกของยีน (gene expression) ซึ่งเป็นวิธีที่สามารถตรวจสอบชนิดของเส้นใยกล้ามเนื้อได้รวดเร็วกว่าแบบ histochemistry จากผลการทดลองของ Jones et al. (1999) พบว่าการจำแนกเส้นใยกล้ามเนื้อตาม MHC isoforms มีความสัมพันธ์การจำแนกตามหลักการ histochemistry

นอกจากนี้ Chikuni et al. (2001); Lefaucheur et al. (2004) ยังได้ศึกษาการจำแนกชนิดของ MHC ในสุกรพบว่า สามารถจำแนกชนิดของเส้นใยกล้ามเนื้อออกได้เป็น 4 ชนิดตามการแสดงออกของยีน คือ MHC-I MHC-IIa MHC-IIx และ MHC-IIb ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Toniolo et al. (2005) ที่เปรียบเทียบการจำแนกชนิดของเส้นใยกล้ามเนื้อด้วยวิธีร่วมระหว่าง histochemistry และ immuno-histochemistry และการจำแนกตามหลักการของอิเล็กโตรโฟรีซีส โดยผลการทดลองพบว่ากล้ามเนื้อสันนอกของสุกรมี MHC จำนวน 4 ชนิดเช่นเดียวกัน

ในการศึกษาการจำแนกชนิดของ MHC ตามการแสดงออกของยีนนั้น การทดลองของ Wimmers et al. (2008) ได้ทำการศึกษาการจำแนกชนิดของเส้นใยกล้ามเนื้อสุกรด้วยวิธีต่างๆ ผลการศึกษาพบว่าปริมาณของเส้นใยกล้ามเนื้อแต่ละชนิดที่จำแนกด้วยวิธี histochemistry มีสหสัมพันธ์ทางบวกกับการจำแนกด้วยวิธี real-time PCR อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($r = 0.53$-0.72, $P<0.05$) โดยชนิดของเส้นใยกล้ามเนื้อในสุกรนั้นประกอบด้วยเส้นใยกล้ามเนื้อชนิด MHC-II เป็นส่วนใหญ่ ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของ Lefaucheur et al. (2004) ที่พบว่าการจำแนกชนิดของเส้นใยกล้ามเนื้อตามปริมาณการแสดงออกของยีนสอดคล้องกับการจำแนกตามการแสดงออกของโปรตีน การจัดจำแนกชนิดของเส้นใยกล้ามเนื้อด้วยวิธี histochemistry ในสุกรนั้นสามารถแบ่งเส้นใยกล้ามเนื้อออกได้เป็น 3 ชนิดคือ type I IIa และ IIb (Lefaucheur et al. 1991) สำหรับวิธีที่ใช้ในการแยกระหว่าง type IIx และ IIb นั้นต้องอาศัยวิธี immuno cytochemistry โดยใช้แอนติบอดี้ที่จำเพาะเจาะจงกับชนิดของเส้นใยกล้ามเนื้อหรืออาศัยวิธี real-time PCR (Wimmers et al. 2008)

อย่างไรก็ตามวิธี real-time PCR นี้ไม่ถือว่าเป็นการจำแนกชนิดเส้นใยกล้ามเนื้อ โดยตรงแต่เป็นการวัดปริมาณการแสดงออกของยีนที่สร้างเส้นใยกล้ามเนื้อแต่ละชนิดเมื่อเปรียบเทียบกับวิธีทาง histochemistry และพบว่ามีความต่างกันในการจำแนก fast fiber type ดังแสดงในตารางที่ 2.9 โดยผลการทดลองแสดงให้เห็นว่าการจำแนกด้วยวิธี histochemistry มี MHC IIb ร้อยละ 80.4 ในขณะที่การจำแนกตามการแสดงออกของยีนมี MHC IIb ร้อยละ 52.4 แต่มี MHC IIx อยู่ร้อยละ 16.5 ซึ่ง Wimmers et al. (2008) สรุปว่าการจำแนกชนิดของเส้นใยกล้ามเนื้อด้วย real-

time PCR น่าจะสามารถจำแนกชนิดเส้นใยกล้ามเนื้อได้ตรงตามยีนในร่างกายสัตว์มากกว่า แต่ข้อด้อยคือไม่สามารถวัดขนาดหรือจำนวนเส้นใยกล้ามเนื้อได้

ตารางที่ 2.9 ปริมาณของเส้นใยกล้ามเนื้อจากการจำแนกด้วยวิธี histochemistry และ real-time RT-PCR

Muscle fiber type	Histochemistry	Real-time PCR	Correlation coefficient
MHC I (%)	16.1 ± 1.9	18.3 ± 1.8	0.72 (P = 0.004)
MHC IIa (%)	3.5 ± 0.6	12.8 ± 3.0	0.67 (P = 0.004)
MHC IIx (%)	-	16.5 ± 2.6	-
MHC IIb (%)	80.4 ± 1.9	52.4 ± 5.0	0.53 (P = 0.004)

ที่มา: Wimmers et al. (2008)

2.6.2 การตรวจคุณสมบัติทางเคมี (chemical determination)

1) องค์ประกอบทางเคมี การวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีที่นิยม ได้แก่ ความชื้น โปรตีน ไขมัน และเถ้า (AOAC. 2000) หรืออาจศึกษาถึงปริมาณและองค์ประกอบของแร่ธาตุ กรดอะมิโน และกรดไขมันในเนื้อสัตว์ด้วยเทคนิควิเคราะห์แบบโครมาโตกราฟี เช่น High Performance Liquid Chromatography (HPLC) และ Gas Chromatography (GC)

2) ปริมาณเนื้อเยื่อเกี่ยวพันหรือคอลลาเจน องค์ประกอบของกรดอะมิโนในคอลลาเจนนั้นประกอบไปด้วยไกลซีน (glycine) เป็นจำนวนมาก และมีไฮดรอกซีโพรลีน (hydroxyproline) ซึ่งเป็นกรดอะมิโนที่ไม่พบในกล้ามเนื้อ ดังนั้นการวิเคราะห์ปริมาณคอลลาเจนในกล้ามเนื้อสามารถวิเคราะห์ทางเคมีโดยการหาปริมาณไฮดรอกซีโพรลีน (Hill. 1966; จุฑารัตน์ เศรษฐกุล. 2540)

3) ปริมาณสารตั้งต้นด้านรสชาติ (flavor precursors) การวิเคราะห์หาองค์ประกอบทางเคมีของกลิ่นและรสชาติ ได้แก่ กรดอะมิโน น้ำตาลรีดิวซ์ รวมถึงเปบไทด์และนิวคลีโอไทด์ ทำได้โดยใช้เทคนิควิเคราะห์แบบโครมาโตกราฟี เช่น HPLC และ GC อย่างไรก็ตามการประเมินหรือการตัดสินในเรื่องกลิ่นและรสชาติของเนื้อนั้นวิธีการที่นิยมคือ การทดสอบโดยการชิม (taste panel) (จุฑารัตน์ เศรษฐกุล. 2540)

2.7 อิทธิพลของพันธุกรรมต่อคุณภาพซากและคุณภาพเนื้อของสุกร

ดังที่ได้กล่าวมาแล้วว่าพันธุ์สุกรเป็นปัจจัยที่มีผลต่อสมรรถภาพการผลิตของสุกรขุน ที่ผ่านมาจึงได้มีการศึกษาถึงอิทธิพลของพันธุ์ต่อคุณภาพซากและคุณภาพเนื้อของสุกรไว้มากมาย ดังเช่น

งานวิจัยของ Alonso et al. (2009) ที่ได้ทำการศึกษาอิทธิพลของพันธุ์และเพศต่อคุณภาพเนื้อ ไขมันแทรกในกล้ามเนื้อ (intramuscular fat) และไขมันใต้ผิวหนัง (subcutaneous fat) โดยใช้สุกรลูกผสมสามสายพันธุ์ ได้แก่ ลาร์จไวท์ x (แลนด์เรซ x ลาร์จไวท์) ดูร็อค x (แลนด์เรซ x ลาร์จไวท์) และเปียแตรง x (แลนด์เรซ x ลาร์จไวท์) แบ่งออกเป็นสุกรเพศเมีย 90 ตัว และสุกรเพศผู้ตอน 90 ตัว ทำการศึกษาในกล้ามเนื้อ 2 ชนิด คือ *Longissimus dorsi* และ *Semimembranosus* ผลการทดลองพบว่าคุณภาพเนื้อของสุกรลูกผสมทั้ง 3 กลุ่มไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P<0.05$) แต่สุกรลูกผสมดูร็อค x (แลนด์เรซ x ลาร์จไวท์) มีระดับไขมันแทรกในกล้ามเนื้อสูงที่สุด ($P<0.05$) ในขณะที่สุกรเพศผู้ตอนมีระดับไขมันแทรกในกล้ามเนื้อสูงกว่าและมีสีเนื้อดีกว่าสุกรเพศเมีย

Miar et al. (2014a) ได้ทำการศึกษาหาความสัมพันธ์ระหว่างพันธุกรรมและลักษณะปรากฏ (phenotype) ของลักษณะที่เกี่ยวข้องกับการเจริญเติบโตต่อคุณภาพซากและคุณภาพเนื้อ โดยใช้สุกรขุนลูกผสมสามสายทางการค้า (ดูร็อค x ลาร์จไวท์ x แลนด์เรซ) ผลการศึกษาพบว่าหากคัดเลือกสุกรที่มีน้ำหนักแรกคลอด (birth weight) สูงจะส่งผลทำให้ค่าการสูญเสียน้ำระหว่างการเก็บรักษา และค่าความสว่าง (lightness) ของกล้ามเนื้อสูงขึ้น (เนื้อมีสีซีด) และมีผลทำให้ความหนาไขมันสันหลังของสุกรลดลง การคัดเลือกสุกรที่มีอัตราการการเจริญเติบโตสูงจะส่งผลทำให้สุกรมีน้ำหนักซากและน้ำหนักชิ้นส่วนหลัก (primal cuts) เพิ่มขึ้น การคัดเลือกสุกรที่มีประสิทธิภาพการใช้อาหารที่ดีจะส่งผลทำให้ค่าความสว่างของเนื้อสันนอกลดลง และหากคัดเลือกสุกรที่มีปริมาณเนื้อแดงมากจะส่งผลต่อค่าการสูญเสียน้ำระหว่างปรุงสุกของเนื้อและสีของผลิตภัณฑ์ นอกจากนี้ยังพบว่าคุณภาพเนื้อจะลดลงหากเน้นการปรับปรุงพันธุ์สุกรให้มีความหนาไขมันสันหลังและประสิทธิภาพการใช้อาหารดีขึ้น ในขณะที่การคัดเลือกลักษณะที่เกี่ยวข้องกับการเจริญเติบโตไม่มีผลต่อคุณภาพเนื้อแต่อย่างใด อย่างไรก็ตาม McCann et al. (2008) รายงานว่าการคัดเลือกลักษณะที่เกี่ยวข้องกับคุณภาพซากของสุกรไม่สามารถปรับปรุงคุณภาพเนื้อได้

ในงานวิจัยของ Morales et al. (2013) ทำการศึกษาสมรรถภาพการเจริญเติบโตและคุณภาพซากของสุกรลูกผสมสามสายที่เกิดจากพ่อสุกรพันธุ์ดูร็อคและพ่อสุกรพันธุ์เปียแตรง ผลการทดลองพบว่าสุกรลูกผสมสามสายที่เกิดจากพ่อสุกรพันธุ์ดูร็อคมีอัตราการเจริญเติบโตและมีระดับไขมันแทรกในกล้ามเนื้อสูงกว่า ในขณะที่ชิ้นส่วนแฮมและสันนอกต่ำกว่าสุกรลูกผสมสามสายที่เกิดจากพ่อสุกรพันธุ์เปียแตรง ($P<0.05$) นอกจากนี้การศึกษาของ Bunter et al. (2008) รายงานว่าสุกรลูกผสมสามสายที่เกิดจากพ่อสุกรพันธุ์ดูร็อคมีคุณภาพการบริโภคของเนื้อที่ดี คือ มีระดับไขมันแทรกในกล้ามเนื้อสูงและค่าแรงตัดผ่านเนื้อต่ำ แต่คุณภาพซากไม่ดีเนื่องจากมีปริมาณไขมันใต้ผิวหนัง (subcutaneous fat) และสามชั้น (belly) สูง อย่างไรก็ตามการคัดเลือกสุกรสายพ่อพันธุ์ที่มีลักษณะดีเด่นสามารถช่วยปรับปรุงคุณลักษณะที่เกี่ยวข้องกับการให้ผลผลิตรวมถึงคุณภาพเนื้อของลูกสุกรได้

การศึกษาของ Edwards et al. (2006) ทำการประเมินลักษณะที่เกี่ยวข้องกับการเจริญเติบโตและคุณภาพซากของสุกรลูกผสมที่เกิดจากพ่อสุกรพันธุ์ดูร็อคและเปียแตรง พบว่าสุกรลูกผสมทั้งสองกลุ่มมีน้ำหนักแรกเกิด ความหนาไขมันสันหลัง และขนาดพื้นที่หน้าตัดเนื้อสันไม่แตกต่างกัน (P>0.05) สุกรลูกผสมที่เกิดจากพ่อพันธุ์ดูร็อคเป็นสุกรที่เจริญเติบโตเร็วแต่มีไขมันในซากมากกว่า ในขณะที่สุกรลูกผสมที่เกิดจากพ่อพันธุ์เปียแตรงเป็นสุกรที่เจริญเติบโตช้ากว่าแต่มีปริมาณเนื้อแดงมากกว่า

นอกจากนี้งานวิจัยของ Wood et al. (2004) ได้ทำการศึกษาผลของพันธุ์และอาหารต่ออัตราการเจริญเติบโต การสะสมไขมันและชนิดของไขมัน และลักษณะทางการบริโภคของสุกร 4 พันธุ์ ได้แก่ พันธุ์ดูร็อค พันธุ์ลาร์จไวท์ พันธุ์เบิร์กเชียร์ และพันธุ์แทมเวิร์ธ อาหารทดลองแบ่งออกเป็น 2 สูตร คือ สูตรที่มีระดับโปรตีนปกติ (โปรตีน 20%) และสูตรอาหารโปรตีนต่ำ (โปรตีน 16%) การประเมินลักษณะทางการบริโภค ได้แก่ ความนุ่ม ความชุ่มฉ่ำ กลิ่นที่พึงประสงค์และไม่พึงประสงค์ของไขมัน และรสชาติของเนื้อที่พึงประสงค์และไม่พึงประสงค์ (8-point category scales) ผลการทดลองพบว่าพันธุกรรมมีผลต่อการเจริญเติบโต การสะสมไขมัน และคะแนนความอร่อยของเนื้อสุกร (P<0.05) สุกรพันธุ์ดูร็อคมีปริมาณไขมันและระดับไขมันแทรกในกล้ามเนื้อสันนอกและกรดไขมันไม่อิ่มตัวสายยาว (long-chain polyunsaturated fatty acids, 20:5 n-3 and 22:6 n-3) สูงที่สุด (P<0.05) ในขณะที่อาหารที่มีระดับโปรตีนต่ำมีผลทำให้สุกรเจริญเติบโตช้าและมีการสะสมไขมันมากขึ้น (P<0.05) แต่ส่งผลทำให้เนื้อมีความนุ่มและความชุ่มฉ่ำมากขึ้น ในขณะที่รสชาติในเนื้อลดลง

Edwards et al. (2003) ได้ทำการเปรียบเทียบสุกรลูกผสมที่เกิดจากพ่อพันธุ์เปียแตรงและพ่อพันธุ์ดูร็อค ผลการศึกษาพบว่าลูกผสมที่เกิดจากพ่อพันธุ์เปียแตรงมีเปอร์เซ็นต์ซาก (74.0 และ 73.1%) และเปอร์เซ็นต์เนื้อแดง (52.6 และ 50.7%) สูงกว่าสุกรลูกผสมที่เกิดจากพ่อพันธุ์ดูร็อค (P<0.05) นอกจากนี้สุกรลูกผสมที่เกิดจากพ่อพันธุ์เปียแตรงมีชิ้นส่วนหลัก (primal cuts) ได้แก่ แฮม (23.0 และ 22.4%) และสันนอก (21.6 และ 21.2%) สูงกว่าสุกรลูกผสมที่เกิดจากพ่อพันธุ์ดูร็อค (P<0.05) ในขณะที่สุกรลูกผสมที่เกิดจากพ่อพันธุ์ดูร็อคมีชิ้นส่วนสามชั้นสูงกว่า (12.0 และ 11.7%; P<0.05) ในส่วนของค่าคะแนนคุณภาพเนื้อ ได้แก่ สี ระดับไขมันแทรกในกล้ามเนื้อ และความแน่นของเนื้อ (ระดับคะแนน 1-5) พบว่าสุกรลูกผสมที่เกิดจากพ่อพันธุ์ดูร็อคมีระดับคะแนนที่สูงกว่า (P<0.05) และยังมีค่าความเป็นกรด-ด่างที่ 24 ชั่วโมงภายหลังสัตว์ตาย ค่าสีแดง (a*) สูงกว่า (P<0.05) ในขณะที่ค่าการสูญเสียน้ำระหว่างการเก็บรักษาต่ำกว่าลูกผสมที่เกิดจากพ่อพันธุ์เปียแตรง (P<0.05) นอกจากนี้การศึกษาของ Suzuki et al. (2003) ยังรายงานว่าพันธุ์สุกรที่จะเลือกใช้เป็นพ่อพันธุ์สุดท้าย มีผลต่อการสะสมไขมันและคุณลักษณะของไขมันของสุกรขุนลูกผสม

บทที่ 3
วิธีดำเนินการวิจัย

การดำเนินการวิจัยแบ่งออกเป็น 2 การทดลอง คือ การทดลองที่ 1 การศึกษาเปรียบเทียบคุณภาพซากและคุณภาพเนื้อของสุกรพันธุ์ปากช่อง 5 สุกรขุนลูกผสมสามสายที่เกิดจากพ่อสุกรพันธุ์ปากช่อง 5 และสุกรขุนลูกผสมสามสายที่เกิดจากพ่อสุกรพันธุ์ดูร็อค และการทดลองที่ 2 การศึกษาเปรียบเทียบคุณภาพซากและคุณภาพเนื้อของสุกรขุนลูกผสมสามสายที่เกิดจากพ่อสุกรพันธุ์ปากช่อง 5 และสุกรขุนลูกผสมสามสายที่เกิดจากพ่อสุกรพันธุ์ทางการค้าที่มีพันธุกรรมใกล้เคียงกับสุกรพันธุ์ปากช่อง 5

3.1 การทดลองที่ 1 การศึกษาเปรียบเทียบคุณภาพซากและคุณภาพเนื้อของสุกรพันธุ์ปากช่อง 5 สุกรขุนลูกผสมสามสายที่เกิดจากพ่อสุกรพันธุ์ปากช่อง 5 และสุกรขุนลูกผสมสามสายที่เกิดจากพ่อสุกรพันธุ์ดูร็อค

3.1.1 การเตรียมสัตว์ทดลอง

1) สุกรพันธุ์ปากช่อง 5 พันธุ์แท้ทั้งเพศผู้ตอนและเพศเมียได้จากศูนย์วิจัยและพัฒนาสุกร กรมปศุสัตว์ อ.ปากช่อง จ.นครราชสีมา

2) สุกรลูกผสมสามสายที่เกิดจากพ่อสุกรพันธุ์ปากช่อง 5 และสุกรขุนลูกผสมสามสายที่เกิดจากพ่อสุกรพันธุ์ดูร็อคจากฟาร์มเอกชน (โรงสีประเสริฐ จ.บุรีรัมย์) ทั้งเพศผู้ตอนและเพศเมียได้จากฟาร์มสุกร วสันต์ฟาร์ม อ.สูงเนิน จ.นครราชสีมา

3) สุกรลูกผสมสามสายทั้ง 2 กลุ่มเกิดจากสุกรแม่พันธุ์ลูกผสมสองสาย (ลาร์จไวท์ x แลนด์เรซ) ที่มีความสม่ำเสมอทางพันธุกรรม

4) นำสุกรทั้งหมดไปเลี้ยงขุนที่วสันต์ฟาร์ม อ.สูงเนิน จ.นครราชสีมา

5) ตอนลูกสุกรเพศผู้ทุกตัวเมื่ออายุได้ 3 สัปดาห์

3.1.2 การศึกษาสมรรถภาพการเจริญเติบโต

1) การศึกษาสมรรถภาพการเจริญเติบโตใช้สุกรทั้งหมด 48 ตัว อายุประมาณ 8-9 สัปดาห์ เริ่มต้นการทดสอบสมรรถภาพการเจริญเติบโตเมื่อสุกรมีน้ำหนักตัวประมาณ 20 กิโลกรัม กลุ่มทดลองแบ่งออกเป็น 3 กลุ่มๆ ละ 16 ตัว ประกอบด้วย กลุ่มที่ 1 สุกรพันธุ์ปากช่อง 5 (เพศผู้ตอน 8 ตัว และเพศเมีย 8 ตัว) กลุ่มที่ 2 สุกรลูกผสมสามสายที่เกิดจากพ่อสุกรพันธุ์ปากช่อง 5 (เพศผู้ตอน 8 ตัว และเพศเมีย 8 ตัว) และกลุ่มที่ 3 สุกรลูกผสมที่เกิดจากพ่อสุกรพันธุ์ดูร็อค (เพศผู้ตอน 8 ตัว และเพศเมีย 8 ตัว) สุกรแต่ละกลุ่มถูกนำไปเลี้ยงในคอกขังรวมทั้งหมด 3 คอก จำนวนสุกรคอกละ 16 ตัว ในโรงเรือนระบบเปิด

2) ให้สุกรทุกตัวได้รับอาหารและน้ำกินอย่างเต็มที่ (*ad libitum*) อาหารที่ใช้เลี้ยงสุกรแบ่งออกเป็น 2 ระยะ คือ อาหารสำหรับสุกรรุ่น (20-50 กิโลกรัม) และอาหารสำหรับสุกรขุน (50-110) กิโลกรัม ส่วนประกอบของสูตรอาหารแสดงในตารางที่ 3.1

3) ระยะเวลาในการทดสอบสมรรถภาพการเจริญเติบโตเท่ากับ 108 วัน บันทึกน้ำหนักสุกรทุกตัวเมื่อเริ่มต้นการทดสอบและเมื่อสิ้นสุดการทดสอบ นำข้อมูลที่ได้ไปคำนวณหาน้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้น (body weight gain, BWG) และอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวัน (average daily gain, ADG) บันทึกปริมาณอาหารที่กินทั้งหมดในแต่ละคอก นำข้อมูลที่ได้ไปคำนวณหาอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนัก (feed conversion ratio, FCR)

4) ประเมินความหนาไขมันสันหลังและความลึกของกล้ามเนื้อสันนอกของสุกรมีชีวิตเมื่อสิ้นสุดระยะเวลาการทดสอบด้วยเครื่องอัลตราซาวด์ (LEAN-MEATER®, Renco, Golden Valley, MN, USA) ที่บริเวณตำแหน่งซี่โครงซี่สุดท้ายห่างจากแกนสันหลังประมาณ 2.6 นิ้ว (P2) ดังแสดงในภาพที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 ส่วนประกอบของสูตรอาหารที่ใช้เลี้ยงสุกร

ส่วนประกอบ (ร้อยละ)	ระยะรุ่น (น้ำหนัก 20-50 กิโลกรัม)	ระยะขุน (น้ำหนัก 50-110 กิโลกรัม)
ปลายข้าว	51.70	54.86
รำละเอียด	15.00	19.95
กากถั่วเหลือง	21.00	15.96
ปลาป่น	5.00	3.99
ไดแคลเซียมฟอสเฟต	4.00	3.99
น้ำมันพืช	2.00	0.00
เกลือ	0.50	0.50
ยาปฏิชีวนะ	0.30	0.25
พรีมิกซ์[1]	0.50	0.50
ส่วนประกอบทางโภชนะจากการคำนวณ		
พลังงานใช้ประโยชน์ได้ (kcal/kg)	3,214.00	3,156.00
โปรตีน	17.98	16.08

[1]ใน 1 กิโลกรัม ประกอบด้วย Vitamin A 8,000,000 IU; Vitamin D 1,500,000 IU; Vitamin E 40,000 ppm; Vitamin K 1,500 ppm; Thiamin 1,000 ppm; Riboflavin 4,000 ppm; Vitamin B12 20 ppb; Pyridoxine 2,000 ppm; Niacin 20,000 ppm; Biotin 30 ppm; Folic acid 600 ppm; Se 250 mg; I 200 mg; Fe 60,000 mg; Mn 25,000 mg; Zn 60,000 mg; Cu 15,000 mg

ภาพที่ 3.1 สุกรที่ใช้ในการทดลองและการวัดความหนาไขมันสันหลัง (A) สุกรพันธุ์แท้ปากช่อง 5 (B) ตำแหน่งที่ใช้ในการประเมินความหนาไขมันสันหลังและความลึกของกล้ามเนื้อสันนอกด้วยเครื่องอัลตราซาวด์ (LEAN-MEATER®, Renco, Golden Valley, MN, USA)

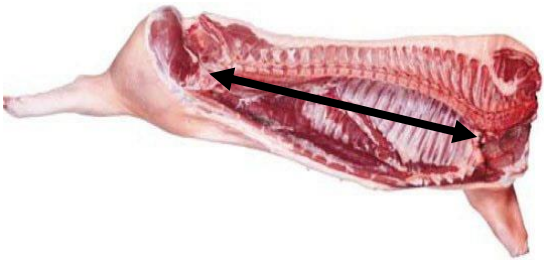
3.1.3 การศึกษาคุณภาพซาก

1) การศึกษาคุณภาพซากใช้สุกรทั้งหมด 48 ตัว แบ่งออกเป็น 3 กลุ่มๆ ละ 16 ตัว ประกอบด้วย กลุ่มที่ 1 สุกรพันธุ์ปากช่อง 5 (เพศผู้ตอน 8 ตัว และเพศเมีย 8 ตัว) กลุ่มที่ 2 สุกรลูกผสมสามสายที่เกิดจากพ่อสุกรพันธุ์ปากช่อง 5 (เพศผู้ตอน 8 ตัว และเพศเมีย 8 ตัว) และกลุ่มที่ 3 สุกรลูกผสมที่เกิดจากพ่อสุกรพันธุ์ดูร็อค (เพศผู้ตอน 7 ตัว และเพศเมีย 9 ตัว)

2) เมื่อสุกรทั้ง 3 กลุ่มมีน้ำหนักตัวประมาณ 100 กิโลกรัม ขนส่งสุกรทุกตัวไปยังโรงฆ่าสุกรเอกชน DK Interfoods อ.โชคชัย จ.นครราชสีมา ระยะทางจากฟาร์มถึงโรงฆ่าประมาณ 50 กิโลเมตร ใช้เวลาในการขนส่งประมาณ 1 ชั่วโมง กำหนดการฆ่าแบ่งออกเป็น 3 รอบ ในแต่ละรอบจะมีสุกรทั้ง 3 กลุ่มเข้าฆ่าจำนวน 6 ตัวต่อกลุ่ม ขั้นตอนการฆ่าประกอบด้วย พักสุกรก่อนฆ่า 2 ชั่วโมง ทำสลบโดยการช๊อตด้วยไฟฟ้า แทงคอเอาเลือดออก ลวกซาก ขูดขน เอาเครื่องในออก แบ่งซากออกเป็น 2 ซีก และล้างทำความสะอาด (ภาพที่ 3.2)

ภาพที่ 3.2 การเตรียมสุกรเข้าฆ่าและซากสุกรที่ได้ภายหลังการฆ่าและชำแหละซาก

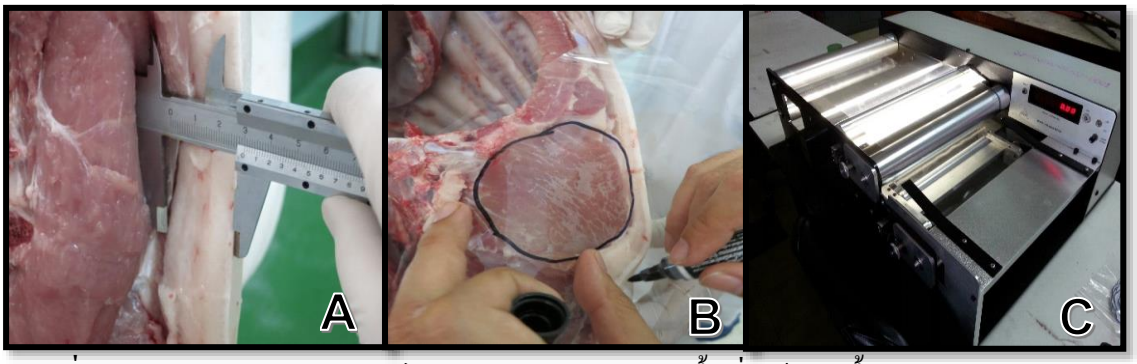
3) บันทึกน้ำหนักมีชีวิต น้ำหนักซากอุ่น และบันทึกความยาวซากดังแสดงในภาพที่ 3.3 จากซากซีกซ้ายของสุกรแต่ละตัว



ภาพที่ 3.3 ตำแหน่งในการวัดความยาวซาก โดยวัดจากกระดูกซี่โครงซี่แรกที่ติดกับกระดูกสันหลังถึงจุดหน้าสุดของกระดูกสะโพก

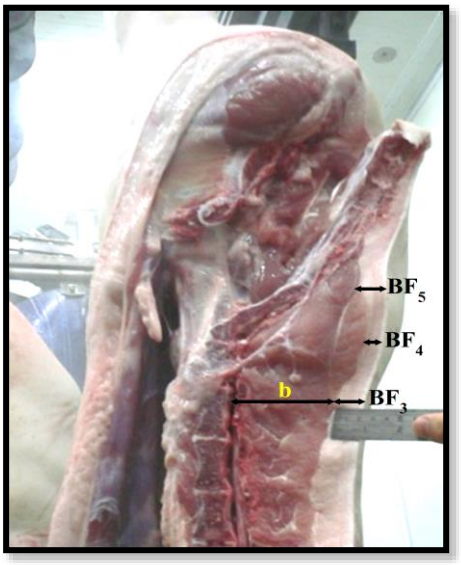
4) บันทึกความหนาไขมันสันหลังจากซากซีกซ้ายของสุกรแต่ละตัวทั้งหมด 5 ตำแหน่ง ได้แก่ ซี่โครงซี่แรก (BF_1) ซี่โครงซี่สุดท้าย (BF_2) มุมล่างของฐานสามเหลี่ยมที่ตำแหน่งกล้ามเนื้อ *Gluteus medius* (BF_3) จุดที่บางที่สุดของกล้ามเนื้อ *Gluteus medius* (BF_4) และมุมบนของฐานสามเหลี่ยมที่ตำแหน่งกล้ามเนื้อ *Gluteus medius* (BF_5) หลังจากนั้นนำมาคำนวณเป็นค่าเฉลี่ยความหนาไขมันสันหลังของซากสุกร (ภาพที่ 3.4)

5) บันทึกขนาดพื้นที่หน้าตัดเนื้อสัน (loin eye area, LEA) จากซากซีกซ้ายของสุกรแต่ละตัวลงบนแผ่นพลาสติกใสโดยวัดที่ตำแหน่งกล้ามเนื้อสันนอก (Longissimus dorsi) ระหว่างซี่โครงซี่ที่ 10 และ 11 หลังจากนั้นนำแบบที่ได้ไปคัดลอกลงบนกระดาษสีขาว ตัดกระดาษให้ได้ตามขนาดตัวอย่าง แล้วนำไปวัดขนาดพื้นที่หน้าตัดเนื้อสันด้วยเครื่องวัด area meter (LI-3100C, LI-COR Inc. Lincoln, NE, USA) ตัวอย่างจะถูกดึงผ่านสายพานและเคลื่อนที่ผ่านหลอดฟลูออเรสเซนส์ (fluorescent) เครื่องมือจะอ่านค่าการสะท้อนของแสงที่เกิดขึ้นเมื่อแสงฟลูออเรสเซนส์กระทบกับกระดาษ (ภาพที่ 3.4)



ภาพที่ 3.4 การประเมินความหนาไขมันสันหลังและขนาดพื้นที่หน้าตัดเนื้อสันจากซากสุกร (A) การวัดความหนาไขมันสันด้วยเวอร์เนียร์คาริปเปอร์ (B) การวัดพื้นที่หน้าตัดเนื้อสันและการบันทึกขนาดพื้นที่หน้าตัดเนื้อสันลงบนแผ่นพลาสติกใส (C) เครื่องวัด area meter (LI-3100C, LI-COR Inc. Lincoln, NE, USA)

6) บันทึกค่าดัชนีความหนาไขมันสันหลังต่อความกว้างของกล้ามเนื้อสันนอก (Lenden-speck quotient, LSQ) จากซากซีกซ้ายของสุกรแต่ละตัว ตามวิธีของจุฑารัตน์ เศรษฐกุล และคณะ (2553) ตำแหน่งในการวัดค่าดัชนี LSQ ดังแสดงในภาพที่ 3.5



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

BF_3 = ความหนาไขมันสันหลังจากจุดมุมล่างของฐานสามเหลี่ยมที่ตำแหน่งกล้ามเนื้อ *Gluteus medius* ทำมุมตั้งฉากกับบริเวณขอบของหนังด้านนอก

BF_4 = ความหนาไขมันสันหลังในจุดที่บางที่สุดของกล้ามเนื้อ *Gluteus medius* ทำมุมตั้งฉากกับบริเวณขอบของหนังด้านนอก

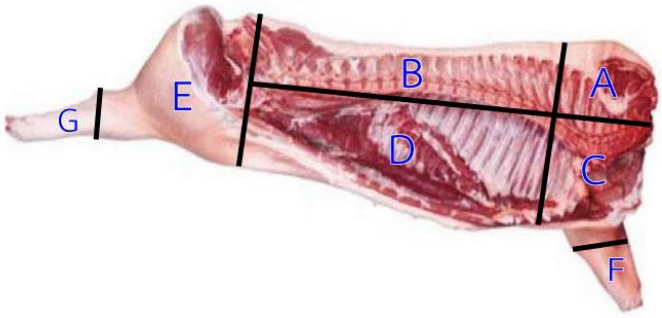
b = ความกว้างของกล้ามเนื้อสันนอกจากจุดมุมล่างของฐานรูปสามเหลี่ยมที่ตำแหน่งกล้ามเนื้อ *Gluteus medius* ตั้งฉากกับแนวท่อไขสันหลัง

ภาพที่ 3.5 ตำแหน่งที่ใช้ในการวัดค่าดัชนี LSQ
ที่มา: จุฑารัตน์ เศรษฐกุล และคณะ (2553)

7) บันทึกอุณหภูมิและค่าความเป็นกรด-ด่างด้วยเครื่อง pH meter (SG2 - ELK Seven Go, Mettler-Toledo International Inc., Giessen, Germany) ของกล้ามเนื้อที่เวลา 45 นาที และ 24 ชั่วโมงภายหลังสัตว์ตาย โดยวัดที่ตำแหน่งกล้ามเนื้อสันนอกระหว่างซี่โครงซี่ที่ 10 และ 11 และกล้ามเนื้อพับในจากซากซีกซ้ายของสุกรแต่ละตัว (ภาพที่ 3.6)

ภาพที่ 3.6 การวัดค่าความเป็นกรด-ด่างและอุณหภูมิบริเวณกล้ามเนื้อสันนอก

8) นำซากสุกรทั้งซีกซ้ายและซีกขวามาตัดแต่งซากแบบไทย โดยตัดแต่งออกเป็นชิ้นส่วนต่างๆ ดังนี้ หัว คาง หาง สันใน สันนอก สะโพก สันคอ ไหล่ สามชั้นรวมราวนม ขาหน้า ขาหลัง ซี่โครง (ภาพที่ 3.7) จากนั้นนำชิ้นส่วนที่ได้มาเลาะแยกเนื้อแดง กระดูก และไขมัน นำข้อมูลที่ได้ไปคำนวณเป็นเปอร์เซ็นต์ชิ้นส่วน เปอร์เซ็นต์เนื้อแดง และเปอร์เซ็นต์ไขมัน โดยนำไปเปรียบเทียบกับน้ำหนักซากอุ่นของสุกรแต่ละตัว



ภาพที่ 3.7 การตัดแต่งซากสุกรสำหรับการศึกษาคุณภาพซาก (A) สันคอ (B) สันนอก (C) ไหล่ (D) สามชั้นรวม ราวนม (E) สะโพก (F) ขาหน้า และ (G) ขาหลัง

3.1.4 การศึกษาคุณภาพเนื้อ

1) ในการศึกษาคุณภาพเนื้อต่อลักษณะทางกายภาพใช้ตัวอย่างกล้ามเนื้อสันนอก (*longissimus dorsi*) และกล้ามเนื้อพับใน (*semimembranosus*) และชนิดของเส้นใยกล้ามเนื้อใช้ตัวอย่างกล้ามเนื้อสันนอกจากสุกรทั้ง 3 กลุ่มๆ ละ 16 ตัว ประกอบด้วย กลุ่มที่ 1 สุกรพันธุ์ปากช่อง 5 (เพศผู้ตอน 8 ตัว และเพศเมีย 8 ตัว) กลุ่มที่ 2 สุกรลูกผสมสามสายที่เกิดจากพ่อสุกรพันธุ์ปากช่อง 5 (เพศผู้ตอน 8 ตัว และเพศเมีย 8 ตัว) และกลุ่มที่ 3 สุกรลูกผสมที่เกิดจากพ่อสุกรพันธุ์ดูร็อค (เพศผู้ตอน 7 ตัว และเพศเมีย 9 ตัว)

2) ทำการสุ่มตัวอย่างกล้ามเนื้อสันนอกและกล้ามเนื้อพับในจากสุกรในแต่ละกลุ่มๆ ละ 10 ซ้ำ (เพศผู้ตอน 5 ตัว และเพศเมีย 5 ตัว) เพื่อนำมาศึกษาคุณภาพเนื้อต่อองค์ประกอบทางเคมี ปริมาณนิวคลีโอไทด์ และปริมาณกรดไขมันในกล้ามเนื้อ

3) การศึกษาชนิดของเส้นใยกล้ามเนื้อ เก็บตัวอย่างกล้ามเนื้อสันนอกภายหลังจากสัตว์ตายให้เร็วที่สุด โดยเก็บจากชิ้นเนื้อบริเวณซี่โครงซี่ที่ 11-12 จากซากซีกซ้ายของสุกรแต่ละตัวประมาณ 100 กรัม นำตัวอย่างเนื้อที่ได้แช่ลงในไนโตรเจนเหลวเพื่อรักษาสภาพของโปรตีนแล้วห่อด้วยอลูมิเนียมฟอยด์ หลังจากนั้นบรรจุตัวอย่างลงในกล่องโฟมบรรจุที่มีไนโตรเจนเหลว แล้วขนส่งไปยังสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง นำตัวอย่างไปเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ -40 องศาเซลเซียส เพื่อนำไปศึกษาปริมาณเส้นใยกล้ามเนื้อด้วยเทคนิค qPCR ดัดแปลงจากวิธีของ Wimmers et al. (2008); Hemmings et al. (2009) โดยแบ่งตาม Myosin Heavy Chain (MHC) isoforms ขั้นตอนการศึกษาปริมาณเส้นใยกล้ามเนื้อด้วยเทคนิค qPCR (quantitative PCR) แบ่งออกเป็น

ก. การสกัด RNA และการสังเคราะห์ cDNA: ชั่งตัวอย่างให้ได้น้ำหนักประมาณ 0.2 กรัม เติมสารละลาย Trizol (Invitrogen, Thermo Scientific, Massachusetts, USA) ปริมาตร 2 มิลลิลิตร เพื่อสกัด RNA ทั้งหมดในตัวอย่าง หลังจากนั้นเติมด้วย DNase I (Invitrogen, Thermo Scientific, Massachusetts, USA) เพื่อกำจัด genomic DNA ออกจากตัวอย่าง นำตัวอย่างที่ได้ไปวัดความเข้มข้นของ RNA ด้วยเครื่องวัดค่าการดูดกลืนแสง Spectrophotometer (microplate reader iMark™, Bio-Rad Laboratories, California, USA) ที่ความยาวคลื่น 260 และ 280 นาโนเมตร โดยกำหนดให้อัตราส่วนของ 260/280 นาโนเมตร จากตัวอย่างทั้งหมดต้องอยู่ในช่วง 1.8 ถึง 2.0 จากนั้นทำการสังเคราะห์ First-strand cDNA จากตัวอย่าง RNA ด้วย RevertAid First Strand cDNA synthesis kit (Invitrogen, Thermo Scientific, Massachusetts, USA) โดยการเติม Random primer หลังจากนั้นนำไปบ่มที่อุณหภูมิ 65 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 นาที เติมด้วย Transcription mixture ซึ่งประกอบด้วย First strand 5X buffer 4 μL, Deoxynucleoside triphosphate 2 μL, RevertAid reverse transcriptase 1 μL และ Ribolock RNase inhibitor 1 μL ปรับปริมาตรสุดท้ายของตัวอย่างให้ได้ 20 μL นำไปบ่มที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 นาที และที่อุณหภูมิ 42 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 60 นาที หลังจากนั้นหยุดปฏิกิริยาโดยใช้ความร้อนที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 นาที นำตัวอย่าง cDNA ที่ได้ไปเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ -20 องศาเซลเซียส

ข. การวิเคราะห์ปริมาณด้วย Real-Time PCR: ส่วนประกอบของปฏิกิริยาประกอบด้วยตัวอย่าง cDNA, Forward primers, Reverse primers และ SYBR Green (SensiFast™ SYBR®, Bioline, London, UK) ซึ่งประกอบไปด้วย SYBR Green I dye, DNA polymerase, Deoxynucleoside triphosphate, Deoxyuridine triphosphate และ Stabilizers and enhancers ตามลำดับ Primer ที่ใช้ในการศึกษา Myosin Heavy Chain (MHC) isoforms ดังแสดงในตารางที่ 3.2 ขั้นตอนของปฏิกิริยา Polymerase activation ใช้อุณหภูมิ 95 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 นาที การ Denaturation ใช้อุณหภูมิ 95 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 วินาที จำนวนรอบ 40 รอบ (cycles) ขั้นตอนการ Annealing และ Extension ใช้อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 วินาที เปรียบเทียบความเข้มข้นของตัวอย่างที่วัดได้จากกราฟมาตรฐาน (standard curve) ปริมาณเส้นใยกล้ามเนื้อคำนวณได้จากการหาสัดส่วนของเส้นใยกล้ามเนื้อแต่ละชนิดกับปริมาณเส้นใยกล้ามเนื้อรวมด้วยสมการ

$$\text{rER} = \frac{[1 + \text{E(MHC target gene)}]^{-\text{Ct(MHC target gene)}}}{[1 + \text{E(MHC control gene)}]^{-\text{Ct(MHC control gene)}}}$$

เมื่อ E = PCR reaction efficiencies

rER = relative expression ratio

Ct = cycle threshold

ตารางที่ 3.2 ลำดับ Primer ที่ใช้ในการศึกษา Myosin Heavy Chain (MHC) isoforms

Gene	Primer sequence (5′ to 3′)	Annealing temperature, °C	Accession no.
MHC-I	Forward: AAGGGCTTGAACGAGGAGTAGA	55	AB053226
	Reverse: TTATTCTGCTTCCTCCAAAGGG		
MHC-IIa	Forward: GCTGAGCGAGCTGAAATCC	55	AB025260
	Reverse: ACTGAGACACCAGAGCTTCT		
MHC-IIx	Forward: AGAAGATCAACTGAGTGAACT	55	AB025262
	Reverse: AGAGCTGAGAAACTAACGTG		
MHC-IIb	Forward: ATGAAGAGGAACCACATTA	55	AB025261
	Reverse: TTATTGCCTCAGTAGCTTG		

ที่มา: Wimmers et al. (2008)

4) เก็บตัวอย่างกล้ามเนื้อสันนอกและกล้ามเนื้อพับในจากซากซีกซ้ายของสุกรแต่ละตัวใส่ถุงพลาสติก หลังจากนั้นบรรจุตัวอย่างลงในกล่องโฟมบรรจุที่มีน้ำแข็งเพื่อควบคุมอุณหภูมิแล้วขนส่งตัวอย่างเนื้อไปยังสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง นำตัวอย่างบรรจุลงในถุงสุญญากาศแล้วนำไปเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ -20 องศาเซลเซียส เพื่อนำไปศึกษาคุณภาพเนื้อต่อไป

5) วัดอุณหภูมิและค่าความเป็นกรด-ด่างของกล้ามเนื้อสันนอกและกล้ามเนื้อพับในที่เวลา 48 ชั่วโมงภายหลังสัตว์ตายด้วยเครื่อง pH meter (SG2 - ELK Seven Go, Mettler-Toledo International Inc., Giessen, Germany) และวัดค่าความสว่าง ค่าสีแดง ค่าสีเหลือง โดยนำเนื้อมาตัดผิวหน้าออกเพื่อให้สัมผัสกับอากาศเป็นเวลา 45 นาที (oxygenation) นำไปวัดด้วยเครื่องมือวัดค่าสี (MiniScan EZ, Illuminant D65, 10° standard observer, Hunter Associates Laboratory Inc., Reston, VA, USA) ในระบบ CIE ซึ่งแสดงผลในรูปของ L* (lightness) a* (redness) และ b* (yellowness) ตามวิธีของ AMSA (2012) ดังแสดงในภาพที่ 3.8

ภาพที่ 3.8 การวัดค่าสีเนื้อด้วยเครื่อง MiniScan EZ (Hunter Associates Laboratory Inc., Reston, VA, USA)

6) นำตัวอย่างกล้ามเนื้อสันนอกและกล้ามเนื้อพับในไปวิเคราะห์เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำระหว่างการเก็บรักษา (drip loss) ที่เวลา 48 ชั่วโมงภายหลังสัตว์ตาย ดัดแปลงจากวิธีของ Honikel (1998) โดยตัดชิ้นเนื้อตามแนวขวางของก้อนกล้ามเนื้อให้มีความหนาประมาณ 1 เซนติเมตร จำนวน 2 ชิ้น บันทึกน้ำหนักเริ่มต้น นำชิ้นเนื้อบรรจุในถุงพลาสติกแล้วมัดปากถุงให้แน่น นำไปแขวนในห้องเย็นอุณหภูมิ 0-4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48 ชั่วโมง จากนั้นนำเนื้อออกจากถุง บันทึกน้ำหนักสุดท้าย นำข้อมูลที่ได้มาคำนวณหาเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำระหว่างการเก็บรักษาดังสมการ

$$\text{Drip loss (\%)} = \left(\frac{\text{Final weight (g)} - \text{Initial weight (g)}}{\text{Initial weight (g)}}\right) \times 100$$

7) นำตัวอย่างกล้ามเนื้อสันนอกและกล้ามเนื้อพับในไปวิเคราะห์เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำภายหลังการละลาย (thawing loss) โดยตัดชิ้นเนื้อตามแนวขวางของก้อนกล้ามเนื้อให้มีความหนาประมาณ 1.5 นิ้ว จำนวน 2 ชิ้น บันทึกน้ำหนักเริ่มต้น นำชิ้นเนื้อบรรจุในถุงสุญญากาศ นำไปเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ -20 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48 ชั่วโมง จากนั้นนำเนื้อออกจากถุง บันทึกน้ำหนักสุดท้าย นำข้อมูลที่ได้มาคำนวณหาเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำภายหลังการละลายดังสมการ

$$\text{Thawing loss (\%)} = \left(\frac{\text{Final weight (g)} - \text{Initial weight (g)}}{\text{Initial weight (g)}}\right) \times 100$$

8) นำตัวอย่างกล้ามเนื้อสันนอกและกล้ามเนื้อพับในไปวิเคราะห์เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำระหว่างปรุงสุก (cooking loss) ดัดแปลงจากวิธีของ Wheeler et al. (1997) โดยนำตัวอย่างเนื้อที่ได้จากการวิเคราะห์เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำภายหลังการละลายไปต้มที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที หรืออุณหภูมิใจกลางเนื้อเท่ากับ 70 องศาเซลเซียส โดยใช้เทอร์โมมิเตอร์แทงเข้าไปในใจกลางชิ้นเนื้อเพื่อตรวจสอบอุณหภูมิใจกลางเนื้อ หลังจากนั้นทำให้ตัวอย่างเนื้อเย็นลงโดยแช่ในน้ำไหลผ่านประมาณ 30 นาที หรือจนกระทั่งอุณหภูมิใจกลางเนื้อเท่ากับ 32 องศาเซลเซียส จากนั้นนำเนื้อออกจากถุง บันทึกน้ำหนักสุดท้าย นำข้อมูลที่ได้มาคำนวณหาเปอร์เซ็นต์ของการสูญเสียน้ำหนักในระหว่างการปรุงสุกดังสมการ

$$\text{Cooking loss (\%)} = \left(\frac{\text{Final weight (g)} - \text{Initial weight (g)}}{\text{Initial weight (g)}}\right) \times 100$$

9) นำตัวอย่างกล้ามเนื้อสันนอกและกล้ามเนื้อพับในไปวิเคราะห์ค่าแรงตัดผ่านเนื้อ ดัดแปลงจากวิธีของ Honikel (1998) โดยนำตัวอย่างเนื้อที่ได้จากการวิเคราะห์เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำระหว่างปรุงสุกมาตัดตามแนวความยาวของเส้นใยกล้ามเนื้อให้มีขนาด 1 x 1 x 3 ลูกบาศก์เซนติเมตร (กว้าง x สูง x ลึก) จำนวน 10 ชิ้นต่อตัวอย่าง นำไปวัดค่าแรงตัดผ่านเนื้อด้วยเครื่อง texture analyzer (1011 Universal Testing Machine, Instron corporation, Norwood, MA, USA) พร้อมหัววัด Warner Bratzler (50 kg load cell, 200 mm/min crosshead speed)

10) นำตัวอย่างกล้ามเนื้อสันนอกและกล้ามเนื้อพับในไปวิเคราะห์ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเส้นใยกล้ามเนื้อ (muscle fiber diameter) ดัดแปลงจากวิธีของ Tuma et al. (1962) โดยชั่งน้ำหนักตัวอย่างประมาณ 100 กรัม ตัดชิ้นเนื้อให้มีขนาด 1 x 1 ลูกบาศก์เซนติเมตร นำไปแช่ในสารละลาย 4% neutral formalin เก็บที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 48 ชั่วโมง หลังจากนั้นนำเนื้อไปปั่นด้วยเครื่องปั่นเติมสารละลาย 0.9% NaCl ปริมาตร 50 มิลลิลิตร ลงในเครื่องปั่นแล้วปั่นด้วยความเร็วต่ำเป็นเวลา 30 วินาที จนเนื้อแตกละเอียด หยดสารละลายที่ปั่นได้ลงบนแผ่นสไลด์ นำไปส่องด้วยกล้องจุลทรรศน์ compound microscope (CX-40, Olympus, Hamamatsu, Japan) กำลังขยาย 4 เท่า เพื่อวัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของเส้นใยกล้ามเนื้อด้วย microscope eye-piece camera (Dino-eye, AnMo Electronics Corporation, New Taipei City, Taiwan) และใช้โปรแกรม Dino Capture version 2.0 software ในการประมวลผลภาพ ดังแสดงในภาพที่ 3.9

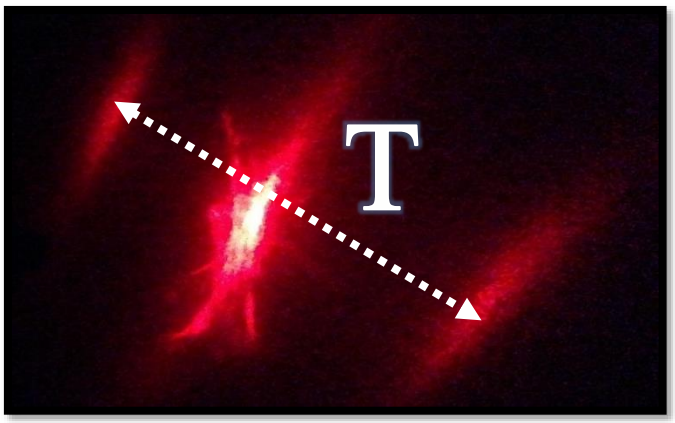
ภาพที่ 3.9 การวัดเส้นผ่านศูนย์กลางเส้นใยกล้ามเนื้อด้วยกล้องจุลทรรศน์ compound microscope และการใช้ซอร์ฟแวร์ Dino Capture version 2.0 software (AnMo Electronics Corporation, New Taipei City, Taiwan) ในการวัดเส้นผ่านศูนย์กลางเส้นใยกล้ามเนื้อ

11) นำตัวอย่างกล้ามเนื้อสันนอกและกล้ามเนื้อพับในไปวิเคราะห์ความยาวซาร์โคเมียร์ (sarcomere length) ดัดแปลงจากวิธีของ Cross et al. (1981); Wheeler et al. (2002a,b) ขั้นตอนแบ่งออกเป็น

ก. การเตรียมสารละลาย: เตรียม solution A (0.1M KCl, 0.039M Boric acid, 5mM EDTA ใน 2-5% glutaraldehyde) โดยเติม KCl 7.46 กรัม boric acid 2.49 กรัม EDTA 1.85

กรัม ละลายในน้ำกลั่น 700 มิลลิลิตร หลังจากนั้นเติม 25% glutaraldehyde 100 มิลลิลิตร ปรับค่าความเป็นกรด-ด่างของสารละลายให้มีค่าประมาณ 6.5-7.0 ปรับปริมาตรสารละลายด้วยน้ำกลั่นให้ได้ปริมาตร 1 ลิตร และเตรียม solution B (0.25M KCl, 0.29M boric acid, 5mM EDTA ใน 2-5% glutaraldehyde) โดยเติม KCl 18.64 กรัม boric acid 17.93 กรัม EDTA 1.86 กรัม ละลายในน้ำกลั่น 700 มิลลิลิตร หลังจากนั้นเติม 25% glutaraldehyde 100 มิลลิลิตร ปรับค่าความเป็นกรด-ด่างของสารละลายให้มีค่าประมาณ 6.5-7.0 ปรับปริมาตรสารละลายด้วยน้ำกลั่นให้ได้ปริมาตร 1 ลิตร

ข. การเตรียมตัวอย่างและการวัดความยาวซาร์โคเมียร์: ชั่งน้ำหนักตัวอย่างประมาณ 100 กรัม ตัดชิ้นเนื้อให้มีขนาด 1 x 1 เซนติเมตร จำนวน 2 ชิ้น นำไปแช่ใน solution A เป็นเวลา 2 ชั่วโมง หลังจากนั้นย้ายชิ้นเนื้อไปแช่ใน solution B เป็นเวลา 17-19 ชั่วโมง นำตัวอย่างเนื้อมาวางบนแผ่นสไลด์ ใช้แท่งแก้วบดชิ้นเนื้อให้แตกเป็นเส้น นำแผ่นสไลด์ที่เตรียมเสร็จแล้วไปทำการวัดหาความยาวซาร์โคเมียร์ด้วยเครื่อง Helium-Neon Laser (SC-31004, IHS Engineering 360, Colorado, USA) โดยใช้ไม้บรรทัดวัดความกว้างของแสงเลเซอร์ที่ทะลุผ่านบนแผ่นสไลด์มายังวัสดุรับภาพดังแสดงในภาพที่ 3.10



ภาพที่ 3.10 ระยะห่างของจุดลำแสงที่ใช้ในการประเมินความยาวซาร์โคเมียร์ (T)

ก. การคำนวณความยาวซาร์โคเมียร์ นำผลที่ได้มาคำนวณหาความยาวซาร์โคเมียร์ด้วยสมการ

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

เมื่อกำหนดให้ μ = ความยาวของซาร์โคเมียร์ (ไมโครเมตร)

D = ระยะห่างระหว่างแผ่นสไลด์กับจอรับภาพ (เซนติเมตร)

T = ระยะห่างของจุดลำแสงที่วัดได้ (เซนติเมตร) / 2

12) นำตัวอย่างกล้ามเนื้อสันนอกและกล้ามเนื้อพับในไปวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของกล้ามเนื้อ ได้แก่ ความชื้น โปรตีน ไขมัน เถ้า ตามวิธีของ AOAC (2000)

13) นำตัวอย่างกล้ามเนื้อสันนอกและกล้ามเนื้อพับในไปวิเคราะห์ปริมาณคอลลาเจน ดัดแปลงจากวิธีของ Hill (1966) ขั้นตอนแบ่งออกเป็น

ก. การสกัดตัวอย่าง: ชั่งน้ำหนักตัวอย่างประมาณ 4 กรัม ใส่ลงหลอดก้นกลม (centrifuge tube ปริมาตร 80 ml พร้อมฝาปิด) เติมสารละลาย ¼ ringer ปริมาตร 20 ml นำไปปั่นด้วยเครื่องโฮโมจีไนเซอร์เพื่อให้ตัวอย่างและสารละลายเข้ากัน (ระวังไม่ให้ตัวอย่างเนื้อติดข้างหลอด) นำไปบ่มในอ่างน้ำควบคุมอุณหภูมิ (water bath) ที่อุณหภูมิ 77 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 66 นาที ทิ้งไว้ให้เย็นที่อุณหภูมิห้อง นำไปปั่นเหวี่ยงที่ความเร็ว 2,500 g เป็นเวลา 10 นาที

ข. การย่อยสลายโปรตีน (Hydrolysis of the protein): ดูดสารละลายส่วนใส (soluble collagen) ใส่ในหลอดแก้วทนความร้อน (hydrolysis tube 35 ml พร้อมฝาปิด) เติมสารละลาย 12 N HCl ปริมาตร 20 มิลลิลิตร เทส่วนตะกอนด้านล่าง (insoluble collagen) ลงในหลอดแก้วทนความร้อน เติมด้วยสารละลาย 6 N HCl ปริมาตร 30 มิลลิลิตร นำหลอดทดลองไปแช่ลงในน้ำมันพาราฟิน (paraffin oil) ที่อุณหภูมิ 110 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง เขย่าหลอดทดลองทุก 30 นาที เป็นเวลา 3 ชั่วโมง หลังจากนั้นตั้งทิ้งไว้ให้เย็นที่อุณหภูมิห้อง นำไปกรองจนได้สารละลายใสและเก็บตัวอย่างที่ได้ลงในขวดรูปชมพู่ (volumetric flask) ปริมาตร 100 ml นำไปปรับค่าความเป็นกรด-ด่างด้วย 0.1 N NaOH ให้ค่า pH อยู่ในช่วง 6.0-7.5 หลังจากนั้นปรับด้วยน้ำกลั่นให้ได้ปริมาตรสุดท้าย 100 มิลลิลิตร เก็บตัวอย่างไว้ในขวดแก้วและนำไปเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส

ค. การตรวจวัดปริมาณคอลลาเจน: เติมสารละลาย chloramines-T ปริมาตร 1 มิลลิลิตร ลงในตัวอย่าง เขย่าให้เข้ากันและตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 20 นาที หลังจากนั้นเติม color reagent ปริมาตร 1 มิลลิลิตร นำไปบ่มในอ่างควบคุมอุณหภูมิที่ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 นาที นำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงด้วยเครื่องวัดค่าการดูดกลืนแสง Spectrophotometer (microplate reader iMark™, Bio-Rad Laboratories, California, USA) ที่ความยาวคลื่น 550 นาโนเมตร นำผลที่ได้มาคำนวณหาปริมาณคอลลาเจนด้วยสมการ

$$\text{mg collagen per gram fresh meat sample} = \frac{c \times f \times 100 \times 8}{1000 \times w}$$

เมื่อ c = ค่าที่อ่านได้จากกราฟ หรือปริมาณ Hydroxyproline (μg/ml) ที่ได้จากตัวอย่าง

f = จำนวนเท่าของการเจือจางสารละลาย

w = น้ำหนักตัวอย่าง (กรัม)

8 = ค่าคงที่ในการเปลี่ยนปริมาณ hydroxyproline ไปเป็นความเข้มข้นของคอลลาเจน

14) นำตัวอย่างกล้ามเนื้อสันนอกและกล้ามเนื้อพับในนำไปวิเคราะห์ปริมาณนิวคลีโอไทด์ (nucleotides) ได้แก่ hypoxanthine, inosine และ inosine 5'-monophosphate (IMP) โดยดัดแปลงจากวิธีของ Tikk (2008) ขั้นตอนแบ่งออกเป็น

ก. การสกัดตัวอย่าง: ชั่งน้ำหนักตัวอย่างประมาณ 1 กรัม ใส่ลงหลอดก้นกลม (วางบนน้ำแข็ง) เติมสารละลาย 0.6 M perchloric acid (PCA) ปริมาตร 3 มิลลิลิตร นำไปปั่นด้วยเครื่องโฮโมจีไนเซอร์เพื่อให้ตัวอย่างและสารละลายเข้ากัน ทิ้งไว้ในน้ำแข็งเป็นเวลา 15 นาที หลังจากนั้นเติมสารละลาย 0.8 M KOH ปริมาตร 2.7 มิลลิลิตร และ KH_2PO_4 ปริมาตร 0.125 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากันเป็นเวลา 10 วินาที ปรับค่าความเป็นกรด-ด่างด้วย KOH หรือ PCA ให้อยู่ในช่วง 7-8 นำไปปั่นเหวี่ยงด้วยความเร็วรอบ 4,000 rpm ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที ดูดสารละลายส่วนใสด้านบนปริมาตร 1 มิลลิลิตร ใส่ในหลอดเอพเพนดรอฟ (eppendorf) นำไปเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ -80 องศาเซลเซียส

ข. การตรวจวัดปริมาณนิวคลีโอไทด์: นำตัวอย่างที่เก็บรักษาไว้ไปละลายที่อุณหภูมิห้อง เมื่อตัวอย่างละลายแล้วนำไปปั่นเหวี่ยงด้วยความเร็วรอบ 10,000 rpm ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 นาที หลังจากนั้นดูดตัวอย่างปริมาตร 10 ไมโครลิตร ฉีดเข้าไปในคอลัมน์ของเครื่อง HPLC (constaMeretric®4100 Bio, Thermo separation products, California, USA) โดยใช้เครื่องวัดชนิด UV detector (spectraSYSTEM UV1000, Thermo separation products, California, USA) ที่ความยาวคลื่น 254 นาโนเมตร ใช้คอลัมน์ชนิด amide 80 (TSKgel®, Tosoh Bioscience, Darmstadt, Germany) โดยมีสารละลายผสมระหว่าง KH_2PO_4 : CH_3CN (30 : 70) เป็น mobile phase อัตราการไหล (flow rate) ที่ 1.0 มิลลิลิตรต่อนาที เปรียบเทียบความเข้มข้นของตัวอย่างที่วัดได้จากกราฟสารละลายมาตรฐาน (ไมโครกรัมต่อกรัมตัวอย่าง)

15) นำตัวอย่างกล้ามเนื้อสันนอกและกล้ามเนื้อพับในไปวิเคราะห์ปริมาณกรดไขมัน (fatty acid compositions) ดัดแปลงจากวิธีของ Raes et al. (2001) ขั้นตอนแบ่งออกเป็น

ก. การสกัดตัวอย่าง: ชั่งตัวอย่างประมาณ 5 กรัม ลงในขวดรูปชมพู่ เติมสารละลาย chloroform:methanol (2:1) ปริมาตร 25 มิลลิลิตร จากนั้นเติมสารละลาย 0.1% BHT (butylated hydroxytoluene) ที่ผสมกับ chloroform ปริมาตร 3 มิลลิลิตร นำไปปั่นด้วยเครื่องโฮโมจีไนเซอร์ที่ความเร็ว 13,500 รอบต่อนาที เป็นเวลา 1 นาที หลังจากนั้นเติมสารละลาย chloroform:methanol (2:1) ปริมาตร 15 มิลลิลิตร ปิดฝาด้วยจุกยาง นำไปบ่มที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 24 ชั่วโมง

จากนั้นนำตัวอย่างมากรอง (Whatman เบอร์ 4) เก็บสารละลายลงในหลอดสกัดตัวอย่าง (extraction tube) ขนาด 100 มิลลิลิตร เติมด้วย chloroform:methanol (2:1) ปริมาตร 30 มิลลิลิตร แยกของเหลวใส่ลงในหลอดสกัดตัวอย่าง เติมด้วยน้ำกลั่นปริมาตร 2 มิลลิลิตร ลงในหลอดสกัดตัวอย่างผสมให้เข้ากัน นำหลอดสกัดตัวอย่างไปปั่นเหวี่ยงที่ความเร็วรอบ 2,500 rpm เป็นเวลา 15 นาที จะได้สารละลายที่แยกออกเป็น 2 ชั้น ดูดของเหลวใสชั้นบนทิ้ง จากนั้นเทใส่กรวย

แยก (separatory funnel) ล้างหลอดสกัดตัวอย่างด้วย chloroform:methanol (2:1) 5 มิลลิลิตร รอให้สารละลายแยกชั้น ไขสารละลายชั้นล่างลงในขวดก้นกลมโดยที่ให้เหลือไว้เล็กน้อย ล้างหลอดสกัดตัวอย่างด้วย chloroform:methanol (2:1) 5 มิลลิลิตร เติมลงไปและเขย่า (โดยที่ถ้าสารละลายไม่แยกชั้นให้เติมน้ำกลั่น หรือถ้าแยกชั้นแล้วแต่สารละลายชั้นบนไม่ใสให้เติม methanol) ไขสารละลายชั้นล่างลงในขวดก้นกลม ล้างกรวยและรอบๆ กรวยแยกด้วย chloroform:methanol (2:1) 5 มิลลิลิตร จากนั้นเขย่าและรอสารละลายแยกชั้นแล้วไขสารละลายชั้นล่างลงในขวดก้นกลม นำไประเหยด้วยเครื่องกลั่นระเหยสารแบบหมุน (rotary evaporator หรือ rotavapor waterbath) ที่ 60 องศาเซลเซียส จนสารละลายภายในแห้ง จากนั้นละลายไขมันในขวดก้นกลมด้วย chloroform 2-3 หยด แล้วค่อยๆ หยดใส่ขวดปรับปริมาตร ล้างครั้งที่ 2 โดยการเติม chloroform 2-3 หยด แล้วดูดล้างรอบๆ ขวด ล้างครั้งที่ 3 ล้าง dropper และล้างกรวย แล้วปรับปริมาตรให้ได้ 10 มิลลิลิตร จึงเทลงในหลอดฝาเกลียว (screw-cap tube) ดูดสารละลายปริมาตร 1 มิลลิลิตร ใส่หลอดฝาเกลียวอีกหลอดหนึ่ง นำไประเหยแห้งด้วยก๊าซไนโตรเจน ปิดด้วยพาราฟิล์ม (parafilm) แล้วนำไปเก็บไว้ที่อุณหภูมิ -20 องศาเซลเซียส

ข. การทำ Fatty acid methylation และการตรวจวัดปริมาณกรดไขมัน: นำตัวอย่างที่ระเหยแห้งมาเติม internal standard (C:19) ปริมาตร 200 ไมโครลิตร นำไประเหยแห้งด้วยก๊าซไนโตรเจน เติมสารละลาย NaOH/MeOH (0.5 N) ปริมาตร 3 มิลลิลิตร นำไปบ่มที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที นำมาเติมด้วยสารละลาย BF3 ปริมาตร 2 มิลลิลิตร นำไปบ่มที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที เติมน้ำกลั่นปริมาตร 2 มิลลิลิตร และเฮกเซน (hexane) ปริมาตร 1 มิลลิลิตร นำไปเข้าเครื่องปั่นเหวี่ยงที่ความเร็วรอบ 2500 rpm เป็นเวลา 5 นาที ดูดของเหลวชั้นบนใส่ขวด vial เป่าให้แห้งด้วยก๊าซไนโตรเจน ปิดหลอดด้วยพาราฟิล์มและนำไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิ -18 องศาเซลเซียส เมื่อต้องการวิเคราะห์ปริมาณองค์ประกอบของกรดไขมันให้เติมด้วยเฮกเซนปริมาตร 1 มิลลิลิตร เพื่อฉีดสารละลายเข้าเครื่อง GC (YL6500, YL instruments, Hogye-dong, Anyang, Korea) โดยใช้เครื่องวัดชนิด flame ionization detector (FID) detector คอลัมน์ SUPLECO SP-2560 (Merck KGaA, Darmstadt, Germany) และใช้แก๊สฮีเลียม (Helium, He) เป็น mobile phase อัตราการไหลที่ 1.3 มิลลิลิตรต่อนาที ใช้เวลาในการแยกสารประกอบ 70 นาที ที่อุณหภูมิ 260 องศาเซลเซียส เปรียบเทียบความเข้มข้นของตัวอย่างที่วัดได้จากกราฟสารละลายมาตรฐาน (มิลลิกรัมต่อ 100 กรัมตัวอย่าง)

3.1.5 การวิเคราะห์ข้อมูล

1) ข้อมูลสมรรถภาพการเจริญเติบโตรายงานเป็นค่าเฉลี่ยของกลุ่มเชิงพรรณา
2) วิเคราะห์ข้อมูลคุณภาพซากและคุณภาพเนื้อ โดยใช้แบบหุ่นการทดลองดังนี้

$$Y_{ijk} = \mu + A_i + B_j + A_iB_j + \epsilon_{ijk}$$

Y_{ijk} = ค่าสังเกตของลักษณะที่ศึกษา

μ = ค่าเฉลี่ยทั้งหมดของค่าสังเกตที่ต้องการศึกษา

A_i = อิทธิพลของสายพันธุ์สุกร

B_j = อิทธิพลของเพศสุกร

A_iB_j = อิทธิพลร่วมของสายพันธุ์สุกรและเพศของสุกร

ϵ_{ijk} = ค่าความคลาดเคลื่อน

3) เปรียบเทียบอิทธิพลของพันธุ์ เพศ และอิทธิพลร่วมระหว่างพันธุ์และเพศโดยใช้สถิติแบบหุ่นเส้นตรงทั่วไป (General Linear Model, GLM) ในกรณีที่พบอิทธิพลร่วมระหว่างพันธุ์และเพศให้เปรียบเทียบ 6 กลุ่มทดลอง (6 treatment combinations) ด้วย simple interaction effect แต่ถ้าไม่พบอิทธิพลร่วมให้เปรียบเทียบความแตกต่างของปัจจัยด้านพันธุ์ด้วย Duncan's Multiple Range Test ด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป SPSS version 17.0 (SPSS Inc., Chicago, IL, USA)

3.2 การทดลองที่ 2 : การศึกษาเปรียบเทียบคุณภาพซากและคุณภาพเนื้อของสุกรขุนลูกผสมสามสายที่เกิดจากพ่อสุกรพันธุ์ปากช่อง 5 และสุกรขุนลูกผสมสามสายที่เกิดจากพ่อสุกรพันธุ์ทางการค้าที่มีพันธุกรรมใกล้เคียงกับสุกรพันธุ์ปากช่อง 5

3.2.1 การเตรียมสัตว์ทดลอง

1) จัดซื้อสุกรขุนลูกผสมสามสายที่เกิดจากพ่อสุกรพันธุ์ปากช่อง 5 (CP5) สุกรขุนลูกผสมสามสายที่เกิดจากพ่อสุกรพันธุ์ทางการค้า (CB1) และสุกรขุนลูกผสมสามสายที่เกิดจากพ่อสุกรพันธุ์ทางการค้า (CB2) ทั้งเพศผู้ตอนและเพศเมียอย่างละ 8 ตัวต่อกลุ่ม ที่มีน้ำหนักตัวใกล้เคียงกันประมาณ 100 กิโลกรัม เข้าสู่การทดลอง

2) สุกรพ่อพันธุ์ที่ใช้ในการศึกษานี้ทั้ง 3 กลุ่ม เป็นสุกรที่มีส่วนผสมทางพันธุกรรมระหว่างสุกรพันธุ์ดูร็อคและพันธุ์เปียแตรง โดยพ่อสุกรพันธุ์ปากช่อง 5 มีอัตราส่วนพันธุกรรมของดูร็อค : เปียแตรง คือ 62.5 : 37.5 ในขณะที่สุกรพ่อพันธุ์ทางการค้าทั้ง 2 กลุ่ม (CB1 และ CB2) ไม่สามารถระบุอัตราส่วนพันธุกรรมของดูร็อค : เปียแตรงได้ด้วยเหตุผลทางการค้า

3) สุกรลูกผสมสามสายในแต่ละกลุ่มถูกผลิตโดยใช้แม่สุกรสองสาย (ลาร์จไวท์ x แลนด์เรซ) จากฟาร์มสุกรแต่ละแห่ง และได้รับอาหารและการจัดการเลี้ยงดูที่แตกต่างกัน สุกรขุนลูกผสมสามสายที่เกิดจากพ่อสุกรพันธุ์ปากช่อง 5 (CP5) เป็นสุกรที่ผลิตจากฟาร์มสุกร DK Interfood อ.โชคชัย จ.นครราชีมา สุกรขุนลูกผสมสามสายที่เกิดจากสุกรพ่อพันธุ์ทางการค้า 1 เป็นสุกรที่ผลิตจากฟาร์มสุกรเอกชนในโครงการของบริษัท ตั้งอยู่ที่ อ.บำเหน็จณรงค์ จ.ชัยภูมิ ระยะทางจากฟาร์มถึงโรงฆ่าประมาณ 140 กิโลเมตร และสุกรขุนลูกผสมสามสายที่เกิดจากสุกรพ่อพันธุ์ทางการค้า 2

เป็นสุกรที่ผลิตจากฟาร์มสุกรเอกชนในโครงการของบริษัท ตั้งอยู่ที่ อ.สูงเนิน จ.นครราชสีมา ระยะทางจากฟาร์มถึงโรงฆ่าประมาณ 50 กิโลเมตร

4) สุกรพ่อพันธุ์ที่ใช้ในการศึกษามีการคัดเลือกลักษณะเด่นประจำสายพันธุ์ที่แตกต่างกันไป สุกรขุนลูกผสมสามสายที่เกิดจากสุกรพ่อพันธุ์ทางการค้า 1 (CB1) และสุกรขุนลูกผสมสามสายที่เกิดจากพ่อสุกรพันธุ์ปากช่อง 5 (CP5) ได้รับการคัดเลือกให้มีลักษณะเด่นในด้านอัตราการเจริญเติบโต ในขณะที่สุกรขุนลูกผสมสามสายที่เกิดจากสุกรพ่อพันธุ์ทางการค้า 2 (CB2) ได้รับการคัดเลือกให้มีลักษณะเด่นในด้านประสิทธิภาพการใช้อาหาร (กมล ฉวีวรรณ. 2561)

3.2.2 การศึกษาคุณภาพซาก

1) การศึกษาคุณภาพซากใช้สุกรทั้งหมด 48 ตัว กลุ่มทดลองแบ่งออกเป็น 3 กลุ่มๆ ละ 16 ตัว ประกอบด้วย กลุ่มที่ 1 สุกรขุนลูกผสมสามสายที่เกิดจากพ่อสุกรพันธุ์ปากช่อง 5 (เพศผู้ตอน 8 ตัว และเพศเมีย 8 ตัว) กลุ่มที่ 2 สุกรขุนลูกผสมสามสายที่เกิดจากพ่อสุกรพันธุ์ทางการค้า 1 (เพศผู้ตอน 8 ตัว และเพศเมีย 8 ตัว) และกลุ่มที่ 3 สุกรขุนลูกผสมสามสายที่เกิดจากพ่อสุกรพันธุ์ทางการค้า 2 (เพศผู้ตอน 8 ตัว และเพศเมีย 8 ตัว)

2) เมื่อสุกรมีน้ำหนักตัวประมาณ 100 กิโลกรัม ขนส่งสุกรไปยังโรงฆ่าสุกร DK Interfoods สุกรขุนลูกผสมสามสายที่เกิดจากพ่อสุกรพันธุ์ปากช่อง 5 ในการทดลองนี้ถูกเลี้ยงอยู่ที่ฟาร์มสุกรของโรงฆ่า DK Interfoods และถูกอดอาหารล่วงหน้า 1 คืนก่อนกำหนดการฆ่า ในขณะที่สุกรขุนลูกผสมสามสายที่เกิดจากสุกรพ่อพันธุ์ทางการค้าทั้ง 2 กลุ่ม (CB1 และ CB2) ถูกอดอาหารก่อนการขนส่งมายังโรงฆ่าเพียงเล็กน้อย การขนส่งสุกรขุนลูกผสมสามสายที่เกิดจากสุกรพ่อพันธุ์ทางการค้า 1 (CB1) จากฟาร์มมายังโรงฆ่าใช้เวลาประมาณ 2 ชั่วโมง ในขณะที่การขนส่งสุกรขุนลูกผสมสามสายที่เกิดจากสุกรพ่อพันธุ์ทางการค้า 2 (CB2) จากฟาร์มมายังโรงฆ่าใช้เวลาประมาณ 1 ชั่วโมง รวมระยะพักสุกรก่อนฆ่าอีกประมาณ 2 ชั่วโมง จึงนำสุกรขุนทั้ง 3 กลุ่มเข้าฆ่าพร้อมกัน

3) ในแต่ละรอบจะมีสุกรทั้ง 3 กลุ่มเข้าฆ่าจำนวน 6 ตัวต่อกลุ่ม ขั้นตอนการฆ่าประกอบด้วย พักสุกรก่อนฆ่า 2 ชั่วโมง ทำสลบโดยการช๊อตด้วยไฟฟ้า แทงคอเอาเลือดออก ลวกซาก ขูดขน เอาเครื่องในออก แบ่งซากออกเป็น 2 ซีก และล้างทำความสะอาด

4) บันทึกน้ำหนักมีชีวิต น้ำหนักซากอุ่น และบันทึกความยาวซากจากซากซีกซ้ายของสุกรแต่ละตัว

5) บันทึกขนาดพื้นที่หน้าตัดเนื้อสันลงบนแผ่นพลาสติกใสโดยวัดที่ตำแหน่งกล้ามเนื้อสันนอกระหว่างซี่โครงซี่ที่ 10 และ 11 หลังจากนั้นนำไปวัดพื้นที่หน้าตัดเนื้อสันด้วยเครื่อง area meter (LI-3100C, LI-COR Inc. Lincoln, NE, USA) และบันทึกความหนาไขมันสันหลังจากซากซีกซ้ายของสุกรแต่ละตัวทั้งหมด 5 ตำแหน่ง (BF_1-BF_5) หลังจากนั้นนำมาคำนวณเป็นค่าเฉลี่ยความหนาไขมันสันหลังของซากสุกร

6) บันทึกค่าดัชนี LSQ จากซากซีกซ้ายของสุกรแต่ละตัว (จุฑารัตน์ เศรษฐกุล และคณะ, 2553)

7) บันทึกอุณหภูมิและค่าความเป็นกรด-ด่างของกล้ามเนื้อที่เวลา 45 นาที และ 24 ชั่วโมงภายหลังสัตว์ตายด้วยเครื่อง pH meter (SG2 - ELK Seven Go, Mettler-Toledo International Inc., Germany) โดยวัดที่ตำแหน่งกล้ามเนื้อสันนอกระหว่างซี่โครงซี่ที่ 10 และ 11 จากซากซีกซ้ายของสุกรแต่ละตัว

8) เก็บตัวอย่างกล้ามเนื้อสันนอกจากซากซีกซ้ายของสุกรแต่ละตัวใส่ถุงพลาสติก หลังจากนั้นบรรจุตัวอย่างลงในกล่องโฟมบรรจุที่มีน้ำแข็งเพื่อควบคุมอุณหภูมิ แล้วขนส่งตัวอย่างเนื้อไปยังสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง นำตัวอย่างบรรจุลงในถุงสุญญากาศแล้วนำไปเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ -20 องศาเซลเซียส เพื่อนำไปศึกษาคุณภาพเนื้อต่อไป

3.2.3 การศึกษาคุณภาพเนื้อ

1) ในการศึกษาคุณภาพเนื้อต่อลักษณะทางกายภาพ ใช้ตัวอย่างกล้ามเนื้อจากสุกรทั้ง 3 กลุ่มๆ ละ 16 ตัว (เพศผู้ตอน 8 ตัว และเพศเมีย 8 ตัว)

2) ทำการสุ่มตัวอย่างจากสุกรในแต่ละกลุ่มๆ ละ 10 ตัวอย่าง (เพศผู้ตอน 5 ตัว และเพศเมีย 5 ตัว) เพื่อนำมาศึกษาคุณภาพเนื้อต่อองค์ประกอบทางเคมี และปริมาณนิวคลีโอไทด์ในกล้ามเนื้อ

3) ภายหลังสัตว์ตายที่ 48 ชั่วโมง ทำการวัดอุณหภูมิ และค่าความเป็นกรด-ด่างของกล้ามเนื้อสันนอก และค่าความสว่าง ค่าความแดง ค่าความเหลืองด้วยเครื่องมือวัดค่าสี (MiniScan EZ, Illuminant D65, 10° standard observer, Hunter Associates Laboratory Inc., Reston, VA, USA) ในระบบ CIE ซึ่งแสดงผลในรูปของ L* a* และ b* ตามวิธีของ AMSA (2012)

4) นำตัวอย่างไปวิเคราะห์เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำระหว่างการเก็บรักษา เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำระหว่างการละลาย และเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำระหว่างปรุงสุก หลังจากนั้นนำเนื้อไปวิเคราะห์ค่าแรงตัดผ่านเนื้อด้วยเครื่อง texture analyzer (1011 Universal Testing Machine, Instron corporation, Norwood, MA, USA) พร้อมหัววัด Warner Bratzler (50 kg load cell, 200 mm/min crosshead speed) ดัดแปลงจากวิธีของ Wheeler et al. (1997); Honikel (1998)

5) นำตัวอย่างกล้ามเนื้อสันนอกไปวิเคราะห์ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเส้นใยกล้ามเนื้อ ดัดแปลงจากวิธีของ Tuma et al. (1962)

6) นำตัวอย่างกล้ามเนื้อสันนอกไปวิเคราะห์ความยาวซาร์โคเมียร์ดัดแปลงจากวิธีของ Cross et al. (1981); Wheeler et al. (2002a,b)

7) นำตัวอย่างกล้ามเนื้อสันนอกไปวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี ได้แก่ ความชื้น โปรตีน ไขมัน และเถ้า ตามวิธีของ AOAC (2000)

8) นำตัวอย่างกล้ามเนื้อสันนอกไปวิเคราะห์ไปวิเคราะห์ปริมาณคอลลาเจน ดัดแปลงจากวิธีของ Hill (1966)

9) นำตัวอย่างกล้ามเนื้อสันนอกไปวิเคราะห์ปริมาณนิวคลีโอไทด์ ได้แก่ hypoxanthine inosine และ inosine 5'-monophosphate (IMP) ดัดแปลงจากวิธีของ Tikk (2008)

3.2.4 การวิเคราะห์ข้อมูล

1) วิเคราะห์ข้อมูลคุณภาพซากและคุณภาพเนื้อ โดยใช้แบบหุ่นการทดลองดังนี้

$$Y_{ijk} = \mu + A_i + B_j + A_iB_j + \epsilon_{ijk}$$

Y_{ijk} = ค่าสังเกตของลักษณะที่ศึกษา
μ = ค่าเฉลี่ยทั้งหมดของค่าสังเกตที่ต้องการศึกษา
A_i = อิทธิพลของพ่อพันธุ์สุกร
B_j = อิทธิพลของเพศสุกร
A_iB_j = อิทธิพลร่วมของพ่อพันธุ์สุกรและเพศของสุกร
ϵ_{ijk} = ค่าความคลาดเคลื่อน

2) เปรียบเทียบอิทธิพลของพ่อพันธุ์สุกร เพศ และอิทธิพลร่วมระหว่างพ่อพันธุ์สุกรและเพศโดยใช้สถิติแบบหุ่นเส้นตรงทั่วไป (General Linear Model, GLM) ในกรณีที่พบอิทธิพลร่วมระหว่างพ่อพันธุ์สุกรและเพศให้เปรียบเทียบ 6 กลุ่มทดลอง (6 treatment combinations) ด้วย simple interaction effect แต่ถ้าไม่พบอิทธิพลร่วมให้เปรียบเทียบความแตกต่างของปัจจัยด้านพ่อพันธุ์สุกรด้วย Duncan's Multiple Range Test ด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป SPSS version 17.0 (SPSS Inc., Chicago, IL, USA)

บทที่ 4
ผลการทดลองและวิจารณ์ผล

4.1 การทดลองที่ 1 การศึกษาเปรียบเทียบคุณภาพซากและคุณภาพเนื้อของสุกรพันธุ์ปากช่อง 5 สุกรขุนลูกผสมสามสายที่เกิดจากพ่อสุกรพันธุ์ปากช่อง 5 และสุกรขุนลูกผสมสามสายที่เกิดจากพ่อสุกรพันธุ์ดูร็อค

4.1.1 อิทธิพลของพันธุ์และเพศต่อสมรรถภาพการเจริญเติบโตของสุกรขุน

การศึกษานี้เป็นการทดสอบสมรรถภาพการเจริญเติบโตของสุกรพันธุ์แท้ปากช่อง 5 (P5) สุกรขุนลูกผสมสามสายที่เกิดจากพ่อสุกรพันธุ์ปากช่อง 5 (CP5) และสุกรขุนลูกผสมสามสายที่เกิดจากพ่อสุกรพันธุ์ดูร็อค (CD) โดยสุกรพ่อพันธุ์ดูร็อคที่ใช้ในการทดลองมาจากฟาร์มโรงสีประเสริฐ จ.บุรีรัมย์ ซึ่งเป็นฟาร์มสุกรเอกชนขนาดใหญ่ที่มีการพัฒนาสายพันธุ์สุกรเพื่อใช้ภายในฟาร์มและจำหน่ายพันธุกรรมให้แก่เกษตรกรในจังหวัดใกล้เคียงเพื่อนำไปใช้เป็นพ่อพันธุ์สุดท้ายในการผลิตสุกรลูกผสมสามสาย ในส่วนของแม่พันธุ์สุกรสองสาย (ลาร์จไวท์ x แลนด์เรซ) ที่ใช้ในการทดลองได้จากวสันต์ฟาร์ม อ.สูงเนิน จ.นครราชสีมา ในการทดสอบสมรรถภาพการเจริญเติบโตจะนำสุกรขุนทั้ง 3 กลุ่มไปเลี้ยงในโรงเรือนระบบเปิดเดียวกันที่วสันต์ฟาร์ม สุกรทุกกลุ่มจะได้รับอาหารและการจัดการเลี้ยงดูเช่นเดียวกัน การทดสอบสมรรถภาพการเจริญเติบโตในการศึกษานี้ไม่มีการเปรียบเทียบความแตกต่างทางสถิติ ทั้งนี้เนื่องมาจากสุกรในแต่ละกลุ่มทดลองทั้งหมด 16 ตัว จะถูกนำไปเลี้ยงรวมในคอกเดียวกันทั้งสุกรเพศผู้ตอนและเพศเมีย ไม่สามารถบันทึกปริมาณอาหารที่กินเป็นรายตัวได้ จึงทำให้ประเมินได้เพียงปริมาณอาหารที่กินและประสิทธิภาพการใช้อาหารเป็นรายกลุ่มเท่านั้น ในขณะที่สุกรจะถูกนำมาชั่งน้ำหนักก่อนการทดสอบและเมื่อสิ้นสุดการทดสอบเป็นรายตัว จึงสามารถประเมินอัตราการเจริญเติบโตของสุกรในแต่ละกลุ่มและในแต่ละเพศได้

การศึกษาอิทธิพลของพันธุ์ต่อสมรรถภาพการเจริญเติบโตของสุกรขุนดังแสดงในตารางที่ 4.1 ผลการศึกษาพบว่าสุกรขุนพันธุ์แท้ปากช่อง 5 สุกรขุนลูกผสมสามสายที่เกิดจากพ่อสุกรพันธุ์ปากช่อง 5 และสุกรขุนลูกผสมสามสายที่เกิดจากพ่อสุกรพันธุ์ดูร็อค มีน้ำหนักตัวเฉลี่ยเมื่อเริ่มต้นการทดสอบเท่ากับ 24.63±2.73 21.06±3.34 และ 21.15±2.43 กิโลกรัมต่อตัว ตามลำดับ เมื่อสิ้นสุดการทดสอบที่ 108 วัน สุกรขุนทั้ง 3 กลุ่มมีน้ำหนักตัวเฉลี่ยเท่ากับ 93.13±10.51 99.25±11.63 และ 105.03±10.87 กิโลกรัมต่อตัว ตามลำดับ อัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยเท่ากับ 634.26±97.28 723.96±107.69 และ 776.68±100.63 กรัมต่อตัวต่อวัน ตามลำดับ ปริมาณอาหารที่กินเฉลี่ยเท่ากับ 297.5 286.56 และ 286.56 กิโลกรัมต่อตัว ตามลำดับ และมีประสิทธิภาพการใช้อาหารเท่ากับ 4.34 3.66 และ 3.42 ตามลำดับ ผลการศึกษาที่ได้แสดงให้เห็นว่าสุกรขุนลูกผสมสามสายทั้งสองกลุ่ม (CP5 และ CD) มีอัตราการเจริญเติบโตและประสิทธิภาพการใช้อาหารดีกว่าสุกรขุนพันธุ์แท้

ปากช่อง 5 ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาก่อนหน้านี้ที่รายงานว่าสุกรลูกผสมจะมีสมรรถภาพการเจริญเติบโตดีกว่าสุกรพันธุ์แท้ (Wilson and Johnson. 1981; McLaren et al. 1987; Jiang et al. 2012; Permentier et al. 2013) ทั้งนี้การที่สุกรขุนลูกผสมสามสายทั้งสองกลุ่มมีสมรรถภาพการเจริญเติบโตที่ดีกว่าสุกรขุนพันธุ์แท้ปากช่อง 5 น่าจะเป็นผลมาจากอิทธิพลของเฮตเตอร์โรซีสที่เกิดขึ้นจากการผสมข้ามระหว่างพันธุ์ (crossbreeding) กับแม่พันธุ์สุกรสองสาย (ลาร์จไวท์ x แลนด์เรซ) ซึ่งเป็นลักษณะเด่นที่เกิดขึ้นในสุกรลูกผสม (รณชัย สิทธิไกรพงษ์. 2540; Frankham. 1996; Cassady et al. 2002) นอกจากนี้จากผลการศึกษาแสดงให้เห็นว่าสุกรขุนลูกผสมสามสายที่เกิดจากพ่อสุกรพันธุ์ดูร็อคมีอัตราการเจริญเติบโตและประสิทธิภาพการใช้อาหารดีที่สุด จากการศึกษาของ Morales et al. (2013) รายงานว่าสุกรพันธุ์เปียแตรงมีอัตราการเจริญเติบโตต่ำกว่าสุกรพันธุ์ดูร็อค และการศึกษาของ McCann et al. (2008) ที่รายงานว่าสุกรลูกผสมเปียแตรง x (แลนด์เรซ x ลาร์จไวท์) มีอัตราการเจริญเติบโตต่ำกว่าสุกรลูกผสมดูร็อค x (แลนด์เรซ x ลาร์จไวท์) ทั้งนี้สุกรพันธุ์ปากช่อง 5 มีพันธุกรรมของสุกรพันธุ์เปียแตรงอยู่ถึงร้อยละ 37.5 จึงอาจเป็นผลทำให้สุกรขุนพันธุ์แท้ปากช่อง 5 และสุกรขุนลูกผสมสามสายที่เกิดจากพ่อสุกรพันธุ์ปากช่อง 5 มีอัตราการเจริญเติบโตที่ต่ำกว่าสุกรขุนลูกผสมสามสายที่เกิดจากพ่อสุกรพันธุ์ดูร็อค

การศึกษาอิทธิพลของเพศต่อสมรรถภาพการเจริญเติบโตของสุกรขุนดังแสดงในตารางที่ 4.1 ผลการศึกษาพบว่าสุกรขุนเพศเมียและสุกรขุนเพศผู้ตอนมีน้ำหนักตัวเฉลี่ยเมื่อเริ่มต้นการทดสอบเท่ากับ 21.61±3.36 และ 22.95±3.07 กิโลกรัมต่อตัว ตามลำดับ เมื่อสิ้นสุดการทดสอบที่ 108 วัน สุกรขุนเพศเมียและสุกรขุนเพศผู้ตอนมีน้ำหนักตัวเฉลี่ยเท่ากับ 97.30±10.30 และ 100.97±13.30 กิโลกรัมต่อตัว ตามลำดับ อัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยเท่ากับ 700.87±100.75 และ 722.39±131.26 กรัมต่อตัวต่อวัน ตามลำดับ ผลการศึกษาในครั้งนี้แสดงให้เห็นว่าสุกรขุนเพศผู้ตอนมีอัตราการเจริญเติบโตที่ดีกว่าสุกรขุนเพศเมีย ถึงแม้ว่า ชัยณรงค์ คันธพนิต (2529); จุฑารัตน์ เศรษฐกุล (2540) จะกล่าวว่าสุกรเพศเมียมีอัตราการเจริญเติบโตที่ดีกว่าสุกรเพศผู้ตอน แต่ก็มีการศึกษาก่อนหน้านี้ที่รายงานว่าสุกรเพศผู้ตอนมีอัตราการเจริญเติบโตและปริมาณอาหารที่กินสูงกว่าสุกรเพศเมีย (Latorre et al. 2003; Morales et al. 2013) ทั้งนี้อาจจะเป็นผลมาจากสุกรขุนเพศผู้ตอนกินอาหารได้มากกว่าสุกรขุนเพศเมียจึงทำให้มีอัตราการเจริญเติบโตที่สูงกว่า อย่างไรก็ตามจากการศึกษาในครั้งนี้ไม่สามารถประเมินปริมาณอาหารที่กินและประสิทธิภาพการใช้อาหารของสุกรทั้งสองเพศได้ เนื่องมาจากสุกรแต่ละกลุ่มถูกนำไปเลี้ยงรวมในคอกเดียวกันโดยไม่แยกเพศ จึงไม่สามารถบันทึกปริมาณอาหารที่กินเป็นรายตัวได้ดังที่ได้กล่าวไปแล้วข้างต้น

ตารางที่ 4.1 อิทธิพลของพันธุ์และเพศต่อสมรรถภาพการเจริญเติบโตของสุกรขุน[1]

ลักษณะที่ศึกษา	พันธุ์[2]			เพศ	
	P5 (n=16)	**CP5 (n=16)**	**CD (n=16)**	**เมีย (n=24)**	**ผู้ตอน (n=24)**
น้ำหนักเริ่มต้น (กิโลกรัม/ตัว)	24.63	21.06	21.15	21.61	22.95
ค่าต่ำสุด (กิโลกรัม/ตัว)	20.00	14.00	18.00	14.00	16.00
ค่าสูงสุด (กิโลกรัม/ตัว)	28.00	26.00	25.00	28.00	28.00
ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	2.73	3.34	2.43	3.36	3.07
น้ำหนักสิ้นสุด (กิโลกรัม/ตัว)	93.13	99.25	105.03	97.30	100.97
ค่าต่ำสุด (กิโลกรัม/ตัว)	70.00	85.00	88.00	76.00	70.00
ค่าสูงสุด (กิโลกรัม/ตัว)	112.00	130.00	125.00	119.00	130.00
ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	10.51	11.63	10.87	10.30	13.30
น้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้น (กิโลกรัม/ตัว)	68.50	78.19	83.88	75.69	78.02
ค่าต่ำสุด (กิโลกรัม/ตัว)	45.38	63.94	66.94	51.38	45.38
ค่าสูงสุด (กิโลกรัม/ตัว)	87.38	108.94	103.94	97.94	108.94
ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	10.51	11.63	10.87	10.88	14.18
อัตราการเจริญเติบโต (กรัม/ตัว/วัน)	634.26	723.96	776.68	700.87	722.39
ค่าต่ำสุด (กรัม/ตัว/วัน)	420.14	592.01	619.79	475.69	420.14
ค่าสูงสุด (กรัม/ตัว/วัน)	809.03	1,008.68	962.38	906.83	1,008.68
ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	97.28	107.69	100.63	100.75	131.26
ปริมาณอาหารที่กิน (กิโลกรัม/ตัว)	297.5	286.56	286.56	N/A	N/A
ประสิทธิภาพการใช้อาหาร	4.34	3.66	3.42	N/A	N/A

[1]สมรรถภาพการผลิตของสุกรขุนเป็นค่าเฉลี่ยจากการทดสอบแบบกลุ่ม ไม่มีการเปรียบเทียบทางสถิติ ระยะเวลาในการทดสอบสมรรถภาพการเจริญเติบโตเท่ากับ 108 วัน

[2]P5 = สุกรขุนพันธุ์แท้ปากช่อง 5, CP5 = สุกรขุนลูกผสมสามสายที่เกิดจากพ่อสุกรพันธุ์ปากช่อง 5, CD = สุกรขุนลูกผสมสามสายที่เกิดจากพ่อสุกรพันธุ์ดูร็อค

N/A = ไม่มีข้อมูล

การศึกษาอิทธิพลของพันธุ์และเพศต่อความหนาไขมันสันหลังและความลึกของกล้ามเนื้อสันนอกของสุกรขุนดังแสดงในตารางที่ 4.2 ข้อมูลที่ได้จากการศึกษานี้เป็นการประเมินด้วยเครื่องอัลตราซาวน์ที่ตำแหน่งซี่โครงซี่สุดท้าย (P2) ในขณะที่สุกรยังมีชีวิตเมื่อสิ้นสุดการทดสอบสมรรถภาพการเจริญเติบโตที่ 108 วัน ผลการศึกษาพบว่าพันธุ์ เพศ และอิทธิพลร่วมระหว่างพันธุ์และเพศไม่มีผลต่อความหนาไขมันสันหลังและความลึกของกล้ามเนื้อสันนอกของสุกรขุน ($P>0.05$) ซึ่งสอดคล้องกับการทดลองของ McCann et al. (2008) รายงานว่าสุกรพันธุ์ดูร็อค สุกรลูกผสมดูร็อค x (แลนด์เรซ x ลาร์จไวท์) และสุกรลูกผสมเปียแตรง x (แลนด์เรซ x

ลาร์จไวท์) มีความลึกของกล้ามเนื้อสันนอกและความหนาของไขมันสันหลังที่ตำแหน่งซี่โครงซี่สุดท้าย (last rib) ไม่แตกต่างกัน (P>0.05) อย่างไรก็ตามจากการศึกษานี้แสดงให้เห็นว่าเมื่อนำสุกรพ่อพันธุ์ปากช่อง 5 ไปผสมข้ามพันธุ์กับแม่สุกรสองสาย (ลาร์จไวท์ x แลนด์เรซ) มีผลทำให้สุกรขุนลูกผสมสามสายที่เกิดจากพ่อสุกรพันธุ์ปากช่อง 5 มีความหนาไขมันสันหลังเพิ่มขึ้น (P>0.05) ถึงแม้ว่าการศึกษาก่อนหน้านี้จะรายงานว่าสุกรพันธุ์เปียแตรงมีไขมันในซากและความหนาไขมันสันหลังที่ต่ำกว่าสุกรพันธุ์ดูร็อค (Edwards et al. 2003; Edwards et al. 2006; Alonso et al. 2009; Morales et al. 2012) แต่จากการศึกษาของ Latorre et al. (2016) รายงานว่าสุกรลูกผสมเปียแตรง x ลาร์จไวท์ มีความหนาไขมันสันหลังสูงกว่าสุกรพันธุ์ดูร็อค และสุกรลูกผสมดูร็อค x ลาร์จไวท์ (P<0.05) ทั้งนี้อาจจะเป็นผลทำให้เมื่อนำพ่อสุกรพันธุ์ปากช่อง 5 ที่มีพันธุกรรมของสุกรพันธุ์เปียแตรงอยู่ร้อยละ 37.5 ไปผสมข้ามกับแม่สุกรสองสาย (แลนด์เรซ x ลาร์จไวท์) สุกรขุนลูกผสมสามสายที่เกิดจากพ่อสุกรพันธุ์ปากช่อง 5 ที่ได้จึงมีความหนาไขมันสันหลังที่สูงขึ้น

เมื่อพิจารณาถึงผลการประเมินความหนาไขมันสันหลังและความลึกของกล้ามเนื้อสันนอกด้วยเครื่องอัลตราซาวน์จากการศึกษาในครั้งนี้พบว่า ผลที่ได้มีความคลาดเคลื่อนไปจากการประเมินความหนาไขมันสันหลังและขนาดพื้นที่หน้าตัดเนื้อสันที่ซากสุกรโดยตรง (ตารางที่ 4.3) ซึ่งมีความแม่นยำมากกว่า อย่างไรก็ตามการประเมินด้วยเครื่องอัลตราซาวน์ก็ยังเป็นวิธีการที่ยอมรับให้ใช้ในการประเมินเกรดซากสุกรตามมาตรฐานสหภาพยุโรป ทั้งนี้ความแม่นยำหรือความคลาดเคลื่อนที่เกิดขึ้นอาจเป็นผลมาจากตำแหน่งที่ใช้ในการประเมิน หรืออาจเกิดจากข้อจำกัดในส่วนของการรวบรวมข้อมูลและการปรับสมการที่ใช้ในการคำนวณของเครื่องให้เหมาะสมกับสุกรแต่ละสายพันธุ์

ตารางที่ 4.2 อิทธิพลของพันธุ์และเพศต่อความหนาไขมันสันหลังและความลึกของกล้ามเนื้อสันนอกของสุกรขุนจากการประเมินด้วยเครื่องอัลตราซาวน์[1]

ลักษณะที่ศึกษา[2]	พันธุ์[3]			เพศ		SEM	P-value		
	P5 (n=16)	CP5 (n=16)	CD (n=16)	เมีย (n=24)	ผู้ตอน (n=24)		พันธุ์	เพศ	พันธุ์*เพศ
BF (มิลลิเมตร)	8.07	13.23	10.09	10.62	10.31	1.16	0.20	0.90	0.68
LD (มิลลิเมตร)	65.37	64.35	65.54	64.12	66.06	0.83	0.82	0.25	0.23

[1]วัดที่ตำแหน่งซี่โครงซี่สุดท้าย (P2)

[2]BF = Backfat thickness (ความหนาไขมันสันหลัง), LD = Loin depth (ความลึกของกล้ามเนื้อสันนอก)

[3]P5 = สุกรขุนพันธุ์แท้ปากช่อง 5, CP5 = สุกรขุนลูกผสมสามสายที่เกิดจากพ่อสุกรพันธุ์ปากช่อง 5, CD = สุกรขุนลูกผสมสามสายที่เกิดจากพ่อสุกรพันธุ์ดูร็อค

SEM = Standard error of mean

4.1.2 อิทธิพลของพันธุ์และเพศต่อคุณภาพซากและเปอร์เซ็นต์ชิ้นส่วนที่ได้จากการตัดแต่งของสุกรขุน

การศึกษาอิทธิพลร่วมระหว่างพันธุ์และเพศต่อคุณภาพซากและเปอร์เซ็นต์ชิ้นส่วนที่ได้จากการตัดแต่งของสุกรขุนดังแสดงในตารางที่ 4.3 ผลการศึกษาพบว่าอิทธิพลร่วมระหว่างพันธุ์และเพศของสุกรขุนไม่มีผลต่อน้ำหนักมีชีวิต น้ำหนักซากอุ่น ความยาวซาก เปอร์เซ็นต์ซาก เปอร์เซ็นต์เนื้อแดง น้ำหนักชิ้นส่วนย่อยที่ได้จากการตัดแต่ง ได้แก่ สันใน สันนอก สันคอ ไหล่ สะโพก สามชั้นรวมราวนม คาง หัว ซี่โครง ขาหน้า ขาหลัง และกระดูก ไขมันที่ได้จากการตัดแต่ง ขนาดพื้นที่หน้าตัดเนื้อสัน ความหนาไขมันสันหลัง และค่าดัชนี LSQ ($P>0.05$)

การศึกษาอิทธิพลของพันธุ์ต่อคุณภาพซากและเปอร์เซ็นต์ชิ้นส่วนที่ได้จากการตัดแต่งของสุกรขุนดังแสดงในตารางที่ 4.3 ผลการศึกษาพบว่าอิทธิพลของพันธุ์ไม่มีผลต่อน้ำหนักซากอุ่น ความยาวซาก น้ำหนักชิ้นส่วนย่อยที่ได้จากการตัดแต่ง ได้แก่ สันใน สันนอก สันคอ ไหล่ คาง หัว ซี่โครง ขาหน้า และขาหลังของสุกรขุน ($P>0.05$) แต่จากการศึกษาพบว่าสุกรพันธุ์แท้ปากช่อง 5 มีน้ำหนักมีชีวิตต่ำกว่าสุกรขุนลูกผสมสามสายที่เกิดจากพ่อสุกรพันธุ์ปากช่อง 5 และสุกรขุนลูกผสมสามสายที่เกิดจากพ่อสุกรพันธุ์ดูร็อคอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) ทั้งนี้น่าจะเป็นผลมาจากในการศึกษาคุณภาพซากได้กำหนดน้ำหนักสุกรมีชีวิตเข้าฆ่าที่ 100 กิโลกรัม ซึ่งสุกรขุนพันธุ์แท้ปากช่อง 5 มีอัตราการเจริญเติบโตที่ต่ำกว่าสุกรขุนลูกผสมสามสายทั้งสองกลุ่ม ดังนั้นในระหว่างการคัดเลือกสุกรขุนพันธุ์แท้ปากช่อง 5 ให้ได้น้ำหนักมีชีวิตเข้าฆ่าที่ 100 กิโลกรัม สุกรขุนลูกผสมสามสายทั้ง 2 กลุ่มจึงมีน้ำหนักมีชีวิตเข้าฆ่าที่สูงขึ้น ทั้งนี้การที่สุกรขุนลูกผสมสามสายมีอัตราการเจริญเติบโตที่สูงก็น่าจะเป็นผลมาจากอิทธิพลของเฮตเตอร์โรซีสที่เกิดขึ้นจากการผสมข้ามกับแม่สุกรสองสาย (รณชัย สิทธิไกรพงษ์. 2540; Frankham. 1996; Cassady et al. 2002)

สุกรขุนพันธุ์แท้ปากช่อง 5 มีเปอร์เซ็นต์ซากและเปอร์เซ็นต์เนื้อแดง (คำนวณจากกล้ามเนื้อ 5 ชิ้นส่วนหลัก ได้แก่ สันใน สันนอก สันคอ ไหล่ และสะโพก) สูงกว่าสุกรขุนลูกผสมสามสายที่เกิดจากพ่อสุกรพันธุ์ปากช่อง 5 และสุกรขุนลูกผสมสามสายที่เกิดจากพ่อสุกรพันธุ์ดูร็อคอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) ในขณะที่สุกรขุนลูกผสมสามสายที่เกิดจากพ่อสุกรพันธุ์ปากช่อง 5 และสุกรขุนลูกผสมสามสายที่เกิดจากพ่อสุกรพันธุ์ดูร็อคมีน้ำหนักมีชีวิต เปอร์เซ็นต์ซากและเปอร์เซ็นต์เนื้อแดงไม่แตกต่างกัน ($P>0.05$) ทั้งนี้เนื่องมาจากสุกรขุนพันธุ์แท้ปากช่อง 5 เป็นสายพันธุ์สุกรที่ให้เนื้อแดงสูง (lean meat type) และมีเปอร์เซ็นต์สะโพกสูงกว่าสุกรขุนลูกผสมสามสายทั้ง 2 กลุ่ม ($P<0.05$) ในขณะที่สุกรขุนลูกผสมสามสายทั้ง 2 กลุ่มมีเปอร์เซ็นต์สะโพกและเปอร์เซ็นต์ชิ้นส่วนอื่นๆ ไม่แตกต่างกัน ($P>0.05$) ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Morales et al. (2013) ที่รายงานว่าสุกรพันธุ์เปียแตรงมีเปอร์เซ็นต์สะโพกและเปอร์เซ็นต์เนื้อแดงสูงกว่าสุกรพันธุ์ดูร็อค จึงน่าจะเป็นผลทำให้สุกรขุนพันธุ์แท้ปากช่อง 5 ที่ประกอบด้วยพันธุกรรมของสุกรพันธุ์เปียแตรงอยู่ถึงร้อยละ 37.5 มีเปอร์เซ็นต์สะโพกสูงกว่าสุกรขุนลูกผสมทั้งสองกลุ่ม (CP5 และ CD)

จากการศึกษายังพบว่าสุกรขุนพันธุ์แท้ปากช่อง 5 และสุกรขุนลูกผสมสามสายที่เกิดจากพ่อสุกรพันธุ์ปากช่อง 5 มีเปอร์เซ็นต์กระดูกต่ำกว่า และขนาดพื้นที่หน้าตัดเนื้อสันใหญ่กว่าสุกรขุนลูกผสมสามสายที่เกิดจากพ่อสุกรพันธุ์ดูร็อคอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05) การที่สุกรขุนพันธุ์แท้ปากช่อง 5 และสุกรขุนลูกผสมสามสายที่เกิดจากพ่อสุกรพันธุ์ปากช่อง 5 มีขนาดพื้นที่หน้าตัดเนื้อสันที่ใหญ่กว่าน่าจะเป็นผลมาจากอิทธิพลทางพันธุกรรมของสุกรพันธุ์เปียแตรงในสุกรพันธุ์ปากช่อง 5 ซึ่งการศึกษาของ Edwards et al. (2003) รายงานว่าสุกรพันธุ์เปียแตรงมีขนาดพื้นที่หน้าตัดเนื้อสันใหญ่กว่าสุกรพันธุ์ดูร็อค (53.2 และ 50.2 ตารางเซนติเมตร ตามลำดับ) อย่างไรก็ตามผลการศึกษาแสดงให้เห็นว่าสุกรขุนทั้ง 3 กลุ่มมีเปอร์เซ็นต์สันนอกไม่แตกต่างกัน (P>0.05) ซึ่งน่าจะเป็นผลมาจากสุกรขุนลูกผสมสามสายที่เกิดจากพ่อสุกรพันธุ์ดูร็อคมีแนวโน้มว่าจะมีความยาวซากมากกว่าสุกรพันธุ์แท้ปากช่อง 5 และสุกรขุนลูกผสมสามสายที่เกิดจากพ่อสุกรพันธุ์ปากช่อง 5 (87.69 84.69 และ 84.74 เซนติเมตร ตามลำดับ, P=0.08) จึงเป็นผลทำให้สุกรขุนทั้ง 3 กลุ่มมีเปอร์เซ็นต์สันนอกไม่แตกต่างกันถึงแม้สุกรขุนลูกผสมสามสายที่เกิดจากพ่อสุกรพันธุ์ดูร็อคจะมีขนาดพื้นที่หน้าตัดเนื้อสันเล็กกว่าก็ตาม

สุกรขุนพันธุ์แท้ปากช่อง 5 มีเปอร์เซ็นต์สามชั้นรวมราวนม ไขมันที่ได้จากการตัดแต่งและความหนาไขมันสันหลังต่ำกว่าสุกรขุนลูกผสมสามสายที่เกิดจากพ่อสุกรพันธุ์ปากช่อง 5 (P<0.05) แต่ไม่แตกต่างจากสุกรขุนลูกผสมสามสายที่เกิดจากพ่อสุกรพันธุ์ดูร็อค (P>0.05) ทั้งนี้จากการศึกษาของ Edward et al. (2003) รายงานว่าสุกรพันธุ์ดูร็อคมีความหนาไขมันสันหลังสูงกว่าสุกรพันธุ์เปียแตรง (P<0.05) แต่สุกรทั้งสองพันธุ์มีเปอร์เซ็นต์สามชั้นไม่แตกต่างกัน (P>0.05) การที่สุกรขุนพันธุ์แท้ปากช่อง 5 มีเปอร์เซ็นต์สามชั้นรวมราวนม ไขมันที่ได้จากการตัดแต่ง และความหนาไขมันสันหลังไม่แตกต่างจากสุกรขุนลูกผสมสามสายที่เกิดจากพ่อสุกรพันธุ์ดูร็อค (P>0.05) น่าจะเป็นผลมาจากสุกรขุนพันธุ์แท้ปากช่อง 5 เป็นสายพันธุ์สุกรที่ให้เนื้อแดงสูงและมีน้ำหนักตัวเมื่อเข้าฆ่าที่ต่ำจึงทำให้มีการสะสมไขมันในซากต่ำ ในขณะที่สุกรขุนลูกผสมสามสายที่เกิดจากพ่อสุกรพันธุ์ปากช่อง 5 มีเปอร์เซ็นต์สามชั้นรวมราวนม ไขมันที่ได้จากการตัดแต่ง และความหนาไขมันสันหลังสูงกว่าสุกรขุนลูกผสมสามสายที่เกิดจากพ่อสุกรพันธุ์ดูร็อค (P<0.05) น่าจะเป็นผลมาจากสุกรขุนลูกผสมสามสายที่เกิดจากพ่อสุกรพันธุ์ปากช่อง 5 มีอัตราการเจริญเติบโตและน้ำหนักเข้าฆ่าที่สูง (105.28 กิโลกรัม) ซึ่งการศึกษาของ Kim et al. (2005) รายงานว่าสุกรที่มีน้ำหนักตัวมากจะมีไขมันในซากและความหนาไขมันสันหลังสูงกว่าสุกรที่มีน้ำหนักตัวน้อย (P<0.05) นอกจากนี้น่าจะเป็นผลมาจากอิทธิพลทางพันธุกรรมของสุกรพันธุ์เปียแตรงในพ่อสุกรพันธุ์ปากช่อง 5 ที่นำไปผสมข้ามกับแม่สุกรสองสาย (แลนด์เรซ x ลาร์จไวท์) แล้วเป็นผลทำให้สุกรขุนลูกผสมสามสายที่เกิดจากพ่อสุกรพันธุ์ปากช่อง 5 มีความหนาไขมันสันหลังที่สูงขึ้น (Latorre et al. 2016)

สุกรขุนลูกผสมสามสายที่เกิดจากพ่อสุกรพันธุ์ปากช่อง 5 มีค่าดัชนี LSQ สูงกว่าสุกรขุนพันธุ์แท้ปากช่อง 5 และสุกรขุนลูกผสมสามสายที่เกิดจากพ่อสุกรพันธุ์ดูร็อคอย่างมีนัยสำคัญทาง

สถิติ (P<0.05) ในขณะที่สุกรขุนพันธุ์แท้ปากช่อง 5 และสุกรขุนลูกผสมสามสายที่เกิดจากพ่อสุกรพันธุ์ดูร็อคมีค่าดัชนี LSQ ไม่แตกต่างกัน (P>0.05) ซึ่งค่าดัชนี LSQ เป็นข้อมูลที่ใช้ประเมินคุณภาพซากของสุกร โดยการวัดสัดส่วนของความหนาของไขมันสันหลังต่อความกว้างของกล้ามเนื้อสันนอก สุกรที่มีเปอร์เซ็นต์เนื้อแดงสูงจะมีค่าดัชนี LSQ ต่ำ (จุฑารัตน์ เศรษฐกุล และคณะ. 2553) การที่สุกรขุนลูกผสมสามสายที่เกิดจากพ่อสุกรพันธุ์ปากช่อง 5 มีค่าดัชนี LSQ สูงกว่าสุกรขุนลูกผสมสามสายที่เกิดจากพ่อสุกรพันธุ์ดูร็อคถึงแม้จะมีขนาดพื้นที่หน้าตัดเนื้อสันใหญ่กว่า (P<0.05) น่าจะเป็นผลมาจากอิทธิพลทางพันธุกรรมของสุกรพันธุ์เปียแตรงในสุกรพันธุ์ปากช่อง 5 ที่เมื่อนำไปผสมข้ามกับแม่พันธุ์สุกรสองสาย (แลนด์เรซ x ลาร์จไวท์) แล้วเป็นผลทำให้สุกรลูกผสมสามสายที่ได้มีความหนาไขมันสันหลังเพิ่มขึ้นดังที่ได้รายงานในการศึกษาก่อนหน้านี้ (McCann et al. 2008; Latorre et al. 2016) นอกจากนี้ยังอาจเป็นผลมาจากการที่สุกรพันธุ์ปากช่อง 5 ได้รับการปรับปรุงพันธุ์และคัดเลือกให้มีลักษณะเด่นในด้านการเจริญเติบโต (กมล ฉวีวรรณ. 2556) สุกรขุนลูกผสมสามสายที่เกิดจากพ่อสุกรพันธุ์ปากช่อง 5 จึงมีอัตราการเจริญเติบโตที่สูงในช่วงท้ายและมีน้ำหนักก่อนเข้าฆ่าที่สูง (ตารางที่ 4.3) จึงเป็นผลทำให้สุกรขุนลูกผสมสามสายที่เกิดจากพ่อสุกรพันธุ์ปากช่อง 5 มีความหนาไขมันสันหลังเพิ่มขึ้น แต่เมื่อพิจารณาเปอร์เซ็นต์เนื้อแดงของสุกรขุนลูกผสมสามสายที่เกิดจากพ่อสุกรพันธุ์ปากช่อง 5 และสุกรขุนลูกผสมสามสายที่เกิดจากพ่อสุกรพันธุ์ดูร็อคแล้วพบว่าไม่แตกต่างกัน (P>0.05) นอกจากนี้ผลการศึกษาพบว่าสุกรขุนพันธุ์แท้ปากช่อง 5 มีเปอร์เซ็นต์เนื้อแดงสูงกว่าสุกรขุนลูกผสมสามสายที่เกิดจากพ่อสุกรพันธุ์ดูร็อค (P<0.05) ในขณะที่สุกรขุนทั้ง 2 กลุ่มมีค่าดัชนี LSQ ไม่แตกต่างกัน (P>0.05) ทั้งนี้เป็นเพราะสุกรขุนพันธุ์แท้ปากช่อง 5 มีเปอร์เซ็นต์สะโพกสูงกว่า (P<0.05) ซึ่งการประเมินค่าดัชนี LSQ เป็นการใช้ขนาดความกว้างของกล้ามเนื้อสันนอกเป็นพารามิเตอร์ของการสร้างกล้ามเนื้อ ซึ่งมีข้อด้อยในการใช้ประเมินเปอร์เซ็นต์เนื้อแดงจากซากที่มีความโดดเด่นของการสะสมกล้ามเนื้อสะโพก

การศึกษาอิทธิพลของเพศต่อคุณภาพซากและเปอร์เซ็นต์ชิ้นส่วนที่ได้จากการตัดแต่งของสุกรขุนดังแสดงในตารางที่ 4.3 ผลการศึกษาพบว่าอิทธิพลของเพศไม่มีผลต่อน้ำหนักมีชีวิต น้ำหนักซากอุ่น ความยาวซาก เปอร์เซ็นต์ซาก เปอร์เซ็นต์เนื้อแดง น้ำหนักชิ้นส่วนย่อยที่ได้จากการตัดแต่ง ได้แก่ สันใน สันคอ ไหล่ สะโพก สามชั้นรวมราวนม คาง หัว ซี่โครง ขาหน้า ขาหลัง และกระดูก ไขมันที่ได้จากการตัดแต่ง ขนาดพื้นที่หน้าตัดเนื้อสัน ความหนาไขมันสันหลัง และค่าดัชนี LSQ ของสุกรทั้ง 2 เพศ (P>0.05) ในขณะที่สุกรเพศเมียมีเปอร์เซ็นต์สันนอกสูงกว่าสุกรเพศผู้ตอนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05) ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Latorre et al. (2003) ที่รายงานว่าสุกรเพศเมียมีเปอร์เซ็นต์สันนอกสูงกว่าและมีความหนาไขมันสันหลังต่ำกว่าสุกรเพศผู้ตอน และการศึกษาของ กานต์ และคณะ (2555) ที่รายงานว่าสุกรเพศเมียมีเปอร์เซ็นต์เนื้อแดง สะโพก สันใน และสันนอกมากกว่า และมีเปอร์เซ็นต์ไขมันรวมและสามชั้นต่ำกว่าสุกรเพศผู้ตอน ในขณะที่ Latorre et al. (2016) รายงานว่าสุกรเพศเมียและสุกรเพศผู้ตอนมีน้ำหนักสันนอกไม่แตกต่างกัน

ตารางที่ 4.3 อิทธิพลของพันธุ์และเพศต่อเปอร์เซ็นต์ซากและเปอร์เซ็นต์ชิ้นส่วนที่ได้จากการตัดแต่งของสุกรขุน

ลักษณะที่ศึกษา	พันธุ์[1]			เพศ		SEM	P-value		
	P5 (n=16)	CP5 (n=16)	CD (n=16)	เมีย (n=25)	ผู้ตอน (n=23)		พันธุ์	เพศ	พันธุ์*เพศ
น้ำหนักมีชีวิต (กก.)	93.56[b]	105.28[a]	101.67[a]	98.53	101.81	1.06	<0.01	0.13	0.09
น้ำหนักซากอุ่น[2] (กก.)	84.49	83.76	83.15	83.50	84.09	0.24	0.12	0.22	0.83
ความยาวซาก[3] (ซม.)	84.69	84.74	87.69	85.83	85.58	3.81	0.08	0.83	0.88
เปอร์เซ็นต์ซาก[3] (%)	79.89[a]	78.11[b]	78.32[b]	78.62	78.93	1.58	0.01	0.51	0.74
เปอร์เซ็นต์เนื้อแดง[3,4] (%)	47.04[a]	44.36[b]	45.03[b]	45.90	45.05	1.93	<0.01	0.15	0.46
ชิ้นส่วนย่อยที่ได้จากการตัดแต่ง[3] (%)									
สันใน	1.41	1.36	1.36	1.38	1.38	0.16	0.63	0.93	0.87
สันนอก	8.33	8.16	8.22	8.52[x]	7.95[y]	0.72	0.83	0.01	0.62
สันคอ	4.73	4.60	4.41	4.58	4.57	0.41	0.18	0.93	0.08
ไหล่	10.35	10.34	10.47	10.49	10.28	0.97	0.93	0.49	0.48
สะโพก	21.42[a]	19.37[b]	19.89[b]	20.33	20.12	1.29	<0.01	0.60	0.29
สามชั้นรวมราวนม	12.42[b]	13.39[a]	12.53[b]	12.57	12.99	1.14	0.04	0.23	0.73
คาง	3.58	3.90	3.84	3.76	3.79	0.35	0.06	0.81	0.35
หัว	5.91	6.06	6.23	6.02	6.11	0.36	0.11	0.44	0.85
ซี่โครง	5.11	5.01	2.22	5.18	5.04	0.40	0.35	0.26	0.93
ขาหน้า	3.07	3.02	3.13	3.03	3.12	0.17	0.24	0.09	0.75
ขาหลัง	1.64	1.56	1.62	1.60	1.61	0.11	0.17	0.70	0.66
กระดูก	8.54[b]	8.38[b]	9.63[a]	9.06	8.63	0.93	<0.01	0.13	0.78
ไขมันจากการตัดแต่ง[3] (%)	11.56[b]	12.94[a]	11.33[b]	11.49	12.39	1.64	0.02	0.08	0.10
พื้นที่หน้าตัดเนื้อสัน[3] (ซม.^{2})	55.12[a]	53.62[a]	47.21[b]	53.24	50.73	1.28	0.04	0.34	0.11
ไขมันสันหลัง[3] (มม.)	19.36[b]	22.27[a]	18.84[b]	19.32	20.99	3.70	0.03	0.14	0.95
LSQ[3]	0.19[b]	0.26[a]	0.20[b]	0.21	0.22	0.6	<0.01	0.33	0.33

[1]P5 = สุกรขุนพันธุ์แท้ปากช่อง 5, CP5 = สุกรขุนลูกผสมสามสายที่เกิดจากพ่อสุกรพันธุ์ปากช่อง 5, CD = สุกรขุนลูกผสมสามสายที่เกิดจากพ่อสุกรพันธุ์ดูร็อค

[2]คำนวณด้วยโควาเรียนซ์โดยใช้น้ำหนักมีชีวิตเป็นตัวแปรร่วม (covariable)

[3]คิดจากน้ำหนักซากอุ่น คำนวณด้วยโควาเรียนซ์โดยใช้น้ำหนักซากอุ่นเป็นตัวแปรร่วม (covariable)

[4]คำนวณจากกล้ามเนื้อ 5 ชิ้นส่วนหลัก ได้แก่ สันใน สันนอก สันคอ ไหล่ และสะโพก

[a,b]ตัวอักษรที่ต่างกันในแถวเดียวกันภายใต้อิทธิพลของพันธุ์แสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05)

[x,y]ตัวอักษรที่ต่างกันในแถวเดียวกันภายใต้อิทธิพลของเพศแสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05)

SEM = Standard error of mean

4.1.3 อิทธิพลของพันธุ์และเพศต่อองค์ประกอบทางเคมีในกล้ามเนื้อสันนอกและกล้ามเนื้อพับในของสุกรขุน

การศึกษาอิทธิพลของพันธุ์และเพศต่อองค์ประกอบทางเคมีในกล้ามเนื้อสันนอกของสุกรขุนทั้ง 3 กลุ่มดังแสดงในตารางที่ 4.4 ผลการทดลองพบว่าพันธุ์ เพศ และอิทธิพลร่วมระหว่างพันธุ์และเพศไม่มีผลต่อเปอร์เซ็นต์ความชื้น เปอร์เซ็นต์โปรตีน เปอร์เซ็นต์ไขมัน เปอร์เซ็นต์เถ้า ($P>0.05$) ซึ่งสอดคล้องกับการทดลองของ Latorre et al. (2016) ที่ศึกษาอิทธิพลของพันธุ์และเพศต่อองค์ประกอบทางเคมีในกล้ามเนื้อสันนอกของสุกรพบว่า กล้ามเนื้อสันนอกของสุกรลูกผสมดูร็อค x ลาร์จไวท์ และสุกรลูกผสมเปียแตรง x ลาร์จไวท์ มีองค์ประกอบทางเคมี ได้แก่ ความชื้น โปรตีน และไขมันไม่แตกต่างกัน ($P>0.05$)

จากการศึกษาพบว่าพันธุ์ เพศ และอิทธิพลร่วมระหว่างพันธุ์และเพศของสุกรขุนไม่มีผลต่อปริมาณคอลลาเจนที่ไม่ละลาย ปริมาณคอลลาเจนที่ละลายได้ และปริมาณคอลลาเจนรวมในกล้ามเนื้อสันนอกของสุกรขุน (ตารางที่ 4.4) ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Glinoubol et al. (2015) ที่รายงานว่ากล้ามเนื้อสันนอกของสุกรลูกผสมเปียแตรง x พื้นเมือง และสุกรลูกผสมเปียแตรง x ดูร็อคมีปริมาณคอลลาเจนไม่แตกต่างกัน ($P>0.05$) ทั้งนี้น่าจะเป็นผลมาจากสุกรทุกกลุ่มมีอายุเข้าฆ่าที่ใกล้เคียงกัน ซึ่งการศึกษาก่อนหน้านี้รายงานว่าปริมาณเนื้อเยื่อเกี่ยวพันไม่ได้เพิ่มขึ้นตามอายุที่มากขึ้น แต่โครงสร้างของคอลลาเจนจะมีความแข็งแรงมากขึ้นส่งผลทำให้ความเหนียวของเนื้อเพิ่มขึ้น (สัญชัย จตุรสิทธา. 2547; Weston et al. 2002) ผลการศึกษาจากการทดลองนี้พบว่ากล้ามเนื้อสันนอกของสุกรขุนลูกผสมสามสายที่เกิดจากพ่อสุกรพันธุ์ปากช่อง 5 มีเปอร์เซ็นต์การละลายได้ของคอลลาเจนสูงกว่าสุกรกลุ่มอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) ทั้งนี้จากการศึกษาของ Torrescano et al. (2003); Moon (2006) แสดงให้เห็นว่าเปอร์เซ็นต์การละลายได้ของคอลลาเจนที่สูงขึ้นมีผลทำให้เนื้อมีความนุ่มมากขึ้น ดังนั้นจากผลการศึกษาในครั้งนี้อาจกล่าวได้ว่าสุกรขุนลูกผสมสามสายที่เกิดจากพ่อสุกรพันธุ์ปากช่อง 5 น่าจะมีเนื้อนุ่มกว่าสุกรขุนกลุ่มอื่น อย่างไรก็ตามจากการศึกษาพบว่าสุกรขุนทั้ง 3 กลุ่มมีค่าแรงตัดผ่านเนื้อไม่แตกต่างกัน ($P>0.05$, ตารางที่ 4.6) นอกจากนี้การศึกษาของ Li et al. (2006) รายงานว่าปริมาณไขมันแทรกมีความสัมพันธ์กับเปอร์เซ็นต์การละลายได้ของคอลลาเจน กล้ามเนื้อสันนอกที่มีปริมาณไขมันแทรกเพิ่มขึ้นมีผลทำให้เปอร์เซ็นต์การละลายได้ของคอลลาเจนลดลง ($P<0.05$) ทั้งนี้เมื่อพิจารณาเปอร์เซ็นต์ไขมันในกล้ามเนื้อสันนอกของสุกรขุนทั้ง 3 กลุ่มพบว่าไม่แตกต่างกัน ($P>0.05$) อย่างไรก็ตามความนุ่มเหนียวของเนื้อไม่ได้ขึ้นกับปริมาณคอลลาเจนเพียงอย่างเดียว แต่ยังมีปัจจัยอีกหลายประการทั้งปัจจัยภายในและภายนอกตัวสัตว์ รวมทั้งการจัดการเนื้อสัตว์ที่มีอิทธิพลต่อความนุ่มของเนื้อ (ชัยณรงค์ คันธพนิต. 2529; จุฑารัตน์ เศรษฐกุล. 2540; สัญชัย จตุรสิทธา. 2547; Aberle et al. 2012)

ตารางที่ 4.4 อิทธิพลของพันธุ์และเพศต่อองค์ประกอบทางเคมีในกล้ามเนื้อสันนอกของสุกรขุน

ลักษณะที่ศึกษา	พันธุ์[1]			เพศ		SEM	P-value		
	P5 (n=10)	CP5 (n=10)	CD (n=10)	เมีย (n=15)	ผู้ตอน (n=15)		พันธุ์	เพศ	พันธุ์*เพศ
ความชื้น (%)	74.17	73.28	73.79	26.34	26.17	0.16	0.11	0.61	0.08
โปรตีน (%)	23.17	23.83	23.58	23.72	23.33	0.25	0.55	0.44	0.22
ไขมัน (%)	1.51	2.11	1.84	1.82	1.82	0.12	0.15	0.98	0.79
เถ้า (%)	1.02	1.03	1.02	1.02	1.03	0.02	0.96	0.72	0.76
IC (มิลลิกรัมต่อกรัม)	3.68	3.36	3.46	3.47	3.54	0.18	0.76	0.84	0.14
SC (มิลลิกรัมต่อกรัม)	0.54	0.59	0.49	0.54	0.54	0.03	0.28	0.94	0.06
TC (มิลลิกรัมต่อกรัม)	4.23	3.96	3.94	4.00	4.08	0.29	0.82	0.84	0.13
Collagen Solubility (%)	13.04[b]	15.00[a]	12.20[b]	13.49	13.33	0.51	0.01	0.83	0.09

[1]P5 = สุกรขุนพันธุ์แท้ปากช่อง 5, CP5 = สุกรขุนลูกผสมสามสายที่เกิดจากพ่อสุกรพันธุ์ปากช่อง 5, CD = สุกรขุนลูกผสมสามสายที่เกิดจากพ่อสุกรพันธุ์ดูร็อค

IC = insoluble collagen, SC = soluble collagen, TC = total collagen

SEM = Standard error of mean

การศึกษาอิทธิพลร่วมระหว่างพันธุ์และเพศต่อองค์ประกอบทางเคมีในกล้ามเนื้อพับในของสุกรขุนทั้ง 3 กลุ่มดังแสดงในตารางที่ 4.5 ผลการศึกษาพบว่าอิทธิพลร่วมระหว่างพันธุ์และเพศไม่มีผลต่อเปอร์เซ็นต์ความชื้น เปอร์เซ็นต์โปรตีน เปอร์เซ็นต์ไขมัน เปอร์เซ็นต์เถ้า ปริมาณคอลลาเจนที่ไม่ละลาย ปริมาณคอลลาเจนที่ละลายได้ ปริมาณคอลลาเจนรวมในสุกรขุน และเปอร์เซ็นต์การละลายได้ของคอลลาเจนในกล้ามเนื้อพับในของสุกรขุน (P>0.05)

การศึกษาอิทธิพลของพันธุ์ต่อองค์ประกอบทางเคมีในกล้ามเนื้อพับในของสุกรขุนทั้ง 3 กลุ่มดังแสดงในตารางที่ 4.5 ผลการศึกษาพบว่าอิทธิพลของพันธุ์ไม่มีผลต่อเปอร์เซ็นต์โปรตีน เปอร์เซ็นต์ไขมัน เปอร์เซ็นต์เถ้า ปริมาณคอลลาเจนที่ไม่ละลาย ปริมาณคอลลาเจนที่ละลายได้ ปริมาณคอลลาเจนรวมในสุกรขุน และเปอร์เซ็นต์การละลายได้ของคอลลาเจน ในกล้ามเนื้อพับในของสุกรขุนทั้ง 3 กลุ่ม (P>0.05) ในขณะที่กล้ามเนื้อพับในของสุกรขุนลูกผสมสามสายที่เกิดจากพ่อสุกรพันธุ์ปากช่อง 5 มีเปอร์เซ็นต์ความชื้นต่ำกว่าสุกรกลุ่มอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05) ทั้งนี้น่าจะเป็นผลมาจากสุกรขุนลูกผสมสามสายที่เกิดจากพ่อสุกรพันธุ์ปากช่อง 5 มีเปอร์เซ็นต์ไขมันที่ค่อนข้างสูง (P>0.05) ถึงแม้ว่าการศึกษาของ Alonso et al. (2009) จะรายงานว่ากล้ามเนื้อพับในของสุกรขุนลูกผสมที่ใช้สุกรพันธุ์ดูร็อคเป็นพ่อพันธุ์สุดท้ายจะมีปริมาณไขมันแทรกในกล้ามเนื้อสูงกว่าสุกรขุนลูกผสมที่ใช้สุกรพันธุ์เปียแตรงเป็นพ่อพันธุ์สุดท้าย (2.24 และ 1.60 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ, P<0.05) แต่การที่สุกรขุนลูกผสมสามสายที่เกิดจากพ่อสุกรพันธุ์ปากช่อง 5 มี

เปอร์เซ็นต์ไขมันที่สูง (P>0.05) น่าจะเป็นผลมาจากอิทธิพลร่วมทางพันธุกรรมระหว่างสุกรพันธุ์เปียแตรงในสุกรพันธุ์ปากช่อง 5 ที่นำไปผสมข้ามกับแม่สุกรสองสาย (แลนด์เรซ x ลาร์จไวท์) เป็นผลทำให้สุกรลูกผสมสามสายมีปริมาณไขมันสะสมเพิ่มขึ้น (McCann et al. 2008; Latorre et al. 2016)

การศึกษาอิทธิพลของเพศต่อองค์ประกอบทางเคมีในกล้ามเนื้อพับในของสุกรขุนทั้ง 3 กลุ่มดังแสดงในตารางที่ 4.5 จากการศึกษาพบว่าอิทธิพลของเพศไม่มีผลต่อเปอร์เซ็นต์ความชื้น เปอร์เซ็นต์โปรตีน เปอร์เซ็นต์ไขมัน เปอร์เซ็นต์เถ้า ปริมาณคอลลาเจนที่ไม่ละลาย ปริมาณคอลลาเจนที่ละลายได้ ปริมาณคอลลาเจนรวมในสุกรขุน และเปอร์เซ็นต์การละลายได้ของคอลลาเจนในกล้ามเนื้อพับในของสุกรขุน (P>0.05)

ตารางที่ 4.5 อิทธิพลของพันธุ์และเพศต่อองค์ประกอบทางเคมีในกล้ามเนื้อพับในของสุกรขุน

ลักษณะที่ศึกษา	พันธุ์[1]			เพศ		SEM	P-value		
	P5 (n=10)	CP5 (n=10)	CD (n=10)	เมีย (n=15)	ผู้ตอน (n=15)		พันธุ์	เพศ	พันธุ์*เพศ
ความชื้น (%)	73.89[a]	72.34[b]	73.91[a]	73.37	73.39	0.26	0.03	0.97	0.42
โปรตีน (%)	23.48	23.11	23.23	23.48	23.07	0.19	0.73	0.30	0.23
ไขมัน (%)	1.66	1.82	1.67	1.62	1.82	0.14	0.87	0.49	0.87
เถ้า (%)	1.33	1.27	1.30	1.30	1.30	0.02	0.33	0.97	0.89
IC (มิลลิกรัมต่อกรัม)	5.74	5.57	5.41	5.41	5.74	0.24	0.85	0.48	0.65
SC (มิลลิกรัมต่อกรัม)	0.50	0.51	0.44	0.50	0.46	0.04	0.75	0.60	0.72
TC (มิลลิกรัมต่อกรัม)	6.23	6.08	5.86	5.91	6.20	0.26	0.84	0.58	0.65
Collagen Solubility (%)	8.62	8.91	8.12	9.13	7.97	0.46	0.78	0.22	0.93

[1]P5 = สุกรขุนพันธุ์แท้ปากช่อง 5, CP5 = สุกรขุนลูกผสมสามสายที่เกิดจากพ่อสุกรพันธุ์ปากช่อง 5, CD = สุกรขุนลูกผสมสามสายที่เกิดจากพ่อสุกรพันธุ์ดูร็อค

IC = insoluble collagen, SC = soluble collagen, TC = total collagen

[a,b]ตัวอักษรที่ต่างกันในแถวเดียวกันภายใต้อิทธิพลของพันธุ์แสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05)

SEM = Standard error of mean

ทั้งนี้มัดกล้ามเนื้อแต่ละมัดประกอบด้วยชนิดของเส้นใยกล้ามเนื้อที่แตกต่างกันและมีผลทำให้กล้ามเนื้อมีคุณลักษณะที่แตกต่างกันออกไป (Aberle et al. 2012) โดยทั่วไปกล้ามเนื้อสันนอกมักถูกนำมาใช้ในการประเมินคุณภาพเนื้อ แต่การศึกษาคุณภาพเนื้อในการทดลองนี้ได้ทำการศึกษาในกล้ามเนื้อ 2 มัด คือ กล้ามเนื้อสันนอกและกล้ามเนื้อพับใน เนื่องจากกล้ามเนื้อทั้ง 2 มัดนี้ถูกจัดอยู่ในกลุ่ม white fiber หรือ type IIb (Karlssona et al. 1999) และเป็นกล้ามเนื้อที่ผู้บริโภค

นิยมนำไปประกอบอาหารประเภทอบ ย่าง และสเต็ก รวมถึงแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ต่างๆ ซึ่งเมื่อพิจารณาผลการศึกษาที่ได้พบว่าองค์ประกอบทางเคมีในกล้ามเนื้อทั้งสองชนิดมีความสอดคล้องกัน อย่างไรก็ตามพบว่ากล้ามเนื้อพับในมีปริมาณคอลลาเจนสูงกว่ากล้ามเนื้อสันนอก ทั้งนี้เป็นผลมาจากกล้ามเนื้อพับในเป็นกล้ามเนื้อที่มีการเคลื่อนไหวมากกว่า ส่งผลทำให้มีการอัตราการเจริญของเซลล์ไฟโบรบลาสต์ (fibroblast cell) ที่ทำหน้าที่สังเคราะห์เนื้อเยื่อเกี่ยวพันที่สูงกว่า (Subramaniyan and Hwang. 2017)

4.1.4 อิทธิพลของพันธุ์และเพศต่อลักษณะทางกายภาพในกล้ามเนื้อสันนอกและกล้ามเนื้อพับในของสุกรขุน

ลักษณะทางกายภาพของเนื้อ เช่น สีเนื้อ ความสามารถในการอุ้มน้ำของเนื้อหรือค่าการสูญเสียน้ำของเนื้อ ค่าแรงตัดผ่านเนื้อ เป็นสิ่งที่ผู้บริโภคให้ความสำคัญและใช้เป็นเกณฑ์ในการพิจารณาที่จะตัดสินใจเลือกซื้อเนื้อ ทั้งนี้ปัจจัยด้านพันธุ์และเพศของสัตว์เป็นปัจจัยสำคัญที่มีผลต่อคุณลักษณะทางกายภาพของเนื้อ การศึกษาอิทธิพลร่วมระหว่างพันธุ์และเพศของสุกรขุนต่อลักษณะทางกายภาพในกล้ามเนื้อสันนอกของสุกรขุนทั้ง 3 กลุ่มดังแสดงในตารางที่ 4.6 ผลการศึกษาพบว่าอิทธิพลร่วมระหว่างพันธุ์และเพศไม่มีผลต่อค่าความเป็นกรด-ด่างภายหลังสัตว์ตายที่ 45 นาที และ 24 ชั่วโมง ค่าความสว่าง (L*) ค่าสีแดง (a*) และค่าสีเหลือง (b*) ค่าการสูญเสียน้ำในระหว่างการเก็บรักษา ค่าการสูญเสียน้ำในระหว่างการละลาย ค่าการสูญเสียน้ำในระหว่างการปรุงสุก ค่าแรงตัดผ่านเนื้อ ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเส้นใยกล้ามเนื้อ และความยาวซาร์โคเมียร์ในกล้ามเนื้อสันนอกของสุกรขุน (P>0.05)

การศึกษาอิทธิพลของพันธุ์ต่อลักษณะทางกายภาพในกล้ามเนื้อสันนอกของสุกรขุนทั้ง 3 กลุ่มดังแสดงในตารางที่ 4.6 ผลการศึกษาพบว่าอิทธิพลของพันธุ์ไม่มีผลต่อค่าความเป็นกรด-ด่างภายหลังสัตว์ตายที่ 45 นาที และที่ 24 ชั่วโมง ค่าความสว่าง (L*) ค่าสีแดง (a*) และค่าสีเหลือง (b*) ในกล้ามเนื้อ ค่าการสูญเสียน้ำในระหว่างการเก็บรักษา ค่าการสูญเสียน้ำในระหว่างการละลาย ค่าการสูญเสียน้ำในระหว่างการปรุงสุก ค่าแรงตัดผ่านเนื้อ และความยาวซาร์โคเมียร์ในกล้ามเนื้อสันนอกของสุกรขุน (P>0.05) ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาก่อนหน้านี้ที่รายงานว่ากล้ามเนื้อสันนอกของสุกรลูกผสมดูร็อค x (แลนด์เรซ x ลาร์จไวท์) และสุกรลูกผสมเปียแตรง x (แลนด์เรซ x ลาร์จไวท์) มีค่าความเป็นกรด-ด่างภายหลังสัตว์ตายที่ 24 ชั่วโมง ค่าความสว่าง (L*) ค่าสี (a* และ b*) ในกล้ามเนื้อ ค่าการสูญเสียน้ำในระหว่างการเก็บรักษา ค่าการสูญเสียน้ำในระหว่างการปรุงสุก และค่าแรงตัดผ่านเนื้อไม่แตกต่างกัน (P>0.05) (McCann et al. 2008; Alonso et al. 2009)

เมื่อพิจารณาค่าความเป็นกรด-ด่างภายหลังสัตว์ตายที่ 24 ชั่วโมง และค่าความสว่าง (L*) จากกล้ามเนื้อสันนอกของสุกรขุนทั้ง 3 กลุ่มพบว่าอยู่ในเกณฑ์ปกติ (pH 5.7-5.8 และค่า L* ประมาณ 54) ไม่มีแนวโน้มว่าจะมีลักษณะเป็นเนื้อ PSE หรือ DFD (Warriss and Brown. 1987;

Faucitano et al. 2010; Adzitey and Nurul. 2011) ทั้งนี้น่าจะเป็นผลมาจากผู้ผลิตสายพันธุ์สุกรในปัจจุบันได้มีความพยายามในการคัดเลือกยีนเครียดออกจากพันธุกรรมสุกร ทั้งนี้รวมถึงในการคัดเลือกและปรับปรุงสายพันธุ์สุกรปากช่อง 5 ด้วยเช่นกัน (กมล ฉวีวรรณ และคณะ. 2556; Chaweewan et al. 2012) ในขณะที่สุกรขุนลูกผสมสามสายที่เกิดจากพ่อสุกรพันธุ์ปากช่อง 5 มีแนวโน้มว่าจะมีค่า b* ในกล้ามเนื้อสันนอกสูงกว่าสุกรขุนทั้ง 2 กลุ่ม (P5 และ CD, P=0.06) ทั้งนี้เมื่อพิจารณาองค์ประกอบทางเคมีในกล้ามเนื้อพบว่าสุกรขุนลูกผสมสามสายที่เกิดจากพ่อสุกรพันธุ์ปากช่อง 5 มีปริมาณไขมันในกล้ามเนื้อสันนอกค่อนข้างสูง (P>0.05, ตารางที่ 4.4) ซึ่งรายงานก่อนหน้านี้กล่าวว่าค่า b* มีความสัมพันธ์กับปริมาณไขมันแทรกภายในกล้ามเนื้อ โดยหากกล้ามเนื้อมีค่า b* สูงก็มีแนวโน้มว่าจะมีปริมาณไขมันแทรกสูงด้วยเช่นกัน (Kerry et al. 2002)

จากการศึกษาพบว่ากล้ามเนื้อสันนอกของสุกรขุนพันธุ์แท้ปากช่อง 5 และสุกรขุนลูกผสมสามสายที่เกิดจากพ่อสุกรพันธุ์ปากช่อง 5 มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเส้นใยกล้ามเนื้อใหญ่กว่าสุกรขุนลูกผสมสามสายที่เกิดจากพ่อสุกรพันธุ์ดูร็อคอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05) ทั้งนี้จึงเป็นผลทำให้สุกรขุนพันธุ์แท้ปากช่อง 5 และสุกรขุนลูกผสมสามสายที่เกิดจากพ่อสุกรพันธุ์ปากช่อง 5 มีขนาดพื้นที่หน้าตัดเนื้อสันใหญ่กว่าสุกรขุนลูกผสมสามสายที่เกิดจากพ่อสุกรพันธุ์ดูร็อค (P<0.05, ตารางที่ 4.3) และถึงแม้จากการศึกษาของ Bulotienė and Jukna (2008) จะรายงานว่าเส้นใยกล้ามเนื้อที่มีขนาดใหญ่มีผลทำให้เนื้อสุกรมีค่าแรงตัดผ่านเนื้อสูงขึ้น และเส้นใยกล้ามเนื้อที่มีขนาดใหญ่จะทำให้เกิดช่องว่างระหว่างเส้นใยกล้ามเนื้อมากกว่าเส้นใยกล้ามเนื้อที่มีขนาดเล็ก ส่งผลทำให้เนื้อมีค่าการสูญเสียน้ำระหว่างการเก็บรักษาและการสูญเสียน้ำระหว่างการปรุงสุกสูงขึ้น อย่างไรก็ตามจากการศึกษาพบว่าสุกรขุนทั้ง 3 กลุ่มมีค่าแรงตัดผ่านเนื้อ ค่าการสูญเสียน้ำระหว่างการเก็บรักษา ค่าการสูญเสียน้ำระหว่างการละลาย และค่าการสูญเสียน้ำระหว่างการปรุงสุกไม่แตกต่างกัน (P>0.05)

การศึกษาอิทธิพลของเพศต่อลักษณะทางกายภาพในกล้ามเนื้อสันนอกของสุกรขุนทั้ง 3 กลุ่มดังแสดงในตารางที่ 4.6 ผลการศึกษาพบว่าอิทธิพลของเพศไม่มีผลต่อค่าความเป็นกรด-ด่างภายหลังสัตว์ตายที่ 45 นาที และ 24 ชั่วโมง ค่าสีแดง (a*) และค่าสีเหลือง (b*) ในกล้ามเนื้อ ค่าการสูญเสียน้ำในระหว่างการเก็บรักษา ค่าการสูญเสียน้ำในระหว่างการละลาย ค่าการสูญเสียน้ำในระหว่างการปรุงสุก ค่าแรงตัดผ่านเนื้อ และขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเส้นใยกล้ามเนื้อ (P>0.05) ในขณะที่ Alonso et al. (2009) รายงานว่าสุกรเพศผู้ตอนและสุกรเพศเมียมีค่า L* ของกล้ามเนื้อสันนอกไม่แตกต่างกัน (P>0.05) แต่สุกรเพศผู้ตอนมีค่า a* และ b* สูงกว่าสุกรเพศเมีย (P<0.05) นอกจากนี้ Latorre et al. (2003) ยังรายงานว่าสุกรเพศผู้ตอนมีค่า b* สูงกว่าสุกรเพศเมีย อย่างไรก็ตามจากการศึกษาพบว่ากล้ามเนื้อสันนอกของสุกรเพศผู้มีค่า L* สูงกว่าสุกรเพศเมียอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05) อาจเป็นผลจากสุกรเพศผู้ตอนมีค่าความเป็นกรด-ด่างภายหลังสัตว์ตายที่ 45 นาที และ 24 ชั่วโมงต่ำกว่าสุกรเพศเมียเล็กน้อย (P>0.05) ซึ่ง Kerry et al. (2002); จันทร์พร เจ้าทรัพย์ (2554)

กล่าวว่าค่า L* ที่อ่านได้ขึ้นอยู่กับค่าความเป็นกรด-ด่างของเนื้อที่มีผลต่อการละลายของโปรตีนซาร์โคพลาสมิกและความสามารถในการอุ้มน้ำของเนื้อ โดยค่าความเป็นกรด-ด่างที่ต่ำจะมีผลทำให้เกิดการละลายของโปรตีนซาร์โคพลาสมิกสูงขึ้นกล้ามเนื้อจะมีค่า L* สูงขึ้น ทั้งนี้จากการศึกษาของ Alonso et al. (2009) รายงานว่ากล้ามเนื้อสันนอกของสุกรเพศเมียและเพศผู้ตอนที่ค่า L* ไม่แตกต่างกัน (P>0.05) จากผลการศึกษายังพบว่ากล้ามเนื้อสันนอกของสุกรขุนเพศผู้มีความยาวซาร์โคเมียร์สูงกว่าสุกรเพศเมียอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05) ซึ่งซาร์โคเมียร์ที่หดสั้นมีผลทำให้ความนุ่มของเนื้อลดลง (ชัยณรงค์ คันธพนิต. 2529; จุฑารัตน์ เศรษฐกุล. 2540) แต่จากการศึกษาไม่พบความแตกต่างระหว่างค่าแรงตัดผ่านเนื้อในสุกรขุนทั้งสองเพศ (P>0.05)

ตารางที่ 4.6 อิทธิพลของพันธุ์และเพศต่อลักษณะทางกายภาพในกล้ามเนื้อสันนอกของสุกรขุน

ลักษณะที่ศึกษา	พันธุ์[1]			เพศ		SEM	P-value		
	P5 (n=16)	CP5 (n=16)	CD (n=16)	เมีย (n=25)	ผู้ตอน (n=23)		พันธุ์	เพศ	พันธุ์*เพศ
pH_{45min}	6.13	6.19	6.34	6.25	6.18	0.04	0.08	0.39	0.34
pH_{24h}	5.75	5.71	5.76	5.76	5.71	0.02	0.58	0.12	0.67
L*	52.42	52.12	51.19	50.67^{y}	53.16^{x}	0.38	0.39	<0.01	0.87
a*	3.28	3.96	3.41	3.81	3.29	0.16	0.22	0.12	0.19
b*	11.82	12.32	11.47	11.67	12.08	0.14	0.06	0.16	0.38
Drip loss (%)	3.16	3.11	3.15	3.23	3.05	0.11	0.98	0.41	0.85
Thawing loss (%)	8.62	8.87	9.14	8.59	9.16	0.28	0.76	0.32	0.67
Cooking loss (%)	22.10	21.75	22.50	22.49	21.75	0.43	0.78	0.40	0.34
WBSF (kg)	6.29	6.49	6.28	6.50	6.20	0.13	0.77	0.27	0.58
MFD (μm)	71.27^{a}	71.71^{a}	65.70^{b}	70.15	68.97	0.89	0.01	0.51	0.61
SL (μm)	1.71	1.63	1.66	1.63^{y}	1.70^{x}	0.02	0.10	0.02	0.40

[1]P5 = สุกรขุนพันธุ์แท้ปากช่อง 5, CP5 = สุกรขุนลูกผสมสามสายที่เกิดจากพ่อสุกรพันธุ์ปากช่อง 5, CD = สุกรขุนลูกผสมสามสายที่เกิดจากพ่อสุกรพันธุ์ดูร็อค

pH_{45min} = ค่าความเป็นกรด-ด่างภายหลังสัตว์ตายที่ 45 นาที, pH_{24h} = ค่าความเป็นกรด-ด่างภายหลังสัตว์ตายที่ 24 ชั่วโมง, L* = lightness (ค่าความสว่าง), a* = redness (ค่าสีแดง), b* = yellowness (ค่าสีเหลือง), WBSF = Warner-Bratzler shear force (ค่าแรงตัดผ่านเนื้อ), MFD = muscle fiber diameter (ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเส้นใยกล้ามเนื้อ), SL = sarcomere length (ความยาวซาร์โคเมียร์)

[a,b]ตัวอักษรที่ต่างกันในแถวเดียวกันภายใต้อิทธิพลของพันธุ์แสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05)

[x,y]ตัวอักษรที่ต่างกันในแถวเดียวกันภายใต้อิทธิพลของเพศแสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05)

SEM = Standard error of mean

การศึกษาอิทธิพลร่วมระหว่างพันธุ์และเพศต่อลักษณะทางกายภาพในกล้ามเนื้อพับในของสุกรขุนทั้ง 3 กลุ่มดังแสดงในตารางที่ 4.7 ผลการศึกษาพบว่าอิทธิพลร่วมระหว่างพันธุ์และเพศไม่มีผลต่อค่าความเป็นกรด-ด่างภายหลังสัตว์ตายที่ 45 นาที และ 24 ชั่วโมง ค่าความสว่าง ค่าสีแดง และสีเหลือง ค่าการสูญเสียน้ำในระหว่างการเก็บรักษา ค่าการสูญเสียน้ำในระหว่างการละลาย ค่าการสูญเสียน้ำในระหว่างการปรุงสุก ค่าแรงตัดผ่านเนื้อ ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเส้นใยกล้ามเนื้อ และความยาวซาร์โคเมียร์ในกล้ามเนื้อพับในของสุกรขุน (P>0.05)

การศึกษาอิทธิพลของพันธุ์ต่อลักษณะทางกายภาพในกล้ามเนื้อพับในของสุกรขุนทั้ง 3 กลุ่มดังแสดงในตารางที่ 4.7 ผลการศึกษาพบว่าอิทธิพลของพันธุ์ไม่มีผลต่อค่าความเป็นกรด-ด่างภายหลังสัตว์ตายที่ 45 นาที และที่ 24 ชั่วโมง ค่าความสว่าง (L*) ค่าสีแดง (a*) และค่าสีเหลือง (b*) ในกล้ามเนื้อ ค่าการสูญเสียน้ำในระหว่างการเก็บรักษา ค่าการสูญเสียน้ำในระหว่างการละลาย และค่าการสูญเสียน้ำในระหว่างการปรุงสุกในกล้ามเนื้อพับในของสุกรขุน (P>0.05) ทั้งนี้การศึกษาก่อนหน้านี้รายงานว่ากล้ามเนื้อพับในของสุกรขุนลูกผสมที่ใช้สุกรพันธุ์ดูร็อคเป็นพ่อพันธุ์สุดท้ายและสุกรขุนลูกผสมที่ใช้สุกรพันธุ์เปียแตรงเป็นพ่อพันธุ์สุดท้ายมีค่าความเป็นกรด-ด่างภายหลังสัตว์ตายที่ 45 นาทีไม่แตกต่างกัน (Alonso et al. 2009) ในขณะที่สุกรขุนลูกผสมที่ใช้สุกรพันธุ์ดูร็อคเป็นพ่อพันธุ์สุดท้ายจะมีค่าความเป็นกรด-ด่างภายหลังสัตว์ตายที่ 24 ชั่วโมงสูงกว่าสุกรขุนลูกผสมที่ใช้สุกรพันธุ์เปียแตรงเป็นพ่อพันธุ์สุดท้าย ทั้งนี้เนื่องมาจากกระบวนการไกลโคไลซีสที่เกิดขึ้นภายหลังสัตว์ตาย (post-mortem glycolysis) ในสุกรพันธุ์เปียแตรงเกิดขึ้นเร็วกว่าสุกรพันธุ์ดูร็อคจึงมักพบการเกิดเนื้อ PSE ในสุกรลูกผสมเปียแตรง (Latorre et al. 2003; Alonso et al. 2009)

จากการศึกษาพบว่ากล้ามเนื้อพับในของสุกรขุนพันธุ์แท้ปากช่อง 5 และสุกรขุนลูกผสมสามสายที่เกิดจากพ่อสุกรพันธุ์ปากช่อง 5 มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเส้นใยกล้ามเนื้อใหญ่กว่าสุกรขุนลูกผสมสามสายที่เกิดจากพ่อสุกรพันธุ์ดูร็อคอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05) ซึ่งผลการศึกษาที่ได้สอดคล้องกับขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเส้นใยกล้ามเนื้อในกล้ามเนื้อสันนอก (ตารางที่ 4.6) ทั้งนี้กล้ามเนื้อพับในของสุกรขุนพันธุ์แท้ปากช่อง 5 มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเส้นใยกล้ามเนื้อใหญ่น่าจะเป็นผลทำให้สุกรขุนพันธุ์แท้ปากช่อง 5 มีเปอร์เซ็นต์สะโพกที่สูงกว่าสุกรลูกผสมทั้งสองกลุ่ม (P<0.05, ตารางที่ 4.3) นอกจากนี้ผลการศึกษายังพบว่ากล้ามเนื้อพับในของสุกรขุนพันธุ์แท้ปากช่อง 5 มีความยาวซาร์โคเมียร์มากกว่าสุกรขุนลูกผสมสามสายที่เกิดจากพ่อสุกรพันธุ์ปากช่อง 5 และสุกรขุนลูกผสมสามสายที่เกิดจากพ่อสุกรพันธุ์ดูร็อคอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05) ในขณะที่สุกรขุนลูกผสมทั้ง 2 กลุ่ม (CP5 และ CD) มีความยาวซาร์โคเมียร์ไม่แตกต่างกัน (P>0.05) ทั้งนี้ Guzek et al. (2015) รายงานว่าความยาวซาร์โคเมียร์ไม่ได้ขึ้นอยู่กับสายพันธุ์ แต่ขึ้นอยู่กับชนิดของเส้นใยกล้ามเนื้อ ซึ่งเส้นใยกล้ามเนื้อชนิด type IIb จะมีซาร์โคเมียร์ที่สั้นกว่าเส้นใยกล้ามเนื้อชนิดอื่น ทั้งนี้หากพิจารณาสัดส่วนของชนิดเส้นใยกล้ามเนื้อจากการศึกษาในครั้งนี้ของสุกรขุนทั้ง 3 กลุ่ม พบว่าสุกรขุนลูกผสมสามสายทั้ง 2 กลุ่ม มีเปอร์เซ็นต์ของเส้นใยกล้ามเนื้อชนิด type IIb มากกว่า

สุกรขุนพันธุ์แท้ปากช่อง 5 (ตารางที่ 4.8) จึงอาจเป็นผลทำให้สุกรขุนพันธุ์แท้ปากช่อง 5 มีความยาวซาร์โคเมียร์มากกว่าสุกรขุนลูกผสมสามสายทั้ง 2 กลุ่มทั้งในกล้ามเนื้อสันนอก (P>0.05) และกล้ามเนื้อพับใน (P<0.05) นอกจากนี้จากการศึกษาของ Kolczak et al. (2003) พบว่าการขยายตัวของ I-band บนเส้นใยย่อย ทำให้เกิดการยืดออกของ A-band และส่งผลทำให้ซาร์โคเมียร์มีความยาวเพิ่มขึ้น ซึ่งลักษณะดังกล่าวนี้อาจเป็นโครงสร้างของเส้นใยกล้ามเนื้อที่พบในสุกรพันธุ์ปากช่อง 5 อย่างไรก็ตามจากการศึกษาพบว่ากล้ามเนื้อพับในของสุกรขุนทั้งสามกลุ่มมีค่าแรงตัดผ่านเนื้อไม่แตกต่างกัน (P>0.05)

การศึกษาอิทธิพลของเพศต่อลักษณะทางกายภาพในกล้ามเนื้อพับในของสุกรขุนทั้ง 3 กลุ่มดังแสดงในตารางที่ 4.7 ผลการศึกษาพบว่าอิทธิพลของเพศไม่มีผลต่อค่าความเป็นกรด-ด่างภายหลังสัตว์ตายที่ 45 นาที และ 24 ชั่วโมง ค่าสีในกล้ามเนื้อ (a* และ b*) ค่าการสูญเสียน้ำในระหว่างการเก็บรักษา ค่าการสูญเสียน้ำในระหว่างการละลาย ค่าการสูญเสียน้ำในระหว่างการปรุงสุก ค่าแรงตัดผ่านเนื้อ และขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเส้นใยกล้ามเนื้อ (P>0.05) ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Alonso et al. (2009) ที่รายงานว่ากล้ามเนื้อพับในของสุกรขุนเพศผู้ตอนและสุกรขุนเพศเมียมีค่าความเป็นกรด-ด่างภายหลังสัตว์ตายที่ 45 นาที และ 24 ชั่วโมงไม่แตกต่างกัน (P>0.05) อย่างไรก็ตามจากการศึกษาพบว่ากล้ามเนื้อพับในของสุกรขุนเพศผู้มีค่า L* สูงกว่าสุกรขุนเพศเมียอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05) ทั้งนี้อาจจะเป็นผลจากสุกรเพศผู้ตอนมีค่าความเป็นกรด-ด่างภายหลังสัตว์ตายที่ 45 นาที และ 24 ชั่วโมงต่ำกว่าสุกรเพศเมียเล็กน้อย (P>0.05) มีผลทำให้กล้ามเนื้อมีการสลายของโปรตีนซาร์โคพลาสมิกขึ้นและกล้ามเนื้อมีค่า L* สูงขึ้น (Kerry et al. 2002; จันทร์พร เจ้าทรัพย์. 2554) ทั้งในกล้ามเนื้อสันนอกและกล้ามเนื้อพับใน

นอกจากนี้ยังพบว่ากล้ามเนื้อพับในของสุกรขุนเพศผู้ตอนมีแนวโน้มว่าจะมีความยาวซาร์โคเมียร์มากกว่าสุกรขุนเพศเมีย (P=0.07) จากการศึกษาของ Guzek et al. (2015) รายงานว่าความยาวซาร์โคเมียร์มีความสัมพันธ์เชิงบวกกับปริมาณไขมันแทรกในกล้ามเนื้อ (r=0.635, P=0.011) ปริมาณไขมันแทรกที่เพิ่มขึ้นมีผลทำให้ความยาวซาร์โคเมียร์เพิ่มมากขึ้น ทั้งนี้จากผลการศึกษาในครั้งนี้พบว่ากล้ามเนื้อพับในของสุกรขุนเพศผู้ตอนมีเปอร์เซ็นต์ไขมันที่สูงกว่าสุกรขุนเพศเมีย (P>0.05) หรืออาจมีการขยายตัวของ I-band บนเส้นใยย่อยมากกว่า (Kolczak et al. 2003) จึงเป็นผลทำให้สุกรขุนเพศผู้ตอนมีความยาวซาร์โคเมียร์มากกว่าสุกรขุนเพศเมียทั้งในกล้ามเนื้อสันนอก (P<0.05) และกล้ามเนื้อพับใน (P=0.07)

หากพิจารณาผลการศึกษาจากกล้ามเนื้อสันนอกและกล้ามเนื้อพับในพบว่า กล้ามเนื้อทั้ง 2 มัดให้ผลการศึกษาต่อลักษณะทางกายภาพ ได้แก่ ค่าความเป็นกรด-ด่างภายหลังสัตว์ตาย ค่าสีของเนื้อ ค่าความสามารถในการอุ้มน้ำของเนื้อ ค่าแรงตัดผ่านเนื้อ ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเส้นใยกล้ามเนื้อ และความยาวซาร์โคเมียร์ที่สอดคล้องเป็นไปในทิศทางเดียวกัน

ตารางที่ 4.7 อิทธิพลของพันธุ์และเพศต่อลักษณะทางกายภาพในกล้ามเนื้อพับในของสุกรขุน

ลักษณะที่ศึกษา	พันธุ์[1]			เพศ		SEM	P-value		
	P5 (n=16)	CP5 (n=16)	CD (n=16)	เมีย (n=25)	ผู้ตอน (n=23)		พันธุ์	เพศ	พันธุ์*เพศ
pH_{45min}	6.14	6.25	6.35	6.25	6.24	0.05	0.20	0.90	0.46
pH_{24h}	5.75	5.73	5.76	5.77	5.72	0.02	0.79	0.17	0.57
L*	52.49	52.27	51.34	50.94^{y}	53.13^{x}	0.47	0.57	0.03	0.72
a*	3.14	3.70	3.38	3.74	3.07	0.19	0.50	0.09	0.27
b*	11.63	12.16	11.39	11.67	11.79	0.18	0.20	0.74	0.86
Drip loss (%)	2.91	3.02	2.99	2.81	3.14	0.10	0.91	0.12	0.58
Thawing loss (%)	7.95	8.35	8.98	8.35	8.50	0.31	0.39	0.81	0.79
Cooking loss (%)	21.49	21.36	22.03	22.36	20.89	0.47	0.83	0.13	0.32
WBSF (kg)	6.18	6.61	6.47	6.59	6.25	0.16	0.54	0.29	0.48
MFD (μm)	71.50^{a}	71.26^{a}	66.69^{b}	70.95	68.69	0.84	0.04	0.19	0.93
SL (μm)	1.74^{a}	1.63^{b}	1.65^{b}	1.64	1.70	0.02	0.03	0.07	0.35

[1]P5 = สุกรขุนพันธุ์แท้ปากช่อง 5, CP5 = สุกรขุนลูกผสมสามสายที่เกิดจากพ่อสุกรพันธุ์ปากช่อง 5, CD = สุกรขุนลูกผสมสามสายที่เกิดจากพ่อสุกรพันธุ์ดูร็อค

pH_{45min} = ค่าความเป็นกรด-ด่างภายหลังสัตว์ตายที่ 45 นาที, pH_{24h} = ค่าความเป็นกรด-ด่างภายหลังสัตว์ตายที่ 24 ชั่วโมง, L* = lightness (ค่าความสว่าง), a* = redness (ค่าสีแดง), b* = yellowness (ค่าสีเหลือง), WBSF = Warner-Bratzler shear force (ค่าแรงตัดผ่านเนื้อ), MFD = muscle fiber diameter (ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเส้นใยกล้ามเนื้อ), SL = sarcomere length (ความยาวซาร์โคเมียร์)

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

[x,y]ตัวอักษรที่ต่างกันในแถวเดียวกันภายใต้อิทธิพลของเพศแสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$)

SEM = Standard error of mean

4.1.5 อิทธิพลของพันธุ์และเพศต่อชนิดของเส้นใยกล้ามเนื้อในกล้ามเนื้อสันนอกของสุกรขุน

กล้ามเนื้อที่ประกอบไปด้วยเส้นใยกล้ามเนื้อต่างชนิดกันมีผลทำให้กล้ามเนื้อมีคุณลักษณะที่แตกต่างกัน จากการศึกษาครั้งนี้แสดงให้เห็นว่าสามารถจำแนกชนิดเส้นใยกล้ามเนื้อตามการแสดงออกของยีน (gene expression) ตามชนิดของ myosin heavy chain (MHC) ด้วยเทคนิค qPCR ได้เป็น 4 ชนิด คือ slow MHC-I และ fast MHC-IIa MHC-IIx และ MHC-IIb ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาก่อนหน้านี้ (Chikuni et al. 2001; Lefaucheur et al. 2004) นอกจากนี้กล้ามเนื้อสันนอกของสุกรขุนประกอบด้วยเส้นใยกล้ามเนื้อชนิด MHC-IIb ในปริมาณสูงที่สุด รองลงมาได้แก่ MHC-IIx MHC-IIa และ MHC-I ตามลำดับ ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาก่อนหน้านี้ที่รายงานว่าเส้นใยกล้ามเนื้อในกล้ามเนื้อสันนอกของสายพันธุ์สุกรในปัจจุบันมักประกอบด้วยปริมาณของเส้นใย

กล้ามเนื้อชนิด MHC-IIb เป็นส่วนใหญ่โดยเฉพาะอย่างยิ่งในสุกรพันธุ์ลาร์จไวท์ แลนด์เรซ และยอร์คเชียร์ (Ruusunen and Puolanne. 1997; Lefaucheur et al. 2004; Ruusunen and Puolanne. 2004; Wimmers et al. 2008)

ผลการศึกษาอิทธิพลของเพศ และอิทธิพลร่วมระหว่างพันธุ์และเพศต่อชนิดของเส้นใยกล้ามเนื้อในกล้ามเนื้อสันนอกของสุกรขุนพบว่า ไม่มีผลต่อสัดส่วนของเส้นใยกล้ามเนื้อชนิด MHC-I MHC-IIa MHC-IIx และ MHC-IIb ในกล้ามเนื้อสันนอกของสุกรขุน (P>0.05, ตารางที่ 4.8)

การศึกษาอิทธิพลของพันธุ์ต่อชนิดของเส้นใยกล้ามเนื้อในกล้ามเนื้อสันนอกของสุกรขุนดังแสดงในตารางที่ 4.8 ผลการศึกษาพบว่าอิทธิพลของพันธุ์ไม่มีผลต่อปริมาณเส้นใยกล้ามเนื้อชนิด MHC-I และ MHC-IIa ในกล้ามเนื้อสันนอกของสุกรทั้ง 3 กลุ่ม (P>0.05) ในขณะที่สุกรขุนพันธุ์แท้ปากช่อง 5 มีปริมาณเส้นใยกล้ามเนื้อชนิด MHC-IIx สูงกว่า และมีปริมาณเส้นใยกล้ามเนื้อชนิด MHC-IIb ต่ำกว่ากว่าสุกรขุนลูกผสมสามสายที่เกิดจากพ่อสุกรพันธุ์ปากช่อง 5 และสุกรขุนลูกผสมสามสายที่เกิดจากพ่อสุกรพันธุ์ดูร็อคอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05) ในขณะที่สุกรขุนลูกผสมทั้งสองกลุ่ม (CP5 และ CD) มีปริมาณเส้นใยกล้ามเนื้อชนิด MHC-IIx และ MHC-IIb ไม่แตกต่างกัน (P>0.05) จากการศึกษาของ Wimmers et al. (2008) แสดงให้เห็นว่าสุกรพันธุ์ดูร็อคและพันธุ์เปียแตรงมีปริมาณเส้นใยกล้ามเนื้อทั้ง 4 ชนิดไม่แตกต่างกัน (P>0.05) แต่เมื่อนำสุกรทั้งสองสายพันธุ์นี้มาผสมข้ามกัน (ดูร็อค x เปียแตรง) มีผลทำให้สุกรลูกผสมที่ได้มีปริมาณเส้นใยกล้ามเนื้อชนิด MHC-IIb ลดลงเมื่อเปรียบเทียบกับสุกรพันธุ์ดูร็อคและพันธุ์เปียแตรง (P<0.05) ทั้งนี้จึงอาจเป็นผลทำให้สุกรขุนพันธุ์แท้ปากช่อง 5 มีปริมาณเส้นใยกล้ามเนื้อชนิด MHC-IIb ต่ำกว่าสุกรขุนลูกผสมสามสาย และการที่สุกรขุนลูกผสมสามสายที่เกิดจากพ่อสุกรพันธุ์ปากช่อง 5 มีปริมาณเส้นใยกล้ามเนื้อชนิด MHC-IIb ที่สูงขึ้นน่าจะเป็นผลมาจากอิทธิพลทางพันธุกรรมของแม่พันธุ์สุกรสองสาย (ลาร์จไวท์ x แลนด์เรซ) (Ruusunen and Puolanne. 1997; Lefaucheur et al. 2004; Ruusunen and Puolanne. 2004; Wimmers et al. 2008)

นอกจากนี้ Migdal et al. (2005) ได้ทำการศึกษาถึงชนิดและขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของเส้นใยกล้ามเนื้อแต่ละชนิดด้วยวิธี histochemistry ในกล้ามเนื้อ *longissimus thoracis* และ *longissimus lumborum* ผลการศึกษาพบว่ากล้ามเนื้อทั้ง 2 มัดมีสัดส่วนของเส้นใยกล้ามเนื้อชนิด type I IIa และ IIb ไม่แตกต่างกัน (P>0.05) แต่เส้นใยกล้ามเนื้อแต่ละชนิดมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางที่แตกต่างกัน (P<0.05) และการศึกษาของ Kim et al. (2013) รายงานว่าเส้นใยกล้ามเนื้อชนิด type IIb ยังสามารถจำแนกตามขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางออกได้เป็น 3 กลุ่ม คือ กลุ่มที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางขนาดเล็ก (น้อยกว่า 40 μm) ขนาดกลาง (40-100 μm) และขนาดใหญ่ (มากกว่า 100 μm) ทั้งนี้สุกรขุนพันธุ์แท้ปากช่อง 5 และสุกรขุนลูกผสมสามสายที่เกิดจากพ่อสุกรพันธุ์ปากช่อง 5 อาจจะมีเส้นผ่านศูนย์ของเส้นใยกล้ามเนื้อชนิด type IIb ที่มีขนาดใหญ่กว่า จึงเป็นผลทำให้มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเส้นใยกล้ามเนื้อที่ใหญ่กว่าสุกรขุนลูกผสมสามสายที่เกิดจากพ่อสุกรพันธุ์ดูร็อค (ตารางที่ 4.6)

อย่างไรก็ตามจากการศึกษาของ Ryu et al. (2004) พบว่าขนาดพื้นที่หน้าตัดเนื้อสันไม่มีความสัมพันธ์กับชนิดของเส้นใยกล้ามเนื้อ แต่จะมีความสัมพันธ์กับขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเส้นใยกล้ามเนื้อ ซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษาในครั้งนี้ที่พบว่ากล้ามเนื้อสันนอกของสุกรขุนพันธุ์แท้ปากช่อง 5 และสุกรขุนลูกผสมสามสายที่เกิดจากพ่อสุกรพันธุ์ปากช่อง 5 มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเส้นใยกล้ามเนื้อใหญ่กว่าสุกรขุนลูกผสมสามสายที่เกิดจากพ่อสุกรพันธุ์ดูร็อค (ตารางที่ 4.6) จึงเป็นผลทำให้สุกรขุนพันธุ์แท้ปากช่อง 5 และสุกรขุนลูกผสมสามสายที่เกิดจากพ่อสุกรพันธุ์ปากช่อง 5 มีขนาดพื้นที่หน้าตัดเนื้อสันที่ใหญ่กว่า (ตารางที่ 4.3)

การรายงานก่อนหน้านี้กล่าวว่าเส้นใยกล้ามเนื้อชนิด type IIb มีปริมาณไกลโคเจนสะสมอยู่มาก และจะใช้พลังงานจากกระบวนการที่ไม่ใช้ออกซิเจนเป็นหลัก ดังนั้นค่าความเป็นกรด-ด่างภายหลังสัตว์ตายจะลดลงมากกว่า (จุฑารัตน์ เศรษฐกุล. 2539) นอกจากนี้เส้นใยกล้ามเนื้อชนิด type IIb ยังเป็นเส้นใยกล้ามเนื้อที่มีปริมาณไมโอโกลบินต่ำทำให้เนื้อมีสีซีด (Lefaucheur. 2006) และมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางที่ใหญ่มีผลทำให้เนื้อมีความเหนียวและมีค่าการสูญเสียน้ำเพิ่มมากขึ้น (Ryu and Kim. 2005; Bulotienė and Jukna. 2008) ถึงแม้ว่าสุกรขุนพันธุ์แท้ปากช่อง 5 และสุกรขุนลูกผสมสามสายที่เกิดจากพ่อสุกรพันธุ์ปากช่อง 5 จะมีสัดส่วนของชนิดเส้นใยกล้ามเนื้อที่แตกต่างกันและมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเส้นใยกล้ามเนื้อที่ใหญ่กว่าสุกรขุนลูกผสมสามสายที่เกิดจากพ่อสุกรพันธุ์ดูร็อค แต่จากผลการศึกษาพบว่ากล้ามเนื้อสันนอกของสุกรขุนทั้ง 3 กลุ่มมีค่าความเป็นกรด-ด่างที่ 24 ชั่วโมงภายหลังสัตว์ตาย ค่าสีของเนื้อ และค่าการสูญเสียน้ำของเนื้อไม่แตกต่างกัน (P>0.05, ตารางที่ 4.6)

ตารางที่ 4.8 อิทธิพลของพันธุ์และเพศต่อชนิดของเส้นใยกล้ามเนื้อในกล้ามเนื้อสันนอกของสุกรขุน

ลักษณะที่ศึกษา	พันธุ์[1]			เพศ		SEM	P-value		
	P5 (n=16)	CP5 (n=16)	CD (n=16)	เมีย (n=25)	ผู้ตอน (n=23)		พันธุ์	เพศ	พันธุ์*เพศ
MHC-I (%)	0.08	0.08	0.13	0.08	0.11	0.01	0.12	0.21	0.22
MHC-IIa (%)	5.57	5.30	5.03	5.34	5.26	0.37	0.83	0.92	0.96
MHC-IIx (%)	39.17[a]	29.58[b]	27.51[b]	31.97	32.21	1.80	0.03	0.95	0.77
MHC-IIb (%)	55.18[b]	65.04[a]	67.33[a]	62.61	62.41	1.66	0.01	0.95	0.75

[1]P5 = สุกรขุนพันธุ์แท้ปากช่อง 5, CP5 = สุกรขุนลูกผสมสามสายที่เกิดจากพ่อสุกรพันธุ์ปากช่อง 5, CD = สุกรขุนลูกผสมสามสายที่เกิดจากพ่อสุกรพันธุ์ดูร็อค

[a,b]ตัวอักษรที่ต่างกันในแถวเดียวกันภายใต้อิทธิพลของพันธุ์แสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05)

MHC-I = Myosin heavy chain type I, MHC-IIa = Myosin heavy chain type IIa, MHC-IIx = Myosin heavy chain type IIx, MHC-IIb = Myosin heavy chain type IIb

SEM = Standard error of mean

4.1.6 อิทธิพลของพันธุ์และเพศต่อปริมาณนิวคลีโอไทด์ในกล้ามเนื้อสันนอกและกล้ามเนื้อพับในของสุกรขุน

การรับรู้รสชาติเกิดจากประสาทสัมผัสในร่างกายที่สามารถตรวจจับสารเคมีในอาหารได้ อาหารแต่ละชนิดมีสารประกอบที่ทำให้เกิดกลิ่นและรสชาติที่แตกต่างกัน ภายหลังสัตว์ตายพลังงานสะสมที่อยู่ในกล้ามเนื้อในรูปของอะดีโนซีนไตรฟอสเฟต (ATP) จะถูกสลายตัวจากความร้อนไปเป็นอะดีโนซีนโมโนฟอสเฟต (AMP) อิโนซีนโมโนฟอสเฟต (IMP) อิโนซีน และไฮโปแซนทีน ซึ่งจะส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงรสชาติของเนื้อได้ (จุฑารัตน์ เศรษฐกุล. 2539; Micheal and Shahodi. 2013)

การศึกษาอิทธิพลของพันธุ์และเพศต่อปริมาณนิวคลีโอไทด์ในกล้ามเนื้อสันนอกของสุกรขุนดังแสดงในตารางที่ 4.9 ผลการศึกษาพบว่าอิทธิพลของพันธุ์ และอิทธิพลร่วมระหว่างพันธุ์และเพศของสุกรไม่มีผลต่อปริมาณนิวคลีโอไทด์ ได้แก่ อิโนซีนโมโนฟอสเฟต อิโนซีน และไฮโปแซนทีนในกล้ามเนื้อสันนอกของสุกร (P>0.05) จากการศึกษาของ Lee et al. (2016) รายงานว่ากล้ามเนื้อสันนอกของสุกรมีปริมาณกวาโนซีนโมโนฟอสเฟต (GMP) อิโนซีนโมโนฟอสเฟต อิโนซีน และไฮโปแซนทีนเท่ากับ 4.34 238.92 66.24 และ 8.47 มิลลิกรัมต่อเนื้อ 100 กรัม ตามลำดับ

การศึกษาอิทธิพลของเพศต่อปริมาณนิวคลีโอไทด์ในกล้ามเนื้อสันนอกของสุกรขุนดังแสดงในตารางที่ 4.9 ผลการศึกษาพบว่ากล้ามเนื้อสันนอกสุกรขุนเพศผู้ตอนมีแนวโน้มว่าจะปริมาณอิโนซีนโมโนฟอสเฟตสูงกว่าสุกรขุนเพศเมีย (P=0.06) อิโนซีนโมโนฟอสเฟตเป็นโมโนนิวคลีโอไทด์ที่มีความสัมพันธ์กับรสอูมามิ (Tikk et al. 2006; Ba et al. 2012) ดังนั้นจากผลการศึกษาอาจกล่าวได้ว่ากล้ามเนื้อสันนอกของสุกรขุนเพศผู้ตอนอาจมีรสชาติดีกว่ากล้ามเนื้อสันนอกสุกรขุนเพศเมีย ในขณะที่สุกรขุนทั้ง 2 เพศมีปริมาณอิโนซีนและไฮโปแซนทีนไม่แตกต่างกัน (P>0.05) ซึ่งควรทำการศึกษาโดยการทดสอบลักษณะคุณภาพทางประสาทสัมผัสเชิงพรรณนาโดยผู้ประเมินที่ผ่านการฝึกฝนต่อไป

ตารางที่ 4.9 อิทธิพลของพันธุ์และเพศต่อปริมาณนิวคลีโอไทด์ในกล้ามเนื้อสันนอกของสุกรขุน

นิวคลีโอไทด์	พันธุ์[1]			เพศ		SEM	P-value		
(µg/g sample)	P5 (n=10)	CP5 (n=10)	CD (n=10)	เมีย (n=15)	ผู้ตอน (n=15)		พันธุ์	เพศ	พันธุ์*เพศ
IMP	147.59	155.03	146.47	143.69	155.70	2.99	0.46	0.06	0.43
Inosine	53.88	56.53	51.23	52.17	55.59	1.00	0.12	0.10	0.83
Hypoxanthine	13.79	12.87	13.47	13.64	13.11	0.30	0.45	0.38	0.39

[1]P5 = สุกรขุนพันธุ์แท้ปากช่อง 5, CP5 = สุกรขุนลูกผสมสามสายที่เกิดจากพ่อสุกรพันธุ์ปากช่อง 5, CD = สุกรขุนลูกผสมสามสายที่เกิดจากพ่อสุกรพันธุ์ดูร็อค

IMP = Inosine 5′-monophosphate

SEM = Standard error of mean

การศึกษาอิทธิพลของพันธุ์และเพศต่อปริมาณนิวคลีโอไทด์ในกล้ามเนื้อพับในของสุกรขุนดังแสดงในตารางที่ 4.10 ผลการทดลองพบว่าพันธุ์ เพศ และอิทธิพลร่วมระหว่างพันธุ์และเพศของสุกรไม่มีผลต่อปริมาณนิวคลีโอไทด์ ได้แก่ อิโนซีนโมโนฟอสเฟต อิโนซีน และไฮโปแซนทีนในกล้ามเนื้อพับในของสุกรขุน (P>0.05)

โมโนนิวคลีโอไทด์เป็นสารตั้งต้นที่ทำให้เกิดกลิ่นและรสชาติในเนื้อสัตว์ จากการศึกษาแสดงให้เห็นว่ากล้ามเนื้อสันนอกของสุกรขุนทั้ง 3 กลุ่มมีอิโนซีนโมโนฟอสเฟตในปริมาณที่สูง ซึ่งกวาโนซีนโมโนฟอสเฟตและอิโนซีนโมโนฟอสเฟตเป็นนิวคลีโอไทด์ในกลุ่มที่มีความสัมพันธ์กับรสอูมามิ ในขณะที่อิโนซีนและไฮโปแซนทีนเป็นนิวคลีโอไทด์ที่เกิดจากการสลายตัวของอิโนซีนโมโนฟอสเฟตซึ่งมีความสัมพันธ์กับรสขม (Tikk et al. 2006; Ba et al. 2012) นอกจากนี้การสลายตัวของอิโนซีนโมโนฟอสเฟตยังได้ผลผลิตเป็นน้ำตาลรีดิวส์หรือน้ำตาลไรโบส ซึ่งเป็นสารตั้งต้นที่สำคัญต่อรสชาติของเนื้อเมื่อนำไปปรุงสุกผ่านปฏิกิริยาเมลลาร์ด (Mottram. 1998; Ba et al. 2012) จากผลการศึกษาของ Lee et al. (2016) แสดงให้เห็นว่ากล้ามเนื้อสันนอกของสุกรที่ผ่านการบ่มแบบแห้ง (dry-aged pork loin) จะมีปริมาณอิโนซีนและไฮโปแซนทีนสูงขึ้น ในขณะที่ปริมาณกวาโนซีนโมโนฟอสเฟตและอิโนซีนโมโนฟอสเฟตลดลง และยังมีผลทำให้ปริมาณกรดอะมิโนอิสระ (free amino acids) เพิ่มขึ้นซึ่งจะมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของรสชาติในเนื้อสัตว์ ทั้งนี้มีปัจจัยหลายประการที่เกี่ยวข้องกับส่วนประกอบในเนื้อสัตว์ที่ทำให้เกิดรสชาติ ได้แก่ ชนิดสัตว์ พันธุ์สัตว์ อาหาร รวมถึงการจัดการด้านเนื้อสัตว์ เช่น ระยะเวลาและสภาวะในการเก็บรักษา ผลผลิตที่เกิดจากจุลินทรีย์ กระบวนการและความร้อนที่ใช้ในการปรุงสุก เป็นต้น (Aberle et al. 2012; Ba et al. 2012; ชัยณรงค์ คันธพนิต. 2529; จุฑารัตน์ เศรษฐกุล. 2539) ผลการศึกษาจากกล้ามเนื้อสันนอกและกล้ามเนื้อพับในพบว่าให้ผลการศึกษาต่อปริมาณนิวคลีโอไทด์ที่สอดคล้องกัน

ตารางที่ 4.10 อิทธิพลของพันธุ์และเพศต่อปริมาณนิวคลีโอไทด์ในกล้ามเนื้อพับในของสุกรขุน

นิวคลีโอไทด์ (μg/g sample)	พันธุ์[1]			เพศ		SEM	P-value		
	P5 (n=10)	CP5 (n=10)	CD (n=10)	เมีย (n=15)	ผู้ตอน (n=15)		พันธุ์	เพศ	พันธุ์*เพศ
IMP	140.94	147.08	158.48	147.62	150.06	5.49	0.43	0.83	0.15
Inosine	63.72	55.47	56.72	57.96	59.31	1.74	0.13	0.70	0.32
Hypoxanthine	17.58	15.44	15.03	17.01	15.02	0.60	0.19	0.11	0.51

[1]P5 = สุกรขุนพันธุ์แท้ปากช่อง 5, CP5 = สุกรขุนลูกผสมสามสายที่เกิดจากพ่อสุกรพันธุ์ปากช่อง 5, CD = สุกรขุนลูกผสมสาม สายที่เกิดจากพ่อสุกรพันธุ์ดูร็อค

IMP = Inosine 5′-monophosphate

SEM = Standard error of mean

4.1.7 อิทธิพลของพันธุ์และเพศต่อเปอร์เซ็นต์กรดไขมันในกล้ามเนื้อสันนอกและกล้ามเนื้อพับในของสุกรขุน

องค์ประกอบของกรดไขมันในกล้ามเนื้อมีความสัมพันธ์กับคุณภาพด้านการบริโภคของเนื้อสุกร (Cannata et al. 2010) การแตกตัวของกรดไขมันจะได้เป็นสารประกอบหลายชนิดซึ่งมีผลต่อกลิ่นและรสชาติของเนื้อสัตว์โดยตรง การเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชั่นของกรดไขมันชนิดไม่อิ่มตัวทำให้เกิดสารที่ให้กลิ่นและรสชาติที่ไม่พึงประสงค์ได้ ซึ่งอาจเกิดขึ้นได้ตั้งแต่กระบวนการเก็บรักษาจนถึงกระบวนการปรุงสุก นอกจากคุณลักษณะในด้านกลิ่นและรสชาติแล้ว ผู้บริโภคยังอาจให้ความสำคัญในด้านคุณค่าทางโภชนาการด้วย เช่น ปริมาณคอเลสเตอรอล และสัดส่วนหรือชนิดของกรดไขมันทั้งชนิดอิ่มตัวและไม่อิ่มตัว (ชัยณรงค์ คันธพนิต. 2529; Tikk et al. 2006; Ba et al. 2012) การศึกษาอิทธิพลร่วมระหว่างพันธุ์และเพศต่อเปอร์เซ็นต์กรดไขมันในกล้ามเนื้อสันนอกของสุกรขุนดังแสดงในตารางที่ 4.11 ผลการศึกษาพบว่าอิทธิพลร่วมระหว่างพันธุ์และเพศไม่มีผลต่อองค์ประกอบของกรดไขมันในกล้ามเนื้อสันนอกของสุกรขุน ($P>0.05$) ทั้งนี้องค์ประกอบของกรดไขมันในร่างกายมักขึ้นอยู่กับชนิดและปริมาณของอาหารที่ได้รับ (Kellems and Church. 2002; Alonso et al. 2009; ศรีสกุล วรจันทรา และรณชัย สิทธิไกรพงษ์. 2539) ซึ่งในการทดลองนี้สุกรขุนทั้ง 3 กลุ่มได้รับอาหารชนิดเดียวกันจึงเป็นผลให้ไม่เห็นความแตกต่าง

การศึกษาอิทธิพลของพันธุ์ต่อเปอร์เซ็นต์กรดไขมันในกล้ามเนื้อสันนอกของสุกรขุนดังแสดงในตารางที่ 4.11 ผลการศึกษาพบว่าอิทธิพลของพันธุ์ไม่มีผลต่อองค์ประกอบของกรดไขมันส่วนใหญ่ในกล้ามเนื้อสันนอกของสุกรขุนทั้ง 3 กลุ่ม ในขณะที่กล้ามเนื้อสันนอกของสุกรขุนพันธุ์แท้ปากช่อง 5 มีเปอร์เซ็นต์ oleic acid (C18:1 n-9) ไม่แตกต่างจากสุกรขุนลูกผสมสามสายทั้งสองกลุ่ม (CP5 และ CD, $P>0.05$) แต่สุกรขุนลูกผสมสามสายที่เกิดจากพ่อสุกรพันธุ์ปากช่อง 5 มีเปอร์เซ็นต์ oleic acid (C18:1 n-9) สูงกว่าสุกรขุนลูกผสมสามสายที่เกิดจากพ่อสุกรพันธุ์ดูร็อคอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) ซึ่ง Alonso et al. (2009) รายงานว่าไขมันใต้ผิวหนังหรือไขมันสันหลังของสุกรลูกผสมที่ใช้สุกรพันธุ์เปียแตรงเป็นพ่อพันธุ์สุดท้ายจะมีเปอร์เซ็นต์ oleic acid (C18:1 n-9) สูงกว่าสุกรลูกผสมที่ใช้สุกรพันธุ์ดูร็อคและพันธุ์ลาร์จไวท์เป็นพ่อพันธุ์สุดท้าย จึงน่าจะเป็นผลทำให้สุกรพันธุ์ปากช่อง 5 และสุกรขุนลูกผสมสามสายที่เกิดจากพ่อสุกรพันธุ์ปากช่อง 5 ที่มีพันธุกรรมของสุกรพันธุ์เปียแตรงมีปริมาณ oleic acid (C18:1 n-9) ที่สูง นอกจากนี้ผลผลิตที่เกิดจากการออกซิเดชั่นของ oleic acid (C18:1 n-9) อาจทำปฏิกิริยากับผลผลิตจากปฏิกิริยาเมลลาร์ดเกิดเป็นสารประกอบที่ให้กลิ่นรสที่พึงประสงค์ได้ (Ba et al. 2013)

กล้ามเนื้อสันนอกของสุกรขุนพันธุ์แท้ปากช่อง 5 มีเปอร์เซ็นต์ arachidonic acid (ARA, C20:4 n-6) docosahexaenoic acid (DHA, C22:6 n-3) และกรดไขมันไม่อิ่มตัวเชิงซ้อน (PUFA) สูงกว่าสุกรขุนลูกผสมสามสายที่เกิดจากพ่อสุกรพันธุ์ปากช่อง 5 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) แต่ไม่แตกต่างกับสุกรขุนลูกผสมสามสายที่เกิดจากพ่อสุกรพันธุ์ดูร็อค ($P>0.05$) ผลการ

ทดลองที่ได้สอดคล้องกับการศึกษาของ Alonso et al. (2009) ที่รายงานว่าสุกรลูกผสมที่ใช้สุกรพันธุ์เปียแตรงเป็นพ่อพันธุ์สุดท้ายจะมีเปอร์เซ็นต์ PUFA ที่สูงกว่าสุกรลูกผสมที่ใช้สุกรพันธุ์ดูร็อคและพันธุ์ลาร์จไวท์เป็นพ่อพันธุ์สุดท้าย และสุกรขุนลูกผสมที่เกิดจากพ่อสุกรพันธุ์เปียแตรงจะมีเปอร์เซ็นต์กรดไขมันไม่อิ่มตัวเชิงเดี่ยว (MUFA) สูงที่สุด

โดยปกติแล้วเนื้อสุกรจะมี DHA ในปริมาณไม่มาก แต่จากการทดลองของ Meadus et al. (2013) ได้ทำการศึกษาผลของระดับ DHA ในเนื้อกล้ามเนื้อสันนอกของสุกรต่อการประเมินทางประสาทสัมผัสของผู้ประเมินที่ผ่านการฝึกฝน ผลการทดลองพบว่ากล้ามเนื้อสันนอกของสุกรที่มีปริมาณ DHA สูง ได้รับคะแนนการประเมินจากผู้ประเมินที่ผ่านการฝึกฝนในด้านความชุ่มฉ่ำเมื่อเริ่มต้นเคี้ยว (initial juiciness) มากกว่า และกลิ่นไม่พึงประสงค์ (off-flavor) น้อยกว่ากล้ามเนื้อสันนอกของสุกรที่มีปริมาณ DHA ต่ำ ($P<0.05$) นอกจากนี้จากผลการศึกษาพบว่ากล้ามเนื้อสันนอกของสุกรขุนพันธุ์แท้ปากช่อง 5 และสุกรขุนลูกผสมสามสายที่เกิดจากพ่อสุกรพันธุ์ปากช่อง 5 มีแนวโน้มว่าจะมีกรดไขมันไม่อิ่มตัว (UFA, $P=0.07$) และกรดไขมันไม่อิ่มตัวเชิงเดี่ยว (MUFA, $P=0.06$) สูงกว่าสุกรขุนลูกผสมสามสายที่เกิดจากพ่อสุกรพันธุ์ดูร็อค ซึ่ง Cameron and Enser (1991) รายงานว่ากรดไขมันไม่อิ่มตัวเชิงเดี่ยวมีความสัมพันธ์เชิงบวกกับกลิ่นรสของเนื้อสุกร (pork flavor) จึงอาจเป็นผลทำให้กล้ามเนื้อสันนอกของสุกรขุนพันธุ์แท้ปากช่อง 5 มีกลิ่นรสที่ดี อย่างไรก็ตามปริมาณกรดไขมันไม่อิ่มตัวที่สูงอาจทำให้เกิดอนุมูลอิสระและกลิ่นรสที่ไม่พึงประสงค์จากปฏิกิริยาออกซิเดชั่น รวมถึงอาจมีผลยับยั้งการเกิดปฏิกิริยาเมลลาร์ดและการสลายตัวของไธอะมีนที่มีผลต่อการเกิดกลิ่นและรสชาติที่ดีของเนื้อได้ (Morrissey et al. 1998; Tikk et al. 2006; Ba et al. 2012; Benet et al. 2016)

กล้ามเนื้อสันนอกของสุกรขุนทั้ง 3 กลุ่มมีสัดส่วนของกรดไขมันไม่อิ่มตัวเชิงซ้อนต่อกรดไขมันอิ่มตัว (PUFA : SFA) และสัดส่วนของกรดไขมันโอเมก้า-6 ต่อโอเมก้า-3 (PUFA n6 : n3) ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) โดยทั่วไปเนื้อสุกรประกอบด้วยกรดไขมันอิ่มตัวประมาณร้อยละ 40 กรดไขมันไม่อิ่มตัวเชิงเดี่ยวประมาณร้อยละ 50 และกรดไขมันไม่อิ่มตัวเชิงซ้อนประมาณร้อยละ 10 (Dugan et al. 2015) กรดไขมันอิ่มตัว ได้แก่ lauric acid (C12:0) myristic acid (C14:0) และ palmitic acid (C16:0) มีผลทำให้ปริมาณคอเลสเตอรอลชนิด LDL ในเลือดเพิ่มสูงขึ้น ซึ่งจะส่งผลทำให้เกิดปัญหาด้านสุขภาพ ในขณะที่กรดไขมันไม่อิ่มตัว เช่น oleic acid (C18:1 n-9) และ linoleic acid (C18:2 n-6) ช่วยลดปริมาณคอเลสเตอรอลชนิด LDL ในเลือดได้ นอกจากนี้ eicosapentaenoic acid (EPA, C20:5 n-3) และ docosahexaenoic acid (DHA, C22:6 n-3) ยังเป็นกรดไขมันจำเป็นที่ร่างกายต้องการ (Grundy. 1997) ซึ่ง FAO (2008) แนะนำว่าในการบริโภคอาหารควรแทนที่การบริโภค SFA (C12:0-C16:0) ด้วย PUFA (n-3 และ n-6) เพื่อลดระดับคอเลสเตอรอลชนิด LDL และป้องกันปัญหาด้านสุขภาพ การศึกษาก่อนหน้านี้รายงานว่าสัดส่วนของ PUFA : SFA ที่สูงขึ้นช่วยป้องกันการเกิดโรคหัวใจได้ อย่างไรก็ตามสัดส่วนของ PUFA : SFA ที่สูงเกินไปจะส่งผลทำให้เกิด

oxidative stress จากปฏิกิริยาออกซิเดชั่นของ PUFA เพิ่มมากขึ้น โดยสัดส่วนที่เหมาะสมของ PUFA : SFA ในการป้องกันความเสี่ยงการเกิดโรคหัวใจคือ 1.0-1.5 (Kang et al. 2005) ทั้งนี้จากผลการศึกษาพบว่ากล้ามเนื้อสันนอกของสุกรขุนพันธุ์แท้ปากช่อง 5 มีแนวโน้มจะมีสัดส่วนของ PUFA : SFA สูงกว่าสุกรขุนลูกผสมสามสายทั้ง 2 กลุ่ม (P=0.08)

เนื้อสุกรมีสัดส่วนของกรดไขมันโอเมก้า-6 ต่อโอเมก้า-3 (PUFA n-6 : n-3) ที่ค่อนข้างสูง (Dugan et al. 2015) ซึ่งในสัดส่วนที่สูงนี้จะส่งผลกระทบต่อสุขภาพของบริโภคโดยตรง เช่น ทำให้เกิดโรคหลอดเลือดหัวใจ (cardiovascular disease) โรคที่เกิดจากการอักเสบติดเชื้อ (inflammatory disease) โรคเบาหวาน (diabetes) และภาวะภูมิคุ้มกันบกพร่อง (autoimmune disorder) หากเพิ่มปริมาณการบริโภคกรดไขมันโอเมก้า 3 ให้มากขึ้นจะส่งผลดีต่อสุขภาพของผู้บริโภค ทั้งนี้ที่สัดส่วน 5:1 จะส่งผลดีต่อผู้ป่วยโรคหอบหืด ที่สัดส่วน 4:1 ช่วยลดอัตราการตายลงได้ร้อยละ 70 ที่สัดส่วน 2-3:1 ช่วยลดอัตราการเกิดโรคมะเร็งลำไส้และมะเร็งเต้านม ในขณะที่สัดส่วน 10:1 จะเริ่มส่งผลเสียต่อสุขภาพของผู้บริโภค โดยสัดส่วนการบริโภคกรดไขมันโอเมก้า-6 ต่อโอเมก้า-3 ที่ดีที่สุดคือ 1:1 (Simopoulos. 2008)

การศึกษาอิทธิพลของเพศต่อปริมาณกรดไขมันในกล้ามเนื้อสันนอกของสุกรขุนดังแสดงในตารางที่ 4.11 ผลการศึกษาพบว่าอิทธิพลของเพศไม่มีผลต่อองค์ประกอบของกรดไขมันส่วนใหญ่ในกล้ามเนื้อสันนอกของสุกรขุน ยกเว้นกล้ามเนื้อสันนอกของสุกรเพศผู้ตอนมีเปอร์เซ็นต์ lauric acid (C12:0) สูงกว่า (P<0.05) และมีแนวโน้มว่าจะมี capric acid (C10:0, P=0.09) myristic acid (C14:0, P=0.06) สูงกว่าสุกรขุนเพศเมีย ส่งผลทำให้กล้ามเนื้อสันนอกของสุกรเพศผู้ตอนมีเปอร์เซ็นต์กรดไขมันอิ่มตัวสูงกว่าสุกรขุนเพศเมีย (P<0.05) นอกจากนี้กล้ามเนื้อสันนอกของสุกรขุนเพศผู้ตอนมีแนวโน้มว่าจะมี UFA (P=0.06) และ PUFA : SFA (P=0.07) ต่ำกว่าสุกรขุนเพศเมีย สอดคล้องกับผลการทดลองของ Tuz et al. (2004) ที่รายงานว่ากล้ามเนื้อสันนอกของสุกรขุนเพศผู้ตอนมีกรดไขมันอิ่มตัวสูงกว่า (P>0.05) และมี linoleic acid linolenic acid และ PUFA ต่ำกว่าสุกรเพศเมีย (P<0.05) และ Alonso et al. (2009) ที่รายงานว่าไขมันแทรกในกล้ามเนื้อและไขมันใต้ผิวหนังของสุกรเพศเมียมี PUFA สูงกว่าสุกรเพศผู้ตอน

ตารางที่ 4.11 อิทธิพลของพันธุ์และเพศต่อปริมาณกรดไขมันในกล้ามเนื้อสันนอกของสุกรขุน

กรดไขมัน	พันธุ์[1]			เพศ		SEM	P-value		
(%)	P5 (n=10)	CP5 (n=10)	CD (n=10)	เมีย (n=15)	ผู้ตอน (n=15)		พันธุ์	เพศ	พันธุ์*เพศ
C10:0	0.14	0.14	0.15	0.13	0.16	0.01	0.90	0.09	0.84
C12:0	0.10	0.10	0.12	0.10^{y}	0.12^{x}	0.01	0.42	0.05	0.91
C14:0	1.28	1.51	1.54	1.30	1.59	0.07	0.28	0.06	0.90
C16:0	24.88	25.15	27.28	24.88	26.65	0.60	0.23	0.16	0.62
C18:0	13.62	12.50	12.91	12.76	13.27	0.33	0.38	0.45	0.95
C18:1 n-9	40.18^{ab}	41.28^{a}	36.63^{b}	40.36	38.36	0.71	0.04	0.18	0.63
C18:2 n-6	9.81	8.32	9.04	9.39	8.73	0.25	0.08	0.21	0.35
C18:3 n-6	0.21	0.22	0.21	0.26	0.17	0.03	0.98	0.10	0.93
C20:1	1.54	1.93	1.92	1.95	1.65	0.11	0.25	0.18	0.53
C20:2	0.38	0.28	0.34	0.34	0.33	0.02	0.27	0.79	0.48
C20:3 n-6	0.59	0.46	0.54	0.52	0.54	0.03	0.15	0.83	0.85
C20:4 n-6	1.89^{a}	1.45^{b}	1.59^{ab}	1.67	1.62	0.07	0.03	0.67	0.41
C20:5 n-3	0.51	0.47	0.44	0.51	0.43	0.03	0.52	0.11	0.11
C22:6 n-3	0.80^{a}	0.56^{b}	0.66^{ab}	0.68	0.67	0.04	0.05	0.83	0.76
SFA	40.03	39.40	41.99	39.17^{y}	41.78^{x}	0.51	0.13	0.02	0.43
UFA	55.90	54.97	51.37	55.69	52.47	0.79	0.07	0.06	0.82
MUFA	41.72	43.21	38.55	42.31	40.00	0.73	0.06	0.13	0.55
PUFA	14.19^{a}	11.77^{b}	12.82^{ab}	13.38	12.47	0.36	0.04	0.22	0.66
PUFA : SFA	0.36	0.30	0.31	0.34	0.30	0.01	0.08	0.07	0.94
PUFA n6 : n3	10.00	10.26	10.54	10.16	10.38	0.36	0.82	0.77	0.11

[1]P5 = สุกรขุนพันธุ์แท้ปากช่อง 5, CP5 = สุกรขุนลูกผสมสามสายที่เกิดจากพ่อสุกรพันธุ์ปากช่อง 5, CD = สุกรขุนลูกผสมสามสายที่เกิดจากพ่อสุกรพันธุ์ดูร็อค

SFA = Saturated fatty acids, UFA = Unsaturated fatty acids, MUFA = Monounsaturated fatty acids, PUFA = Polyunsaturated fatty acids

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

[x,y]ตัวอักษรที่ต่างกันในแถวเดียวกันภายใต้อิทธิพลของเพศแสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$)

SEM = Standard error of mean

การศึกษาอิทธิพลร่วมระหว่างพันธุ์และเพศต่อเปอร์เซ็นต์กรดไขมันในกล้ามเนื้อพับในของสุกรขุนดังแสดงในตารางที่ 4.12 ผลการศึกษาพบว่าอิทธิพลของพันธุ์ และอิทธิพลร่วมระหว่างพันธุ์และเพศของสุกรไม่มีผลต่อองค์ประกอบของกรดไขมันในกล้ามเนื้อพับในของสุกรขุน (P>0.05) ทั้งนี้น่าจะเป็นผลมาจากสุกรขุนทั้ง 3 กลุ่มได้รับอาหารชนิดเดียวกันจึงไม่เห็นความแตกต่าง อย่างไรก็ตามจากผลการศึกษาพบว่ากล้ามเนื้อพับในของสุกรขุนพันธุ์แท้ปากช่อง 5 มีแนวโน้มว่าจะมีเปอร์เซ็นต์ myristic acid (C14:0) สูงกว่าสุกรขุนลูกผสมสามสายทั้ง 2 กลุ่ม (CP5 และ CD, P=0.08) ทั้งนี้จากการศึกษาของ Alonso et al. (2009) รายงานว่ากล้ามเนื้อพับในของสุกรลูกผสมที่เกิดจากพ่อสุกรพันธุ์ดูร็อคมีเปอร์เซ็นต์ myristic acid (C14:0) สูงกว่าสุกรลูกผสมที่เกิดจากพ่อสุกรพันธุ์เปียแตรงและพันธุ์ลาร์จไวท์

การศึกษาอิทธิพลของเพศต่อปริมาณกรดไขมันในกล้ามเนื้อพับในของสุกรขุนดังแสดงในตารางที่ 4.12 ผลการศึกษาพบว่าอิทธิพลของเพศไม่มีผลต่อองค์ประกอบของกรดไขมันส่วนใหญ่ในกล้ามเนื้อพับในของสุกรขุน ยกเว้นกล้ามเนื้อพับในของสุกรขุนเพศผู้ตอนมีเปอร์เซ็นต์ stearic acids (C18:0) สูงกว่าสุกรขุนเพศเมีย (P<0.05) ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Tuz et al. (2004) ที่รายงานว่าสุกรทั้ง 2 เพศมีเปอร์เซ็นต์ myristic acid (C14:0) และ palmitic acid (C16:0) ไม่แตกต่างกัน แต่กล้ามเนื้อสันนอกของสุกรเพศผู้ตอนมีเปอร์เซ็นต์ stearic acids (C18:0) สูงกว่าสุกรขุนเพศเมีย (P<0.05) ทั้งนี้หากพิจารณาเปอร์เซ็นต์ไขมันในกล้ามเนื้อสันนอกของสุกรทั้ง 2 เพศพบว่ากล้ามเนื้อพับในของสุกรขุนเพศผู้ตอนมีเปอร์เซ็นต์ไขมันสูงกว่ากล้ามเนื้อสันนอกของสุกรขุนเพศเมีย (P>0.05, ตารางที่ 4.5) ซึ่งการศึกษาของ Wood et al. (1996) รายงานว่าสุกรที่มีไขมันในกล้ามเนื้อสูงจะมีปริมาณกรดไขมันอิ่มตัวสูงขึ้น

นอกจากนี้จากผลการศึกษาพบว่ากล้ามเนื้อพับในของสุกรขุนเพศเมียมีเปอร์เซ็นต์ eicosadienoic acid (C20:2) ต่ำกว่าและมี linolenic acid (C20:3 n-6) สูงกว่าสุกรขุนเพศผู้ตอนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05) ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาก่อนหน้านี้ที่รายงานว่าสุกรขุนเพศเมียมีปริมาณ linolenic acid (C20:3 n-6) สูงกว่าสุกรขุนเพศผู้ตอน (Tuz et al. 2004; Alonso et al. 2009) อย่างไรก็ตามมีรายงานว่าผลผลิตที่เกิดจากการออกซิเดชั่นของ linolenic acid (C20:3 n-6) อาจทำปฏิกิริยากับผลผลิตจากปฏิกิริยาเมลลาร์ดเกิดเป็นสารประกอบที่ให้กลิ่นรสที่ไม่พึงประสงค์ได้ (Ba et al. 2013)

ตารางที่ 4.12 อิทธิพลของพันธุ์และเพศต่อปริมาณกรดไขมันในกล้ามเนื้อพับในของสุกรขุน

กรดไขมัน	พันธุ์[1]			เพศ		SEM	P-value		
(%)	P5 (n=10)	CP5 (n=10)	CD (n=10)	เมีย (n=15)	ผู้ตอน (n=15)		พันธุ์	เพศ	พันธุ์*เพศ
C10:0	0.19	0.16	0.20	0.16	0.20	0.02	0.55	0.18	0.87
C12:0	0.11	0.14	0.09	0.12	0.10	0.01	0.10	0.29	0.11
C14:0	1.35	1.02	0.90	1.17	1.01	0.08	0.08	0.30	0.62
C16:0	18.75	18.66	20.16	18.18	20.20	1.06	0.81	0.35	0.76
C18:0	11.32	10.90	11.01	10.22^{y}	11.93^{x}	0.31	0.85	0.02	0.24
C18:1 n-9	52.92	51.42	50.72	53.57	49.81	1.35	0.80	0.18	0.84
C18:2 n-6	7.56	7.52	8.16	7.60	7.89	0.39	0.76	0.71	0.78
C18:3 n-6	0.21	0.25	0.21	0.22	0.22	0.03	0.81	0.96	0.90
C20:1	0.26	0.31	0.37	0.37	0.26	0.04	0.52	0.17	0.88
C20:2	0.19	0.22	0.21	0.15	0.26	0.03	0.86	0.05	0.69
C20:3 n-6	0.35	0.34	0.33	0.42^{x}	0.26^{y}	0.03	0.95	0.03	0.56
C20:4 n-6	1.54	2.20	1.93	2.07	1.72	0.14	0.19	0.23	0.56
C20:5 n-3	0.34	0.28	0.37	0.33	0.32	0.03	0.49	0.90	0.98
C22:6 n-3	0.65	0.59	0.75	0.72	0.61	0.04	0.32	0.23	0.91
SFA	31.72	30.86	32.37	29.86	33.44	1.12	0.86	0.13	0.78
UFA	64.02	63.13	63.04	65.44	61.35	1.24	0.94	0.12	0.93
MUFA	53.17	51.74	51.09	53.93	50.06	1.33	0.81	0.17	0.84
PUFA	10.84	11.39	11.96	11.51	11.28	0.47	0.63	0.81	0.77
PUFA : SFA	0.35	0.38	0.38	0.39	0.34	0.02	0.80	0.26	0.98
PUFA n6 : n3	9.83	12.08	9.80	10.04	11.10	0.46	0.10	0.26	0.92

[1]P5 = สุกรขุนพันธุ์แท้ปากช่อง 5, CP5 = สุกรขุนลูกผสมสามสายที่เกิดจากพ่อสุกรพันธุ์ปากช่อง 5, CD = สุกรขุนลูกผสมสาม สายที่เกิดจากพ่อสุกรพันธุ์ดูร็อค

SFA = Saturated fatty acids, UFA = Unsaturated fatty acids, MUFA = Monounsaturated fatty acids, PUFA = Polyunsaturated fatty acids

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

[x,y]ตัวอักษรที่ต่างกันในแถวเดียวกันภายใต้อิทธิพลของเพศแสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$)

SEM = Standard error of mean

หากพิจารณาองค์ประกอบของกรดไขมันจากผลการศึกษาในกล้ามเนื้อทั้ง 2 มัดพบว่ากล้ามเนื้อสันนอกมีเปอร์เซ็นต์ SFA สูงกว่าและมี UFA ต่ำกว่ากล้ามเนื้อพับใน ซึ่งมีการศึกษาก่อน

หน้านี้ที่ออกมารายงานเช่นกันว่ากล้ามเนื้อสันนอกมีเปอร์เซ็นต์ SFA สูงกว่าและ UFA ต่ำกว่ากล้ามเนื้อพับในของสุกร (Wiecek. 2009; Zak et al. 2014) ทั้งนี้เมื่อพิจารณาองค์ประกอบทางเคมีในกล้ามเนื้อ (ตารางที่ 4.4 และ 4.5) พบว่ากล้ามเนื้อทั้ง 2 มัดมีเปอร์เซ็นต์ไขมันใกล้เคียงกัน แต่กล้ามเนื้อพับในมีปริมาณคอลลาเจนทั้งหมดสูงกว่ากล้ามเนื้อสันนอกเล็กน้อย ทั้งนี้การที่กล้ามเนื้อทั้ง 2 มัดมีเปอร์เซ็นต์ SFA และ UFA ที่แตกต่างกัน อาจเป็นเพราะไขมันในกล้ามเนื้อสันนอกเป็น neutral lipids หรือไตรกลีเซอไรด์ (triglycerides) เป็นส่วนใหญ่ โครงสร้างของไตรกลีเซอไรด์ประกอบด้วยกลีเซอรอล 1 โมเลกุล และมีกรดไขมัน 3 โมเลกุล ซึ่งกรดไขมันที่เป็นองค์ประกอบในไตรกลีเซอไรด์ได้มาจากอาหารและการสังเคราะห์ในร่างกายของสัตว์ (ศรีสกุล วรจันทรา และรณชัย สิทธิไกรพงษ์. 2539) และมักจะประกอบด้วยกรดไขมันที่มีจำนวนคาร์บอน 16 และ 18 อะตอม (Zhang et al. 2008) ทั้งนี้จึงน่าจะเป็นผลทำให้กล้ามเนื้อสันนอกมีเปอร์เซ็นต์ palmitic acid (C16:0) และ stearic acid (C18:0) ที่สูง

ในขณะที่ไขมันในกล้ามเนื้อพับในเป็นฟอสโฟลิพิด (phospholipids) เป็นส่วนใหญ่ ซึ่งฟอสโฟลิพิดเป็นไขมันที่เป็นองค์ประกอบหลักของเยื่อหุ้มต่างๆ ในสิ่งมีชีวิต โครงสร้างของฟอสโฟลิพิดประกอบด้วยกลีเซอรอล 1 โมเลกุล กรดไขมัน 2 โมเลกุลจับอยู่ที่ตำแหน่ง R1 และ R2 และฟอสฟอริก 1 โมเลกุล ที่ตำแหน่ง R1 ของฟอสโฟลิพิดประกอบไปด้วยกรดไขมันชนิด SFA เช่น palmitic acid และ stearic acid และที่ตำแหน่ง R2 ประกอบไปด้วยกรดไขมันชนิด UFA เช่น oleic acid linoleic acid linolenic acid arachidonic acid และ eicosapentaenoic acid (Muriel et al 2005; Küllenberg et al. 2012) นอกจากนี้จากผลการศึกษาพบว่ากล้ามเนื้อพับในมีเปอร์เซ็นต์ oleic acid (C18:1 n-9) สูงกว่ากล้ามเนื้อสันนอก ซึ่ง Küllenberg et al. (2012) รายงานว่าฟอสโฟลิพิดในเนื้อเยื่อจากสัตว์ (animal origin) จะประกอบด้วย oleic acid ในสัดส่วนที่สูงที่สุด ในขณะที่ฟอสโฟลิพิดในเนื้อเยื่อจากพืช (plant origin) จะประกอบด้วย linoleic acid ในสัดส่วนที่สูงที่สุด นอกจากนี้ Habeanu et al. (2014); Aksu et al. (2017) รายงานว่ากล้ามเนื้อชนิด fast-glycolytic หรือ white muscle จะมีฟอสโฟลิพิดที่ประกอบด้วยกรดไขมันชนิด MUFA ในสัดส่วนที่สูง และกล้ามเนื้อชนิด slow-oxidative หรือ red muscle จะมีฟอสโฟลิพิดที่ประกอบด้วยกรดไขมันชนิด PUFA ในสัดส่วนที่สูง ซึ่งกล้ามเนื้อทั้ง 2 มัดจัดอยู่ในกลุ่ม fast-glycolytic (Karlssona et al. 1999) จึงมีผลทำให้กล้ามเนื้อพับในมีเปอร์เซ็นต์ oleic acid (C18:1 n-9) และ UFA ที่สูงกว่ากล้ามเนื้อสันนอก

4.2 การทดลองที่ 2 การศึกษาเปรียบเทียบคุณภาพซากและคุณภาพเนื้อของสุกรขุนลูกผสมสามสายที่เกิดจากพ่อสุกรพันธุ์ปากช่อง 5 และสุกรขุนลูกผสมสามสายที่เกิดจากพ่อสุกรพันธุ์ทางการค้าที่มีพันธุกรรมใกล้เคียงกับสุกรพันธุ์ปากช่อง 5

4.2.1 อิทธิพลของพ่อพันธุ์และเพศต่อคุณภาพซากและชิ้นส่วนที่ได้จากการตัดแต่งของสุกรขุนลูกผสมสามสาย

ในการทดลองนี้สุกรลูกผสมสามสายแต่ละกลุ่มถูกผลิตจากต่างฟาร์มและได้รับการจัดการเลี้ยงดูที่แตกต่างกัน สุกรขุนลูกผสมสามสายที่เกิดจากพ่อสุกรพันธุ์ปากช่อง 5 (CP5) เป็นสุกรที่ผลิตจากฟาร์มสุกรของโรงฆ่า DK Interfood อ.โชคชัย จ.นครราชสีมา สุกรขุนลูกผสมสามสายที่เกิดจากสุกรพ่อพันธุ์ทางการค้า 1 (CB1) เป็นสุกรที่ผลิตจากฟาร์มสุกรเอกชน อ.บำเหน็จณรงค์ จ.ชัยภูมิ และสุกรขุนลูกผสมสามสายที่เกิดจากสุกรพ่อพันธุ์ทางการค้า 2 (CB2) เป็นสุกรที่ผลิตจากฟาร์มสุกรเอกชน อ.สูงเนิน จ.นครราชสีมา เมื่อสุกรแต่ละกลุ่มมีน้ำหนักตัวประมาณ 100 กิโลกรัม จึงทำการขนส่งมายังโรงฆ่าสุกร DK Interfood เพื่อศึกษาคุณภาพซากและเก็บตัวอย่างเพื่อนำไปศึกษาคุณภาพเนื้อ

การศึกษาอิทธิพลร่วมระหว่างพ่อพันธุ์และเพศต่อคุณภาพซากและชิ้นส่วนที่ได้จากการตัดแต่งของสุกรขุนดังแสดงในตารางที่ 4.13 ผลการศึกษาพบว่าอิทธิพลร่วมระหว่างพ่อพันธุ์และเพศไม่มีผลต่อน้ำหนักมีชีวิต น้ำหนักซากอุ่น ความยาวซาก เปอร์เซ็นต์ซาก เปอร์เซ็นต์เนื้อแดง ปริมาณชิ้นส่วนย่อยที่ได้จากการตัดแต่ง ได้แก่ สันใน สันนอก สันคอ ไหล่ สะโพก สามชั้นรวมราวนม คาง หัว ซี่โครง ขาหน้า และขาหลัง ไขมันที่ได้จากการตัดแต่ง ไขมันที่ได้จากการตัดแต่ง ขนาดพื้นที่หน้าตัดเนื้อสัน ความหนาไขมันสันหลัง และค่าดัชนี LSQ ($P>0.05$) ดังแสดงในตารางที่ 4.13 การศึกษาอิทธิพลของพ่อพันธุ์ต่อคุณภาพซากและชิ้นส่วนที่ได้จากการตัดแต่งของสุกรขุนดังแสดงในตารางที่ 4.13 ทั้งนี้สุกรที่นำมาเข้าสู่งานวิจัยมาจากต่างฟาร์มจึงไม่สามารถควบคุมน้ำหนักมีชีวิตเข้าฆ่าให้มีความสม่ำเสมอกันได้ ผลการทดลองพบว่าอิทธิพลของพ่อพันธุ์ไม่มีผลต่อความยาวซาก เปอร์เซ็นต์ซาก เปอร์เซ็นต์เนื้อแดง น้ำหนักชิ้นส่วนย่อยที่ได้จากการตัดแต่ง ได้แก่ สันคอ ไหล่ สามชั้นรวมราวนม คาง ซี่โครง ขาหลัง พื้นที่หน้าตัดเนื้อสัน และความหนาไขมันสันหลังของสุกรขุนทั้ง 3 กลุ่ม ($P>0.05$) จากการศึกษาพบว่าสุกรขุนลูกผสมสามสายที่เกิดจากสุกรพ่อพันธุ์ทางการค้า 1 (CB1) มีน้ำหนักมีชีวิตเข้าฆ่าสูงกว่าสุกรขุนลูกผสมสามสายที่เกิดจากสุกรพ่อพันธุ์ทางการค้า 2 (CB2) และสุกรขุนลูกผสมสามสายที่เกิดจากพ่อสุกรพันธุ์ปากช่อง 5 (CP5) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) ในขณะที่สุกรขุนทั้ง 2 กลุ่ม (CB2 และ CP5) มีน้ำหนักมีชีวิตเข้าฆ่าไม่แตกต่างกัน ($P>0.05$) และยังพบว่าสุกรขุนลูกผสมสามสายที่เกิดจากพ่อสุกรพันธุ์ปากช่อง 5 (CP5) มีน้ำหนักซากอุ่นไม่แตกต่างจากสุกรลูกผสมสามสายที่เกิดจากสุกรพ่อพันธุ์ทางการค้าทั้ง 2 กลุ่ม (CB1 และ CB2) ในขณะที่สุกรขุนลูกผสมสามสายที่เกิดจากสุกรพ่อพันธุ์ทางการค้า 1 (CB1) มีน้ำหนักซากอุ่นสูงกว่าสุกรขุนลูกผสมสามสายที่เกิดจากสุกรพ่อพันธุ์ทางการค้า 2 (CB2) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$)

สุกรขุนลูกผสมสามสายที่เกิดจากพ่อสุกรพันธุ์ปากช่อง 5 (CP5) มีเปอร์เซ็นต์สันในต่ำกว่าสุกรขุนลูกผสมทั้ง 2 กลุ่ม (CB1 และ CB2) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) ในขณะที่สุกรขุนลูกผสมสามสายที่เกิดจากพ่อสุกรพันธุ์ปากช่อง 5 (CP5) มีเปอร์เซ็นต์สันนอก สะโพก หัว และกระดูกต่ำกว่าสุกรขุนลูกผสมสามสายที่เกิดจากสุกรพ่อพันธุ์ทางการค้า 1 (CB1, $P<0.05$) แต่ไม่

แตกต่างจากสุกรขุนลูกผสมสามสายที่เกิดจากสุกรพ่อพันธุ์ทางการค้า 2 (CB2, P>0.05) และสุกรขุนลูกผสมสามสายที่เกิดจากพ่อสุกรพันธุ์ปากช่อง 5 (CP5) มีเปอร์เซ็นต์ขาหน้าสูงกว่า (P<0.05) สุกรขุนลูกผสมสามสายที่เกิดจากสุกรพ่อพันธุ์ทางการค้า 2 (CB2) แต่ไม่แตกต่างจากสุกรขุนลูกผสมสามสายที่เกิดจากสุกรพ่อพันธุ์ทางการค้า 1 (CB1)

สุกรขุนลูกผสมสามสายที่เกิดจากพ่อสุกรพันธุ์ปากช่อง 5 (CP5) มีขนาดพื้นที่หน้าตัดเนื้อสันและและความหนาไขมันสันหลังไม่แตกต่างจากสุกรขุนลูกผสมที่เกิดจากสุกรพ่อพันธุ์ทางการค้าทั้ง 2 กลุ่ม (CB1 และ CB2, P>0.05) อย่างไรก็ตามสุกรขุนลูกผสมสามสายที่เกิดจากพ่อสุกรพันธุ์ปากช่อง 5 (CP5) มีปริมาณไขมันที่ได้จากการตัดแต่งและค่าดัชนี LSQ สูงกว่าสุกรขุนลูกผสมสามสายที่เกิดจากสุกรพ่อพันธุ์ทางการค้า 1 (CB1) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05) แต่ไม่แตกต่างจากสุกรขุนลูกผสมสามสายที่เกิดจากสุกรพ่อพันธุ์ทางการค้า 2 (CB2) (P>0.05)

การศึกษาอิทธิพลของเพศต่อคุณภาพซากและชิ้นส่วนที่ได้จากการตัดแต่งของสุกรขุน ดังแสดงในตารางที่ 4.13 ผลการศึกษาพบว่าอิทธิพลของเพศไม่มีผลต่อน้ำหนักซากอุ่น ความยาวซาก เปอร์เซ็นต์ซาก น้ำหนักชิ้นส่วนย่อยที่ได้จากการตัดแต่ง ได้แก่ สันใน สันคอ ไหล่ คาง หัว ซี่โครง ขาหน้า ขาหลัง และกระดูก พื้นที่หน้าตัดเนื้อสัน และค่าดัชนี LSQ (P>0.05) ในขณะที่สุกรเพศผู้ตอนมีน้ำหนักมีชีวิตเข้าฆ่าสูงกว่าสุกรเพศเมียอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05) นอกจากนี้จากการศึกษาพบว่าสุกรเพศผู้ตอนมีปริมาณสันนอกและสะโพกต่ำกว่าสุกรเพศเมีย (P<0.05) และมีปริมาณสามชั้นรวมราวนม ไขมันที่ได้จากการตัดแต่ง และความหนาไขมันสันหลังสูงกว่าสุกรเพศเมีย (P<0.05) ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของกานต์ และคณะ (2555) ที่รายงานว่าสุกรเพศเมียมีเปอร์เซ็นต์เนื้อแดง สะโพก สันใน และสันนอกมากกว่า และมีเปอร์เซ็นต์ไขมันรวมและสามชั้นต่ำกว่าสุกรเพศผู้ตอน

จากผลการศึกษาทั้ง 2 การทดลองแสดงให้เห็นถึงข้อจำกัดของการใช้ค่าดัชนี LSQ ในการนำมาใช้ประเมินเปอร์เซ็นต์เนื้อแดงของสุกร ผลการศึกษาในการทดลองที่ 2 นี้แสดงให้เห็นว่าสุกรขุนเพศผู้ตอนและเพศเมียมีค่าดัชนี LSQ ไม่แตกต่างกัน (P>0.05) ในขณะที่สุกรขุนเพศเมียมีเปอร์เซ็นต์เนื้อแดงและเปอร์เซ็นต์สะโพกสูงกว่าสุกรขุนเพศผู้ตอน (P<0.05) ทั้งนี้เนื่องจากค่าดัชนี LSQ เป็นการประเมินเปอร์เซ็นต์เนื้อแดงจากความกว้างของกล้ามเนื้อสันนอกโดยไม่ได้พิจารณาถึงเปอร์เซ็นต์ชิ้นส่วนสำคัญอื่นๆ ได้แก่ สันคอ ไหล่ และสะโพก ดังนั้นหากซากสุกรมีเปอร์เซ็นต์ชิ้นส่วนเหล่านี้สูงจะมีผลทำให้การประเมินคุณภาพซากหรือการประเมินเปอร์เซ็นต์เนื้อแดงด้วยค่าดัชนี LSQ มีความคลาดเคลื่อนไปจากความเป็นจริง

ตารางที่ 4.13 อิทธิพลของพ่อพันธุ์และเพศต่อเปอร์เซ็นต์ซากและเปอร์เซ็นต์ชิ้นส่วนที่ได้จากการตัดแต่งของสุกรขุน

ลักษณะที่ศึกษา	พ่อพันธุ์[1] (S)			เพศ (G)		SEM	P-value		
	CB1 (n=16)	CB2 (n=16)	CP5 (n=16)	เมีย (n=24)	ผู้ตอน (n=24)		S	G	S*G
น้ำหนักมีชีวิต (กก.)	108.81^{a}	99.25^{b}	102.56^{b}	101.54^{y}	105.54^{x}	0.75	<0.01	0.01	0.06
น้ำหนักซากอุ่น[2] (กก.)	87.85^{a}	86.23^{b}	86.84^{ab}	87.19	86.76	0.20	0.04	0.33	0.61
ความยาวซาก (ซม.)	85.97	83.64	85.01	84.51	85.24	0.32	0.09	0.28	0.98
เปอร์เซ็นต์ซาก (%)	79.33	78.82	79.19	79.43	78.80	0.18	0.64	0.10	0.24
เปอร์เซ็นต์เนื้อแดง[3] (%)	44.52	42.68	43.20	44.32^{x}	42.62^{y}	0.25	0.08	<0.01	0.79
ชิ้นส่วนย่อยที่ได้จากการตัดแต่ง[4] (%)									
สันใน	1.31^{a}	1.26^{a}	1.14^{b}	1.24	1.21	0.02	<0.01	0.28	0.93
สันนอก	8.88^{a}	7.91^{b}	8.04^{b}	8.83^{x}	8.02^{y}	0.09	<0.01	0.01	0.35
สันคอ	4.10	4.38	4.49	4.40	4.24	0.06	0.06	0.18	0.66
ไหล่	9.67	9.80	9.76	9.87	9.61	0.07	0.86	0.10	0.98
สะโพก	19.75^{a}	18.36^{b}	18.53^{b}	19.26^{x}	18.51^{y}	0.14	0.01	0.02	0.56
สามชั้นรวมราวนม	13.48	14.12	13.42	13.39^{y}	13.95^{x}	0.11	0.06	0.02	0.84
คาง	3.89	4.19	4.13	4.04	4.10	0.04	0.06	0.45	0.45
หัว	5.98^{a}	5.77^{ab}	5.67^{b}	5.82	5.79	0.04	0.02	0.69	0.21
ซี่โครง	4.67	4.58	4.71	4.66	4.64	0.04	0.38	0.79	0.90
ขาหน้า	1.53^{s}	1.41^{b}	1.56^{a}	1.48	1.52	0.01	<0.01	0.14	0.29
ขาหลัง	2.83	2.83	2.91	2.86	2.85	0.02	0.11	0.94	0.24
กระดูก	9.76^{a}	8.90^{b}	9.13^{b}	9.23	9.29	0.63	<0.01	0.69	0.06
ไขมันจากการตัดแต่ง (%)	12.69^{b}	14.39^{a}	14.19^{a}	13.26^{y}	14.26^{x}	0.20	0.02	0.02	0.88
พื้นที่หน้าตัดเนื้อสัน (ซม.^{2})	57.05	48.98	52.31	53.32	52.23	1.32	0.20	0.70	0.22
ไขมันสันหลัง (มม.)	22.60	24.08	24.94	22.64^{y}	25.10^{x}	0.43	0.18	0.01	0.58
LSQ	0.22^{b}	0.32^{a}	0.28^{a}	0.26	0.29	0.01	0.01	0.12	0.54

[1]CB1 = สุกรขุนลูกผสมสามสายที่เกิดจากสุกรพ่อพันธุ์ทางการค้า 1, CB2 = สุกรขุนลูกผสมสามสายที่เกิดจากสุกรพ่อพันธุ์ทางการค้า 2, CP5 = สุกรขุนลูกผสมสามสายที่เกิดจากพ่อสุกรพันธุ์ปากช่อง 5

[2]คำนวณด้วยโควาเรียนซ์โดยใช้น้ำหนักมีชีวิตเป็นตัวแปรร่วม (covariable)

[3]คำนวณจากกล้ามเนื้อ 5 ชิ้นส่วนหลัก ได้แก่ สันใน สันนอก สันคอ ไหล่ และสะโพก

[4]คิดจากน้ำหนักซากอุ่น คำนวณด้วยโควาเรียนซ์โดยใช้น้ำหนักซากอุ่นเป็นตัวแปรร่วม (covariable)

[a,b]ตัวอักษรที่ต่างกันในแถวเดียวกันภายใต้อิทธิพลของพ่อพันธุ์แสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05)

[x,y]ตัวอักษรที่ต่างกันในแถวเดียวกันภายใต้อิทธิพลของเพศแสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05)

SEM = Standard error of mean

ทั้งนี้สุกรพ่อพันธุ์สุดท้ายที่ใช้ในการผลิตสุกรลูกผสมสามสายในการทดลองทั้ง 3 กลุ่ม เป็นสุกรที่มีพันธุกรรมใกล้เคียงกัน (ดูร็อค x เปียแตรง) ซึ่งผู้ผลิตสุกรพ่อพันธุ์มีการคัดเลือกลักษณะเด่นประจำสายพันธุ์ที่แตกต่างกันไป สุกรขุนลูกผสมสามสายที่เกิดจากสุกรพ่อพันธุ์ทางการค้า 1 (CB1) และสุกรขุนลูกผสมสามสายที่เกิดจากพ่อสุกรพันธุ์ปากช่อง 5 (CP5) ได้รับการคัดเลือกให้มีลักษณะเด่นในด้านอัตราการเจริญเติบโต ในขณะที่สุกรขุนลูกผสมสามสายที่เกิดจากสุกรพ่อพันธุ์ทางการค้า 2 (CB2) ได้รับการคัดเลือกให้มีลักษณะเด่นในด้านประสิทธิภาพการใช้อาหาร (กมล ฉวีวรรณ. 2561) จากการศึกษาแสดงให้เห็นว่าสุกรขุนลูกผสมสามสายที่เกิดจากพ่อสุกรพันธุ์ปากช่อง 5 มีคุณภาพซากใกล้เคียงกับสุกรขุนลูกผสมสามสายที่เกิดจากสุกรพ่อพันธุ์ทางการค้า อย่างไรก็ตามจากผลการศึกษาแสดงให้เห็นว่าเมื่อนำสุกรพ่อพันธุ์ปากช่อง 5 ไปผสมข้ามกับแม่พันธุ์สุกรสองสาย (ลาร์จไวท์ x แลนด์เรซ) สุกรลูกผสมสามสายที่ได้จะมีปริมาณไขมันในซากที่ค่อนข้างสูง

4.2.2 อิทธิพลของพ่อพันธุ์และเพศต่อองค์ประกอบทางเคมีในกล้ามเนื้อสันนอกของสุกรขุน

การศึกษาอิทธิพลร่วมระหว่างพ่อพันธุ์และเพศต่อองค์ประกอบทางเคมีในกล้ามเนื้อสันนอกของสุกรขุนทั้ง 3 กลุ่มดังแสดงในตารางที่ 4.14 ผลการศึกษาพบว่าอิทธิพลร่วมระหว่างพ่อพันธุ์และเพศไม่มีผลต่อองค์ประกอบทางเคมี ได้แก่ เปอร์เซ็นต์ความชื้น โปรตีน ไขมัน เถ้า ปริมาณคอลลาเจนที่ไม่ละลาย ปริมาณคอลลาเจนที่ละลายได้ และปริมาณคอลลาเจนรวมในกล้ามเนื้อสันนอกของสุกรขุน ($P>0.05$)

การศึกษาอิทธิพลของพ่อพันธุ์ต่อองค์ประกอบทางเคมีในกล้ามเนื้อสันนอกของสุกรขุนทั้ง 3 กลุ่มดังแสดงในตารางที่ 4.14 ผลการศึกษาพบว่าอิทธิพลของพ่อพันธุ์ไม่มีผลต่อเปอร์เซ็นต์ความชื้น โปรตีน ไขมัน และเถ้า ($P>0.05$) นอกจากนี้พบว่าสุกรขุนลูกผสมสามสายที่เกิดจากพ่อสุกรพันธุ์ปากช่อง 5 มีปริมาณคอลลาเจนที่ไม่ละลาย ปริมาณคอลลาเจนที่ละลายได้ และปริมาณคอลลาเจนรวมในกล้ามเนื้อสันนอกต่ำกว่าสุกรขุนลูกผสมที่เกิดจากสุกรพ่อพันธุ์ทางการค้าทั้ง 2 กลุ่ม (CB1 และ CB2) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) ในขณะที่สุกรขุนลูกผสมที่เกิดจากสุกรพ่อพันธุ์ทางการค้าทั้ง 2 กลุ่มมีปริมาณคอลลาเจนที่ไม่ละลาย ปริมาณคอลลาเจนที่ละลายได้ และปริมาณคอลลาเจนรวมในกล้ามเนื้อสันนอกไม่แตกต่างกัน ($P>0.05$) จากการศึกษาของ Glinoubol et al. (2015) แสดงให้เห็นว่าสุกรที่มีอายุเข้าฆ่าที่ใกล้เคียงกันจะมีปริมาณคอลลาเจนไม่แตกต่าง ซึ่งสุกรขุนลูกผสมที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้มาจากผู้ผลิตที่แตกต่างกันจึงไม่สามารถระบุอายุที่แน่นอนของสุกรได้ อย่างไรก็ตามการศึกษาก่อนหน้านี้แสดงให้เห็นว่าปริมาณและโครงสร้างภายในของเนื้อเยื่อเกี่ยวพันทำให้เนื้อสัตว์มีความแตกต่างกันในแง่ของความนุ่ม (Kerry et al. 2002; ชัยณรงค์ คันธพนิต. 2529) แม้ว่ากล้ามเนื้อสันนอกของสุกรขุนลูกผสมสามสายที่เกิดจากพ่อสุกรพันธุ์ปากช่อง 5 จะมีปริมาณคอลลาเจนรวมต่ำกว่าสุกรขุนลูกผสมที่เกิดจากสุกรพ่อพันธุ์ทางการค้าทั้ง 2 กลุ่ม (CB1 และ CB2) แต่สุกรขุนลูกผสมสามสายที่เกิดจากพ่อสุกรพันธุ์ปากช่อง 5 มีเปอร์เซ็นต์การ

ละลายได้ของคอลลาเจนต่ำกว่าสุกรขุนลูกผสมที่เกิดจากสุกรพ่อพันธุ์ทางการค้า 2 (CB2, P<0.05) แต่ไม่แตกต่างกับสุกรขุนลูกผสมที่เกิดจากสุกรพ่อพันธุ์ทางการค้า 1 (CB1, P>0.05) ซึ่งเปอร์เซ็นต์การละลายได้ของคอลลาเจนที่ลดลงมีผลทำให้เนื้อมีความเหนียวมากขึ้น (Torrescano et al. 2003; Moon. 2006)

การศึกษาอิทธิพลของเพศต่อองค์ประกอบทางเคมีในกล้ามเนื้อสันนอกของสุกรขุนทั้ง 3 กลุ่มดังแสดงในตารางที่ 4.14 ผลการศึกษาพบว่าอิทธิพลของเพศไม่มีผลต่อเปอร์เซ็นต์โปรตีน เถ้า ปริมาณคอลลาเจนที่ไม่ละลาย ปริมาณคอลลาเจนที่ละลายได้ และปริมาณคอลลาเจนรวม (P>0.05) อย่างไรก็ตามพบว่ากล้ามเนื้อสันนอกของสุกรขุนเพศผู้ตอนมีเปอร์เซ็นต์ไขมันสูงกว่าสุกรขุนเพศเมียอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05) ทั้งนี้จึงมีผลทำให้กล้ามเนื้อสันนอกของสุกรขุนเพศผู้ตอนมีเปอร์เซ็นต์ความชื้นต่ำกว่า (P<0.05) และมีแนวโน้มว่าจะมีเปอร์เซ็นต์โปรตีนต่ำกว่าสุกรขุนเพศเมีย (P=0.07) อย่างไรก็ตามการศึกษาของ Latorre et al. (2016) รายงานว่ากล้ามเนื้อสันนอกของสุกรขุนเพศผู้ตอนมีเปอร์เซ็นต์ความชื้นและโปรตีนไม่แตกต่างจากสุกรขุนเพศเมีย แต่มีเปอร์เซ็นต์ไขมันสูงกว่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05)

ตารางที่ 4.14 อิทธิพลของพ่อพันธุ์และเพศต่อองค์ประกอบทางเคมีในกล้ามเนื้อสันนอกของสุกรขุน

ลักษณะที่ศึกษา	พ่อพันธุ์[1] (S)			เพศ (G)		SEM	P-value		
	CB1 (n=10)	CB2 (n=10)	CP5 (n=10)	เมีย (n=15)	ผู้ตอน (n=15)		S	G	S*G
ความชื้น (%)	74.36	73.77	74.35	74.54^{x}	73.78^{y}	0.23	0.28	0.03	0.74
โปรตีน (%)	22.78	22.13	21.88	22.57	21.89	0.15	0.19	0.07	0.13
ไขมัน (%)	2.54	2.43	1.97	1.99^{y}	2.64^{x}	0.16	0.22	0.03	0.51
เถ้า (%)	1.01	1.03	1.02	1.03	1.02	0.02	0.96	0.72	0.76
IC (มิลลิกรัมต่อกรัม)	2.77^{a}	2.56^{a}	2.10^{b}	2.51	2.44	0.23	<0.01	0.65	0.49
SC (มิลลิกรัมต่อกรัม)	0.35^{a}	0.40^{a}	0.19^{b}	0.29	0.34	0.06	<0.01	0.14	0.23
TC (มิลลิกรัมต่อกรัม)	2.96^{a}	3.12^{a}	2.30^{b}	2.81	2.78	0.22	<0.01	0.83	0.29
Collagen Solubility (%)	11.70^{ab}	13.71^{a}	8.67^{b}	10.50	12.22	0.45	0.02	0.21	0.83

[1]CB1 = สุกรขุนลูกผสมสามสายที่เกิดจากสุกรพ่อพันธุ์ทางการค้า 1, CB2 = สุกรขุนลูกผสมสามสายที่เกิดจากสุกรพ่อพันธุ์ทางการค้า 2, CP5 = สุกรขุนลูกผสมสามสายที่เกิดจากพ่อสุกรพันธุ์ปากช่อง 5

IC = insoluble collagen, SC = soluble collagen, TC = total collagen

^{a,b}ตัวอักษรที่ต่างกันในแถวเดียวกันภายใต้อิทธิพลของพ่อพันธุ์แสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05)

^{x,y}ตัวอักษรที่ต่างกันในแถวเดียวกันภายใต้อิทธิพลของเพศแสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05)

ทั้งนี้หากพิจารณาในแง่ความนุ่มของเนื้อพบว่ากล้ามเนื้อสันนอกของสุกรขุนลูกผสมสามสายที่เกิดจากพ่อสุกรพันธุ์ปากช่อง 5 มีปริมาณไขมันในกล้ามเนื้อที่ค่อนข้างต่ำเมื่อเปรียบเทียบกับสุกรขุนลูกผสมที่เกิดจากสุกรพ่อพันธุ์ทางการค้าทั้ง 2 กลุ่ม (P>0.05) ซึ่งปริมาณไขมันแทรกมีความสัมพันธ์เชิงบวกกับความนุ่มของเนื้อ (Cannata et al. 2010; Jeremiah. 2012; Liu et al. 2012) และยังมีผลต่อคุณภาพเนื้อด้านการบริโภคและการตัดสินใจเลือกซื้อเนื้อของผู้บริโภค (Kerry et al. 2002) โดยระดับไขมันในกล้ามเนื้อสันนอกของสุกรที่ผู้บริโภคยอมรับได้คือ 2.2-3.4 เปอร์เซ็นต์ (Font-i-Furnols et al. 2012) นอกจากนี้กล้ามเนื้อสันนอกของสุกรขุนลูกผสมสามสายที่เกิดจากพ่อสุกรพันธุ์ปากช่อง 5 ยังมีเปอร์เซ็นต์การละลายได้คอลลาเจนที่ต่ำกว่าสุกรขุนลูกผสมที่เกิดจากสุกรพ่อพันธุ์ทางการค้าทั้ง 2 กลุ่ม ซึ่งอาจมีผลทำให้เนื้อมีความนุ่มลดลง (Torrescano et al. 2003; Moon. 2006) จึงอาจกล่าวได้ว่ากล้ามเนื้อสันนอกของสุกรขุนลูกผสมสามสายที่เกิดจากพ่อสุกรพันธุ์ปากช่อง 5 อาจมีความนุ่มน้อยกว่าเมื่อนำไปบริโภค อย่างไรก็ตามเมื่อพิจารณาค่าแรงตัดผ่านเนื้อแล้วพบว่าสุกรขุนลูกผสมสามสายทั้ง 3 กลุ่มไม่แตกต่างกัน (P>0.05, ตารางที่ 4.15) ทั้งนี้ยังมีปัจจัยอีกหลายประการที่มีผลต่อความนุ่มของเนื้อทั้งปัจจัยภายในและภายนอกตัวสัตว์ รวมถึงการจัดการด้านเนื้อสัตว์ เช่น การบ่มเนื้อ และการปรุงสุก (จุฑารัตน์ เศรษฐกุล. 2540) ซึ่งควรทำการศึกษาโดยการทดสอบลักษณะคุณภาพทางประสาทสัมผัสเชิงพรรณนาโดยผู้ประเมินที่ผ่านการฝึกฝนต่อไป

4.2.3 อิทธิพลของพ่อพันธุ์และเพศต่อลักษณะทางกายภาพในกล้ามเนื้อสันนอกของสุกรขุนลูกผสมสามสาย

การศึกษาอิทธิพลร่วมระหว่างพ่อพันธุ์และเพศต่อต่อลักษณะทางกายภาพในกล้ามเนื้อสันนอกของสุกรขุนลูกผสมสามสายดังแสดงในตารางที่ 4.15 ผลการศึกษาพบว่าอิทธิพลร่วมระหว่างพ่อพันธุ์และเพศไม่มีผลต่อค่าความเป็นกรด-ด่างภายหลังสัตว์ตายที่ 45 นาที และ 24 ชั่วโมง ค่าความสว่าง ค่าสีแดง ค่าสีเหลือง ค่าการสูญเสียน้ำในระหว่างการเก็บรักษา ค่าการสูญเสียน้ำในระหว่างการละลาย ค่าการสูญเสียน้ำในระหว่างการปรุงสุก ค่าแรงตัดผ่านเนื้อ และความยาวซาร์โคเมียร์ในสุกรขุน (P>0.05)

แต่อิทธิพลร่วมระหว่างพ่อพันธุ์และเพศมีผลต่อขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเส้นใยกล้ามเนื้อของสุกรขุน (ตารางที่ 4.16) โดยพบว่าสุกรขุนลูกผสมสามสายที่เกิดจากสุกรพ่อพันธุ์ทางการค้า 1 (CB1) เพศเมียมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเส้นใยกล้ามเนื้อยาวที่สุด (P<0.05) แต่ไม่แตกต่างจากสุกรขุนลูกผสมสามสายที่เกิดจากสุกรพ่อพันธุ์ทางการค้า 1 (CB1) เพศผู้ตอน และสุกรขุนลูกผสมสามสายที่เกิดจากสุกรพ่อพันธุ์ทางการค้า 2 (CB2) เพศเมีย (P>0.05) ในขณะที่สุกรขุนลูกผสมสามสายที่เกิดจากพ่อสุกรพันธุ์ปากช่อง 5 (CP5) เพศเมียมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเส้นใยกล้ามเนื้อสั้นที่สุด (P<0.05) แต่ไม่แตกต่างจากสุกรขุนลูกผสมสามสายที่เกิดจากสุกรพ่อพันธุ์

ทางการค้า 2 (CB2) เพศผู้ตอน และสุกรขุนลูกผสมสามสายที่เกิดจากพ่อสุกรพันธุ์ปากช่อง 5 (CP5) เพศผู้ตอน (P>0.05) ดังแสดงในตารางที่ 4.16 ทั้งนี้ความแตกต่างของเส้นผ่านศูนย์กลางเส้นใยกล้ามเนื้อที่เกิดขึ้นอาจจะเป็นผลมาจากกล้ามเนื้อสันนอกของสุกรในแต่ละกลุ่มมีชนิดและปริมาณเส้นใยกล้ามเนื้อที่แตกต่างกันเนื่องจากพันธุกรรม ซึ่งเส้นใยกล้ามเนื้อชนิด type IIb จะมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเส้นใยกล้ามเนื้อใหญ่กว่าเส้นใยกล้ามเนื้อชนิด type IIa และ type I ตามลำดับ (Aberle et al. 2001; Devine et al. 2004) นอกจากนี้การศึกษาของ Migdal et al. (2005) รายงานว่าแม้กล้ามเนื้อจะมีสัดส่วนของเส้นใยกล้ามเนื้อชนิด type I IIa และ IIb ไม่แตกต่างกัน (P>0.05) แต่เส้นใยกล้ามเนื้อชนิดเดียวกันยังมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเส้นใยกล้ามเนื้อที่แตกต่างกัน (P<0.05)

ตารางที่ 4.15 อิทธิพลของพ่อพันธุ์และเพศต่อลักษณะทางกายภาพในกล้ามเนื้อสันนอกของสุกรขุน

ลักษณะที่ศึกษา	พ่อพันธุ์[1] (S)			เพศ (G)		SEM	P-value		
	CB1 (n=16)	CB2 (n=16)	CP5 (n=16)	เมีย (n=24)	ผู้ตอน (n=24)		S	G	S*G
pH_{45min}	6.21	6.13	6.19	6.16	6.19	0.04	0.69	0.74	0.68
pH_{24h}	5.56[c]	5.71[b]	6.06[a]	5.77	5.78	0.02	<0.01	0.73	0.59
L*	49.16[b]	51.49[a]	50.89[a]	49.99	51.04	0.35	0.02	0.13	0.29
a*	3.66[b]	4.63[a]	3.42[b]	3.70	4.11	0.16	0.01	0.22	0.67
b*	10.94[b]	12.31[a]	10.94[b]	11.16	11.63	0.13	<0.01	0.08	0.92
Drip loss, %	3.25	3.59	3.18	3.54	3.14	0.16	0.53	0.21	0.74
Thawing loss, %	7.79	8.67	8.84	8.38	8.48	0.29	0.29	0.87	0.53
Cooking loss, %	23.88[a]	23.07[a]	20.18[b]	22.22	22.54	0.49	0.01	0.75	0.70
WBSF (kg)	5.95	5.77	5.45	5.92	5.53	0.16	0.45	0.24	0.52
MFD (μm)	83.34	77.44	71.41	78.79	76.01	1.23	<0.01	0.26	0.04
SL (μm)	1.63	1.61	1.60	1.61	1.62	0.01	0.44	0.57	0.65

[1]CB1 = สุกรขุนลูกผสมสามสายที่เกิดจากสุกรพ่อพันธุ์ทางการค้า 1, CB2 = สุกรขุนลูกผสมสามสายที่เกิดจากสุกรพ่อพันธุ์ทางการค้า 2, CP5 = สุกรขุนลูกผสมสามสายที่เกิดจากพ่อสุกรพันธุ์ปากช่อง 5

pH_{45min} = ค่าความเป็นกรด-ด่างภายหลังสัตว์ตายที่ 45 นาที, pH_{24h} = ค่าความเป็นกรด-ด่างภายหลังสัตว์ตายที่ 24 ชั่วโมง, L* = lightness (ค่าความสว่าง), a* = redness (ค่าสีแดง), b* = yellowness (ค่าสีเหลือง), WBSF = Warner-Bratzler shear force (ค่าแรงตัดผ่านเนื้อ), MFD = muscle fiber diameter (ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเส้นใยกล้ามเนื้อ), SL = sarcomere length (ความยาวซาร์โคเมียร์)

[a,b,c]ตัวอักษรที่ต่างกันในแถวเดียวกันภายใต้อิทธิพลของพ่อพันธุ์แสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05)

SEM = Standard error of mean

ตารางที่ 4.16 อิทธิพลร่วมระหว่างพ่อพันธุ์และเพศต่อขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเส้นใยกล้ามเนื้อในกล้ามเนื้อสันนอกของสุกรขุน

ลักษณะที่ศึกษา	CB1		CB2		CP5		SEM	P-value
	เมีย (n=8)	ผู้ตอน (n=8)	เมีย (n=8)	ผู้ตอน (n=8)	เมีย (n=8)	ผู้ตอน (n=8)		
MFD (μm)	87.80^{a}	78.88^{ab}	80.06^{ab}	74.81^{bc}	68.50^{c}	74.33^{bc}	1.23	0.04

CB1 = สุกรขุนลูกผสมสามสายที่เกิดจากสุกรพ่อพันธุ์ทางการค้า 1, CB2 = สุกรขุนลูกผสมสามสายที่เกิดจากสุกรพ่อพันธุ์ทางการค้า 2, CP5 = สุกรขุนลูกผสมสามสายที่เกิดจากพ่อสุกรพันธุ์ปากช่อง 5

MFD = muscle fiber diameter (ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเส้นใยกล้ามเนื้อ)

^{a,b,c}ตัวอักษรที่ต่างกันในแถวเดียวกันภายใต้อิทธิพลของพ่อพันธุ์แสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05)

SEM = Standard error of mean

การศึกษาอิทธิพลของพ่อพันธุ์ต่อลักษณะทางกายภาพในกล้ามเนื้อสันนอกของสุกรขุนลูกผสมสามสายดังแสดงในตารางที่ 4.15 จากผลการศึกษาพบว่าอิทธิพลของพ่อพันธุ์ไม่มีผลต่อค่าความเป็นกรด-ด่างภายหลังสัตว์ตายที่ 45 นาที ค่าการสูญเสียน้ำในระหว่างการเก็บรักษา ค่าการสูญเสียน้ำในระหว่างการละลาย ค่าแรงตัดผ่านเนื้อ และความยาวซาร์โคเมียร์ของสุกรขุนทั้ง 3 กลุ่ม (P>0.05) สุกรขุนลูกผสมสามสายที่เกิดจากพ่อสุกรพันธุ์ปากช่อง 5 (CP5) มีค่าความเป็นกรด-ด่างภายหลังสัตว์ตายที่ 24 ชั่วโมง สูงกว่าสุกรขุนลูกผสมสามสายที่เกิดจากสุกรพ่อพันธุ์ทางการค้าทั้ง 2 กลุ่มอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05) ทั้งนี้น่าจะเป็นผลมาจากระยะเวลาในการอดอาหารก่อนฆ่าที่แตกต่างกัน สุกรขุนลูกผสมสามสายที่เกิดจากพ่อสุกรพันธุ์ปากช่อง 5 ในการทดลองนี้เลี้ยงอยู่ที่ฟาร์มสุกรของโรงฆ่า DK Interfoods และถูกอดอาหารล่วงหน้า 1 คืนก่อนกำหนดการฆ่า (ประมาณ 12 ชั่วโมง) ในขณะที่สุกรขุนลูกผสมสามสายที่เกิดจากสุกรพ่อพันธุ์ทางการค้าทั้ง 2 กลุ่ม (CB1 และ CB2) จะถูกอดอาหารก่อนการชั่งน้ำหนักในวันที่เข้าฆ่าเพื่อคัดเลือกสุกรเข้าสู่การทดลองก่อนการขนส่งสุกรมายังโรงฆ่าเพียงเล็กน้อย และสุกรขุนลูกผสมสามสายที่เกิดจากสุกรพ่อพันธุ์ทางการค้า 1 (CB1) ใช้ระยะเวลาในการขนส่งจากฟาร์มมายังโรงฆ่าประมาณ 2 ชั่วโมง ในขณะที่สุกรขุนลูกผสมสามสายที่เกิดจากสุกรพ่อพันธุ์ทางการค้า 2 (CB2) ใช้ระยะเวลาในการขนส่งประมาณ 1 ชั่วโมง รวมระยะพักสุกรก่อนฆ่าอีกประมาณ 2 ชั่วโมง จึงนำสุกรขุนทั้ง 3 กลุ่มเข้าฆ่าพร้อมกัน สุกรขุนลูกผสมสามสายที่เกิดจากพ่อสุกรพันธุ์ปากช่อง 5 จึงถูกอดอาหารนานกว่า เป็นเหตุให้เมื่อนำสุกรเข้าฆ่าไกลโคเจนซึ่งจะสลายตัวเป็นกรดแลคติกจึงเกิดขึ้นน้อย ทำให้ค่าความเป็นกรด-ด่างของเนื้อสูงกว่าปกติ (Adzitey and Nurul. 2011) อย่างไรก็ตามแม้ว่าค่าความกรด-ด่างภายหลังสัตว์ตายที่ 24 ชั่วโมงในกล้ามเนื้อของสุกรขุนลูกผสมสามสายที่เกิดจากพ่อสุกรพันธุ์ปากช่อง 5 จะสูงกว่าเกณฑ์ของเนื้อสุกรปกติ (pH 5.4-5.8) (Adzitey and Nurul. 2011) แต่ก็ยังไม่จัดว่าเป็นเนื้อ DFD ทั้งนี้

เนื้อสุกรที่เป็น DFD ต้องมีค่าความกรด-ด่างภายหลังสัตว์ตายที่ 24 ชั่วโมง (ultimate pH) มากกว่า 6.2 (Faucitano et al. 2010; Adzitey and Nurul. 2011)

สุกรขุนลูกผสมสามสายที่เกิดจากสุกรพ่อพันธุ์ทางการค้า 1 (CB1) มีค่า L* ต่ำกว่าสุกรขุนลูกผสมสามสายที่เกิดจากสุกรพ่อพันธุ์ทางการค้า 2 (CB2) และสุกรขุนลูกผสมสามสายที่เกิดจากพ่อสุกรพันธุ์ปากช่อง 5 (CP5) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) ซึ่งผลการทดลองที่ได้ขัดแย้งกับการศึกษาก่อนหน้านี้ที่รายงานว่าค่า L* ขึ้นอยู่กับค่าความเป็นกรด-ด่างและการละลายของโปรตีนชนิดซาร์โคพลาสมิกในเนื้อ เนื้อสุกรที่มีค่า ultimate pH ต่ำมักจะมีค่า L* สูง (Warriss and Brown. 1987; Kerry et al. 2002; Faucitano et al. 2010; Adzitey and Nurul. 2011) นอกจากนี้ยังพบว่ากล้ามเนื้อสันนอกของสุกรขุนลูกผสมสามสายที่เกิดจากสุกรพ่อพันธุ์ทางการค้า 2 (CB2) มีค่า a* และค่า b* สูงกว่าสุกรขุนลูกผสมสามสายที่เกิดจากสุกรพ่อพันธุ์ทางการค้า 1 (CB1) และสุกรขุนลูกผสมสามสายที่เกิดจากพ่อสุกรพันธุ์ปากช่อง 5 (CP5) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) ในขณะที่สุกรขุนลูกผสมทั้ง 2 กลุ่ม (CB1 และ CP5) มีค่า a* และค่า b* ไม่แตกต่างกัน ($P>0.05$) ทั้งนี้ Kerry et al. (2002) กล่าวว่าค่า b* มีความสัมพันธ์กับปริมาณไขมันแทรกภายในกล้ามเนื้อ ซึ่งเมื่อพิจารณาผลการศึกษาในครั้งนี้พบว่าสุกรขุนลูกผสมสามสายที่เกิดจากสุกรพ่อพันธุ์ทางการค้า 2 (CB2) มีปริมาณไขมันในกล้ามเนื้อค่อนข้างสูง (ตารางที่ 4.14) จึงเป็นผลให้กล้ามเนื้อมีค่า b* สูง และอาจจะมีปริมาณไมโอโกลบินสูงกว่าสุกรขุนลูกผสมทั้ง 2 กลุ่ม (CB1 และ CP5) จึงมีผลให้มีค่า a* ที่สูงกว่า

การที่สุกรขุนลูกผสมสามสายที่เกิดจากสุกรพ่อพันธุ์ทางการค้า 1 (CB1) มีค่า L* และ b* ต่ำทั้งที่มีปริมาณไขมันในกล้ามเนื้อสูง น่าจะเป็นผลมาจากชนิดของเส้นใยกล้ามเนื้อที่แตกต่างกัน จากการศึกษาของ Kim et al. (2014) ได้จำแนกชนิดของเส้นใยกล้ามเนื้อของเนื้อสุกรด้วยวิธี immunohistochemistry โดยแบ่งเส้นใยกล้ามเนื้อออกได้เป็น 6 ชนิด ได้แก่ type I IIa IIx IIb IIax และ IIxb ผลการทดลองพบว่าเส้นใยกล้ามเนื้อชนิด IIax มีผลทำให้เนื้อสุกรมีค่า L* และ b* ลดลง ทั้งนี้กล้ามเนื้อสันนอกของสุกรขุนลูกผสมสามสายที่เกิดจากสุกรพ่อพันธุ์ทางการค้า 1 (CB1) อาจจะประกอบด้วยเส้นใยกล้ามเนื้อชนิด type IIax ในสัดส่วนที่สูงกว่าสุกรขุนลูกผสมทั้ง 2 กลุ่ม จึงทำให้มีค่า L* และ b* ที่ต่ำลง ซึ่งน่าจะเป็นผลมาจากปัจจัยด้านพันธุกรรมและอาหารที่แตกต่างกัน (จุฑารัตน์ เศรษฐกุล. 2539) ที่มีผลทำให้สุกรแต่ละกลุ่มมีชนิดของเส้นใยกล้ามเนื้อที่แตกต่างกัน

จากการศึกษายังพบว่าสุกรขุนลูกผสมสามสายที่เกิดจากสุกรพ่อพันธุ์ทางการค้า 1 (CB1) และสุกรขุนลูกผสมสามสายที่เกิดจากสุกรพ่อพันธุ์ทางการค้า 2 (CB2) มีค่าการสูญเสียน้ำระหว่างการปรุงสุกและขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเส้นใยกล้ามเนื้อมากกว่าสุกรขุนลูกผสมสามสายที่เกิดจากพ่อสุกรพันธุ์ปากช่อง 5 (CP5) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Bulotienė and Jukna (2008) ที่รายงานว่าเส้นใยกล้ามเนื้อที่มีขนาดใหญ่มีผลทำให้เนื้อสุกรมีค่าการสูญเสียน้ำระหว่างการเก็บรักษา ค่าการสูญเสียน้ำระหว่างการปรุงสุก และค่าแรงตัดผ่านเนื้อสูงขึ้น นอกจากนี้ยังอาจเป็นเพราะกล้ามเนื้อสันนอกของสุกรขุนลูกผสมสามสายที่เกิดจากพ่อสุกร

พันธุ์ปากช่อง 5 มีค่าความเป็นกรด-ด่างภายหลังสัตว์ตายที่ 24 ชั่วโมงที่สูง เนื่องจากสุกรถูกอดอาหารนาน การสลายไกลโคเจนไปเป็นกรดแลคติกจึงเกิดขึ้นน้อย โปรตีนจึงยังคงรักษาความสามารถในการอุ้มน้ำได้ดี อย่างไรก็ตามแม้ว่าขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเส้นใยกล้ามเนื้อและความสามารถในการอุ้มน้ำของเนื้อจะมีผลต่อความนุ่มของเนื้อ (Aberle et al. 2001; Aberle et al. 2012) แต่จากผลการศึกษาพบว่าสุกรขุนลูกผสมทั้ง 3 กลุ่มมีค่าแรงตัดผ่านเนื้อไม่แตกต่างกัน (P>0.05) ทั้งนี้การที่สุกรขุนลูกผสมสามสายที่เกิดจากพ่อสุกรพันธุ์ปากช่อง 5 มีค่าการสูญเสียน้ำในระหว่างการปรุงสุกที่ต่ำ อาจกล่าวได้ว่าเมื่อนำไปบริโภคจะมีความชุ่มฉ่ำมากกว่า ซึ่งน้ำที่เหลืออยู่ภายในเนื้อภายหลังการปรุงสุกมีความสัมพันธ์กับความชุ่มฉ่ำของเนื้อ (Kerry et al. 2002) นอกจากนี้น้ำในเนื้อยังมีรสชาติและช่วยหล่อลื่นในขณะบดเคี้ยว และยังช่วยกระตุ้นน้ำลายในระหว่างการเคี้ยวทำให้มีความรู้สึกอร่อยมากขึ้น (ชัยณรงค์ คันธพนิต. 2529; จุฑารัตน์ เศรษฐกุล. 2540)

การศึกษาอิทธิพลของเพศต่อลักษณะทางกายภาพในกล้ามเนื้อสันนอกของสุกรขุนลูกผสมสามสายดังแสดงในตารางที่ 4.15 ผลการศึกษาพบว่าอิทธิพลของเพศไม่มีผลต่อค่าความเป็นกรด-ด่างภายหลังสัตว์ตายที่ 45 นาที และ 24 ชั่วโมง ค่าความสว่าง (L*) ค่าสีแดง (a*) ค่าสีเหลือง (b*) ค่าการสูญเสียน้ำในระหว่างการเก็บรักษา ค่าการสูญเสียน้ำในระหว่างการละลาย ค่าการสูญเสียน้ำในระหว่างการปรุงสุก ค่าแรงตัดผ่านเนื้อ และความยาวซาร์โคเมียร์ในสุกรขุนทั้ง 2 เพศ (P>0.05)

4.2.4 อิทธิพลของพ่อพันธุ์และเพศต่อระดับนิวคลีโอไทด์ในกล้ามเนื้อสันนอกของสุกรขุน

การศึกษาอิทธิพลของพ่อพันธุ์และเพศต่อชนิดเส้นใยกล้ามเนื้อในกล้ามเนื้อสันนอกของสุกรขุนดังแสดงในตารางที่ 4.17 ผลการทดลองพบว่าเพศ และอิทธิพลร่วมระหว่างพ่อพันธุ์และเพศของสุกรไม่มีผลต่อปริมาณนิวคลีโอไทด์ ได้แก่ อิโนซีนโมโนฟอสเฟต อิโนซีน และไฮโปแซนทีนในกล้ามเนื้อสันนอกของสุกรขุน (P>0.05)

จากการศึกษาพบว่าอิทธิพลของพ่อพันธุ์ไม่มีผลต่อปริมาณอิโนซีนโมโนฟอสเฟตและไฮโปแซนทีนในกล้ามเนื้อสันนอกของสุกรทั้ง 3 กลุ่ม (P>0.05) อย่างไรก็ตามกล้ามเนื้อสันนอกของสุกรขุนลูกผสมสามสายที่เกิดจากพ่อสุกรพันธุ์ปากช่อง 5 มีปริมาณอิโนซีนต่ำกว่าสุกรขุนลูกผสมสามสายที่เกิดจากสุกรพ่อพันธุ์ทางการค้าทั้ง 2 กลุ่มอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05) ในขณะที่สุกรขุนลูกผสมสามสายที่เกิดจากสุกรพ่อพันธุ์ทางการค้าทั้ง 2 กลุ่มมีอิโนซีนไม่แตกต่างกัน (P>0.05) ทั้งนี้มีรายงานก่อนหน้านี้ระบุว่าอิโนซีนเป็นนิวคลีโอไทด์ที่มีความสัมพันธ์กับรสขม (Tikk et al. 2006; Ba et al. 2012) จึงอาจกล่าวได้ว่าสุกรขุนลูกผสมสามสายที่เกิดจากพ่อสุกรพันธุ์ปากช่อง 5 อาจจะมีรสขมน้อยกว่า อย่างไรก็ตามการวิจัยครั้งนี้ไม่ได้ศึกษาลักษณะคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้วยวิธีเชิงพรรณาโดยผู้ประเมินที่ผ่านการฝึกฝน ซึ่งผลการทดลองที่ได้ส่วนหนึ่งเกิดจากสุกรขุนที่ใช้ในการศึกษานี้ถูกนำมาจากผู้ผลิตและการจัดการเลี้ยงดูที่แตกต่างกัน นอกจากนั้นส่วนประกอบในเนื้อสัตว์ที่ทำให้เกิดรสชาติเกี่ยวข้องกับปัจจัยหลายประการ ได้แก่ ชนิดสัตว์ พันธุ์

สัตว์ อาหาร รวมถึงการจัดการด้านเนื้อสัตว์ เช่น ระยะเวลาและสภาวะในการเก็บรักษา ผลผลิตที่เกิดจากจุลินทรีย์ กระบวนการและความร้อนที่ใช้ในการปรุงสุก เป็นต้น (Aberle et al. 2012; Ba et al. 2012; ชัยณรงค์ คันธพนิต. 2529; จุฑารัตน์ เศรษฐกุล. 2539)

ตารางที่ 4.17 อิทธิพลของพ่อพันธุ์และเพศต่อระดับนิวคลีโอไทด์ในกล้ามเนื้อสันนอกของสุกรขุน

นิวคลีโอไทด์ (μg/g sample)	พ่อพันธุ์[1] (S)			เพศ (G)		SEM	P-value		
	CB1 (n=10)	CB2 (n=10)	CP5 (n=10)	เมีย (n=15)	ผู้ตอน (n=15)		S	G	S*G
IMP	168.07	181.73	164.50	170.96	171.91	3.58	0.14	0.09	0.49
Inosine	43.31[a]	46.61[a]	38.14[b]	42.85	42.52	0.86	<0.01	0.85	0.52
Hypoxanthine	13.23	12.93	12.46	13.23	12.52	0.20	0.30	0.09	0.53

[1]CB1 = สุกรขุนลูกผสมสามสายที่เกิดจากสุกรพ่อพันธุ์ทางการค้า 1, CB2 = สุกรขุนลูกผสมสามสายที่เกิดจากสุกรพ่อพันธุ์ทางการค้า 2, CP5 = สุกรขุนลูกผสมสามสายที่เกิดจากพ่อสุกรพันธุ์ปากช่อง 5

IMP = Inosine 5′-monophosphate

[a,b]ตัวอักษรที่ต่างกันในแถวเดียวกันภายใต้อิทธิพลของพ่อพันธุ์แสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05)

SEM = Standard error of mean

สุกรขุนลูกผสมสามสายที่เกิดจากพ่อสุกรพันธุ์ปากช่อง 5 (CP5) ที่ใช้ในการทดลองที่ 1 และ 2 เป็นสุกรลูกผสมสามสายที่ผลิตจากต่างฟาร์มกัน ตลอดจนได้รับอาหารและการจัดการที่แตกต่างกัน ทั้งนี้เมื่อพิจารณาข้อมูลในการศึกษาคุณภาพซากและคุณภาพเนื้อ ทั้งทางด้านเคมี กายภาพ และสารตั้งต้นที่ทำให้เกิดกลิ่นและรสชาติของสุกรขุนลูกผสมสามสายที่เกิดจากพ่อสุกรพันธุ์ปากช่อง 5 จากทั้ง 2 การทดลองแล้วพบว่า ผลการศึกษาที่ได้มีความสอดคล้องและเป็นไปในทิศทางเดียวกัน นั่นแสดงให้เห็นว่าสุกรพันธุ์ปากช่อง 5 ได้รับการพัฒนาและคัดเลือกสายพันธุ์จนสุกรพันธุ์ปากช่อง 5 มีความสามารถในการถ่ายทอดลักษณะต่างๆ ทั้งทางด้านคุณภาพซากและคุณภาพเนื้อไปยังสุกรขุนได้อย่างสม่ำเสมอ

บทที่ 5
สรุปและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการทดลอง

สุกรพันธุ์ปากช่อง 5 ได้รับการพัฒนาและปรับปรุงสายพันธุ์โดยกรมปศุสัตว์ จากการรวมเอาพันธุกรรมเด่นของสุกร 2 สายพันธุ์คือ สุกรพันธุ์ดูร็อคที่มีอัตราการเจริญเติบโตที่ดี และสุกรพันธุ์เปียแตรงที่มีปริมาณเนื้อแดงสูง มีสัดส่วนพันธุกรรมของสุกรพันธุ์ดูร็อคร้อยละ 62.5 และสุกรพันธุ์เปียแตรงร้อยละ 37.5 โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อส่งเสริมให้เกษตรกรผู้เลี้ยงสุกรรายย่อยนำไปใช้เป็นพ่อพันธุ์สุดท้ายในการผลิตสุกรขุนลูกผสมสามสายที่โตเร็วและให้ปริมาณเนื้อแดงสูง งานวิจัยในครั้งนี้เป็นการศึกษาเพื่อเป็นการรวบรวมข้อมูลเชิงวิชาการในด้านคุณภาพซากและคุณภาพเนื้อของสุกรปากช่อง 5 และสุกรขุนลูกผสมสามสายที่เกิดจากพ่อสุกรพันธุ์ปากช่อง 5 เปรียบเทียบกับสุกรขุนลูกผสมสามสายที่เกิดจากสุกรพ่อพันธุ์ทางการค้าที่ได้รับความนิยมในท้องตลาด เพื่อแสดงให้เห็นถึงศักยภาพของสุกรพันธุ์ปากช่อง 5 ที่ได้รับการพัฒนาและปรับปรุงพันธุ์ขึ้นมา

จากผลการศึกษาในการทดลองที่ 1 แสดงให้เห็นว่าสุกรขุนลูกผสมสามสายที่เกิดจากพ่อสุกรพันธุ์ปากช่อง 5 มีอัตราการเจริญเติบโตและประสิทธิภาพในการใช้อาหารที่ดีไม่แตกต่างจากสุกรขุนลูกผสมสามสายที่เกิดจากพ่อสุกรพันธุ์ดูร็อค ในส่วนของคุณภาพซากพบว่าสุกรพันธุ์ปากช่อง 5 เป็นสุกรที่มีคุณภาพซากดี มีเปอร์เซ็นต์เนื้อแดงและมีเปอร์เซ็นต์สะโพกสูง และมีขนาดพื้นที่หน้าตัดเนื้อสันที่ใหญ่ เมื่อนำไปใช้เป็นพ่อพันธุ์สุดท้ายทำให้ได้สุกรขุนลูกผสมสามสายที่มีขนาดพื้นที่หน้าตัดเนื้อสันที่ใหญ่ และมีคุณภาพซากไม่แตกต่างจากสุกรขุนลูกผสมสามสายที่เกิดจากพ่อสุกรพันธุ์ดูร็อค จากผลการศึกษาแสดงให้เห็นว่าเมื่อนำสุกรพ่อพันธุ์ปากช่อง 5 ไปผสมกับแม่พันธุ์สุกรสองสาย (ลาร์จไวท์ x แลนด์เรซ) จะทำให้สุกรขุนลูกผสมสามสายมีปริมาณไขมันในซากสูงขึ้น แต่อย่างไรก็ตามเมื่อพิจารณาจากค่าดัชนี LSQ พบว่าอยู่ในเกณฑ์ที่ดีในระดับเกรดสูง (0.21-0.26)

ผลการศึกษาแสดงให้เห็นว่ากล้ามเนื้อสันนอกและกล้ามเนื้อพับในของสุกรพันธุ์ปากช่อง 5 และสุกรขุนลูกผสมสามสายที่เกิดจากพ่อสุกรพันธุ์ปากช่อง 5 มีองค์ประกอบทางเคมี ได้แก่ ความชื้น เถ้า ไขมัน และปริมาณคอลลาเจน ไม่แตกต่างจากสุกรขุนลูกผสมสามสายที่เกิดจากพ่อสุกรพันธุ์ดูร็อค ในขณะที่กล้ามเนื้อสันนอกของสุกรขุนลูกผสมสามสายที่เกิดจากพ่อสุกรพันธุ์ปากช่อง 5 มีเปอร์เซ็นต์คอลลาเจนที่ละลายได้ซึ่งมีความสัมพันธ์ต่อความนุ่มของเนื้อสูงกว่าสุกรขุนลูกผสมสามสายที่เกิดจากพ่อสุกรพันธุ์ดูร็อค

ในส่วนของลักษณะคุณภาพเนื้อทางกายภาพแสดงให้เห็นว่ากล้ามเนื้อสันนอกและกล้ามเนื้อพับในของสุกรพันธุ์ปากช่อง 5 และสุกรขุนลูกผสมสามสายที่เกิดจากพ่อสุกรพันธุ์ปากช่อง 5 มีค่า

ความเป็นกรด-ด่างภายหลังสัตว์ตายและค่าสีเนื้อไม่แตกต่างจากสุกรขุนลูกผสมสามสายที่เกิดจากพ่อสุกรพันธุ์ดูร็อค แม้จะมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเส้นใยกล้ามเนื้อใหญ่กว่า แต่ไม่มีผลต่อค่าแรงตัดผ่านเนื้อและค่าความสามารถในการอุ้มน้ำของเนื้อเมื่อเทียบกับสุกรขุนลูกผสมสามสายที่เกิดจากพ่อสุกรพันธุ์ดูร็อค

ในส่วนของคุณภาพเนื้อด้านสารตั้งต้นที่มีผลต่อกลิ่นและรสชาติพบว่า กล้ามเนื้อสันนอกของสุกรขุนทั้ง 3 กลุ่มมีปริมาณนิวคลีโอไทด์ไม่แตกต่างกัน ในขณะที่กล้ามเนื้อสันนอกของสุกรพันธุ์ปากช่อง 5 มีเปอร์เซ็นต์กรดไขมันที่จำเป็นที่ร่างกายต้องการ คือ arachidonic acid (ARA, C20:4 n-6) และ docosahexaenoic acid (DHA, C22:6 n-3) ที่สูง ในขณะที่กล้ามเนื้อของสุกรขุนลูกผสมสามสายที่เกิดจากพ่อสุกรพันธุ์ปากช่อง 5 มีเปอร์เซ็นต์ oleic acid (C18:1 n-9) สูงกว่าสุกรขุนลูกผสมสามสายที่เกิดจากพ่อสุกรพันธุ์ดูร็อค ซึ่ง oleic acid เป็นกรดไขมันที่มีความสัมพันธ์กับกลิ่นรสที่พึงประสงค์ อย่างไรก็ตามในการนำไปบริโภคควรระวังเรื่องปริมาณกรดไขมันไม่อิ่มตัวที่สูงซึ่งอาจทำให้เกิดอนุมูลอิสระและกลิ่นรสที่ไม่พึงประสงค์จากปฏิกิริยาออกซิเดชั่นได้

จากผลการศึกษาในการทดลองที่ 2 เป็นการเปรียบเทียบคุณภาพซากและคุณภาพเนื้อของสุกรขุนลูกผสมสามสายที่เกิดจากพ่อสุกรพันธุ์ปากช่อง 5 และที่เกิดจากสุกรพ่อพันธุ์ทางการค้า และแม่พันธุ์สุกรสองสาย (ลาร์จไวท์ x แลนด์เรซ) ที่ต่างสายพันธุ์ แสดงให้เห็นว่าสุกรขุนลูกผสมสามสายที่เกิดจากพ่อสุกรพันธุ์ปากช่อง 5 มีเปอร์เซ็นต์สันในต่ำกว่าสุกรขุนลูกผสมสามสายที่เกิดจากสุกรพ่อพันธุ์ทางการค้าทั้ง 2 กลุ่ม ในขณะที่คุณภาพซากส่วนใหญ่ไม่แตกต่างกัน ผลการศึกษาในส่วนของคุณภาพเนื้อต่อองค์ประกอบทางเคมีและลักษณะทางกายภาพแสดงให้เห็นว่ากล้ามเนื้อสันนอกของสุกรขุนลูกผสมสามสายที่เกิดจากพ่อสุกรพันธุ์ปากช่อง 5 มีปริมาณคอลลาเจนทั้งหมดต่ำกว่า มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเส้นใยกล้ามเนื้อสั้นกว่า และมีค่าการสูญเสียน้ำระหว่างการปรุงสุกต่ำกว่าสุกรขุนลูกผสมสามสายที่เกิดจากพ่อพันธุ์ทางการค้าทั้ง 2 กลุ่ม ซึ่งลักษณะดังกล่าวนี้มีความสัมพันธ์กับความนุ่มและชุ่มฉ่ำของเนื้อเมื่อนำไปบริโภค อย่างไรก็ตามในส่วนของสารตั้งต้นที่ทำให้เกิดกลิ่นและรสชาติพบว่าสุกรขุนลูกผสมสามสายที่เกิดจากพ่อสุกรพันธุ์ปากช่อง 5 มีปริมาณอิโนซีนต่ำกว่าสุกรขุนลูกผสมสามสายที่เกิดจากพ่อพันธุ์ทางการค้าทั้ง 2 กลุ่ม ซึ่งอิโนซีนเป็นนิวคลีโอไทด์ที่มีความสัมพันธ์กับรสขม

นอกจากนี้หากพิจารณาข้อมูลของสุกรขุนลูกผสมสามสายที่เกิดจากพ่อสุกรพันธุ์ปากช่อง 5 ในการทดลองที่ 1 และ 2 ที่ผลิตจากต่างฟาร์มกัน ตลอดจนได้รับอาหารและการจัดการเลี้ยงดูที่แตกต่างกันพบว่า ผลการศึกษาในด้านคุณภาพซากและคุณภาพเนื้อมีความสอดคล้องและเป็นไปในทิศทางเดียวกัน นั่นแสดงให้เห็นว่าสุกรพันธุ์ปากช่อง 5 ได้รับการพัฒนาและคัดเลือกสายพันธุ์จนสุกรพันธุ์ปากช่อง 5 มีความสามารถในการถ่ายทอดลักษณะต่างๆ ไปยังสุกรขุนได้อย่างสม่ำเสมอ และยังมีคุณภาพไม่แตกต่างจากสุกรขุนลูกผสมสามสายที่เกิดจากสุกรพ่อพันธุ์ทางการค้า ตรงตามวัตถุประสงค์ที่ผู้พัฒนาสายพันธุ์ต้องการที่จะนำสุกรพันธุ์ปากช่อง 5 ไปใช้เป็นพ่อพันธุ์สุดท้ายใน

การผลิตสุกรขุนลูกผสมสามสายที่ให้ผลผลิตดีใกล้เคียงกับสุกรพ่อพันธุ์ทางการค้าโดยให้ความสำคัญกับคุณภาพซากเป็นอันดับต้น และมีต้นทุนทางพันธุกรรมไม่สูงมากให้แก่เกษตรกรผู้เลี้ยงสุกรรายย่อยให้ได้มีโอกาสเข้าถึงพ่อพันธุ์สุกรที่มีคุณลักษณะที่ดี

5.2 ข้อเสนอแนะ

จากผลการศึกษาคุณภาพซากและคุณภาพเนื้อของสุกรขุนลูกผสมสามสายที่เกิดจากพ่อสุกรพันธุ์ปากช่อง 5 เปรียบเทียบกับสุกรขุนลูกผสมสามสายที่เกิดจากพ่อพันธุ์สุกรทางการค้า สามารถสรุปเป็นแนวทางในการนำไปใช้ประโยชน์และการพัฒนาปรับปรุงได้ดังนี้

1) ผลการศึกษาชี้ให้เห็นว่าสุกรขุนลูกผสมสามสายที่เกิดจากพ่อสุกรพันธุ์ปากช่อง 5 และสุกรขุนลูกผสมสามสายที่เกิดจากพ่อพันธุ์ทางการค้าให้คุณภาพซากและคุณภาพเนื้อไม่แตกต่างกัน ทั้งคุณภาพเนื้อในด้านที่เกี่ยวข้องกับการให้ผลผลิต (yield) และคุณภาพเนื้อทางด้านการบริโภค (eating quality) อย่างไรก็ตามจากการศึกษาพบว่าสุกรขุนลูกผสมสามสายที่เกิดจากพ่อสุกรพันธุ์ปากช่อง 5 มีเปอร์เซ็นต์ไขมันในซากค่อนข้างสูง ดังนั้นการนำสุกรพันธุ์ปากช่อง 5 มาใช้เป็นพ่อพันธุ์สุดท้ายในการผลิตสุกรขุนลูกผสมสามสายที่ให้คุณภาพซากที่ดี อาจทำได้โดยการปรับระดับพลังงานในสูตรอาหารเพื่อลดปริมาณไขมันและเพิ่มปริมาณเนื้อแดงในช่วงระยะสุดท้ายของการขุน หรือการกำหนดน้ำหนักสิ้นสุดระยะการขุนของสุกรขุนลูกผสมสามสายที่เกิดจากพ่อสุกรพันธุ์ปากช่อง 5 ที่เหมาะสมให้มีสัดส่วนของเนื้อแดงต่อไขมัน (lean to fat ratio) ที่สูงขึ้น

2) ควรมีการจัดทำข้อมูลในเชิงวิชาการ และประชาสัมพันธ์ข้อเด่น-ข้อด้อย และแนวทางการนำไปใช้ประโยชน์ของสุกรพันธุ์ปากช่อง 5 ให้แก่เกษตรกรได้รับทราบในวงกว้าง นอกจากนี้ควรมีการศึกษาวิจัยเพิ่มเติมในด้านการยอมรับของเกษตรกรต่อการให้ผลผลิต และการศึกษาลักษณะทางประสาทสัมผัสในด้านการบริโภคต่อการยอมรับของผู้บริโภคของสุกรขุนลูกผสมสามสายที่เกิดจากพ่อสุกรพันธุ์ปากช่อง 5 ให้ตรงตามความต้องการของผู้เลี้ยงสุกรและความต้องการของผู้บริโภคต่อไป

3) จากการศึกษาแสดงให้เห็นว่าการประเมินความหนาไขมันสันหลังและความลึกของกล้ามเนื้อสันนอกในสุกรมีชีวิตด้วยเครื่องอัลตราซาวน์ มีความคลาดเคลื่อนไปจากการประเมินความหนาไขมันสันหลังและขนาดพื้นที่หน้าตัดเนื้อสันที่ซากสุกรโดยตรงซึ่งมีความแม่นยำมากกว่า ทั้งนี้ความคลาดเคลื่อนที่เกิดขึ้นอาจเป็นผลมาจากตำแหน่งที่ใช้ในการประเมิน หรืออาจเกิดจากข้อจำกัดในการรวบรวมข้อมูลและการปรับสมการที่ใช้ในการคำนวณของเครื่องมือที่ใช้วัดให้เหมาะสมกับสุกรแต่ละสายพันธุ์ หรือจากตัวของผู้ใช้เครื่องมือ

4) จากผลการศึกษาแสดงให้เห็นถึงข้อจำกัดของการใช้ค่าดัชนี LSQ ในการนำมาใช้ประเมินเปอร์เซ็นต์เนื้อแดงของสุกร ทั้งนี้เนื่องจากค่าดัชนี LSQ เป็นการประเมินเปอร์เซ็นต์เนื้อแดงจากความหนาหรือความกว้างของกล้ามเนื้อสันนอกโดยไม่ได้พิจารณาถึงชิ้นส่วนสำคัญอื่นๆ เช่น

สะโพก ซึ่งสุกรที่ใช้ในการทดสอบครั้งนี้มีพันธุกรรมของสุกรพันธุ์เปียแตรงที่มีกล้ามเนื้อสะโพกใหญ่ จะมีผลทำให้การประเมินคุณภาพซากหรือการประเมินเปอร์เซ็นต์เนื้อแดงด้วยค่าดัชนี LSQ มีความคลาดเคลื่อนไปจากความเป็นจริงได้ ซึ่งเป็นจุดด้อยของการนำค่าดัชนี LSQ ไปใช้ประเมินคุณภาพซากสุกรที่กล้ามเนื้อสะโพกใหญ่

บรรณานุกรม

กมล ฉวีวรรณ แสนศักดิ์ นาคะวิสุทธิ์ วโรชา จำปารัตน์ และวิศาล ศรีสุริยะ. 2556. “การศึกษาความแปรปรวนของลักษณะทางเศรษฐกิจของสุกรพันธุ์ปากช่อง 5.” หน้า 246-255. ใน **งานประชุมวิชาการปศุสัตว์แห่งชาติ ปี 2556**. เมืองทองธานี: นนทบุรี.

กมล ฉวีวรรณ ให้สัมภาษณ์, 18 มีนาคม 2561. รัชกฤช เลิศภัทรโกมล ผู้สัมภาษณ์. ลักษณะเด่นของสุกรพ่อพันธุ์ทางการค้า. คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 2548. **การเลี้ยงสุกร**. โรงพิมพ์ชุมชนสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย, กรุงเทพมหานคร.

กองบำรุงพันธุ์สัตว์ กรมปศุสัตว์. 2558. “สุกรพันธุ์กรมปศุสัตว์.” [Online]. Available: http://breeding.dld. go.th/th/images/document/pig/art_low.pdf.

กองบำรุงพันธุ์สัตว์ กรมปศุสัตว์. มปป. **สุกรพันธุ์กรมปศุสัตว์**. โรงพิมพ์ชุมชนสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย, กรุงเทพมหานคร.

กานต์ สุขสุแพทย์ วิทวัส อัศวพันธุ์นิมิต และรณชัย สิทธิไกรพงษ์. 2555. “อิทธิพลของพันธุกรรม เพศ และน้ำหนักซากต่อปริมาณเนื้อแดงและไขมันสุกรภายใต้การจัดการเชิงพานิชย์.” หน้า 57-63. **ใน การประชุมวิชาการวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีเนื้อสัตว์ ครั้งที่ 3**. ศูนย์แสดงสินค้าและการประชุมอิมแพ็ค เมืองทองธานี: นนทบุรี.

เครือเจริญโภคภัณฑ์. 2558. CPF Livestock Breed. [Online]. Available: https://www.cpfworldwide.com/th/product/agricultural-product-and-service/breed-livestock.

จันทร์พร เจ้าทรัพย์. 2554. **เทคโนโลยีการฆ่าสัตว์**. คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, กรุงเทพมหานคร.

จุฑารัตน์ เศรษฐกุล พรรณิภา ศิวะพิรุฬห์เทพ วิทวัส อัศวพันธุ์นิมิต และนภาพันธ์ ปิ ยะเสถียร. 2553. “การใช้ค่าดัชนี LSQ ในการประเมินชิ้นส่วนตัดแต่งซากสุกรทางการค้า.” หน้า 26-32. ใน **การประชุมวิชาการวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีเนื้อสัตว์ ครั้งที่** 2. โรงแรมรามาการ์เด็นส์: กรุงเทพมหานคร.

จุฑารัตน์ เศรษฐกุล. 2539. **วิทยาศาสตร์เนื้อสัตว์ขั้นสูง**. คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, กรุงเทพมหานคร.

จุฑารัตน์ เศรษฐกุล. 2540. **การจัดการโรงฆ่า**. คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, กรุงเทพมหานคร.

ชัยณรงค์ คันธพนิต. 2529. **วิทยาศาสตร์เนื้อสัตว์**. ไทยวัฒนาพานิช, กรุงเทพมหานคร.

ดูแวร์, เจ. เอ็ม. หนูจันทร์ มาตา อุทัย คันโธ สมโภชน์ ทับเจริญ เนรมิตร สุขมณี และศรีสุวรรณ ชมชัย. 2540. สมการถดถอยสำหรับการประเมินเปอร์เซ็นต์เนื้อแดงจากสุกรมีชีวิต โดยใช้เครื่องรีลไทม์ อัลตร้าซาวด์. หน้า 213-217. ใน **การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 35**. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์: กรุงเทพมหานคร.

ตรีทิพย์ รัตนวรชัย. 2552. **อณูพันธุศาสตร์เบื้องต้น : มหัศจรรย์ของดีเอ็นเอ**. สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์แห่งมหาวิทยาลัย, กรุงเทพมหานคร.

ปาริชาติ พุ่มขจร. 2560. **หลักพันธุวิศวกรรมและประยุกต์ใช้ในงานวิจัย**. สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์แห่งมหาวิทยาลัย, กรุงเทพมหานคร.

ผู้จัดการออนไลน์. 2556. “เครือเบทาโกรนำนวัตกรรมการคัดเลือกจีโนมมาใช้ปรับปรุงพันธุ์สุกรเป็นรายแรกในเอเชียตะวันออกเฉียงใต้.” [Online]. Available: http://www.manager.co.th/iBizChannel/ViewNews.aspx?NewsID=9560000152920.

พีระศักดิ์ จันทร์ประทีป บรรลือ กรมาทิตย์สุข และสุดสายใจ กรมาทิตย์สุข. 2550. **การจัดการและเทคโนโลยีชีวภาพด้านการสืบพันธุ์ในโคนม**. สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์แห่งมหาวิทยาลัย, กรุงเทพมหานคร.

รณชัย สิทธิไกรพงษ์. 2540. **การผลิตสุกร**. คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, กรุงเทพมหานคร.

วันดี ทาตระกูล. 2546. **สุกรและการผลิตสุกร**. โครงการตำรา มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่.

ศรีสกุล วรจันทรา และรณชัย สิทธิไกรพงษ์. 2539. **โภชนศาสตร์สัตว์**. โอเดียนสโตร์, กรุงเทพฯ.

ศูนย์เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร กรมปศุสัตว์. 2560 “ข้อมูลจำนวนปศุสัตว์ในประเทศไทยปี 2560.” [Online]. Available: http://www.oic.go.th/FILEWEB/CABINFOCENTER28/DRAWER090/GENERAL/DATA0000/00000061.PDF.

สภาอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย. 2558. “สุกร.” [Online]. Available: http://www.foodfti.com/Files/Name/CONTENT901680948214.pdf.

สัญชัย จตุรสิทธา. 2547. **การจัดการเนื้อสัตว์**. ภาควิชาสัตวศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่.

Aberle, E. D., Forrest, J. C., Gerrard, D. E. and Mills, E. W. 2012. **Principles of Meat Science**. Kendall/Hunt Publishing Company, Iowa, USA.

Aberle, E. D., Forrest, J. C., Gerrard, D. E., Mills, E. W., Hedrick, H. B., Judge, M. D. and Merkel, R. A. 2001. **Principles of Meat Science**. Kendall/Hunt Publishing Company, Iowa, USA.

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.” **J. Int. Food Res.** 18: 11-20.

Ahmed, S. and Khosa, A. N. 2010. “An introduction to DNA technologies and their role in livestock production: a review”. **J. Anim. Plant Sci.** 20(4): 305-314.

Aksu, M. I., Dogan, M. and Sirkecioglu, A. N. 2017. “Changes in the Total Lipid, Neutral Lipid, Phospholipid and Fatty Acid Composition of Phospholipid Fractions during Pastırma Processing, a Dry-Cured Meat Product.” **Korean J. Food Sci. An.** 37(1): 18-28

Alonso, V., Campo Mdel, M., Espanol, S., Roncales, P. and Beltran, J. A. 2009. “Effect of crossbreeding and gender on meat quality and fatty acid composition in pork.” **Meat Sci.** 81(1): 209-217.

AMSA. 2012. **Meat color measurement guidelines**. American Meat Science Association and National Live Stock and Meat Board, Illinois, USA.

AOAC. 2000. **Official Methods of Analysis (17th ed)**. The Association of Official Analytical Chemists, Gaithersburg, MD, USA.

Ba, H. V., Amna, T. and Hwang, I. 2013. “Significant influence of particular unsaturated fatty acid and pH on volatile compounds in meat-like model systems.” **Meat Sci**. 94: 480-488.

Ba, H. V., Hwang, I., Jeong, D. and Touseef, A. 2012. **Principle of Meat Aroma Flavors and Future Prospect**. In: I. Akyar, editor, Latest Research into Quality Control. InTech, Rijeka. p. Ch. 07.

Bahrami, A. and Najafi, A. 2019. “Synthetic animal: trends in animal breeding and genetics.” **Insights. Biol. Med.** 3: 007-025.

Benet, I., Guàrdia, M. D., Ibañez, C., Solà, J., Arnau, J. and Roura, E. 2016. “Low intramuscular fat (but high in PUFA) content in cooked cured pork ham decreased Maillard reaction volatiles and pleasing aroma attributes.” **Food chem**. 196: 76-82.

Bulotienė, G. and Jukna, V. 2008. “The influence of muscle fibre area on pork quality.” **Veterinarija. Ir. Zootechnika. T.** 42(64): 34-37.

Bunter, K. L., Bennett, C., Luxford, B. G. and Graser, H. U. 2008. “Sire breed comparisons for meat and eating quality traits in Australian pig populations.” **Animal.** 2(8): 1168-1177.

Cameron, N. D. and Enser, M. B. 1991. “Fatty acid composition of lipid in *Longissimus dorsi* muscle of Duroc and British Landrace pigs and its relationship with eating quality.” **Meat Sci.** 29(4): 295-307.

Cannata, S., Engle, T. E., Moeller, S. J., Zerby, H. N., Radunz, A. E., Green, M. D., Bass, P. D. and Belk, K. E. 2010. "Effect of visual marbling on sensory properties and quality traits of pork loin." **Meat Sci.** 85(3): 428-434.

Carolino, I., Vicente, A., Sousa, C. O. and Gama, L.T. 2007. "SNaPshot based genotyping of the RYR1 mutation in Portuguese breeds of pigs." **Livest. Sci.** 111: 264-269.

Cassady, J. P., Young, L. D. and Leymaster, K. A. 2002. "Heterosis and recombination effects on pig growth and carcass traits." **J. Anim. Sci.** 80(9): 2286-2302.

Chaweewan, K., Nakavisut, S., Jumparat, V. and Srisuriya, V. 2012. Genetic parameters of selection for economic traits over five generations of Pakchong 5 swine. 1347-1351. in the 15th Animal Science Congress (AAAP 2012), Thammasat University, Rangsit Campus: Thailand.

Chikuni, K., Tanabe, R., Muroya, S. and Nakajima, I. 2001. "Differences in molecular structure among the porcine myosin heavy chain-2a, -2x, and -2b isoforms." **Meat Sci.** 57(3): 311-317.

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.

Devine, C. E., Wahlgren, N. M. and Tornberg, E. 1999. "Effect of rigor temperature on muscle shortening and tenderisation of restrained and unrestrained beef m. longissimus thoracicus et lumborum." **Meat Sci.** 51(1): 61-72.

Devine, C., Jensen, W. K., Dikeman, M. and Devine, C. 2004. **Encyclopedia of Meat Sciences**. Elsevier Science, Amsterdam, Natherlands.

Dugan, M. E. R., Vahmani, P., Turner, T. D., Mapiye, C., Juárez, M., Prieto, N., Beaulieu, A. D., Zijlstra, R. T., Patience, J. F. and Aalhus, J. L. 2015. "Pork as a source of omega-3 (n-3) fatty acids." **J. Clin. Med.** 4: 1999-2011.

Edwards, D. B., Bates, R. O. and Osburn, W. N. 2003. "Evaluation of Duroc- vs. Pietrain-sired pigs for carcass and meat quality measures." **J. Anim. Sci.** 81(8): 1895-1899.

Edwards, D. B., Tempelman, R. J. and Bates, R. O. 2006. "Evaluation of Duroc- vs. Pietrain-sired pigs for growth and composition." **J. Anim. Sci.** 84(2): 266-275.

FAO. 2008. **Fats and fatty acids in human nutrition: Report of an expert consultation**. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Rome, Italy.

Faucitano, L., Ielo, M. C., Ster, C., Lo Fiego, D. P., Methot, S. and Saucier, L. 2010. "Shelf life of pork from five different quality classes." **Meat Sci.** 84(3): 466-469.

Font-i-Furnols, M., Tous, N., Esteve-Garcia, E. and Gispert, M. 2012. "Do all the consumers accept marbling in the same way? The relationship between eating and visual acceptability of pork with different intramuscular fat content." **Meat Sci.** 91: 448-453.

Frankham, R. 1996. "Introduction to quantitative genetics" (4th ed): by Douglas S. Falconer and Trudy F.C. Mackay Longman, 1996. **Trends in Genetics.** 12(7): 280.

Glinoubol, J., Jaturasitha, S., Mahinchaib, P., Wicke, M. and Kreuzer, M. 2015. "Effects of crossbreeding Thai native or Duroc pigs with Pietrain pigs on carcass and meat quality." **Agri. Agri. Sci. Proc.** 5(Supplement C): 133-138.

Grundy, S. M. 1997. " What is the desirable ratio of saturated, polyunsaturated, and monounsaturated fatty acids in the diet?." **Am. J. Clin. Nutr.** 66(suppl): 988S-990S.

Guzek, D., Glabska, D., Glabski, K., Pogorzelski, G., Barszczewski, J. and Wierzbicka. A. 2015. " Relationships between sarcomere length and basic composition of infraspinatus and longissimus dorsi muscle." **Turk. J. Vet. Anim. Sci.** 39: 96-101.

Habeanu, M., Thomas, A., Bispo, E., Gobert, M., Gruffat, D. D., and Bauchart, D. 2014. "Extruded linseed and rapeseed both influenced fatty acid composition of total lipids and their polar and neutral fractions in *Longissimus thoracis* and *Semitendinosus* muscles of finishing norm and cows." **Meat Sci.** 96: 99-107.

Hamilton, D. N., Ellis, M., Miller, K. D., McKeith, F. K. and Parrett, D.F. 2000. "The effect of the halothane and Rendement Napole genes on carcass and meat quality characteristics of pigs." **J. Anim. Sci.** 78: 2862-2867.

Hemmings, H. C., and Hopkins, P. M. 2006. **Foundations of Anesthesia: Basic Sciences for Clinical Practice**. Mosby Ltd., Elsevier Science, Amsterdam, Natherlands.

Hemmings, K. M., Parr, T., Daniel, Z. C., Picard, B., Buttery, P. J. and Brameld, J. M. 2009. "Examination of myosin heavy chain isoform expression in ovine skeletal muscles." **J. Anim. Sci.** 87(12): 3915-3922.

Hill, F. 1966. "The solubility of intramuscular collagen in meat animals of various ages." **J. Food Sci.** 31(2): 161-166.

Honikel, K. O. 1998. "Reference methods for the assessment of physical characteristics of meat." **Meat Sci.** 49(4): 447-457.

Huang, H., Liu, L., Ngadi, M. O. and Gariepy, C. 2014. "Rapid and non-invasive quantification of intramuscular fat content of intact pork cuts." **Talanta.** 119: 385-395.

Jeremiah, L. E. 2012. **Marbling and Pork Tenderness: fact sheet**, National Pork Board/ American Meat Science Association, USA.

Jiang, Y. Z., Zhu, L., Tang, G. Q., Li, M. Z., Jiang, A. A., Cen, W. M., Xing, S. H., Chen, J. N., Wen, A. X., He, T., Wang, Q., Zhu, G. X., Xie, M. and Li, X. W. 2012. "Carcass and meat quality traits of four commercial pig crossbreeds in China." **Genet. Mol. Res.** 11(4): 4447-4455.

Jones, S. W., Parr, T., Sensky, P. L., Scothern, G. P., Bardsley, R. G. and Buttery, P. J. 1999. "Fibre type-specific expression of p94, a skeletal muscle-specific calpain." **J. Muscle Res. Cell Motil.** 20(4): 417-424.

Justyna Wiecek. 2009. "Fatty acids profile of variuos muscle of pigs fed in the first period of fattening with restrictive or *semi ad libitum* diets." **Pol. J. Food Nutr. Sci.** 59(3): 237-241.

Kang, M. J., Shin, M. S., Park, J. N. and Lee, S. S. 2005. "The effects of polyunsaturated:saturated fatty acids ratios and peroxidisability index values of dietary fats on serum lipid profiles and hepatic enzyme activities in rats." **Br. J. Nutr.** 94(4): 526-532.

Karlssona, A. K., Klontb, R. E. and Fernandezc, X. 1999. "Skeletal muscle fibres as factors for pork quality." **Livest**. **Prod**. **Sci**. 60: 255-269.

Kellems, R. O. and Church, D. C. 2002. **Livestock Feeds and Feeding**. 5th ed. Prentice Hall, Inc., New Jersey, USA.

Kerry, J. P., Kerry, J. F. and Ledward, D. 2002. **Meat Processing: Improving Quality**. Elsevier Science, Amsterdam, Natherlands.

Kim, G. D., Jeong, J. Y., Jung, E. Y., Yang, H. S., Lim, H. T. and Joo, S. T. 2013. "The influence of fiber size distribution of type IIB on carcass traits and meat quality in pigs." **Meat Sci**. 94: 267-273.

Kim, Y. S., Kim, S. W., Weaver, M. A. and Lee, C. Y. 2005. "Increasing the pig market weight: world trends, expected consequences and practical considerations." **Asian-Australas. J. Anim. Sci.** 18(4): 590-600.

Kittiyanant, Y., Saikhun, J., Siriaroonrat, B. and Pavasuthipaisit, K. 2000. "Sexing of bovine in vitro produce embryos at first cleavage by polymerase chain reaction and karyotyping." **Scienceasia.** 26: 9-13.

Kolczak, T., Pospiech, E., Palka, K. and Lacki, J. 2003. "Changes in structure of *psoas major* and *minor* and *semitendinosus* muscles of calves, heifers and cows during post- mortem ageing." **Meat Sci.** 64: 77-83.

Küllenberg, D., Taylor, L. A., Schneider, M. and Massing, U. 2012. "Health effects of dietary phospholipids." **Lipids Health Dis.** 11: 3.

Latorre, M. A., Lazaro R Fau - Gracia, M. I., Gracia Mi Fau - Nieto, M., Nieto M Fau - Mateos, G. G. and Mateos, G. G. 2003. "Effect of sex and terminal sire genotype on performance, carcass characteristics, and meat quality of pigs slaughtered at 117 kg body weight." **Meat Sci.** 64(4): 1369-1377.

Latorre, M. A., Medel, P., Fuentetaja, A., Lázaro, R. and Mateos, G. G. 2016. "Effect of gender, terminal sire line and age at slaughter on performance, carcass characteristics and meat quality of heavy pigs." **Anim. Sci.** 77(1): 33-45.

Lee, C. W., Lee, J. R., Kim, M. K., Jo, C., Lee, K. H., You, I. and Jung, S. 2016. "Quality improvement of pork loin by dry aging." **Korean J. Food Sci. Anim. Resour.** 36(3): 369-376.

Lefaucheur, L. 2006. "Myofibre typing and its relationships to growth performance and meat quality." **Arch. Tierz. Dummerstorf.** 49: 4-17.

Lefaucheur, L., Le Dividich, J., Mourot, J., Monin, G., Ecolan, P. and Krauss, D. 1991. "Influence of environmental temperature on growth, muscle and adipose tissue metabolism, and meat quality in swine." **J. Anim. Sci.** 69(7): 2844-2854.

Lefaucheur, L., Milan, D., Ecolan, P. and Le Callennec, C. 2004. "Myosin heavy chain composition of different skeletal muscles in Large White and Meishan pigs." **J. Anim. Sci.** 82(7): 1931-1941.

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.

Liu, L., Ngadi, M. O., Prasher, S. O. and Gariépy, C. 2012. "Objective determination of pork marbling scores using the wide line detector." **J. Food Engineer.** 110(3): 497-504.

Lomiwes, D., Farouk, M. M., Wu, G. and Young, O. A. 2014. "The development of meat tenderness is likely to be compartmentalised by ultimate pH." **Meat Sci.** 96(1): 646-651.

McCann, M. E. E., Beattie, V. E., Watt, D. and Moss, B. W. 2008. "The effect of boar breed type on reproduction, production performance and carcass and meat quality in pigs." **Irish J. Agri. Food Res.** 47(2): 171-185.

McLaren, D. G., Buchanan, D. S. and Williams, J. E. 1987. "Economic evaluation of alternative crossbreeding systems involving four breeds of swine. I. The simulation model." **J. Anim. Sci.** 65(4): 910-918.

Meadus, W. J., Turner, T. D., Dugan, M. E., Aalhus, J. L., Duff, P., Rolland, D. Uttaro, B. and Gibson, L. L. 2013 "Fortification of pork loins with docosahexaenoic acid (DHA) and its effect on flavour." **J. Anim. Sci. Biotechnol.** 4(1): 46.

Melton, C., Dikeman, M., Tuma, H. J. and Schalles, R. R. 1974. "Histological relationships of muscle biopsies to bovine meat quality and carcass composition[1,2]." **J. Anim. Sci.** 38(1): 24-31.

Miar, Y., G. Plastow, H. Bruce, S. Moore, G. Manafiazar, R. Kemp, P. Charagu, A. Huisman, B. van Haandel, C. Zhang, R. McKay, and Z. Wang. 2014a. "Genetic and phenotypic correlations between performance traits with meat quality and carcass characteristics in commercial crossbred pigs." **PLoS One.** 9(10): e110105.

Miar, Y., Plastow, G. S., Moore, S. S., Manafiazar, G., Charagu, P., Kemp, R. A., Van Haandel, B., Huisman, A. E., Zhang, C. Y., McKay, R. M., Bruce, H. L. and Wang, Z. 2014b. "Genetic and phenotypic parameters for carcass and meat quality traits in commercial crossbred pigs." **J. Anim. Sci.** 92(7): 2869-2884.

Michael, E. N. A., and Shahidi, F. 2013. **Biochemistry of foods**. 3rd ed. Academic Press, St Louis, Missouri, U.S.A.

Migdal, W., Wojtysiak, D., Pascial, P., Barowicz, P., Pieszka, M., Poltowicz, K., Živkovic, B. and Fabijan, M. 2005. "The histochemical profile of the muscle fibre in fatteners-genetic and non-genetic factors." **Biotechnol. Anim. Husb.** 21(5-6): 161-167.

Montaldo, H. H. 2006. "Genetic engineering applications in animal breeding." **Electron. J. Biotechnol**. 9(2): 158-170.

Moon, S. S. 2006. "The effect of quality grade and muscle on collagen content and tenderness of intramuscular connective tissue and myofibrillar protein for Hanwoo beef." **J. Anim. Sci.** 19: 1059-1064.

Morales, J. I., Serrano, M. P., Camara, L., Berrocoso, J. D., Lopez, J. P. and Mateos, G. G. 2013. "Growth performance and carcass quality of immunocastrated and surgically castrated pigs from crossbreds from Duroc and Pietrain sires." **J. Anim. Sci.** 91(8): 3955-3964.

Morrissey, P. A., Sheehy, P. J. A., Galvin, K., Kerry, J. P. and Buckley, D. J. 1998. "Lipid stability in meat and meat products." **Meat Sci**. 49: 73-86.

Mottram, D. S. 1998. "Flavour formation in meat and meat products: a review." **Food Chem.** 62(4): 415-424.

Muriel, M. E., Antequera, M. T., Petron, M. J., Andres, A. I. and Ruiz, J. 2005. "Stereospecific analysis of fresh and dry-cured muscle phospholipids from Iberian pigs." **Food Chem**. 90: 437-443.

Otto, G., Roehe, R., Looft, H., Thoelking, L., Knap, P. W., Rothschild, M. F., Plastow, G. S., and Kalm, E. 2007. "Associations of DNA markers with meat quality traits in pigs with emphasis on drip loss." **Meat Sci.** 75(2): 185-95.

Pena, R. N., Ros-Freixedes, R., Tor, M., and Estany, J. 2016. "Genetic marker discovery in complex traits: a field example on fat content and composition in pigs." **Int. J. Mol. Sci.** 17: 2100.

Permentier, L., Maenhout, D., Broekman, K. C. J. A., Deley, W., Perre, V. V., Verbeke, G. and Geers, R. 2013. "Comparison of growth performance, body composition, body conformation and meat quality between three genetic pig lines." **The Open Agri. J.** 7: 96-106.

Pfeiffer, H. and H. Falkenberg. 1972. "Masse am Lenden-spiegel zur objektiven Ermittlung der Schlachtkorperzusammensetzung bei Schwein." **Tierzucht.** 26: 466-467.

Picard, B., Lefaucheur L Fau - Berri, C., Berri C Fau - Duclos, M. J. and Duclos, M. J. 2002. "Muscle fibre ontogenesis in farm animal species." **Reprod. Nutr. Dev.** 42: 415-431.

Raes, K., Ansorena, D., Chow, T. T., Fievez, V., Demeyer, D. and De Smet, S. 2001. "Improving the fatty acid composition of the intramuscular fat of Belgian Blue double-muscled bulls." **Meded. Rijksuniv. Gent. Fak. Landbouwkd. Toegep. Biol. Wet.** 66(4): 309-313.

Ruusunen, M. and Puolanne, E. 1997. "Comparison of histochemical properties of different pig breeds." **Meat Sci.** 45(1): 119-125.

Ruusunen, M., and Puolanne, E. 2004. "Histochemical properties of fibre types in muscles of wild and domestic pigs and the effect of growth rate on muscle fibre properties." **Meat Sci.** 67(3): 533-539.

Ryu, Y. C., Rhee, M. S. and Kim, B. C. 2004. "Estimation of correlation coefficients between histological parameters and carcass traits of pig *Longissimus Dorsi* muscle." **Asian-Australas. J. Anim. Sci.** 17(3): 428-433.

Ryu, Y. C. and Kim, B. C. 2005. "The relationship between muscle fiber characteristics, postmortem metabolic rate, and meat quality of pig *longissimus dorsi* muscle." **Meat Sci**. 71: 351-357.

Simopoulos, A. P. 2008. "The importance of the omega-6/omega-3 fatty acid ratio in cardiovascular disease and other chronic diseases." **Exp. Biol. Med.** 233: 674–688.

Stolowski, G. D., Baird, B. E., Miller, R. K., Savell, J. W., Sams, A. R., Taylor, J. F., Sanders, J. O. and Smith, S. B. 2006. "Factors influencing the variation in tenderness of seven major beef muscles from three Angus and Brahman breed crosses." **Meat Sci.** 73(3): 475-483.

Subramaniyan, S. A. and Hwang, I. 2017. "Biological differences between Hanwoo *longissimus dorsi* and *semimembranosus* muscles in collagen synthesis of fibroblasts." **Korean J. Food Sci. Anim. Resour.** 37(3): 392-401.

Suzuki, K., Shibata, T., Kadowaki, H., Abe, H. and Toyoshima, T. 2003. "Meat quality comparison of Berkshire, Duroc and crossbred pigs sired by Berkshire and Duroc." **Meat Sci.** 64(1): 35-42.

Thibier, M. and Nibart, M. 1995. "The sexing of bovine embryos." **Theriogenology.** 43: 71-80.

Tikk, M., Tikk, K., Tørngren, M. A., Meinert, L., Aaslyng, M. D., Karlsson, A. H. and Andersen, H. J. 2006. "Development of inosine monophosphate and its degradation products during aging of pork of different qualities in relation to basic taste and retronasal flavor perception of the meat." **J. Agri. Food Chem.** 54(20): 7769-7777.

Toniolo, L., Maccatrozzo L Fau - Patruno, M., Patruno M Fau - Caliaro, F., Caliaro F Fau - Mascarello, F., Mascarello F Fau - Reggiani, C. and Reggiani, C. 2005. "Expression of eight distinct MHC isoforms in bovine striated muscles: evidence for MHC-2B presence only in extraocular muscles." **J. Exp. Biol.** 208(Pt22): 4243-4253.

Torrescano, G., Sánchez-Escalante, A., Giménez, B., Roncalés, P. and Beltrán, J. A. 2003. "Shear values of raw samples of 14 bovine muscles and their relation to muscle collagen characteristics." **Meat Sci**. 64: 85-91.

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.

Tuz, R. Koczanowski, J., Klocek, C. and Migdal, W. 2004. "Influence of the fattener' sex on the carcass traits and fatty acid composition in loin." **Pol. J. Food Nutr. Sci.** 13/54(2): 191-194.

UK Statutory Instruments. 1998. Pig carcase (grading) regulations, 1988. [Online]. Available: http://www.irishstatutebook.ie/ eli/1988/si/365/made/en/print 2016).

Urban, T., Kuciel, J. and Mikolášová, R. 2002. "Polymorphism of genes encoding for ryanodine receptor, growth hormone, leptin and MYC protooncogene protein and meat production in Duroc pigs." **Czech J. Anim. Sci.** 47:411-417.

USDA. 1985. "United States standards for grades of pork carcasses." [Online]. Available: https://www.ams.usda.gov/sites/default/files/media/Pork_Standard%5B1%5D.pdf.

Utrilla, M. C., Soriano, A. and Ruiz, A. G. 2010. "Quality attributes of pork loin with different levels of marbling from Duroc and Iberian cross." **J. Food. Qual**. 33: 802-820.

Warner, R. D., Kauffman, R. G. and Greaser, M. L. 1997. "Muscle protein changes post mortem in relation to pork quality traits." **Meat Sci.** 45: 339-352.

Warriss, P. D., and Brown, S. N. 1987. "The relationships between initial pH, reflectance and exudation in pig muscle." **Meat Sci.** 20(1): 65-74.

Welch, G. R. and Johnson, L. A. 1999. "Sex preselection: Laboratory validation of the sperm sex ratio of flow sorted X- and Y-sperm by sort reanalysis for DNA." **Theriogenology.** 52: 1343-1352.

Weston, R. A., Rogers, W. R. and Althen, G. T. 2002. "Review: the role of collagen in meat tenderness." **Prof. Anim. Sci.** 18(2): 107–111.

Wheeler, T. L., Shackelford Sd Fau - Koohmaraie, M. and Koohmaraie, M. 2002a. "Technical note: sampling methodology for relating sarcomere length, collagen concentration, and the extent of postmortem proteolysis to beef and pork longissimus tenderness." **J. Anim. Sci.** 80(4): 982-987.

Wheeler, T. L., Shackelford, S. D. and Koohmaraie, M. 2002b. "Technical note: Sampling methodology for relating sarcomere length, collagen concentration, and the extent of postmortem proteolysis to beef and pork longissimus tenderness." **J. Anim. Sci.** 80(4): 982-987.

Wheeler, T. L., Shackelford, S. D., Johnson, L. P., Miller, M. F., Miller, R. K. and Koohmaraie, M. 1997. "A comparison of Warner-Bratzler shear force assessment within and among institutions." **J. Anim. Sci.** 75(9): 2423-2432.

Whittemore, C. T. and Kyriazakis, I. 2008. **Whittemore's Science and Practice of Pig Production**. Wiley.

Wilson, E. R. and Johnson, R. K. 1981. "Comparison of three-breed and backcross swine for litter productivity and postweaning performance." **J. Anim. Sci.** 52(1): 18-25.

Wimmers, K., Ngu, N. T., Jennen, D. G., Tesfaye, D., Murani, E., Schellander, K. and Ponsuksili, S. 2008. "Relationship between myosin heavy chain isoform expression and muscling in several diverse pig breeds." **J. Anim. Sci.** 86(4): 795-803.

Wood, J. D., Brown, S. N., Nute, G. R., Whittington, F. M., Perry, A. M., Johnson, S. P. and Enser, M. 1996. "Effect of breed, feed level and conditioning time on the tenderness of pork." **Meat Sci.** 44: 105-112.

Wood, J. D., Nute, G. R., Richardson, R. I., Whittington, F. M., Southwood, O., Plastow, G., Mansbridge, R., da Costa, N. and Chang, K. C. 2004. "Effects of breed, diet and muscle on fat deposition and eating quality in pigs." **Meat Sci.** 67(4): 651-667.

Wyatt, N. D. 2004. "Genetic improvement of meat quality traits in pigs." Retrospective Theses and Dissertations. 1113. Iowa State University.

Zak, G., Pieszka, M. and Migdal, W. 2014. "Level of fatty acids, selected quality traits of longissimus dorsi and semimembranosus muscles and their relationship with fattening and slaughter performance in Polish Landrace pigs." **Ann. Anim. Sci.** 14(2): 417-427.

Zhang, S., Knight, T. J., Stalder, K. J., Goodwin, R. N., Lonergan, S. M. and Beitz, D. C. 2008. "Effects of breed, sex and halothane genotype on fatty acid composition of triacylglycerols and phospholipids in pork longissimus muscle." **J. Anim. Breed. Genet.** 126: 259-268.

Zhang, W., Kuhlers, D. L. and Rempel, W. E. 1992. "Halothane gene and swine performance." **J. Anim. Sci.** 70: 1307-1313.

International Congress of Meat Science and Technology (ICoMST 2016), 14-19 August 2016, Bangkok, Thailand.

3) Sitthigripong, R. Noidad, S., Chaweewan, K., Lertpatarakomol, R., Chaosap, C., and Limsupavanich, R. 2016. The Comparison of Crossbred Fattening Pigs Derived from Pakchong 5 Boar and Commercial Boars on Consumer Acceptability. In proceeding of The 17th Asian-Australasian Association of Animal Production Societies Animal Science Congress (AAAP 2016), 22-25 August 2016, Fukuoka, Japan.
4) Lertpatarakomol, R., Sitthigripong, R., Limsupavanich, R., Noidad, S., Chaosap, C., and Chaweewan, K. 2017. Consumer Acceptability of pork loin from Crossbred Pigs sired by Pakchong 5 Boar and Duroc Boar. In proceeding of the 63rd International Congress of Meat Science and Technology (ICoMST 2017), 13-18 August 2017, Cork, Ireland.
5) Lertpatarakomol, R., Chaosap, C., Chaweewan, K., Sitthigripong, R., and Limsupavanich, R. 2019. Carcass characteristics and meat quality of purebred Pakchong 5 and crossbred pigs sired by Pakchong 5 or Duroc boar. Asian-Australas J Anim Sci. 32(4):585-591.

ภาคผนวก

ตารางผนวกที่ 1 ปริมาณกรดไขมัน (มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม) ในกล้ามเนื้อสันนอกของสุกรขุน

กรดไขมัน	พันธุ์[1]			เพศ	
(mg/100 g)	P5 (n=10)	CP5 (n=10)	CD (n=10)	เมีย (n=15)	ผู้ตอน (n=15)
capric acid (C10:0)	0.90	1.01	1.06	0.87	1.11
lauric acid (C12:0)	0.61	0.72	0.86	0.65	0.81
myristic acid (C14:0)	8.27	10.32	11.61	8.77	11.37
palmitic acid (C16:0)	162.88	173.27	201.31	164.30	194.01
stearic acid (C18:0)	83.28	83.05	94.79	79.86	94.22
oleic acid (C18:1 n-9)	243.98	263.56	254.61	251.35	256.75
linoleic acid (C18:2 n-6)	61.67	54.00	63.88	58.88	60.82
γ-linolenic acid (C18:3 n-6)	1.36	1.22	1.38	1.56	1.09
gondoic acid (C20:1)	10.00	11.23	12.28	11.79	10.55
ecosadienoic acid (C20:2)	2.18	1.98	2.29	2.18	2.12
dihomo-γ-linolenic acid (C20:3 n-6)	3.37	2.95	3.34	3.17	3.27
arachidonic acid (C20:4 n-6)	11.04	9.53	10.58	10.48	10.28
eicosapentaenoic acid (C20:5 n-3)	2.89	3.07	2.66	2.96	2.78
docosahexaenoic acid (C22:6 n-3)	4.97	3.59	4.27	4.28	4.28
Saturated fatty acids (SFA)	258.91	271.50	313.34	256.91	305.59
Unsaturated fatty acids (UFA)	362.73	377.60	380.39	368.82	378.32
Monounsaturated fatty acids (MUFA)	275.25	301.25	291.99	285.30	293.69
Polyunsaturated fatty acids (PUFA)	87.48	76.35	88.40	83.51	84.63

[1]P5 = สุกรขุนพันธุ์แท้ปากช่อง 5, CP5 = สุกรขุนลูกผสมสามสายที่เกิดจากพ่อสุกรพันธุ์ปากช่อง 5, CD = สุกรขุนลูกผสมสามสายที่เกิดจากพ่อสุกรพันธุ์ดูร็อค

ตารางผนวกที่ 2 ปริมาณกรดไขมัน (มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม) ในกล้ามเนื้อพับในของสุกรขุน

กรดไขมัน	พันธุ์[1]			เพศ	
(mg/100 g)	P5 (n=10)	CP5 (n=10)	CD (n=10)	เมีย (n=15)	ผู้ตอน (n=15)
capric acid (C10:0)	0.98	0.92	1.18	0.96	1.10
lauric acid (C12:0)	0.52	0.80	0.62	0.70	0.58
myristic acid (C14:0)	6.44	6.44	5.48	6.72	5.50
palmitic acid (C16:0)	100.20	118.10	115.58	110.32	112.26
stearic acid (C18:0)	59.38	69.84	70.70	64.90	68.38
oleic acid (C18:1 n-9)	283.44	311.12	301.88	300.48	297.14
linoleic acid (C18:2 n-6)	43.12	47.42	50.68	47.08	47.06
γ-linolenic acid (C18:3 n-6)	1.14	1.36	1.24	1.32	1.16
gondoic acid (C20:1)	1.16	1.96	2.56	2.32	1.46
ecosadienoic acid (C20:2)	0.80	1.38	1.36	1.04	1.32
dihomo-γ-linolenic acid (C20:3 n-6)	1.82	2.28	2.28	2.76	1.50
arachidonic acid (C20:4 n-6)	9.10	13.40	12.20	12.80	10.32
eicosapentaenoic acid (C20:5 n-3)	1.84	1.60	2.08	1.82	1.86
docosahexaenoic acid (C22:6 n-3)	3.10	3.42	3.98	3.86	3.16
Saturated fatty acids (SFA)	167.46	196.08	193.56	183.62	187.78
Unsaturated fatty acids (UFA)	357.44	411.02	399.02	392.60	385.72
Monounsaturated fatty acids (MUFA)	296.50	340.16	325.20	321.92	319.32
Polyunsaturated fatty acids (PUFA)	60.94	70.86	73.80	70.68	66.40

[1]P5 = สุกรขุนพันธุ์แท้ปากช่อง 5, CP5 = สุกรขุนลูกผสมสามสายที่เกิดจากพ่อสุกรพันธุ์ปากช่อง 5, CD = สุกรขุนลูกผสมสามสายที่เกิดจากพ่อสุกรพันธุ์ดูร็อค

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-นามสกุล	นาย รัชกฤช เลิศภัทรโกมล
วัน เดือน ปีเกิด	18 เมษายน 2521 จังหวัดกรุงเทพมหานคร
ที่อยู่ปัจจุบัน	59/344 หมู่บ้านโรยัลปาร์ควิวล์ ซอยสุวินทวงศ์ 44 ถนนสุวินทวงศ์ แขวงลำผักชี เขตหนองจอก กรุงเทพมหานคร 10530
ประวัติการศึกษา	พ.ศ. 2543 วิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาสัตวศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง พ.ศ. 2547 วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาสัตวศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ประวัติการทำงาน	พ.ศ. 2546-2547 ตำแหน่งตัวแทนขาย บริษัท ไบโอลาสโก้ จำกัด พ.ศ. 2548-2549 ตำแหน่งนักวิชาการสนับสนุนงานขาย บริษัท วี ไอ บี แอนิมัล เฮ็ลธ์ จำกัด พ.ศ. 2549-ปัจจุบัน ตำแหน่งอาจารย์ประจำ คณะสัตวแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร
ทุนวิจัยที่ได้รับ	สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.) ภายใต้โครงการ “คุณภาพเนื้อและคุณภาพการบริโภคของสุกรขุนที่เกิดจากพ่อสุกรพันธุ์ปากช่อง 5” (สัญญาเลขที่ RDG5620042) เงินงบประมาณเงินรายได้ ประจำปีงบประมาณ 2559 คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ภายใต้โครงการ “การศึกษาคุณลักษณะด้านคุณภาพเนื้อของสุกรขุนลูกผสมที่เกิดจากพ่อสุกรพันธุ์ปากช่อง 5”

ผลงานตีพิมพ์เผยแพร่ภายใต้โครงการวิจัย

1) Lertpatarakomol, R., Chaosap, C., Sitthigripong, R., Limsupavanich, R., Champarat, W., Thaenthanee, W., and Chaweewan, K. 2015. Meat Quality of Crossbred Fattening Pigs Sired by Pakchong 5 Boars and Commercial Boars. In proceeding of the 5th International Conference on Sustainable Animal Agriculture for Developing Countries (SAADC 2015), 27-30 October 2015, Pattaya, Thailand.
2) Lertpatarakomol, R., Sitthigripong, R., Limsupavanich, R., Chaosap, C. Champarat, W., Thaenthanee, W., and Chaweewan, K. 2016 A Study on Meat Quality Characteristics of Crossbred Fattening Pigs Derived from Pakchong 5 Boars. In proceeding of the 62nd