

การใช้แอปพลิเคชันเพื่อประเมินคุณภาพซากจากภาพถ่ายซากสุกร

THE USE OF APPLICATION FOR ASSESSMENT OF CARCASS  
QUALITY FROM PIG CARCASS IMAGE



วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาสัตวศาสตร์

คณะเทคโนโลยีการเกษตร

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ. 2567

KMITL-2024-AG-M-031-421

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

THE USE OF APPLICATION FOR ASSESSMENT OF CARCASS  
QUALITY FROM PIG CARCASS IMAGE



A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT OF THE REQUIREMENTS FOR THE  
DEGREE OF MASTER OF SCIENCE IN ANIMAL SCIENCE  
SCHOOL OF AGRICULTURAL TECHNOLOGY  
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG  
2024  
KMITL-2024-AG-M-031-421

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



COPYRIGHT 2024

SCHOOL OF AGRICULTURAL TECHNOLOGY

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การใช้แอปพลิเคชันเพื่อประเมินคุณภาพซากจาก
นักศึกษา	ภาพถ่ายซากสุกร
รหัสประจำตัว	นางสาวสุดารัตน์ ผ่องแผ้ว
ปริญญา	63604026
สาขาวิชา	วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต
พ.ศ.	สัตวศาสตร์
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์	2567
	ผศ.ดร.น.สพ.จำลอง มิตรชาวไทย

### บทคัดย่อ

การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อศึกษาการใช้แอปพลิเคชันเพื่อประเมินคุณภาพซากจากภาพถ่ายซากสุกร ดำเนินการทดลองโดยใช้ซากสุกรขุนเลือดผสม 3 สายพันธุ์ (ดูรีด × แลนด์เรซ × ลาร์จไวท์) คณะเพศที่เข้าเชือดและชำแหละที่โรงฆ่าสุกรมาตรฐานแห่งหนึ่ง ในจังหวัดชลบุรี จำนวน 1,115 ซาก โดยมีน้ำหนักมีชีวิตเมื่อส่งเข้าโรงฆ่า 95 – 131 กิโลกรัม จากนั้นแบ่งกลุ่มการวิเคราะห์แบบ Cluster analysis ได้เป็น 2 กลุ่ม คือ สุกรน้ำหนักมีชีวิต 95 - 110 กิโลกรัม และสุกรน้ำหนักมีชีวิต 111 - 131 กิโลกรัม ดำเนินการวัดความหนาไขมันสันหลัง (Back fat thickness) ของซากสุกรสุกขาวทุกซากโดยตรงด้วยเวอร์เนียร์คาลิเปอร์ จำนวน 5 ตำแหน่ง ตามแนวแบ่งของซากสุกร คือ ตรงกระดูกซี่โครงซี่ที่ 1 และ 13/14 (BF<sub>1</sub> และ BF<sub>2</sub> ตามลำดับ) และตรงมุมด้านหน้า จุดบนสุด และมุมด้านหลังของกล้ามเนื้อ *Gluteus Medius*; GM (BF<sub>3</sub>, BF<sub>4</sub> และ BF<sub>5</sub> ตามลำดับ) จากนั้นวัดระยะห่างจากมุมด้านหน้ากล้ามเนื้อ GM ไปตั้งฉากกับแนวท่อนำไขสันหลัง (b) เพื่อนำมาประกอบการคำนวณค่าดัชนี Lenden – Speck – Quotient (LSQ) ดำเนินการถ่ายภาพซากสุกรแบบรายซากเพื่อเก็บเป็นคลังภาพ จากนั้นนำภาพมาวัดความหนาไขมันและระยะห่างในตำแหน่งแบบเดียวกันกับการวัดโดยตรง แต่ใช้แอปพลิเคชันสำเร็จรูป (ImageJ®) ในการวัด แล้วนำมาเปรียบเทียบค่าที่ได้จากซากโดยตรง ผลการศึกษาพบว่าน้ำหนักซากสุกขาวเฉลี่ย 43.2 กิโลกรัม ความหนาไขมันสันหลังตำแหน่ง BF<sub>1</sub>, BF<sub>2</sub>, BF<sub>3</sub>, BF<sub>4</sub> และ BF<sub>5</sub> จากการวัดด้วยวิธีโดยตรงมีค่าเฉลี่ย เท่ากับ 34.340, 18.530, 22.380, 13.800 และ 22.090 มิลลิเมตร และจากการวัดด้วยแอปพลิเคชันมีค่าเฉลี่ย เท่ากับ 37.570, 18.224, 19.070, 11.360 และ 19.950 มิลลิเมตร ตามลำดับ ค่าดัชนี LSQ จากการวัดด้วยวิธีโดยตรงโดยตรงมีค่าเฉลี่ย เท่ากับ 0.252 และจากการวัดด้วยแอปพลิเคชันมีค่าเฉลี่ย เท่ากับ 0.235 เมื่อสร้างสมการถดถอย (Regression) โดยใช้ผลการวัดโดยแอปพลิเคชัน เป็นตัวแปรทำนาย พบค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจ (R<sup>2</sup>) ที่ตำแหน่ง BF<sub>1</sub>, BF<sub>2</sub>, BF<sub>3</sub>, BF<sub>4</sub>, BF<sub>5</sub> และ LSQ มีค่าเท่ากับ 0.370, 0.346, 0.611, 0.735, 0.612 และ 0.849 ตามลำดับ การประเมินคุณภาพซากสุกรโดยใช้แอปพลิเคชันเพื่อวัดค่า LSQ มีโอกาสเป็นไปได้สูงสุด เมื่อนำสมการถดถอยของ LSQ มาทำนายผล พบว่าค่าทำนายจาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
 ก  
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สมการ LSQ (ทำนาย) =  $0.824X + 0.059$  โดยตัวแปร X คือ LSQ ที่ได้จากวัดโดยแอปพลิเคชัน ซึ่งค่าทำนายจากสมการถดถอยไม่มีความแตกต่างทางสถิติจากค่าที่ได้จากการวัดโดยตรง ดังนั้นจึงมีความเป็นไปได้ในการใช้แอปพลิเคชันวัดคุณภาพซากสุกรที่โรงฆ่า โดยการวัด LSQ จากนั้นทำนายค่าโดยใช้สมการถดถอย

**คำสำคัญ:** การประเมิน แอปพลิเคชัน คุณภาพซาก ภาพถ่าย ซากสุกร



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

<b>Thesis</b>	The Use of Application for Assessment of Carcass Quality from Pig Carcass Image
<b>Student</b>	Miss Sudarat Phongphaew
<b>Student ID.</b>	63604026
<b>Degree</b>	Master of Science
<b>Program</b>	Animal Science
<b>Year</b>	2024
<b>Thesis Advisor</b>	Asst. Prof. Dr.Jamlong Mitchaonthai

## ABSTRACT

This study was aimed to investigate the use of a web application to evaluate carcass grades from images of pig carcasses. The experiment utilized 3 crossbred pigs (Duroc × Landrace × Large White) with both sexes. All studied pigs were slaughtered and eviscerated at a standardized pork slaughterhouse in Chonburi province. Totally 1,115 pig carcasses, they had live body weights ranging from 95 to 131 kg at age of slaughtering. Back fat thickness of the right side of each carcass was measured directly at five positions using a caliper vernier: directly over the 1<sup>st</sup> and 13<sup>th</sup>/14<sup>th</sup> ribs (BF<sub>1</sub> and BF<sub>2</sub>, respectively) and at the front edge, top point, and rear edge of the *Gluteus Medius* (GM) muscle (BF<sub>3</sub>, BF<sub>4</sub>, and BF<sub>5</sub>, respectively). Then, the distance from the front edge of the GM muscle to the perpendicular line of spinal cord canal (b) was measured to be a part of calculation for the Lenden-Speck-Quotient (LSQ) index. Carcass images were taken individually to store in image database. These images were then used to measure the back fat thickness and the distance at the same positions as the direct method but utilizing an on-line available web application (ImageJ®). The values obtained from the direct measurements and the web application method were compared. The study found that the average weight of the right-side pig carcass was 43.2 kg. The average back fat thickness from the direct method at positions of BF<sub>1</sub>, BF<sub>2</sub>, BF<sub>3</sub>, BF<sub>4</sub>, and BF<sub>5</sub> were 34.340, 18.530, 22.380, 13.800, and 22.090 mm. When measured using the web application, the averages were 37.570, 18.224, 19.070, 11.360, and 19.950 pixels, respectively. The average value of the LSQ index obtained from the direct and the web application were 0.252 and 0.235, respectively. When creating a regression equation using the measurement results from the application as a predictor

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
 ไม่ว่ากรรมใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

variable, the coefficient of determination ( $R^2$ ) at the positions BF<sub>1</sub>, BF<sub>2</sub>, BF<sub>3</sub>, BF<sub>4</sub>, BF<sub>5</sub>, and LSQ were found to be 0.370, 0.346, 0.611, 0.735, 0.612, and 0.849, respectively. The assessment of pork carcass quality using the application to measure LSQ has the highest potential. When using the LSQ regression equation to predict the results, it was found that the predicted value from the LSQ equation (Prediction) = 0.824X + 0.059, where the variable X is the LSQ measured by the application. The predicted value from the regression equation did not differ from the value obtained by direct measurement methods. Therefore, it is feasible to use the application to measure the quality of pork carcasses at slaughterhouses by measuring LSQ and then predicting the value using the regression equation.

**Keywords:** Evaluation, Application, Carcass quality, Image, Pig carcass



## กิตติกรรมประกาศ

งานวิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดีนั้น ต้องขอขอบพระคุณ ผ.ศ.ดร.น.สพ.จำลอง มิตรชาวไทย อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ที่ได้ให้ความรู้ คำชี้แนะ คำสอน และให้ความช่วยเหลือในการแก้ไขปัญหาต่าง ๆ ตลอดจนให้โอกาส ให้ความรู้ และให้ประสบการณ์ที่ดีแก่ข้าพเจ้า ข้าพเจ้ารู้สึกซาบซึ้งในความอนุเคราะห์เป็นอย่างสูง

ขอขอบพระคุณ รศ.ดร. รณชัย สิทธิไกรพงษ์ รศ.ดร.กนกรัตน์ ศรีกิจเกษมวัฒน์ ผศ.ดร.จันทร์พร เจ้าทรัพย์ และ ผศ.ดร.น.สพ.จำลอง มิตรชาวไทย ประธานและกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ที่ได้กรุณาใช้เวลาอันมีค่า ที่ให้ความรู้เพิ่มเติม ให้คำแนะนำต่าง ๆ ตลอดจนข้อชี้แนะอันเป็นประโยชน์ต่อวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ทั้งในเรื่องของความถูกต้องและความสมบูรณ์ของเนื้อหาทางวิชาการอย่างครบถ้วน

ขอขอบพระคุณคณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง สำหรับการสนับสนุนให้ทุนยกเว้นค่าธรรมเนียมการศึกษาแก่ข้าพเจ้า ทำให้ได้รับโอกาสในการศึกษาต่อในครั้งนี้ และขอขอบพระคุณความกรุณาจากบริษัท ไทย ฟู้ดส์ สโวน อินเตอร์เนชั่นแนล สาขาชลบุรี จำกัด ซึ่งเป็นบริษัทในเครือบริษัท ไทยฟู้ดส์ กรุ๊ป จำกัด (มหาชน) ที่อำนวยความสะดวกและสนับสนุนสถานที่ในการปฏิบัติงานวิจัยทำให้งานวิจัยประสบความสำเร็จ รวมทั้งมอบทุนในการสนับสนุนงานวิจัย และขอขอบคุณสำนักงานพัฒนาการวิจัยการเกษตร (องค์การมหาชน) ที่ให้การสนับสนุนทุนวิจัยประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2563 สำหรับโครงการวิจัยเรื่อง “การพัฒนา Application สำหรับการตรวจวัดคุณภาพซากสุกรจาก LSQ และรอยโรคของอวัยวะภายในสุกร” (รหัสโครงการ CRP6305032520)

ขอขอบคุณคุณอุดมลักษณ์ สวานการณณ์พี่นักศึกษาปริญญาโทที่ช่วยเหลือตลอดระยะเวลาในการทดลอง อีกทั้งยังให้การช่วยเหลือและให้คำแนะนำ ตลอดจนการแลกเปลี่ยนความรู้ และขอขอบคุณเพื่อน นักศึกษาปริญญาโท สาขาวิชาสัตวศาสตร์ทุกท่านที่ให้การช่วยเหลือในการทำวิจัย ช่วยให้คำปรึกษา ตลอดจนเป็นกำลังใจที่ดีให้เสมอ

ขอขอบพระคุณบิดามารดา และครอบครัว ตลอดจนครูบาอาจารย์ที่เคารพทุกท่านที่ได้ประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้และถ่ายทอดประสบการณ์ที่ดีให้แก่ข้าพเจ้า ข้าพเจ้าจึงขอมอบคุณงามความดีอันใดที่เกิดจากวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ให้แก่ทุกท่านซึ่งเป็นที่ยรักและเคารพยิ่ง อีกทั้งคุณค่าและประโยชน์ของวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ผู้วิจัยขอมอบให้แก่ทุกท่านที่สามารถนำไปใช้เพื่อให้เกิดประโยชน์ต่อไป

สุดารัตน์ ผ่องแผ้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ .....	ค
กิตติกรรมประกาศ.....	จ
สารบัญ.....	ฉ
สารบัญตาราง.....	ญ
สารบัญภาพ.....	ฐ
<b>บทที่ 1 บทนำ.....</b>	<b>1</b>
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา .....	1
1.2 ความมุ่งหมายและวัตถุประสงค์ .....	2
1.3 สถานที่ดำเนินงาน.....	2
1.4 ขั้นตอนการศึกษา.....	2
1.5 ระยะเวลาการศึกษา.....	2
1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	2
<b>บทที่ 2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....</b>	<b>3</b>
2.1 พันธุ์สุกรที่นิยมเลี้ยงเพื่อผลิตขาย.....	3
2.1.1 พันธุ์สุกร แบ่งออกเป็น 3 ประเภทตามการใช้ประโยชน์.....	3
2.1.1.1 หมูประเภทมัน.....	3
2.1.1.2 หมูประเภทเนื้อ.....	3
2.1.1.3 หมูประเภทเบคอน.....	3
2.1.2 เหตุผลในการเลี้ยงสุกร.....	3
2.1.3 พันธุ์สุกรที่นิยมเลี้ยง.....	4
2.1.3.1 สุกรพันธุ์แลนด์เรซ.....	4
2.1.3.2 สุกรพันธุ์ลาร์จไวต์.....	4
2.1.3.3 สุกรพันธุ์คูร์อ็อก.....	5
2.2 คุณภาพซากของสุกร.....	5
2.2.1 ส่วนประกอบของซากสุกร.....	5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
2.2.2 การพิจารณาคุณภาพซากสุกร.....	6
2.2.3 คุณภาพซากของสุกร (เกรดของซาก).....	6
2.3 ปัจจัยที่มีผลต่อคุณภาพซากสุกร.....	7
2.3.1 พันธุ์หรือพันธุ์กรรมของสุกร.....	7
2.3.2 อายุและน้ำหนักตัวของสุกร.....	7
2.3.3 เพศ.....	8
2.3.4 อาหารและการให้อาหาร.....	8
2.3.5 การจัดการเลี้ยงดูและสภาพโรงเรือน.....	8
2.3.6 การจัดการในโรงฆ่าและวิธีการฆ่า.....	8
2.4 วิธีการวัดคุณภาพซากสุกร.....	8
2.4.1 การวัดคุณภาพซากสุกร.....	8
2.4.2 ระบบการแบ่งเกรดซากสุกรมาใช้ในโรงฆ่า.....	10
2.5 การกำหนดมูลค่าทางการค้าของซากสุกรโดยระบบอัตโนมัติ.....	13
2.5.1 ระบบการประมวลภาพถ่ายและวิเคราะห์ภาพ.....	13
2.5.2 เทคโนโลยีที่ใช้เอ็กซ์เรย์(X-ray based technologies).....	15
2.5.3 ระบบการวัดค่าแบบสแกน Autofom.....	17
2.5.4 การระบุเกรดซากด้วยเครื่องมือแบบพกพา.....	18
2.5.5 การใช้โปรแกรม ImageJ เพื่อวิเคราะห์ภาพถ่าย.....	19
<b>บทที่ 3 วิธีการดำเนินงานวิจัย.....</b>	<b>22</b>
3.1 เครื่องมือและอุปกรณ์.....	22
3.1.1 หน่วยทดลอง.....	22
3.1.2 อุปกรณ์การทดลอง.....	22
3.2 วิธีการทดลอง.....	22
3.2.1 การเก็บข้อมูล.....	22
3.2.2 การตรวจวัดความหนาไขมันสันหลัง (Back fat thickness) และระยะ b โดยใช้ เวอร์เนียร์คาลิเปอร์แบบดิจิตอล .....	23
3.2.3 การตรวจวัดความหนาไขมันสันหลัง (Back fat thickness) และระยะ b โดยใช้ b จากภาพถ่ายซากสุกรโดยใช้แอปพลิเคชันสำเร็จรูป (ImageJ®) .....	23

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
3.2.4 การบันทึกข้อมูล .....	24
3.2.5 การคำนวณ.....	24
3.3 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ.....	26
<b>บทที่ 4 ผลการทดลองและวิจารณ์ผลการทดลอง.....</b>	<b>27</b>
4.1 ผลการทดลอง.....	27
4.1.1 ผลการวิเคราะห์การสุ่มตัวอย่างของซากการวิเคราะห์ Cluster analysis .....	27
4.2 ผลการตรวจวัดความหนาไขมันสันหลัง ระยะ b และดัชนี LSQ การวัดโดยตรงจากซาก สุกร และวัดจากภาพถ่ายซากสุกรโดยใช้แอปพลิเคชันสำเร็จรูป.....	29
4.2.1 คุณภาพซากสุกรที่มีน้ำหนักตัว $\leq 110$ กก. ....	29
4.2.2 คุณภาพซากสุกรที่มีน้ำหนักตัว $> 110$ กก. ....	30
4.3 การทดสอบหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) ที่ได้จากการวัดโดยตรงจากซาก และจาก การวัดจากภาพถ่ายโดยแอปพลิเคชัน .....	35
4.3.1 การทดสอบหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) ของสุกรทั้งหมด .....	35
4.3.2 การทดสอบหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) ของสุกรน้ำหนักตัว $\leq 110$ กก. ....	35
4.3.3 การทดสอบหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) ของสุกรน้ำหนักตัว $> 110$ กก. ....	36
4.4 การประเมินความแม่นยำของการตรวจวัดความหนาไขมันสันหลัง (มิลลิเมตร) ระยะ b และดัชนี LSQ (Lenden-Speck-Quotient) .....	41
4.4.1 การประเมินความแม่นยำของการตรวจวัดความหนาไขมันสันหลัง จากซากสุกร ทั้งหมด.....	41
4.4.2 การประเมินความแม่นยำของการตรวจวัดความหนาไขมันสันหลัง จากซากสุกร น้ำหนักตัว $\leq 110$ กก.....	41
4.4.3 การประเมินความแม่นยำของการตรวจวัดความหนาไขมันสันหลัง จากซากสุกร น้ำหนักตัว $> 110$ กก.....	41
4.5 ช่วงความเชื่อมั่น และค่าสัมประสิทธิ์ ของสมการ Regression จากการตรวจวัดโดยวิธี แอปพลิเคชัน เพื่อการทำนายผลความหนาไขมันสันหลัง (มิลลิเมตร) ระยะ b และดัชนี LSQ .....	46
4.5.1 ช่วงความเชื่อมั่น และค่าสัมประสิทธิ์ สมการ Regression ของสุกรทั้งหมด.....	46
4.5.2 การทำนายบนเส้นการถดถอย (regression analysis) .....	46

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
4.5.3 การทำนายบนเส้นการถดถอย (regression analysis) ของสุกรตามกลุ่ม น้ำหนัก.....	47
4.5 ผลการหาสมการ Regression ของช่วงความเชื่อมั่น และค่าสัมประสิทธิ์ เพื่อจัดลำดับ ชั้น LSQ ที่ได้จากการวิธีการวัดโดยตรงจากซาก วัดจากภาพถ่ายโดยอแปพลีเคชั่น .....	56
<b>บทที่ 5 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ.....</b>	<b>58</b>
5.1 ข้อเสนอแนะ.....	58
บรรณานุกรม.....	59
ภาคผนวก ก.....	63
ประวัติผู้วิจัย.....	74



# สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1 เกณฑ์การจัดแบ่งระดับชั้นคุณภาพซากสุกรตามเปอร์เซ็นต์เนื้อแดง.....	12
4.1 สถิติเชิงพรรณนาของซากสุกรทดลอง.....	27
4.2 ผลการตรวจวัดค่าความหนาไขมันสันหลัง (Back fat thickness) (มิลลิเมตร) ระยะ b และดัชนี LSQ (Lenden-Speck-Quotient) จากวิธีการวัดโดยตรงจากซาก และการวัดจากภาพถ่ายซากสุกรโดยใช้แอปพลิเคชันสำเร็จรูป (ImageJ®) ของสุกรทั้งหมด (n=1,115) .....	32
4.3 ผลการตรวจวัดค่าความหนาไขมันสันหลัง (Back fat thickness) (มิลลิเมตร) ระยะ b และดัชนี LSQ (Lenden-Speck-Quotient) จากวิธีการวัดโดยตรงจากซาก และการวัดจากภาพถ่ายซากสุกรโดยใช้แอปพลิเคชันสำเร็จรูป (ImageJ®) ของสุกรน้ำหนักตัว $\leq 110$ กิโลกรัม.....	33
4.4 ผลการตรวจวัดค่าความหนาไขมันสันหลัง (Back fat thickness) (มิลลิเมตร) ระยะ b และดัชนี LSQ (Lenden-Speck-Quotient) จากวิธีการวัดโดยตรงจากซาก และการวัดจากภาพถ่ายซากสุกรโดยใช้แอปพลิเคชันสำเร็จรูป (ImageJ®) ของสุกรน้ำหนักตัว $> 110$ กิโลกรัม.....	34
4.5 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ ( $r$ ) ของสุกรน้ำหนัก 95 - 131 กิโลกรัม ที่ได้จากการวัดโดยตรงจากซาก และจากการวัดจากภาพโดยแอปพลิเคชัน .....	38
4.6 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ ( $r$ ) ของสุกรน้ำหนัก 95-110 กิโลกรัม ที่ได้จากการวัดโดยตรงจากซาก และจากการวัดจากภาพโดยแอปพลิเคชัน .....	39
4.7 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ ( $r$ ) ของสุกรน้ำหนัก 111-131 กิโลกรัม ที่ได้จากการวัดโดยตรงจากซาก และจากการวัดจากภาพโดยแอปพลิเคชัน .....	40
4.8 สัมประสิทธิ์การตัดสินใจของการตรวจวัดค่าความหนาไขมันสันหลัง (Back fat thickness) (มิลลิเมตร) ระยะ b และดัชนี LSQ ที่ได้จากการวัดโดยตรงจากซาก และวัดจากภาพโดยแอปพลิเคชัน ของซากสุกรทดลองทั้งหมด (n=1,115).....	43
4.9 สัมประสิทธิ์การตัดสินใจของการตรวจวัดค่าความหนาไขมันสันหลัง (Back fat thickness) (มิลลิเมตร) ระยะ b และดัชนี LSQ ที่ได้จากการวัดโดยตรงจากซาก และวัดจากภาพโดยแอปพลิเคชันของซากสุกรทดลองในสุกรน้ำหนักตัว $\leq 110$ กิโลกรัม (n=466) .....	44
4.10 สัมประสิทธิ์การตัดสินใจของการตรวจวัดค่าความหนาไขมันสันหลัง (Back fat thickness) (มิลลิเมตร) ระยะ b และดัชนี LSQ ที่ได้จากการวัดโดยตรงจากซาก และวัดจากภาพโดยแอปพลิเคชัน นของซากสุกรทดลองในสุกรน้ำหนักตัว $> 110$ กิโลกรัม (n=626) .....	45

## สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
4.11 ค่าสัมประสิทธิ์และช่วงความเชื่อมั่น 95% ของของตัวแปรทำนาย และ Intercept จากสมการ Regression ที่ใช้ทำนายค่าที่วัดจากซากโดยตรง โดยใช้ค่าที่วัดได้จากภาพถ่ายโดยแอปพลิเคชันเป็นตัวแปรทำนาย .....	56
4.12 ผลการจัดลำดับชั้น LSQ และค่าดัชนี LSQ ที่ได้จากการวิธีการวัดโดยตรงจากซาก วัดจากภาพถ่ายโดยแอปพลิเคชัน และวัดโดยแอปพลิเคชันร่วมกับสมการทำนาย .....	57



# สารบัญตารางภาคผนวก

ตารางที่	หน้า
ก.1 ค่าสัมประสิทธิ์และช่วงความเชื่อมั่น 95% ของของตัวแปรทำนาย และ Intercept จากสมการ Regression ที่ใช้ทำนายค่าที่วัดจากซากโดยตรง โดยใช้ค่าที่วัดได้จากภาพถ่ายโดยแอปพลิเคชันเป็นตัวแปรทำนายของสุกรน้ำหนักตัว $\leq 110$ กก.....	68
ก.2 ค่าสัมประสิทธิ์และช่วงความเชื่อมั่น 95% ของของตัวแปรทำนาย และ Intercept จากสมการ Regression ที่ใช้ทำนายค่าที่วัดจากซากโดยตรง โดยใช้ค่าที่วัดได้จากภาพถ่ายโดยแอปพลิเคชันเป็นตัวแปรทำนายของสุกรน้ำหนักตัว $> 110$ กก.....	73



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
2.1 สกรรพันธุ์แลนด์เรซ.....	4
2.2 สกรรพันธุ์ลาร์จไวต์.....	4
2.3 สกรรพันธุ์ตูร์อ็อก.....	5
2.4 ระดับความหนาของกล้ามเนื้อพิจารณาโดยการตรวจพินิจ.....	7
2.5 ตำแหน่งวัดไขมันสันหลัง (A) และการวัดพื้นที่หน้าตัดเนื้อสัน (B).....	9
2.6 ตำแหน่งการตัดแต่งซากสุกรแบบไทย.....	10
2.7 ตำแหน่งในการวัดเพื่อคำนวณค่าดัชนี LSQ.....	11
2.8 สรุปรูปการประมวลผลภาพและการเลือกคุณสมบัติสำหรับระบบ VCS2000.....	15
2.9 แสดงส่วนไขมันและความหนาของกล้ามเนื้อ โดยวัดจากภาพ CT บริเวณซี่โครงสุดท้าย.....	17
2.10 การวัดค่าแบบสแกนด้วย AutoFom III ซากถูกดึงข้าม transducers array พร้อมตัวแปล สัญญาณอัลตราซาวนด์ 16 ตัว.....	18
2.11 ตำแหน่งการวัดความหนาของไขมันด้วยเทคนิค Fat-O-Meat'er .....	19
2.12 แอปพลิเคชันสำเร็จรูป (โปรแกรม ImageJ®).....	21
2.13 แสดงแถบฟังก์ชันเครื่องมือโปรแกรม ImageJ® .....	21
3.1 ตำแหน่งของการวัดค่าความหนาไขมันจากซากสุกร.....	25
3.2 ตำแหน่งของการวัดค่าดัชนีความหนาไขมันสันหลังต่อความกว้างของกล้ามเนื้อสันนอก หรือ LSQ (Lenden-Speck-Quotient) จากซากสุกร.....	25
3.3 ตำแหน่งของการวัดค่าความหนาไขมัน และค่าดัชนี LSQ จากภาพถ่ายซากสุกร โดยใช้ แอปพลิเคชัน (โดยใช้โปรแกรม ImageJ) .....	26
4.1 ตำแหน่งความหนาของไขมันสันหลังบริเวณไหล่ หรือส่วนที่หนาที่สุด ตรงกระดูกซี่โครงซี่ที่ 1 หรือ BF <sub>1</sub> .....	48
4.2 ตำแหน่งความหนาของไขมันสันหลังบริเวณกลางหลัง หรือส่วนที่บางที่สุด ตรงกระดูกซี่โครงซี่ที่ 13/14 หรือ BF <sub>2</sub> .....	48
4.3 ตำแหน่งความหนาของไขมันสันหลังตรงจุดที่ฐานสามเหลี่ยมของกล้ามเนื้อ Gluteus Medius จนถึงบริเวณขอบหนัง หรือ BF <sub>3</sub> .....	49
4.4 ตำแหน่งความหนาของไขมันสันหลังตรงจุดกลางส่วนที่ไขมันสันหลังบางที่สุดของกล้ามเนื้อ Gluteus Medius จนถึงบริเวณขอบหนัง หรือ BF <sub>4</sub> .....	49

## สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
4.5 ตำแหน่งความหนาของไขมันสันตรงจุดมุมบนของฐานสามเหลี่ยมของกล้ามเนื้อ <i>Gluteus Medius</i> จนถึงบริเวณขอบหนัง หรือ BF <sub>5</sub> .....	50
4.6 ตำแหน่งวัดจากจุดที่มุมล่างของฐานรูปสามเหลี่ยมของกล้ามเนื้อ <i>Gluteus Medius</i> ไปตั้งฉากกับแนวของท่อนำไขสันหลัง หรือ b .....	50
4.7 การตรวจวัดค่าความหนาไขมันสันหลัง (Back fat thickness) .....	51
4.8 การวัดค่าดัชนี LSQ (Lenden-Speck-Quotient) .....	51
4.9 ตำแหน่งความหนาของไขมันสันหลังบริเวณไหล่ หรือส่วนที่หนาที่สุด ตรงกระดูกซี่โครงซี่ที่ 1 หรือ BF <sub>1</sub> (เส้นสีฟ้า = สุนัขน้ำหนักตัว ≤ 110 กก. และเส้นสีเขียว = สุนัขน้ำหนักตัว > 110 กก.).....	52
4.10 ตำแหน่งความหนาของไขมันสันหลังบริเวณกลางหลัง หรือส่วนที่บางที่สุด ตรงกระดูกซี่โครงซี่ที่ 13/14 หรือ BF <sub>2</sub> (เส้นสีฟ้า = สุนัขน้ำหนักตัว ≤ 110 กก. และเส้นสีเขียว = สุนัขน้ำหนักตัว > 110 กก.) .....	52
4.11 ตำแหน่งความหนาของไขมันสันหลังตรงจุดที่ฐานสามเหลี่ยมของกล้ามเนื้อ <i>Gluteus Medius</i> จนถึงบริเวณขอบหนัง หรือ BF <sub>3</sub> (เส้นสีฟ้า = สุนัขน้ำหนักตัว > 110 กก. และเส้นสีเขียว = สุนัขน้ำหนักตัว ≥ 110 กก.) .....	53
4.12 ตำแหน่งความหนาของไขมันสันหลังตรงจุดกลางส่วนที่ไขมันสันหลังบางที่สุดของกล้ามเนื้อ <i>Gluteus Medius</i> จนถึงบริเวณขอบหนัง หรือ BF <sub>4</sub> (เส้นสีฟ้า = สุนัขน้ำหนักตัว > 110 กก. และเส้นสีเขียว = สุนัขน้ำหนักตัว > 110 กก.).....	53
4.13 ตำแหน่งความหนาของไขมันสันตรงจุดมุมบนของฐานสามเหลี่ยมของกล้ามเนื้อ <i>Gluteus Medius</i> จนถึงบริเวณขอบหนัง หรือ BF <sub>5</sub> (เส้นสีฟ้า = สุนัขน้ำหนักตัว ≤ 110 กก. และเส้นสีเขียว = สุนัขน้ำหนักตัว > 110 กก.) .....	54
4.14 ตำแหน่งวัดจากจุดที่มุมล่างของฐานรูปสามเหลี่ยมของกล้ามเนื้อ <i>Gluteus Medius</i> ไปตั้งฉากกับแนวของท่อนำไขสันหลัง หรือ b (เส้นสีฟ้า = สุนัขน้ำหนักตัว ≤ 110 กก. และเส้นสีเขียว = สุนัขน้ำหนักตัว > 110 กก.) .....	54
4.15 การตรวจวัดค่าความหนาไขมันสันหลัง (Back fat thickness) (เส้นสีฟ้า = สุนัขน้ำหนักตัว ≤ 110 กก. และเส้นสีเขียว = สุนัขน้ำหนักตัว > 110 กก.) .....	55
4.16 การวัดค่าดัชนี LSQ (Lenden-Speck-Quotient) (เส้นสีฟ้า = สุนัขน้ำหนักตัว ≤ 110 กก. และเส้นสีเขียว = สุนัขน้ำหนักตัว > 110 กก.) .....	55

## สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
ก.1 ตำแหน่งความหนาของไขมันสันหลังบริเวณไหล่ หรือส่วนที่หนาที่สุด ตรงกระดูกซี่โครงซี่ที่ 1 หรือ BF <sub>1</sub> จากซอกสูทหน้าหนักตัว $\leq 110$ กก. ....	64
ก.2 ตำแหน่งความหนาของไขมันสันหลังบริเวณกลางหลัง หรือส่วนที่บางที่สุด ตรงกระดูกซี่โครงซี่ที่ 13/14 หรือ BF <sub>2</sub> จากซอกสูทหน้าหนักตัว $\leq 110$ กก. ....	64
ก.3 ตำแหน่งความหนาของไขมันสันหลังตรงจุดที่ฐานสามเหลี่ยมของกล้ามเนื้อ Gluteus Medius จนถึงบริเวณขอบหนัง หรือ BF <sub>3</sub> จากซอกสูทหน้าหนักตัว $\leq 110$ กก. ....	65
ก.4 ตำแหน่งความหนาของไขมันสันหลังตรงจุดกลางส่วนที่ไขมันสันหลังบางที่สุดของกล้ามเนื้อ Gluteus Medius จนถึงบริเวณขอบหนัง หรือ BF <sub>4</sub> จากซอกสูทหน้าหนักตัว $\leq 110$ กก. ....	65
ก.5 ตำแหน่งความหนาของไขมันสันตรงจุดมุมบนของฐานสามเหลี่ยมของกล้ามเนื้อ Gluteus Medius จนถึงบริเวณขอบหนัง หรือ BF <sub>5</sub> จากซอกสูทหน้าหนักตัว $\leq 110$ กก. ....	66
ก.6 ตำแหน่งวัดจากจุดที่มุมล่างของฐานรูปสามเหลี่ยมของกล้ามเนื้อ Gluteus Medius ไปตั้งฉากกับแนวของท่อหน้าไขสันหลัง หรือ b จากซอกสูทหน้าหนักตัว $\leq 110$ กก. ....	66
ก.7 การตรวจวัดค่าความหนาไขมันสันหลัง (Back fat thickness) จากซอกสูทหน้าหนักตัว $\leq 110$ กก. ....	67
ก.8 การวัดค่าดัชนี LSQ (Lenden-Speck-Quotient) จากซอกสูทหน้าหนักตัว $\leq 110$ กก. ....	67
ก.9 ตำแหน่งความหนาของไขมันสันหลังบริเวณไหล่ หรือส่วนที่หนาที่สุด ตรงกระดูกซี่โครงซี่ที่ 1 หรือ BF <sub>1</sub> จากซอกสูทหน้าหนักตัว $> 110$ กก. ....	69
ก.10 ตำแหน่งความหนาของไขมันสันหลังบริเวณกลางหลัง หรือส่วนที่บางที่สุด ตรงกระดูกซี่โครงซี่ที่ 13/14 หรือ BF <sub>2</sub> จากซอกสูทหน้าหนักตัว $> 110$ กก. ....	69
ก.11 ตำแหน่งความหนาของไขมันสันหลังตรงจุดที่ฐานสามเหลี่ยมของกล้ามเนื้อ Gluteus Medius จนถึงบริเวณขอบหนัง หรือ BF <sub>3</sub> จากซอกสูทหน้าหนักตัว $> 110$ กก. ....	70
ก.12 ตำแหน่งความหนาของไขมันสันหลังตรงจุดกลางส่วนที่ไขมันสันหลังบางที่สุดของกล้ามเนื้อ Gluteus Medius จนถึงบริเวณขอบหนัง หรือ BF <sub>4</sub> จากซอกสูทหน้าหนักตัว $> 110$ กก. ....	70
ก.13 ตำแหน่งความหนาของไขมันสันตรงจุดมุมบนของฐานสามเหลี่ยมของกล้ามเนื้อ Gluteus Medius จนถึงบริเวณขอบหนัง หรือ BF <sub>5</sub> จากซอกสูทหน้าหนักตัว $> 110$ กก. ....	71
ก.14 ตำแหน่งวัดจากจุดที่มุมล่างของฐานรูปสามเหลี่ยมของกล้ามเนื้อ Gluteus Medius ไปตั้งฉากกับแนวของท่อหน้าไขสันหลัง หรือ b จากซอกสูทหน้าหนักตัว $> 110$ กก. ....	71
ก.15 การตรวจวัดค่าความหนาไขมันสันหลัง จากซอกสูทหน้าหนักตัว $> 110$ กก. ....	72
ก.16 การวัดค่าดัชนี LSQ (Lenden-Speck-Quotient) จากซอกสูทหน้าหนักตัว $> 110$ กก. ....	72

# บทที่ 1

## บทนำ

### 1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

เนื้อสุกรเป็นเนื้อสัตว์ที่มีการบริโภคมากที่สุดในประเทศไทย การจัดการหลังการฆ่าให้มีมาตรฐานเดียวกันจะทำให้การจำหน่ายเนื้อสุกรมีมาตรฐาน ผู้บริโภคได้รับความยุติธรรมมากยิ่งขึ้น การแบ่งเกรดซากสุกรในโรงฆ่าส่วนใหญ่ มีวัตถุประสงค์เพื่อจัดระดับชั้นคุณภาพของผลิตภัณฑ์ให้อยู่ในมาตรฐานเดียวกัน การวัดและประเมินความหนาไขมันสันหลังของซากสุกรในโรงฆ่าเป็นสิ่งสำคัญในการจัดแบ่งเกรดหรือคุณภาพซากของสุกร เนื่องจากเป็นสิ่งบ่งชี้ชนิดหนึ่งถึงปริมาณเนื้อและไขมันของซากสุกร โดยในปัจจุบันมีการใช้โมเดลในการประมาณปริมาณเนื้อแดง ไขมัน และเนื้อชิ้นส่วนต่างๆ ซึ่งจะช่วยให้ทราบข้อมูลของซากมากขึ้นและนำไปใช้เพื่อวางแผนการบริหารจัดการชิ้นส่วนเนื้อสุกร การวางแผนการผลิตของฟาร์มสุกร และการปรับปรุงคุณภาพซากในฟาร์มสุกร ซึ่งโมเดลเหล่านี้จะมีการใส่ตัวแปรผันแปรต่างๆ เช่น น้ำหนักซาก ความหนาไขมันสันหลัง พื้นที่หน้าตัดของกล้ามเนื้อสันนอก เป็นต้น ทั้งนี้การวัดความหนาไขมันสันหลังโดยปกติต้องใช้บุคลากรที่มีความชำนาญในการวัด เนื่องจากมีปัจจัยเรื่องการระบุตำแหน่งที่วัดและเวลาในการวัดที่จำกัด ส่งผลให้โรงฆ่าสุกรไม่มีความพร้อมทางด้านบุคลากรไม่สามารถดำเนินการตรวจวัดได้ โดยเฉพาะโรงฆ่าสุกรขนาดกลางและเล็ก ซึ่งส่งผลต่อการประเมินเพื่อจ่ายค่าสุกรที่เข้าฆ่า รวมทั้งโรงฆ่าสุกรขนาดใหญ่มักใช้การชั่งน้ำหนักชิ้นส่วนหลักแบบรวมทั้งชุดสุกรที่เข้าฆ่า เนื่องจากปริมาณซากสุกรมีจำนวนมากซึ่งมักประสบปัญหาขาดแคลนผู้เชี่ยวชาญในการวัดคุณภาพซากโดยเฉพาะในช่วงนอกเวลาทำงานปกติ ส่งผลให้ทราบเฉพาะคุณภาพซากโดยรวมของแต่ละชุดนั้น โดยไม่ทราบในลักษณะรายตัวของสุกร ซึ่งวิธีการในการกำหนดเกณฑ์มาตรฐานในการจัดระดับชั้นของคุณภาพซากสุกรมีหลายวิธีทั้งการใช้เครื่องมือที่มีราคาแพงมาประเมินปริมาณเนื้อแดง ตลอดจนถึงการประเมินโดยใช้สายตาจากผู้เชี่ยวชาญอย่างไรก็ตาม สำหรับการวัดเกรดซากสุกรในโรงฆ่าขนาดเล็กลักษณะนั้น วิธีการที่เหมาะสมในการวัดเกรดซากสุกรคือ การใช้ค่าดัชนีความหนาไขมันสันหลังต่อความกว้างของกล้ามเนื้อสันนอก หรือ LSQ (Lenden Speck Quotient) ใช้กันมากในโรงฆ่าขนาดเล็กที่ฆ่าสุกร ในปัจจุบันเทคโนโลยีสารสนเทศเกี่ยวกับการตรวจวัดขนาดของภาพถ่ายมีศักยภาพและความก้าวหน้าสูงขึ้นเป็นอย่างมาก ดังนั้นจึงมีความเป็นไปได้ในการนำเทคโนโลยีด้านนี้มาใช้เพื่อถ่ายภาพและวัดความหนาไขมันสันหลังจากซากสุกร เพื่อลดประเด็นปัญหาที่เกี่ยวข้องจากการตรวจวัดโดยคนตามที่ได้กล่าวไว้ข้างต้น โดยการเลือกใช้แอปพลิเคชันสำเร็จรูปที่เกี่ยวข้องกับการวัดขนาดที่มีอยู่ในปัจจุบันมาประยุกต์ใช้ในการตรวจวัดความหนาไขมันสันหลังจากซากสุกร

## 1.2 ความมุ่งหมายและวัตถุประสงค์

1. ศึกษาการวัดความหนาไขมันสันหลังจากภาพถ่ายด้วยแอปพลิเคชันเปรียบเทียบกับการใช้เวอร์เนียร์โดยคนวัดจากซากสุกร
2. ศึกษาการประเมินค่า LSQ จากภาพถ่ายด้วยแอปพลิเคชันเปรียบเทียบกับการใช้เวอร์เนียร์โดยคนวัดจากซากสุกร

## 1.3 สถานที่ดำเนินงาน

สถานที่ทำการทดลอง/เก็บข้อมูล คือ โรงงานชำแหละสุกร บริษัท ไทย ฟู้ดส์ สโวน อินเตอร์เนชั่นแนล สาขาชลบุรี จำกัด

## 1.4 ขั้นตอนการศึกษา

1. รวบรวมเก็บตัวอย่างซากสุกรจากโรงงานชำแหละสุกร โดยใช้เวอร์เนียร์ และถ่ายรูปซากสุกรที่ตรวจวัดความหนาไขมันสันหลัง และค่าดัชนี LSQ
2. การนำภาพมาวิเคราะห์โดยใช้โปรแกรม ImageJ® สำหรับทดสอบตรวจวัดความหนาไขมันสันหลัง และค่าดัชนี LSQ โดยหลักการวัดเช่นเดียวกับการใช้คนวัด แต่เป็นการวัดระยะจากภาพถ่ายแทน
3. ดำเนินการวิเคราะห์หาความสอดคล้องจากการวัดความหนาไขมันด้วยวิธีใช้คนวัดโดยตรงจากซากสุกร ด้วยโปรแกรม ImageJ® ที่วัดจากภาพถ่ายซากสุกร

## 1.5 ระยะเวลาการศึกษา

ใช้ระยะเวลาในการดำเนินงาน 1 ปี

## 1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. เป็นแนวทางในการพัฒนาการตรวจวัดความหนาไขมันสันหลังสำหรับประเมินการวัดซากสุกรเพื่อแทนการใช้คนวัด
2. เป็นแนวทางในการพัฒนาการประเมินค่า LSQ สำหรับประเมินการวัดซากสุกรเพื่อแทนการใช้คนวัด

## บทที่ 2

### งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

#### 2.1 พันธุ์สุกรที่นิยมเลี้ยงเพื่อผลิตขาย

สำหรับสายพันธุ์สุกรที่นิยมเลี้ยงในประเทศไทยนั้น ส่วนใหญ่จะเป็นลูกสุกรผสม 2 หรือ 3 สายเลือด เพราะสุกรลูกผสมจะถูกพัฒนาสายพันธุ์ให้เลี้ยงง่าย โตเร็ว และทนต่อสภาพแวดล้อม สภาพอากาศของประเทศไทยมากกว่าสุกรพันธุ์แท้สายเลือดเดียว

##### 2.1.1 พันธุ์สุกร แบ่งออกเป็น 3 ประเภทตามการใช้ประโยชน์

สุกรที่เลี้ยงในปัจจุบันถ้าแบ่งออกเป็นพวกหรือประเภท ตามรูปร่างลักษณะและการให้ผลผลิต สามารถแบ่งออกได้ 3 ประเภท คือ

2.1.1.1 ประเภทไขมัน (Lard Type) หมูประเภทนี้มีลักษณะอ้วนเตี้ย ลำตัวหนาแต่สัน สะโพกเล็ก มีมันมาก มีเนื้อแดงน้อย หมูประเภทนี้มีขนาดเล็ก เจริญเติบโตช้าและกินอาหารเปลือง ตัวอย่างพันธุ์หมูที่จัดไว้ในหมูประเภทนี้ ได้แก่ หมูพันธุ์พื้นเมือง ทั้งที่เป็นพันธุ์ดั้งเดิมของไทย เช่น พันธุ์ราด พันธุ์พวง และ พันธุ์ไหหลำ (ถิ่นดั้งเดิมจากประเทศจีน)

2.1.1.2 ประเภทเนื้อ (Meat Type) หมูประเภทนี้อ้วนกว่าประเภทมัน แต่ไม่ยวมมากนัก มีส่วนไหล่และสะโพกใหญ่อวบ ลำตัวหนาและลึก หลังโค้งพองาม หมูประเภทนี้มีขึ้นจากการผสมพันธุ์ และคัดเลือกพันธุ์ให้มีเนื้อแดงมากขึ้นแต่มันลดลง เจริญเติบโตเร็วและมีประสิทธิภาพในการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อที่ดีขึ้น ตัวอย่างหมูประเภทนี้คือ หมูพันธุ์ดอร์คิง พันธุ์แฮมเชียร์ เป็นต้น

2.1.1.3 ประเภทเบคอน (Bacon Type) หมูประเภทนี้มีขนาดใหญ่ แต่ผอม ลำตัวยาวกว่าหมูประเภทอื่นๆ กระดูกใหญ่ ขายาว สะโพกเล็ก เป็นหมูที่เป็นหนุ่มเป็นสาวช้า หมูประเภทเบคอนมีเนื้อสามชั้นเหมาะสำหรับทำหมูเค็มที่เรียกว่า “เบคอน” ได้แก่ หมูพันธุ์แลนดเรซ และพันธุ์ลาร์จไวต์ เป็นต้น (เอสเจเอฟ ฟาร์ม, 2563)

##### 2.1.2 เหตุผลในการเลี้ยงสุกร

2.1.2.1 ใช้พื้นที่น้อยแต่สามารถเลี้ยงสุกรได้หลายตัว

2.1.2.2 ใช้แรงงานน้อยและเลี้ยงง่าย

2.1.2.3 ใช้เศษอาหารและของเหลือใช้ต่าง ๆ เป็นอาหารสุกรได้

2.1.2.4 โตเร็ว สามารถเปลี่ยนเป็นเงินได้ ในระยะเวลาอันสั้น คืนทุน(ขาย) ได้ภายใน 4-5 เดือน

2.1.2.5 ลูกตก ขยายพันธุ์ได้รวดเร็ว

2.1.2.6 มูลของสุกรใช้เป็นปุ๋ยได้อย่างดี และสามารถนำมาเป็นแก๊สชีวภาพใช้ได้ (ไพศาล โพธินาม, 2557)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 2.1.3 สุกรที่นิยมเลี้ยงโดยทั่วไปในประเทศไทย

2.1.3.1 สุกรพันธุ์แลนด์เรซ (Land race) มีถิ่นกำเนิดในประเทศเดนมาร์ค เป็นสุกรที่มีการเจริญเติบโตเร็ว คุณภาพซากดีมาก ลูกตกประมาณ 10-13 ตัว ต่อครอก เลี้ยงลูกเก่ง รูปร่างลักษณะ ของพันธุ์ คือ จมูกยาว หัวเล็ก หูปรกไปข้างหน้า ลำตัวยาว มีจำนวนซี่โครงมากกว่าพันธุ์อื่นๆ 1 คู่ (16-17 คู่) ไหล่กว้าง สะโพกโต หลังโค้งไม่มากนัก (ดังภาพที่ 2.1)



ภาพที่ 2.1 สุกรพันธุ์แลนด์เรซ  
ที่มา : ไพศาล โปธินาม (2557)

2.1.3.2 สุกรพันธุ์ลาร์จไวท์ (Large white) มีถิ่นกำเนิดในประเทศอังกฤษ เป็นสุกรที่มีอัตราการเจริญเติบโตเร็วมาก มีคุณภาพซากดี ลูกตกประมาณ 10-15 ตัวต่อครอก เลี้ยงลูกเก่ง รูปร่าง ลักษณะของพันธุ์ คือ จมูกสั้นกว่าพันธุ์แลนด์เรซ หูตั้ง ตัวโตปานกลาง ไหล่และสะโพกโตไม่เด่นชัดนัก (ดังภาพที่ 2.2)



ภาพที่ 2.2 สุกรพันธุ์ลาร์จไวต์  
ที่มา : ไพศาล โปธินาม (2557)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.3.3 สุกรพันธุ์ดัวร์ค เจอร์ซี (Duroc Jersey) มีถิ่นกำเนิดในประเทศอเมริกา เป็นสุกรที่มีการเจริญเติบโตดี คุณภาพซากดี มีลูกประมาณ 8-12 ตัวต่อครอก เลี้ยงลูกไม่เก่งเท่าพันธุ์แลนด์เรซ และลาร์จไวท์ รูปร่างลักษณะของพันธุ์ คือ จะมีขนสีน้ำตาล ถึงน้ำตาลแดงเข้ม จมูกไม่ยาวนัก หัวโต พอสมควร หูตั้ง ปลายหูปรกเล็กน้อย แข็งแรง ส่วนใหญ่จะใช้เป็นสายพ่อพันธุ์ (ไพศาล โพนินาม, 2557) (ดังภาพที่ 2.3)



ภาพที่ 2.3 สุกรพันธุ์ดัวร์ค  
ที่มา : ไพศาล โพนินาม (2557)

## 2.2 คุณภาพซากของสุกร

คุณภาพซาก (Carcass quality) หมายถึงร่างกายสัตว์หลังจากถูกฆ่า ซึ่งประกอบด้วยส่วนสำคัญ 3 ส่วนคือ กระดูก กล้ามเนื้อ และไขมัน คุณภาพซากที่ดีได้จากการจัดการเลี้ยงดูภายในฟาร์ม และเมื่อทำการแปรรูปเป็นเนื้อจะได้ถูกใจผู้บริโภค (อารตี สีเกื้อ, 2560)

### 2.2.1 ส่วนประกอบของซากสุกร

สุกรที่ถูกฆ่าเมื่อนำเอาเลือด ขน อวัยวะภายใน และส่วนที่อยู่ในทางเดินอาหารออกแล้วจะได้ซาก 75 เปอร์เซ็นต์ ของน้ำหนักมีชีวิต ซึ่งประกอบด้วย เนื้อ (57 กิโลกรัม) กระดูก (7 กิโลกรัม) หนัง (3 กิโลกรัม) และหัว กีบ (8 กิโลกรัม) ส่วนเนื้อ แบ่งเป็น 2 ส่วนคือ ส่วนเนื้อเยื่อไขมัน (fatty tissue) 15 กิโลกรัม และส่วนเนื้อเยื่อเนื้อแดง (lean tissue) 42 กิโลกรัม ส่วนเนื้อเยื่อไขมันเป็นไขมันแทรกอยู่ในส่วนของกล้ามเนื้อ และส่วนของไขมัน ส่วนเนื้อเยื่อเนื้อแดงเป็นเนื้อเยื่อเนื้อแดงที่อยู่ในส่วนของกล้ามเนื้อ และแทรกอยู่ในไขมัน ถ้านำเอาส่วนของหัว หนังและกีบออก ดังนั้นซากประกอบด้วยกระดูก 10 เปอร์เซ็นต์เนื้อเยื่อไขมัน 23 เปอร์เซ็นต์และเนื้อเยื่อเนื้อแดง 66 เปอร์เซ็นต์ซึ่งจะแตกต่างกันเนื่องจากเพศ พันธุ์กรรม อาหารที่ให้และน้ำหนักก่อนฆ่า (สุวรรณา พรหมทอง, 2561)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 2.2.2 การพิจารณาคุณภาพซากสุกร

2.2.2.1 สัดส่วนของปริมาณเนื้อแดงและไขมันในซาก ซากคุณภาพที่ดีควรมีอัตราส่วนของกล้ามเนื้อ ต่อไขมันสูง หรือมีเนื้อแดงในซากสูง

2.2.2.2 คุณภาพไขมัน คุณสมบัติในการพิจารณาคุณภาพไขมัน ได้แก่ สีกลิ่น และความหนาแน่น ไขมันมีคุณภาพดีต้องไม่มีสีผิดปกติถ้าเป็นไขมันสุกรต้องมีสีขาว

2.2.3 คุณภาพซากของสุกร (เกรดของซาก) แบ่งออกเป็น 5 ชั้นคุณภาพ คือ เกรด 1 ถึง 5 ซึ่งจะใช้เฉพาะหมูสาว และหมูขุนตัวผู้ที่ตอนแล้ว (gilt and barrow) โดยอาศัยข้อมูลจาก

2.2.3.1 ความหนาของกล้ามเนื้อ (Muscling scores) แบ่งได้เป็น 3 ระดับ คือ บาง เท่ากับ 1 ปานกลาง เท่ากับ 2 และ หนา เท่ากับ 3 โดยการตรวจพินิจ (ภาพที่ 2.4)

2.2.3.2 ความหนามันสันหลัง(นิ้ว)โดยการวัดจากกระดูกซี่โครงซี่ที่ 10

2.2.3.3 จากนั้นนำข้อมูลจากข้อ 1 และ 2 มาคำนวณหาเกรดของซากโดยใช้สูตร

เกรดของซาก =  $(4.0 \times \text{ความหนาไขมันสันหลัง[นิ้ว]}) - (1.0 \times \text{ความหนาของกล้ามเนื้อ})$

2.2.3.4 การอ่านผล ถ้าซากสุกรที่มีความหนาของกล้ามเนื้อที่ระดับบาง เมื่อคำนวณแล้วมีค่าอยู่ระหว่าง 1.0 – 1.9 ให้จัดเป็นเกรดดี ถ้าซากสุกรที่มีความหนาของมันสันหลังเท่ากับหรือหนากว่า 1.75 นิ้ว เมื่อคำนวณแล้วมีค่าอยู่ ระหว่าง 3.0 – 3.9 ให้จัดเป็นเกรดพอใช้

ค่าที่ได้อยู่ระหว่าง 1.0 - 2.0 ถือว่าเป็นเกรดดีมาก

ค่าที่ได้อยู่ระหว่าง 2.0 - 3.0 ถือว่าเป็นเกรดดี

ค่าที่ได้อยู่ระหว่าง 3.0 - 4.0 ถือว่าเป็นเกรดปานกลาง

ค่าที่ได้อยู่ระหว่าง 4.0 - 5.0 ถือว่าเป็นเกรดพอใช้

ค่าที่ได้มากกว่า 5.0 ถือว่าเป็นเกรดคัดทิ้ง



ภาพที่ 2.4 ระดับความหนาของกล้ามเนื้อพิจารณาโดยการตรวจพินิจดังนี้  
 หนา หมายถึง ไม่เห็นรอยนูนของกระดูก pelvic bone กระดูกซี่โครงและกระดูกสันหลัง  
 ปานกลาง หมายถึง ไม่เห็นรอยนูนของกระดูก pelvic bone เห็นรอยนูนของกระดูกสันหลัง  
 ของช่วงคอ  
 บาง หมายถึง เห็นรอยนูนของกระดูก pelvic bone กระดูกซี่โครงและกระดูกสันหลังชัดเจน  
 กล้ามเนื้อ สันนอกแคบ  
 ที่มา : สุวรรณ พรหมทอง (2561)

## 2.3 ปัจจัยที่มีผลต่อคุณภาพซากสุกร

2.3.1 พันธุ์หรือพันธุกรรมของสุกร สุกรที่ได้รับการปรับปรุงพันธุ์เพิ่มขีดความสามารถในการสะสมโปรตีน ทำให้มีอัตราการเจริญเติบโตสูง ประสิทธิภาพการใช้อาหารดีสะสมโปรตีนได้มาก และสะสมไขมันน้อย เช่นสุกรยุโรป เมื่อได้รับอาหารอย่างเพียงพอสุกรจะมีการเจริญเติบโตไม่มากไปกว่าศักยภาพทางพันธุกรรมที่มีอยู่ การให้โปรตีน และกรดอะมิโนในปริมาณมากกว่าการสะสมโปรตีนได้สูงสุด ส่วนที่เหลือเปลี่ยนไปเป็นพลังงานสำหรับใช้ในการสังเคราะห์ไขมัน

2.3.2 อายุและน้ำหนักตัวของสุกร มีความสัมพันธ์อย่างสูงกับคุณภาพซาก สุกรที่มีอายุน้อย หรือน้ำหนักตัวน้อย มีปริมาณเนื้อแดงสูง ปริมาณไขมันน้อย เนื้อนุ่ม และสีของเนื้อซีดกว่าสัตว์ที่มีอายุมาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**2.3.3 เพศ** ความแตกต่างระหว่างเพศมีผลต่อส่วนประกอบภายในซาก สุกศพ ผู้มีปริมาณเนื้อแดงสูงกว่าสุกศพเมียที่มีน้ำหนักเท่ากัน สุกศพผู้ให้ซากที่มีปริมาณเนื้อแดงสูง เป็นผลจากฮอร์โมนเทสโตสเตอโรนซึ่งกระตุ้นการสะสมโปรตีนในร่างกาย ทำให้ซากมีเนื้อแดงสูงและเนื้อมีกลิ่นเหม็นซึ่งในเพศเมียไม่มี ส่วนสุกศพเมียผลิตฮอร์โมน เอสโตรเจนและโปรเจสเตอโรนซึ่งทำให้กระตุ้นความอยากกินอาหาร ทำให้อัตราการเจริญเติบโตเพิ่ม ส่วนสุกศพผู้ตอนมีการสะสมไขมันในซากสูง ดังนั้นสุกศพผู้จะมี สมรรถภาพการผลิตและการสะสมโปรตีนได้สูงกว่าเพศเมียและเพศผู้ตอนตามลำดับ

**2.3.4 อาหารและการให้อาหาร** การจำกัดอาหารที่สุกได้รับแต่ละวันเป็นวิธีการหนึ่งที่ทำให้คุณภาพซากดีขึ้น โดยการจำกัดปริมาณพลังงานในสูตรอาหารให้ลดน้อยลง หลักการคือ การลดปริมาณพลังงานที่สุกได้รับจากอาหารในแต่ละวัน สุกที่ได้รับอาหารอย่างจำกัดมีอัตราการเจริญเติบโตต่ำกว่าสุกที่ได้รับอาหารเต็มที่ และการเพิ่มระดับพลังงานในอาหารจะทำให้เปอร์เซ็นต์ซากลดลง เปอร์เซ็นต์ไขมันในร่างกายเพิ่มขึ้น

**2.3.5 การจัดการเลี้ยงดูและสภาพโรงเรือน** คอกต้องมีการทำความสะอาดอย่างสม่ำเสมอ นอกจากนี้ขั้นตอนการฆ่าก็มีความสำคัญ ภายในโรงฆ่า และเครื่องมือในการฆ่าต้องสะอาด ถ้าไม่หมั่นตรวจสอบความสะอาดจะทำให้ซากที่ได้จากโรงฆ่ามีเชื้อโรคสูง (สุวรรณา พรหมทอง, 2561)

**2.3.6 การจัดการในโรงฆ่าและวิธีการฆ่า** การดำเนินการภายในโรงฆ่าสัตว์ที่มีผลต่อคุณภาพเนื้อสัตว์ ซึ่งเกี่ยวข้องกับ กรรมวิธีขั้นตอนและเทคนิคในการ ปฏิบัติในขบวนการฆ่าและชำแหละซาก ในการดำเนินการและการปฏิบัติการฆ่า การชำแหละและการตัดแต่งเนื้อสัตว์จะต้องคำนึงถึงมาตรฐานความปลอดภัยเป็นหลัก มีการป้องกันเนื้อสัตว์จากแหล่งปนเปื้อนต่างๆ วิธีการฆ่าต้องเป็นไปตามขั้นตอนที่ถูกสุขอนามัย เช่น วิธีกระทำให้สัตว์สลบการแทงคอ และการเอาเลือดออก รวมทั้งมีการแยกแยะอุปกรณ์ เครื่องมือ เครื่องใช้ ให้ใช้ได้เฉพาะที่ ในแต่ละขั้นตอนของการทำงาน ห้ามนำมาใช้ปะปนกัน การดำเนินการหลังการฆ่าในกระบวนการผลิต เนื้อสัตว์ต้องปฏิบัติตามโปรแกรมทุกขั้นตอนอย่างเคร่งครัด เช่น การเคลื่อนย้ายซากสัตว์ออกจาก บริเวณที่ทำการฆ่ามาสู่ห้องชำแหละอย่างรวดเร็ว การนำสัตว์เข้าห้องเก็บและควบคุมอุณหภูมิในห้องแช่แข็ง และการควบคุมระบบการขนส่งเนื้อสัตว์ที่ ถูกต้องและได้มาตรฐาน เพื่อให้ได้เนื้อสัตว์ที่มีคุณภาพและปลอดภัยต่อผู้บริโภค (พรชัย หงส์ขุนทด และคณะ, 2545)

## 2.4 วิธีการวัดคุณภาพซากสุก

### 2.4.1 การวัดคุณภาพซากสุก

เพื่อให้ทราบข้อมูลทางซาก นำมาคำนวณค่าต่าง ๆ เช่น น้ำหนักซาก ความหนาแน่นสันหลัง ความยาวซาก น้ำหนักขาหลัง พื้นที่หน้าตัดเนื้อสัน เป็นต้นทำให้ทราบว่าสุกมีคุณภาพซากได้มาตรฐานหรือไม่ ข้อมูลทางซากที่ควรทราบดังนี้

#### 2.4.1.1 น้ำหนักมีชีวิตก่อนฆ่า ต้องอดอาหารก่อนฆ่า 24 ชั่วโมง

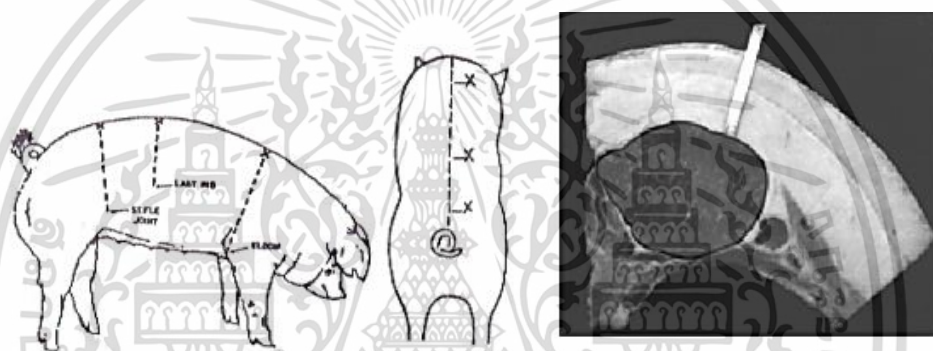
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.1.2 น้ำหนักซาก (carcass) หมายถึง น้ำหนักของสุกรหลังฆ่า ซึ่งไม่รวมเลือด ขน หัว และอวัยวะภายใน ยกเว้นไตยังคงติดอยู่กับซาก

2.4.1.3 เปอร์เซ็นต์ซาก (dressing หรือ killing-out percentage) หมายถึงอัตราส่วน น้ำหนักซากเย็นต่อน้ำหนักสุกรมีชีวิตจากสูตร

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

2.4.1.4 ความหนาไขมันสันหลัง (Back Fat) ฝ่าซากสุกรตามยาวออกเป็นสองซีกซ้ายและขวาเท่า ๆ กัน แล้ววัดความหนาของไขมันสันหลังเฉลี่ยจาก 3 จุดคือ (ก.) ตำแหน่งของไขมันสันหลังตรงกับกระดูกซี่โครงซี่แรก (ข.) ตำแหน่งของไขมันสันหลังตรงกับกระดูกซี่โครงซี่สุดท้าย (ค.) ตำแหน่งของไขมันสันหลังตรงกับกระดูกสันหลังช่วงบั้นเอว (lumbar vertebra) ข้อสุดท้าย (ดังภาพที่ 2.5)

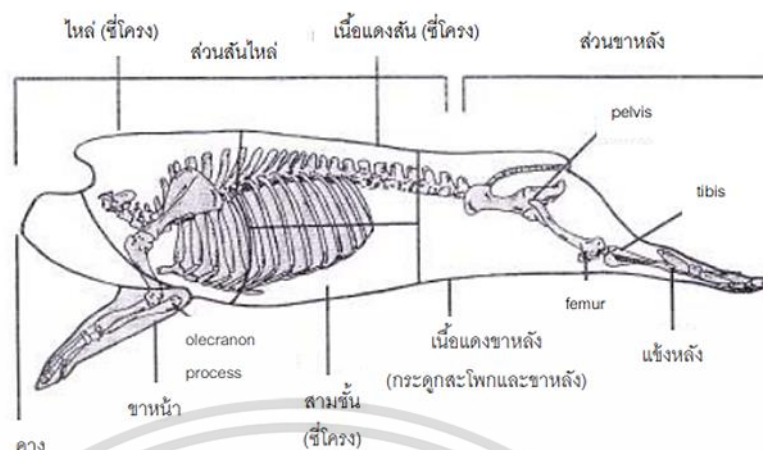


ภาพที่ 2.5 ตำแหน่งวัดไขมันสันหลัง (A) และการวัดพื้นที่หน้าตัดเนื้อสัน (B)

ที่มา : สุวรรณ พรหมทอง (2561)

2.4.1.5 พื้นที่หน้าตัดเนื้อสัน (loin eye area) วัดจากซากซีกซ้ายหรือขวา โดยตัด ส่วนของเนื้อสันหลังตรงตำแหน่งระหว่างกระดูกซี่โครงที่ 10 และ 11 ใช้กระดาษเขียน แบบทาบบนหน้าตัดเนื้อสัน แล้วใช้ดินสอลากตามเส้นรอบวงของกล้ามเนื้อนี้โดยรอบ นำไปวัดพื้นที่ด้วยเครื่องมือวัดพื้นที่ไปไม้พื้นที่หน้าตัดของเนื้อสันนี้มีความสัมพันธ์ โดยตรงกับปริมาณเนื้อแดงของซาก

2.4.1.6 ความยาวซาก (Carcass length) วัดจากซีกซ้ายหรือขวาจากกระดูกซี่โครง ซี่แรก ที่ติดกับกระดูกสันหลัง (anterior edge of the rib near the vertebral column) ถึง จุดหนาสุดของกระดูกสะโพกของซาก (anterior of the aitch bone) (สุวรรณ พรหมทอง, 2561) (ดังภาพที่ 2.6)



ภาพที่ 2.6 ตำแหน่งการตัดแต่งซากสุกรแบบไทย

ที่มา : สุวรรณฯ พรหมทอง (2561)

#### 2.4.2 ระบบการแบ่งเกรดซากสุกรในโรงฆ่า

ในการสร้างความเป็นธรรมให้แก่คู่ค้าและผู้บริโภคที่จะซื้อเนื้อสุกรในราคาที่เหมาะสมการจัดเกรดซากสุกรจึงควรนำมาใช้กัน เพื่อเป็นการซื้อขายกันจากคุณภาพของซากและเนื้อสุกรวิธีการในการกำหนดเกณฑ์มาตรฐานในการจัดระดับชั้นของคุณภาพซากสุกรนั้นมีหลายวิธีทั้งการใช้เครื่องมือที่มีราคาแพงมาประเมินปริมาณเนื้อแดง ตลอดจนถึงการประเมินโดยใช้สายตาจากผู้ที่มีความชำนาญ อย่างไรก็ตาม สำหรับการจัดเกรดซากสุกรในโรงฆ่าขนาดเล็กนั้น วิธีการที่เหมาะสมในการจัดเกรดซากสุกรคือ การใช้ค่าดัชนีความหนาไขมันสันหลังต่อความกว้างของกล้ามเนื้อสันนอก หรือ LSQ (Lenden-Speck-Quotient) ใช้กันมากในโรงฆ่าขนาดเล็กที่ฆ่าสุกรประมาณ 20 ตัวต่อวันในประเทศออสเตรียและเยอรมนีค่าดังกล่าวนี้เป็นค่าที่ได้จากการวัดความหนาของไขมันสันหลัง 2 ตำแหน่งและความหนาของกล้ามเนื้อดังอธิบายในภาพที่ 2.7 (สุวรรณฯ พรหมทอง, 2561)

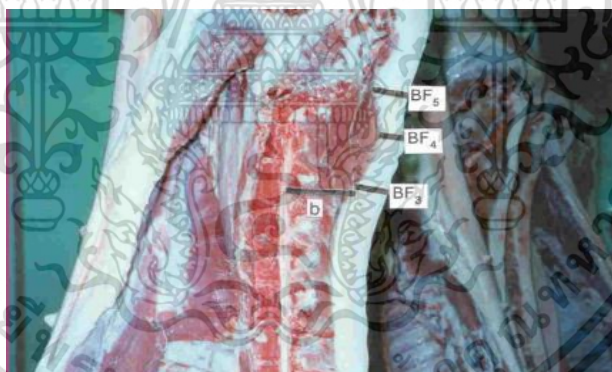
ความสำคัญต่อการแบ่งระดับชั้นคุณภาพซากตามเปอร์เซ็นต์เนื้อแดงที่มีอยู่ในซากตามระบบของกลุ่มประเทศสหภาพยุโรป (EU System) จะแบ่งออกเป็น 5 ระดับ S E U R O P ซึ่งในแต่ละระดับชั้นจะมีปริมาณเนื้อแดงเมื่อตัดเทียบเป็นเปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักจากต่างกัน 5 เปอร์เซ็นต์โดยเกรดดีเยี่ยม (S) จะมีเปอร์เซ็นต์เนื้อแดงเท่ากับ 60 หรือมากกว่าขณะที่เกรดต่ำสุด (P) จะมีเท่ากับ 40 หรือน้อยกว่าทั้งนี้เปอร์เซ็นต์เนื้อแดงที่ได้นี้มาจากการเลาะเอาปริมาณเนื้อแดงที่มีอยู่ในทุกชั้นส่วนของการตัดแต่งไม่ว่าแม้แต่ชิ้นส่วน สามชั้น ซี่โครง ขาหมู ซึ่งเป็นการเลาะเอาเนื้อเยื่อกล้ามเนื้อไขมันกระดูกออกจากกันโดยละเอียดซึ่งในทางปฏิบัติจะเอามาใช้กับการประเมินปริมาณเนื้อแดงที่จะนำไปใช้ประโยชน์ไม่ได้ ดังนั้นปริมาณเนื้อแดงที่ได้จากการประเมินตามระบบนี้จึงใช้เพื่อการจัดแบ่งระดับชั้นของคุณภาพซากโดยคำนึงถึงปริมาณเนื้อแดงรวมจากทุกชั้นส่วนที่มีอยู่ในซาก ทั้งตัวซึ่งก็ชัดเจนว่าซากที่ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เกรดระดับสูงเปอร์เซ็นต์เนื้อแดงรวมทั้งตัวสูงจะมีเปอร์เซ็นต์ไขมันต่ำและชิ้นส่วนที่มีไขมันติด เช่น สามชั้นก็ต้องมีความหนาของชั้นเนื้อมาก และความหนาของชั้นไขมันน้อย

ในประเทศไทยจุฑารัตน์ เศรษฐกุล และคณะ (2545) ได้พัฒนาวิธีการประเมินคุณภาพซากสุกร อย่างง่ายโดยทดสอบกับสุกรขุนจาก บริษัท เอกชนรายใหญ่ที่ผลิตสุกรของไทย 3 แห่งรวม จำนวน สุกรขุน 751 ตัวเครื่องมือที่ใช้วัดคือไม้บรรทัดหรือเวอร์เนีย ซึ่งมีราคาถูก โดยวิธีการดังกล่าวนักวิจัย ชาวเยอรมันตะวันออก Pfeifer และ Falkenberg ในปี ค.ศ. 1972 เป็นผู้คิดค้นขึ้นเรียกวิธีการนี้ว่า LSQ (Lenden Speck Quotient) หมายถึงค่าดัชนีความหนาไขมันสันหลังต่อความกว้างของ กล้ามเนื้อสันนอก

โดยวิธีการ LSQ นี้ได้จัดแบ่งระดับชั้นของซากเป็น 6 ระดับตามค่าดัชนี LSQ ซึ่งในแต่ละ ระดับชั้นมีปริมาณเนื้อแดงต่างกันเกือบ 2% เช่นเดียวกันกับปริมาณไขมันที่เปลี่ยนแปลงไปในปริมาณ ใกล้เคียงกันโดยที่ปริมาณชิ้นส่วนอื่นมีความแตกต่างกันในระดับชั้นที่ใกล้เคียงกันไม่มาก ทั้งนี้ปริมาณ เนื้อแดง โดยวิธีการนี้ได้ตีเฉพาะปริมาณเนื้อแดงที่มาจากชิ้นส่วนสะโพก สันนอกรวมต้นในไหล่ ตอนบน (ต้นคอ) ไหล่ตอนล่าง และเศษเนื้อรวม สำหรับชิ้นส่วนอื่นเช่น สามชั้น ซีโครง ขาหน้า และ ขาหลัง จะยังคงลักษณะเดิม ซึ่งการประเมินด้วยวิธีการ LSQ นี้จะทำให้สามารถประมาณน้ำหนักเนื้อ แดงจริงที่จะนำไปใช้ประโยชน์ได้จากสูตรซึ่งแน่นอนว่าเปอร์เซ็นต์เนื้อแดงในแต่ละระดับชั้นของวิธีการ LSQ จะมีน้อยกว่าโดยวิธีการ EU System (จุฑารัตน์ เศรษฐกุล และคณะ 2556)



ภาพที่ 2.7 ตำแหน่งในการวัดเพื่อคำนวณค่าดัชนี LSQ

BF<sub>3</sub> : ตำแหน่งตรงจุดที่มุมล่างของฐานรูปสามเหลี่ยมของกล้ามเนื้อ Gluteus medius

BF<sub>4</sub> : ตำแหน่งตรงจุดที่ไขมันสันหลังบางที่สุดของกล้ามเนื้อ Gluteus medius

BF<sub>5</sub> : ตำแหน่งความหนาไขมันสันหลังตรงจุดมุมบนของฐานสามเหลี่ยมของกล้ามเนื้อ Gluteus Medius จนถึงบริเวณขอบหนัง

b : วัดจากจุดที่มุมล่างของฐานรูปสามเหลี่ยมของกล้ามเนื้อ Gluteus Medius ไปตั้งฉากกับแนวของ ท่อนำไขสันหลัง จากสูตร  $LSQ = (BF_3 + BF_4) / 2b$

ที่มา : จุฑารัตน์ เศรษฐกุล และคณะ (2545)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรายงานเกณฑ์การจัดแบ่งระดับชั้นคุณภาพซากสุกรที่แสดงในตารางที่ 2.1 คือระดับชั้นสูงสุดมีดัชนี  $LSQ \geq 0.20$  และระดับชั้นต่ำสุดเท่ากับ  $\geq 0.45$  ซึ่งแต่ละระดับชั้นมีดัชนี  $LSQ$  ต่างกัน 0.05 พบว่า ระดับชั้นสูงที่สุดเปอร์เซ็นต์เนื้อแดงเท่ากับ 48.76 46.88 45.05 43.37 42.00 และ 40.31 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ ซึ่งมีความแตกต่างของเนื้อแดงในแต่ละระดับชั้นที่ติดกันประมาณ 2 เปอร์เซ็นต์

ตารางที่ 2.1 เกณฑ์การจัดแบ่งระดับชั้นคุณภาพซากสุกรตามเปอร์เซ็นต์เนื้อแดง

ระดับ	ค่าดัชนี $LSQ$	เปอร์เซ็นต์เนื้อแดง
1	<0.20	48.76
2	0.21-0.25	46.88
3	0.26-0.32	45.05
4	0.33-0.38	43.37
5	0.39-0.44	42.00
6	>0.45	40.31

ที่มา : จุฑารัตน์ เศรษฐกุล และคณะ (2545)

วิธีการใช้ตารางนี้ คือเมื่อทำการวัดค่า  $BF_3$   $BF_4$  และ  $b$  แล้วคำนวณค่า  $LSQ$  จากนั้นก็เปรียบเทียบกับตารางดังกล่าวว่า ค่า  $LSQ$  ที่วัดได้นั้น ตรงกับดัชนี  $LSQ$  ชั้นใด และอยู่ในระดับเกรดใด ทำให้เราทราบว่า สุกรที่เราวัดได้นั้น มีปริมาณเนื้อแดงอยู่ที่เปอร์เซ็นต์จะเห็นได้ว่าถ้าค่า  $LSQ$  น้อย ปริมาณเนื้อแดงจะมาก ซึ่งย่อมได้ราคาดีกว่าซากสุกรที่มีค่าดัชนี  $LSQ$  มากแต่ปริมาณเนื้อแดงน้อย (จุฑารัตน์ เศรษฐกุล, 2556)

นอกจากนี้ยังมีรายงานของ Kamon *et al.* (2016) รายงานการศึกษาคุณภาพของสุกรขุนจากหมูป่าพันธุ์ต่าง ๆ ที่น้ำหนักสุกรมีชีวิต 110 กก. เพื่อประเมินคุณภาพซาก ได้แก่ ความยาวซาก ความหนาไขมันสันหลัง (backfat thickness) พื้นที่หน้าตัดเนื้อสัน (Loin eye area ;LEA) โดยเครื่องวัดพื้นที่แบบเคลื่อนย้ายได้ (LI-3100C) บริเวณพื้นที่ผิวที่วัดไว้ของกล้ามเนื้อ Latissimus Dorsi ตรงตำแหน่งระหว่างกระดูกซี่โครงที่ 10 และ 11 และวัดค่าดัชนี Lendenspeck quotient ( $LSQ$ ) คำนวณจากซากซีกซ้าย โดยดัชนี  $LSQ$  ประเมินคุณภาพซากด้วยอัตราส่วนไขมันและไขมันน้อย หากมีเปอร์เซ็นต์ไขมันน้อย ค่าดัชนี  $LSQ$  จะต่ำ และรายงานของ Theeraphapsombut *et al.* (2022) กล่าวถึงการวัดคุณภาพซากเย็นสุกร ด้วยวิธีวัดดัชนี Lenden-speck quotient ( $LSQ$ ) ของซากซีกซ้ายของซากทั้งหมด 2 ตำแหน่งที่บริเวณความหนาของไขมันด้านหลังและความกว้างของ *M. gluteus medius* โดยใช้เวอร์เนียบาลีเปอร์ในการวัดซาก จากกลุ่มน้ำหนักสุกร 110-115 กิโลกรัม โดยกำหนดเกรดของซากแต่ละซากตามค่า  $LSQ$  (เกรด A =  $LSQ < 0.20$ , เกรด B = 0.21-0.26 และเกรด C =

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

0.27-0.32) จากงานทดลอง พบว่า เกรดของซากแต่ละตัวตามค่า LSQ ขึ้นอยู่ที่เกรด B มีค่า LSQ (0.21-0.26) และยังคงกล่าวไว้ว่าการเพิ่มขึ้นของค่า LSQ ส่งผลให้เปอร์เซ็นต์ของความหนาไขมันสันหลัง (backfat thickness) เพิ่มขึ้น และลดเปอร์เซ็นต์ของเนื้อไม่ติดมัน

ดังนั้นในปัจจุบันการวัดค่าดัชนีของความหนาไขมันสันหลังจากซากเนื้อสุกรนั้นต้องอาศัยผู้เชี่ยวชาญในการตรวจวัดค่า โดยสุกรหนึ่งตัวจะต้องใช้ระยะเวลาอย่างมากในการตรวจวัดค่า ซึ่งทำให้จำนวนในการวัดค่ามีจำนวนที่น้อยลงอีกทั้งความแม่นยำของการวัดโดยมนุษย์ มีความเสี่ยงที่จะเกิดความคลาดเคลื่อนสูง ทำให้ค่าที่วัดออกมาอาจเกิดความคลาดเคลื่อนจากผลลัพธ์ที่แท้จริง

## 2.5 การกำหนดมูลค่าทางการค้าของซากสุกรโดยระบบอัตโนมัติ (Automatic determination of the commercial value of pig carcasses)

การนำเอาระบบอัตโนมัติเพื่อเพิ่มความแม่นยำในการประเมินคุณภาพซาก และความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีที่เรียกว่าอุตสาหกรรม 4.0 (การเปลี่ยนแปลงทางดิจิทัลของการผลิตและกระบวนการสร้างมูลค่าในอุตสาหกรรม) ได้นำไปสู่เทคโนโลยีที่มีศักยภาพสำหรับการประเมินองค์ประกอบและคุณลักษณะของซาก เช่น เทคโนโลยีเอ็กซ์เรย์ ( การเอกซเรย์คอมพิวเตอร์ (CT), อัลตราซาวด์, การสร้างภาพด้วยคลื่นสนามแม่เหล็ก (MRI), และการวิเคราะห์ภาพวิดีโอ (VIA) เทคโนโลยีใหม่เหล่านี้ได้รับความสนใจในการวิจัยอย่างกว้างขวางเกี่ยวกับการประยุกต์ใช้ ที่มีศักยภาพในการจำแนกซาก และ/หรือการให้เกรดสำหรับพันธุ์ สัตว์ ปศุสัตว์ ต่างๆ (for a detailed review, refer to DelgadoPando, Allen, Troy, and McDonnell, 2021) (Marjeta *et al.*, 2024) เช่น

### 2.5.1 ระบบการประมวลผลภาพถ่ายและวิเคราะห์ภาพ (Image acquisition and analysis system)

2.5.1.1 ระบบการประมวลผลภาพถ่ายและวิเคราะห์ภาพโดย VCS2000 คือการประมวลผลภาพเป็นการนำเข้าภาพจากเซนเซอร์ และแปลงสัญญาณภาพให้เป็นภาพถ่าย ดิจิตอล โดยขั้นตอนการแปลงสัญญาณภาพจะมีการสุ่มตัวอย่าง (Sampling) มีเทคนิคและขั้นตอนวิธีประมวลผลที่แตกต่างกันโดยขึ้นอยู่กับลักษณะของข้อมูลภาพการประมวลผลภาพนี้ต้องอาศัยกล้องถ่ายภาพดิจิตอลหรืออุปกรณ์รับสัญญาณแสงอื่นเป็นตัวรับสัญญาณภาพทำหน้าที่แทนมนุษย์แล้วส่งไปยังหน่วยประมวลผลสัญญาณภาพที่ทำหน้าที่เสมือนสมองมนุษย์ก็คือ เครื่องคอมพิวเตอร์จากความสามารถของเครื่องคอมพิวเตอร์จึงทำให้เกิดการพัฒนาขึ้นอย่างกว้างขวางและรวดเร็ว (สิทธิโชค อุ่นแก้ว, 2550)

จากงานวิจัยของ Santosh *et al.* (2018) นำเอาระบบการถ่ายภาพและวิเคราะห์ภาพด้วยเทคนิค VCS2000 มาศึกษาติดตั้งในโรงฆ่าสัตว์สำหรับระบบออนไลน์ และการทำนายอัตโนมัติของ LMP ในซากครึ่งซีกเนื่องจาก VCS2000 เป็นระบบวิชั่น (Vision System) ที่สามารถวัดค่าความลึกของไขมัน ความหนาของกล้ามเนื้อ พื้นที่ และอัตราส่วนระหว่างค่าเหล่านี้ เพื่อสร้างตัวแปรซึ่งประมวลผลภาพนี้ต้องอาศัยกล้องถ่ายภาพสีเดียวและกล้องถ่ายภาพสองสีถูกใช้เป็นเซ็นเซอร์วิชั่นซิส

เต็มสำหรับ การรับภาพ (Image Acquisition) แพล่งกำเนิดแสงสองแห่งถูกวางไว้ข้างกล้องในระยะห่างประมาณ 1,800 ซม. (เพื่อประกันแสงสว่างที่เหมาะสมของซากศพ)

นอกจากนี้ ขอบเขตการมองเห็น (FOV; ยาว 5 ม. x กว้าง 3 ม.) ของกล้องถูกยึดไว้ตามความยาวของแนวสักรเพื่อป้องกันภาพซ้อนทับกัน ตามคำแนะนำของผู้ผลิตสำหรับ VCS2000 ซากครึ่งซีกจะถูกวางไว้ที่ด้านหน้าของกล้องแต่ละตัวเพื่อบันทึกข้อมูล

### 1. ขั้นตอนการทำงานสำหรับ VCS2000

1.1 เมื่อซากสัตว์เคลื่อนไปตามแนวการฆ่า ซากครึ่งซีกที่แขวนคอก่อนจะเข้ามาในตำแหน่ง FOV ของกล้องสี่เดี่ยว ซึ่งรวบรวมภาพ และทำการวัดส่วนบนของซากตามตำแหน่งของขาหลังในส่วนด้านนอกของซาก

1.2 ต่อจากนั้นซากเคลื่อนไปข้างหน้า และกล้องถ่ายภาพสองสี่ที่ส่องจะเก็บภาพด้านบน ด้านล่าง และภายในของครึ่งซาก

1.3 จากนั้นข้อมูลภาพถ่ายจะถูกส่งไปยังคอมพิวเตอร์ที่ติดตั้งในโรงฆ่าสัตว์ และข้อมูลได้รับการประมวลผลโดยใช้ซอฟต์แวร์ประมวลผลภาพพิเศษ แผนผังที่สรุปการประมวลผลภาพและการแยกคุณลักษณะสำหรับระบบ VCS2000 จะแสดงในภาพที่ 2.8

2. ซอฟต์แวร์ประมวลผลภาพที่เป็นกรรมสิทธิ์ประกอบด้วย 3 ส่วนหลัก การประมวลผลภาพ (Image processing) การตรวจจับลักษณะสำคัญ (Feature Detector) และการแยกคุณสมบัติ (extraction) และการคัดเลือกคุณลักษณะ (Feature Selection)

2.1 ขั้นตอนการประมวลผลภาพ (Image processing) การดำเนินการกับภาพที่ได้มานั้นทำหน้าที่ การตัดต่อภาพ การลบพื้นหลัง การประมาณโครงร่าง การตรวจจับ ROI เป็นต้น (การกำหนดบริเวณที่สนใจภายในภาพ Region of Interest: ROI)

2.2 ขั้นตอนการตรวจจับลักษณะสำคัญ (Feature Detector) และการแยกคุณสมบัติ (extraction) จะใช้อัลกอริทึมสำหรับ: การตรวจจับจุดสำคัญที่มีประสิทธิภาพ การกำหนดคุณลักษณะจากจุดสำคัญและข้อมูลเชิงเส้น และการผสมผสานของคุณลักษณะเพื่อสร้างตัวแปรใหม่

2.3 ขั้นตอนการคัดเลือกคุณลักษณะ (Feature Selection) ทำหน้าที่เลือกคุณลักษณะซึ่งใช้ค่า LMP จริงร่วมกับคุณลักษณะที่แยกออกมาทั้งหมด เพื่อค้นหาคุณลักษณะสำคัญหลายๆ ประการที่จะนำมาใช้ในการคาดคะเน LMP ในภายหลัง

พารามิเตอร์ภายนอกเหล่านี้ (น้ำหนัก ความหนาของไขมันด้านหลัง และหมายเลขประจำตัว) ถูกป้อนเข้าสู่ระบบจากการรายงานพบว่าสมการการทำนายที่พัฒนาขึ้นเพื่อประมาณค่า LMP ในซากทั้งหมดโดยอาศัยตัวแปร 6 ตัวนั้นมีค่าสัมประสิทธิ์การกำหนด ( $R^2$  ที่ 0.77 (ค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองของค่าเฉลี่ยราก [RMSEV] ที่ 2.12%) (Santosh *et al.*, 2018)

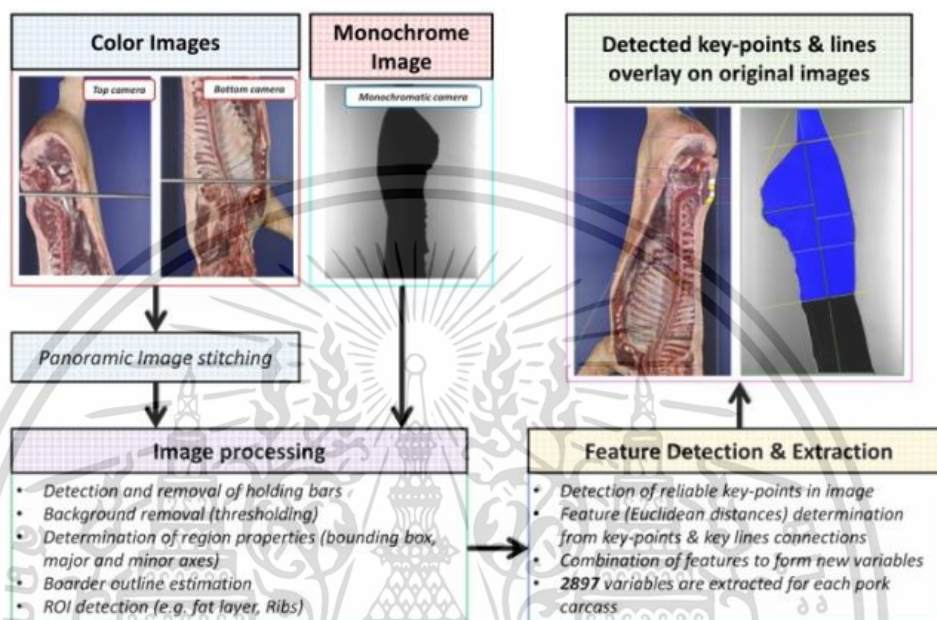
### 3. คุณสมบัติของระบบการประมวลผลภาพถ่ายและวิเคราะห์ภาพ

#### 3.1 ระบบถ่ายภาพ VCS2000 มีความเข้ากันได้และความเร็ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2 ความแม่นยำสูงและมีข้อผิดพลาดในการทำนายต่ำ

3.3 สามารถติดตั้งในโรงฆ่าสัตว์ได้ทันที ที่มีการปรับเปลี่ยนเล็กน้อยเพื่ออำนวยความสะดวกในการทำนาย LMP แบบออนไลน์และแบบเรียลไทม์ในซากสุกร



ภาพที่ 2.8 สรุปการประมวลผลภาพและการเลือกคุณสมบัติสำหรับระบบ VCS2000 ภาพที่แสดงถูกนำมาใช้บางส่วนจาก [www.eplusv.de](http://www.eplusv.de) ที่มา : Santosh *et al.* (2018)

## 2.5.2 เทคโนโลยีที่ใช้เอ็กซ์เรย์ (X-ray based technologies)

เทคโนโลยีเอ็กซ์เรย์ขึ้นอยู่กับระดับการลดทอนของรังสีเอกซ์ที่แตกต่างกันอันเป็นผลมาจากความหนาแน่นที่แตกต่างกันของร่างกาย/เนื้อเยื่อของซากสัตว์ (กล้ามเนื้อติดมัน กระดูก ไขมัน) ในหัวข้อย่อยต่อไปนี้จะกล่าวถึงเทคโนโลยีเอกซเรย์ที่ใช้ได้กับอุตสาหกรรมเนื้อสัตว์มากที่สุด (Gonzalo *et al.*, 2021)

2.5.2.1 การถ่ายภาพรังสีส่วนตัดอาศัยคอมพิวเตอร์ (Computed tomography image analysis) หรือ TC เป็นเทคโนโลยีที่ใช้ภาพรังสีเอกซ์ที่อาศัยคอมพิวเตอร์ประมวลผลเพื่อสร้างภาพตัดขวาง (เหมือนกับว่า 'ถูกหั่นออกเป็นชิ้นบาง ๆ') เฉพาะจุดของวัตถุที่ทำการสแกน ซึ่งช่วยให้ผู้ใช้สามารถเห็นภายในโดยไม่ต้องผ่าตัด ในการสร้างภาพสามมิติของภายในของวัตถุ จะใช้การประมวลผลรูปทรงเรขาคณิตด้วยดิจิทัลจากชุดใหญ่ของภาพเอ็กซ์เรย์สองมิติ ที่ถูกบันทึกกรอบแกนหมุนแกนเดียว (วิกิพีเดีย สารานุกรมเสรี, 2563)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในช่วงปลายทศวรรษ 1960 Dr Godfrey Hounsfield กล่าวว่าหากลำแสงเอ็กซ์เรย์ถูกส่งผ่านจากทุกทิศทางไปยังวัตถุ การรับข้อมูลทั้งหมดจากการส่งสัญญาณ X-ray ทั้งหมดจะนำไปสู่การสังเกตโครงสร้างภายในของวัตถุ นี่คือการมาของการตรวจเอกซเรย์คอมพิวเตอร์ (CT) ตั้งแต่นั้นมาก็มีการพัฒนาเครื่องสแกน CT ซึ่งระบบ CT ในปัจจุบัน แหล่งกำเนิดรังสีเอกซ์จะหมุนและการลดทอนหลังจากผ่านวัตถุจะถูกวัดโดยเครื่องตรวจจับวงแหวนที่อยู่กับที่ ซึ่งจะช่วยให้สามารถสร้างภาพ 3 มิติ หลังจากการประมวลผลข้อมูลด้วยคอมพิวเตอร์ (Gonzalo *et al.*, 2020) เนื้อเยื่อที่น่าสนใจ ได้แก่ ไขมัน กล้ามเนื้อ และกระดูก ล้วนมีค่าสัมประสิทธิ์การลดทอนมวลต่างกัน ซึ่งจะเปลี่ยนเป็นตัวเลข CT หรือหน่วย Hounsfield (HU) HU เพิ่มขึ้นตามความหนาแน่นที่เพิ่มขึ้น โดยที่ไขมัน น้ำ และกระดูกมีหน่วย HU เฉลี่ยที่ - 50 ถึง - 100, 0 และ > 250 ตามลำดับ ในขณะที่ค่าของกล้ามเนื้อเฉลี่ยมักจะอยู่ระหว่าง 0 ถึง 100 (Olsen *et al.*, 2017)

การถ่ายภาพรังสีส่วนตัดอวัยวะคอมพิวเตอร์หรือ TC (ดังภาพที่ 2.9) ทำงานโดยภาพที่ถ่ายจะแสดงข้อมูลจากกระดูกซี่โครงระดับสุดท้ายของซอกอก ความหนาของไขมัน และความลึกของกล้ามเนื้อ ซึ่งกำหนดเป็นเส้นตั้งฉากกับผิวหนังตรงบริเวณของซี่โครงด้านซ้ายห่างจากเส้นกึ่งกลางประมาณ 4 - 6 ซม. โดยวิธีนี้เป็นการวัดของสหรัฐอเมริกา (Daniel *et al.*, 2017) ซึ่งตำแหน่งทางกายวิภาคที่ใช้วัดมีดังต่อไปนี้: บริเวณระหว่างซี่โครงที่ 11 และ 12 ระหว่างกระดูกสันหลังส่วนเอวที่ 3 และ 4 และที่ระดับสะโพกในรอยต่อระหว่างกระดูกโคนขาและกระดูกหัวหน่าว จากในรูปมีการวัดพื้นที่และเส้นรอบวงเนื้อสันหลัง สะโพกและไขมันใต้ผิวหนัง (Frontmtec, 2020)

### 1. ข้อดี

- 1.1 CT ลดการซ้อนทับภาพของโครงสร้างที่อยู่ด้านนอกพื้นที่ที่สนใจได้อย่างสมบูรณ์
- 1.2 CT มีความละเอียดคมชัดสูง ความแตกต่างระหว่างเนื้อเยื่อที่แตกต่างกันในความหนาแน่นทางกายภาพน้อยกว่า 1% จะสามารถแยกแยะได้อย่างชัดเจน
- 1.3 ข้อมูลจากขั้นตอนเดียวในการถ่ายภาพ CT ที่ประกอบด้วยสแกนหลาย ๆ ที่ที่อยู่ติดกัน หรือรอบแกนใดแกนหนึ่งสามารถดูเป็นภาพในแนวแกน หรือเวียน หรือระนาบแบ่งซ้ายขวา (อังกฤษ: multiplanar reformatted imaging)

### 2. ข้อเสีย

- 2.1 ปริมาณรังสี CT Scan ออกมามากกว่าการเอกซเรย์ทั่วไป
- 2.2 หากมีการเคลื่อนไหวระหว่างการตรวจอาจทำให้รายละเอียดบางส่วนของภาพบกพร่อง
- 2.3 ค่าดูแลบำรุงรักษา ค่าตรวจแพงกว่าเอกซเรย์ทั่วไป
- 2.4 ต้องการผู้มีความรู้ความสามารถในการใช้งาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2.9 แสดงส่วนไขมันและความหนาของกล้ามเนื้อ โดยวัดจากภาพ CT บริเวณซี่โครงสุดท้าย  
ที่มา : Daniel *et al.* (2017)

### 2.5.3 ระบบการวัดค่าแบบสแกน Autofom

2.5.2.1 ระบบการทำงาน Autofom III ใช้การวิเคราะห์ภาพอัลตราโซนิกขั้นสูง การนำเอาอุปกรณ์ AutoFom III (Frontmatec Smoerum A/S, Denmark) ติดตั้งในโรงฆ่าในช่วงบวนการหลังจากผ่านขบวนการขจัดขนและก่อนการเปิดซากนั้น AutoFom III ประกอบด้วยอาร์เรย์ทรานสดิวเซอร์ที่มีทรานสดิวเซอร์ 16 ตัว (ภาพที่ 2.10) โดยระบบการทำงาน Autofom III ได้แก่

1. ซากสุกรจะถูกสแกนที่ด้านหลังเมื่อกำลังถูกตั้งบนสายพานลำเลียงและส่งผ่านอาร์เรย์ทรานสดิวเซอร์อัลตราซาวนด์
2. ทรานสดิวเซอร์ถูกกระตุ้นด้วยความถี่ซ้ำประมาณ 5 kHz (ช่วง 200  $\mu$ s) (ภาพที่ 2.10) การสแกนซากส่งผลให้เกิดภาพอัลตราซาวนด์
3. การสร้างพารามิเตอร์ภาพ 48 ภาพโดยแสดงข้อมูลของการสร้างภาพเกี่ยวกับการวัดไขมันและไขมันต่ำ รวมน้ำหนักซากร้อน เป็นพารามิเตอร์ 49 น้ำหนักของการตัดครั้งแรก 11 ครั้งถูกใช้เป็นข้อมูลอ้างอิงสำหรับการพัฒนาแบบจำลองการทำนายคุณภาพซากสุกรเพื่อใช้สำหรับโมเดลการคาดการณ์ได้รับการตรวจสอบกับชุดข้อมูลปี 2016)
4. ค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองของการทำนายรากที่สอง (RMSEP) คำนวณจากค่าที่คาดการณ์ไว้ของ AutoFom III และค่าอ้างอิง (Jung *et al.*, 2018)

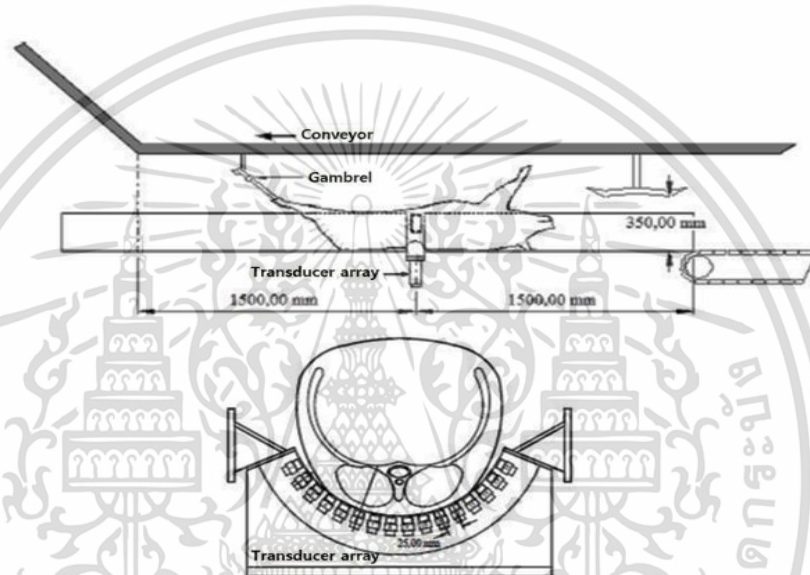
จากงานทดลองของ Jung *et al.* (2018) พบว่าค่าการทำนายความแม่นยำของการทดสอบการตรวจสอบความถูกต้องต่ำกว่าระดับ ค่า  $R^2$  pred = 0.744 สูงสุด ในเนื้อซี่โครงไม่ติดมัน และค่าต่ำสุด ( $R^2$  pred = 0.486) ในสะโพกที่เอากระดูกออกแล้ว ซึ่งการเปรียบเทียบข้อผิดพลาดในการทำนาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(RMSECV และ RMSEP) เผยให้เห็นว่าสำหรับการตัดที่ผ่านการตรวจสอบแล้วส่วนใหญ่ข้อผิดพลาดสามารถเปรียบเทียบได้ ค่า RMSEP ที่สูงขึ้นเป็นตัวเลขเมื่อเทียบกับค่า RMSECV สังเกตเห็นในขาหน้าเนื้อซี่โครงอย่างไรก็ตามความแตกต่างเหล่านี้ถือเป็นเรื่องเล็กน้อย

#### 2.5.2.2 ประโยชน์ของระบบ Autofom

1. เครื่องมือที่มีความแม่นยำในการหาปริมาณมูลค่าซากสุกร
2. ให้ข้อมูลของค่าบริเวณพื้นผิวตัดที่แน่นอนและค่อนข้างมีประสิทธิภาพ
3. ช่วยการตัดสินใจในการวางแผนการผลิตและมีข้อมูลที่สามารถตรวจสอบย้อนกลับได้
4. ให้ข้อมูลที่มีประสิทธิภาพสำหรับการพัฒนาทางพันธุกรรมได้ (Frontmatec, 2020)



ภาพที่ 2.10 การวัดค่าแบบสแกนด้วย AutoFom III ซากถูกดึงข้าม transducers array พร้อมตัวแปล สัญญาณอัลตราซาวนด์ 16 ตัว

ที่มา : Jungseok *et al.* (2019)

#### 2.5.4 การระบุเกรดซากด้วยเครื่องมือแบบพกพา (Handheld carcass grading system)

อุปกรณ์ Fat-O-Meat'er II™ เป็นเครื่องมือแบบพกพาสำหรับควบคุมปริมาณเนื้อติดมันบนซากสุกรโดยการวัดความหนาของไขมันส่วนหลัง และความลึกของกล้ามเนื้อซี่โครงในตำแหน่งที่กำหนดไว้ล่วงหน้าบนซาก โดย FOM เป็นอุปกรณ์ที่ดี มีการออกแบบที่ถูกต้องสูงตามมาตรฐาน EN1672-2 และระบบสามารถทำงานบนสายความเร็วสูง (FRONTMATEC, 2018) (ดังภาพที่ 2.11)

นอกจากนี้ Daniel *et al.* (2017) กล่าวว่ากฎหมายของสหภาพยุโรป (EU Regulations 1308/2013) ต้องการค่า RMSEP ที่ต่ำกว่า 2.5 ในอุปกรณ์ที่ใช้ในการพิจารณาซาก และจาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การศึกษาคุณภาพสมการทำนายของ FOM มีความแม่นยำเพียงพอสำหรับใช้เป็นอุปกรณ์จำแนกซากออนไลน์ (RMSE = 2.01%)

## 1. การคัดเกรดซากสุกรด้วยหัววัด Fat-O-Meat'er (FOM )

FOM ประกอบไปด้วย ตัวเซ็นเซอร์ชนิดใช้แสง อุปกรณ์วัดความลึกการเก็บข้อมูลและวิเคราะห์พร้อมกับจอแสดงผล ตำแหน่งที่หัววัดจะถูกสอดเข้าไปในส่วนของครึ่งซากหมู (ด้านซ้าย) ซึ่งการวัดความหนาของไขมันทำได้ในทีเดียวกัน (ที่ 60 มม. ของเส้นกึ่งกลางและระหว่างซี่โครงซี่ที่ 3 และ 4 และตั้งฉากกับผิวหนัง) (EU Management Committee, 2012)

## 2. จุดเด่นของ Fat-O-Meat'er ได้แก่

- 2.1 เครื่องมือวัดเกรดที่ขายดีที่สุดในโลก
- 2.2 มีกลไกที่แข็งแกร่ง อิเล็กทรอนิกส์และการวัดมาตรฐาน
- 2.3 เป็นอุตสาหกรรมการนำเสนอผลิตภัณฑ์ที่แตกต่าง
- 2.4 ซึ่งออกแบบมาเพื่อตอบสนองความต้องการของคุณการออกแบบที่ถูกสุขอนามัยตามมาตรฐาน EN1672-2 – วัสดุสแตนเลสเครื่องมือทางสถิติและการวินิจฉัยรวมถึงตัวเลือกในการวินิจฉัยระยะไกล



ภาพที่ 2.11 ตำแหน่งการวัดความหนาของไขมันด้วยเทคนิค Fat-O-Meat'er

ที่มา : FRONTMATEC (2018)

### 2.5.5 การใช้โปรแกรม ImageJ® เพื่อวิเคราะห์ภาพถ่าย

เป็นโปรแกรมที่ได้ถูกพัฒนาขึ้น Wayne Rasband และ The National Institute of Health (NIH) ประเทศสหรัฐอเมริกา โปรแกรมนี้ถูกเขียนมาเพื่ออำนวยความสะดวกในการวิเคราะห์ข้อมูลจากรูปภาพ ตัวอย่างเช่น การนับจำนวนเซลล์ที่ได้จากภาพถ่าย การหาพื้นที่ของวัตถุ เป็นต้น โดยทำการวัดขนาดของอนุภาคที่ปรากฏในรูปภาพ นอกจากนี้ ต่อมาได้มีการพัฒนามาวิเคราะห์ขนาดของเกรนและการกระจายตัวของภาคตัดขวางของวัสดุ เป็นการประยุกต์ใช้เพื่อหาคุณสมบัติของวัสดุอีกวิธี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หนึ่ง เป็นโปรแกรมวิเคราะห์ภาพที่ให้มีการดาวน์โหลดได้ฟรีและยังมีการเปิด source code ให้มีการพัฒนาอีกด้วย ปัจจุบันได้มีการนำมาใช้มากขึ้นในการวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์ ข้อดีโดยสังเขปดังนี้ (ภาพที่ 2.12 และ ภาพที่ 2.13 )

1. การนำภาพมาวิเคราะห์ สามารถเลือกภาพถ่ายที่มีขนาด 8 บิต, 16 บิต และ 32 บิต
2. สกุลไฟล์ภาพที่นำมาวิเคราะห์ ได้แก่ TIFF, GIF, JPEG, BMP, DICOM, FITS และ Raw
3. สามารถคำนวณพื้นที่และปริมาณ Pixel ตามการเลือกพื้นที่ของผู้ใช้ กำหนดรูปแบบผ่าน โหมด contrast manipulation, sharpening, smoothing, edge detection และ median filtering
4. ดาวน์โหลด Plug in ตามลักษณะที่สนใจ
5. เปิดกว้างการพัฒนา source code สำหรับผู้สนใจและพัฒนาโปรแกรม (โปรแกรม ImageJ®, 2011)

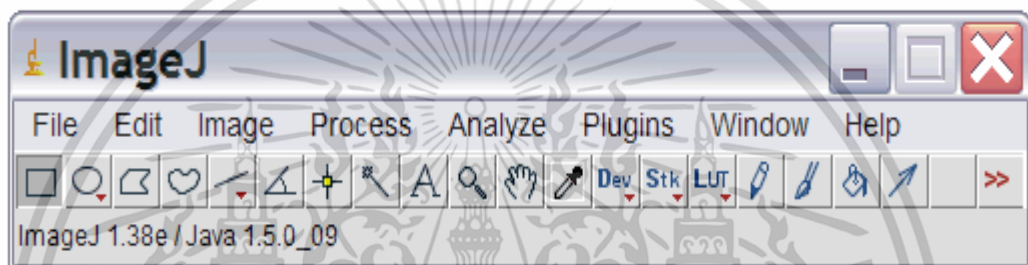
จากงานวิจัยของ ชนากานต์ อุตตะมะเวทิน และคณะ (2563) ศึกษาการประเมินแบบจำลอง ส่วนอุ้งเชิงกราน 2 มิติที่สร้างด้วยวิธีการเชิงคณิตศาสตร์จำลองจากภาพเอกซเรย์คอมพิวเตอร์ส่วน ช่องท้อง และอุ้งเชิงกราน จำนวน 47 ภาพ โดยใช้โปรแกรม ImageJ® เวอร์ชัน 1.46r4 วัดค่าข้อมูลเส้น โพรไฟล์เพื่อดูค่าระดับความเข้มเทาของแต่ละพิกเซลที่แนวเส้นลากผ่าน เมื่อเปรียบเทียบภาพ เอกซเรย์คอมพิวเตอร์ต้นฉบับกับภาพแบบจำลองพบว่าการทดสอบวัดค่าข้อมูลภาพมีค่าใกล้เคียงกัน และสามารถนำแบบจำลองส่วนอุ้งเชิงกรานนี้ไปใช้ในการทดสอบการประมวลผลภาพด้วยวิธีการกรอง ภาพ วิธีการแบ่งข้อมูลภาพ และวิธีการสร้างภาพใหม่ ในแนวซ้าย-ขวาและหน้า-หลัง ได้ สรุปได้ว่า แบบจำลองคอมพิวเตอร์ส่วนอุ้งเชิงกรานนี้สามารถนำไปใช้ทดแทนแบบจำลองมาตรฐาน และสามารถ ใช้กับงานวิจัยอื่นที่ต้องการพัฒนาอัลกอริทึมหรือทดสอบอัลกอริทึมได้แต่ยังต้องปรับปรุงในส่วนที่มีความแตกต่างของข้อมูลให้ใกล้เคียงกับข้อมูลภาพต้นฉบับ

นอกจากนี้ยังมีการรายงานการใช้โปรแกรม ImageJ® ศึกษาหาปริมาณไขมันในกล้ามเนื้อใน เนื้อวัวโดยใช้การถ่ายภาพด้วยคลื่นสนามแม่เหล็ก เพื่อสร้างภาพและทำนายการกระจายไขมันใน กล้ามเนื้อในเนื้อวัว ผลจากการวิเคราะห์ภาพเปรียบเทียบกับผลอ้างอิงทางเคมีสำหรับร้อยละของ ไขมันในกล้ามเนื้อ ผลลัพธ์แสดงความสัมพันธ์ที่แข็งแกร่ง ( $R^2 = 0.98$ ) กล่าวได้ว่า ImageJ® เป็น ซอฟต์แวร์ระดับโลกที่พิสูจน์ความน่าเชื่อถือในด้านการวิเคราะห์ภาพในด้านต่างๆ ImageJ® เป็น ซอฟต์แวร์วิเคราะห์ที่ใช้งานง่าย ใช้งานง่าย และมีตัวเลือกที่มีประโยชน์มากมายในการแสดง แก้ว วิเคราะห์ ประมวลผล และบันทึกภาพ (Sangdae et al., 2015)



ภาพที่ 2.12 แอปพลิเคชันสำเร็จรูป (โปรแกรม ImageJ®)

ที่มา : <https://imagej.nih.gov/ij/features.html>.



ภาพที่ 2.13 แสดงแถบฟังก์ชันเครื่องมือโปรแกรม ImageJ

ที่มา : <https://imagej.nih.gov/ij/features.html>.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บทที่ 3

# วิธีการดำเนินงานวิจัย

### 3.1 เครื่องมือและอุปกรณ์

#### 3.1.1 หน่วยทดลอง ได้แก่

ซากสุกรขุนที่เข้าฆ่า ณ โรงงานชำแหละสุกร บริษัท ไทย ฟู้ดส์ สโวน์ อินเตอร์เนชั่นแนล สาขาชลบุรี จำกัด จำนวน 1,115 ซาก

#### 3.1.2 อุปกรณ์การทดลอง

3.1.2.1 เวอร์เนียคาลิเปอร์แบบดิจิตอล (Digital Vernier Calipers) ชื่อยี่ห้อ: Mitutoyo ช่วงการวัด: 0-150 มม. ความละเอียด: ทศนิยม 0.0005 "-เศษส่วนถึง > 1/128"-เมตริก 0.01 มม. ความถูกต้อง: +/-0.001"

#### 3.1.2.2 ปากกา

#### 3.1.2.3 บ้ายเบอร์หมายเลขของซากสุกร

#### 3.1.2.4 กล้องถ่ายภาพ (Galaxy Tab S7 :13 MP)

#### 3.1.2.5 ขาดั่งกล้อง

#### 3.1.2.6 สมุดจดบันทึกข้อมูล

#### 3.1.2.7 ไม้บรรทัด

3.1.2.8 แอปพลิเคชันสำเร็จรูป ได้แก่ โปรแกรม ImageJ® เวอร์ชัน Java 1.8.0\_172(70MB)

### 3.2 วิธีการทดลอง

#### 3.2.1 การเก็บข้อมูล

3.2.1.1 บันทึกน้ำหนักมีชีวิตก่อนฆ่า มีการอดอาหารสุกรเกิน 12 ชั่วโมง ก่อนเข้าฆ่า

3.2.1.2 จากนั้นเข้าสู่ขั้นตอนการทำให้สัตว์สลบ (Stunning), การเอาเลือดออก (Bleeding or Sticking), การลวกซาก (Scalding), การขูดขน (Dehairing), การตัดหัว (Deheading) และการผ่าซากเอาเครื่องในออก (Evisceration) โดยดำเนินการตามมาตรฐานของโรงฆ่าสุกร.

3.2.1.3 การผ่าซีก (Splitting) โดยใช้เลื่อยไฟฟ้าผ่าจากซอกขาหลังผ่านกลางกระดูกสันหลังลงไปจนสุด ซากซีกซ้ายและขวาจะแยกออกจากกัน หลังจากนั้น ล้างซากอีกครั้งให้สะอาดเพื่อเข้าสู่กระบวนการลดอุณหภูมิ (ห้องเย็นที่อุณหภูมิระหว่าง 0-4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 18-24 ชั่วโมง)

3.2.1.4 จากนั้นนำซากสุกรซีกขวาที่แขวนด้วยตะขอบริเวณข้อต่อของขาหลัง และผ่านการ ออกจากห้องแช่เย็น เพื่อตรวจวัดความหนาไขมันสันหลัง 5 ตำแหน่ง และวัดระยะ b สำหรับการคำนวณหาค่าดัชนี LSQ ตามแนวแบ่งกลางซากสุกรตามแนวความยาวของลำตัว และ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความกว้างของกล้ามเนื้อสันนอกที่บริเวณกล้ามเนื้อ *Gluteus Medius* ด้วยเวอร์เนียคาลิเปอร์แบบดิจิทัล (Digital Vernier Calipers) โดยวัดจากซากโดยตรง

3.2.1.5 ดำเนินการตรวจวัดซากและบันทึกน้ำหนักซาก (carcass) น้ำหนักของสุกรหลังฆ่า ซึ่งไม่รวมเลือด ขน หัว และอวัยวะภายใน ยกเว้นไตยังคงติดอยู่กับซาก

3.2.1.6 บันทึกถ่ายรูปลำจากซากสุกรที่ตรวจวัดความหนาไขมันสันหลัง แบบรายซาก เพื่อนำมาเก็บไว้เป็นคลังภาพ

**3.2.2 การตรวจวัดความหนาไขมันสันหลัง (Back fat thickness) และระยะ b** โดยใช้เวอร์เนียคาลิเปอร์แบบดิจิทัล (Digital Vernier Calipers) วัดค่าระยะที่ต้องการ 5 ตำแหน่ง คือ

3.2.2.1 ความหนาของไขมันสันหลังบริเวณไหล่ หรือส่วนที่หนาที่สุด ตรงกระดูกซี่โครงซี่ที่ 1 หรือ BF<sub>1</sub> (ภาพที่ 3.1)

3.2.2.2 ความหนาของไขมันสันหลังบริเวณกลางหลัง หรือส่วนที่บางที่สุด ตรงกระดูกซี่โครงซี่ที่ 13/14 หรือ BF<sub>2</sub> (ภาพที่ 3.1)

3.2.2.3 ความหนาของไขมันสันหลังตรงจุดที่ฐานสามเหลี่ยมของกล้ามเนื้อ *Gluteus Medius* จนถึงบริเวณขอบหนัง หรือ BF<sub>3</sub> (ภาพที่ 3.1)

3.2.2.4 ความหนาของไขมันสันหลังตรงจุดกลางส่วนที่ไขมันสันหลังบางที่สุดของกล้ามเนื้อ *Gluteus Medius* จนถึงบริเวณขอบหนัง หรือ BF<sub>4</sub> (ภาพที่ 3.1)

3.2.2.5 ความหนาของไขมันสันตรงจุดมุมบนของฐานสามเหลี่ยมของกล้ามเนื้อ *Gluteus Medius* จนถึงบริเวณขอบหนัง หรือ BF<sub>5</sub> (จุฑารัตน์ และคณะ, 2546) (ภาพที่ 3.1)

3.2.2.5 วัดจากจุดที่มุมล่างของฐานรูปสามเหลี่ยมของกล้ามเนื้อ *Gluteus Medius* ไปตั้งฉากกับแนวของท่อนำไขสันหลัง หรือ b จากนั้นนำมาคำนวณหาค่าดัชนี LSQ (จุฑารัตน์ และคณะ, 2546) (ภาพที่ 3.2)

**3.2.3 การตรวจวัดความหนาไขมันสันหลัง (Back fat thickness) และระยะ b** จากภาพถ่ายซากสุกรโดยใช้แอปพลิเคชันสำเร็จรูป (ImageJ<sup>®</sup>) เพื่อประเมินเกรดซากสุกรโดยมีขั้นตอนการใช้โปรแกรม ImageJ<sup>®</sup> ดังนี้

3.2.3.1 ปิดโปรแกรม ImageJ<sup>®</sup> (ดังภาพที่ 2.12) จากนั้นเปิดภาพที่ต้องการวิเคราะห์โดยไปที่ File > Open ตัวอย่างภาพที่ใช้วิเคราะห์ ดังแสดงในภาพที่ 3.3

3.2.3.2 การ Set Scale เพื่อเทียบอัตราส่วนของขนาดภาพ โดยใช้เครื่องมือ Magnifying glass เพื่อ ขยายภาพ จากนั้นใช้เครื่องมือ Straight line selection คลิกลากเส้นทับป้ายหมายเลขขนาด 175 mm จากนั้นไปที่ Analyze > Set Scale ใส่ค่า Known Distance: 175 ใส่หน่วย Unit of Length: mm จากนั้นคลิกเลือก Global แล้วกด OK

3.2.3.3 จากนั้น คลิกเลือกคำสั่ง Analyze > Tools > ROI Manager เพื่อให้แสดงแถบเครื่องมือเพิ่มเติม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.3.4 ดำเนินการตรวจวัดโดยลากเส้นเพื่อตรวจวัดความหนาไขมันสันหลัง และค่าดัชนี LSQ โดยใช้หลักการวัดเช่นเดียวกับการวัดโดยผู้เชี่ยวชาญ ดังแสดงในภาพที่ 3.3

3.2.3.5 จากนั้น กด Measure เพื่อบันทึกผลการวัดความหนาไขมันสันหลัง และค่าดัชนี LSQ โดยใช้ค่า Length ในโปรแกรม ImageJ® ในการประเมินคุณภาพซากด้วยแอปพลิเคชัน

### 3.2.4 การบันทึกข้อมูล

3.2.4.1 บันทึกน้ำหนักมีชีวิติก่อนฆ่า

3.2.4.2 บันทึกน้ำหนักซาก (carcass)

3.2.4.3 บันทึกค่าความหนาไขมันสันหลัง (Back fat thickness)

3.2.4.4 บันทึกค่าดัชนีความหนาไขมันสันหลังต่อความกว้างของกล้ามเนื้อสันนอก และประเมินเกรดซากตามค่าดัชนี LSQ

3.2.4.5 บันทึกการเอานำภาพมาเพื่อวิเคราะห์โดยใช้แอปพลิเคชันสำเร็จรูป (ImageJ®) เวอร์ชัน Java 1.8.0\_172(70MB) สำหรับทดสอบตรวจวัดความหนาไขมันสันหลัง และค่าดัชนี LSQ โดยหลักการวัดเช่นเดียวกับการใช้คนวัด แต่เป็นการวัดระยะจากภาพถ่ายแทน

3.2.4.6 จากนั้นทำการวิเคราะห์จัดกลุ่ม (Cluster Analysis) จากน้ำหนักมีชีวิต โดยวิธีการ K-means โดยสามารถแบ่งออกได้เป็น 2 กลุ่ม คือ น้ำหนักสุกรมชีวิต 95 - 110 กิโลกรัม และกลุ่มที่ 2 คือน้ำหนักสุกรมชีวิต 111 - 131 กิโลกรัม)

### 3.2.5 การคำนวณ

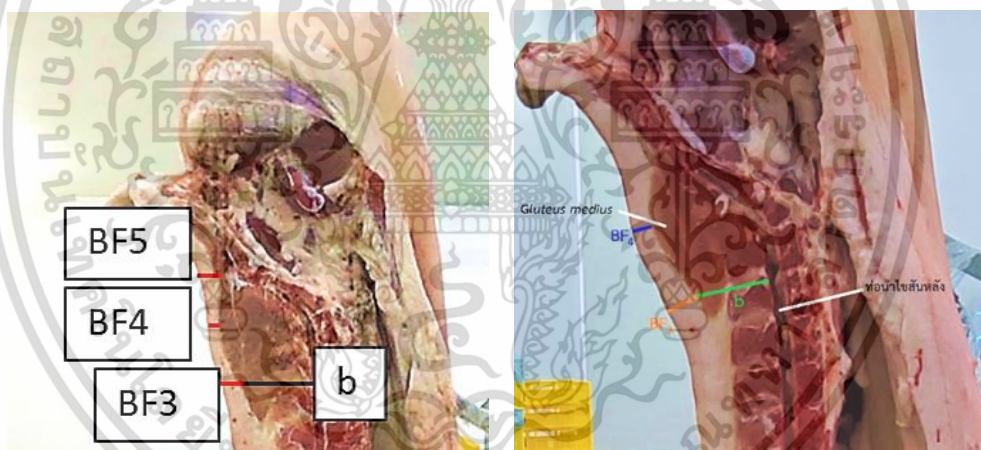
$$\text{Back fat thickness} = \frac{\text{BF}_1 + \text{BF}_2 + \frac{(\text{BF}_3 + \text{BF}_4 + \text{BF}_5)}{3}}{3}$$

$$\text{LSQ} = \frac{\text{BF}_3 + \text{BF}_4}{2b}$$

ที่มา : จุฑารัตน์ เศรษฐกุล และคณะ (2545)

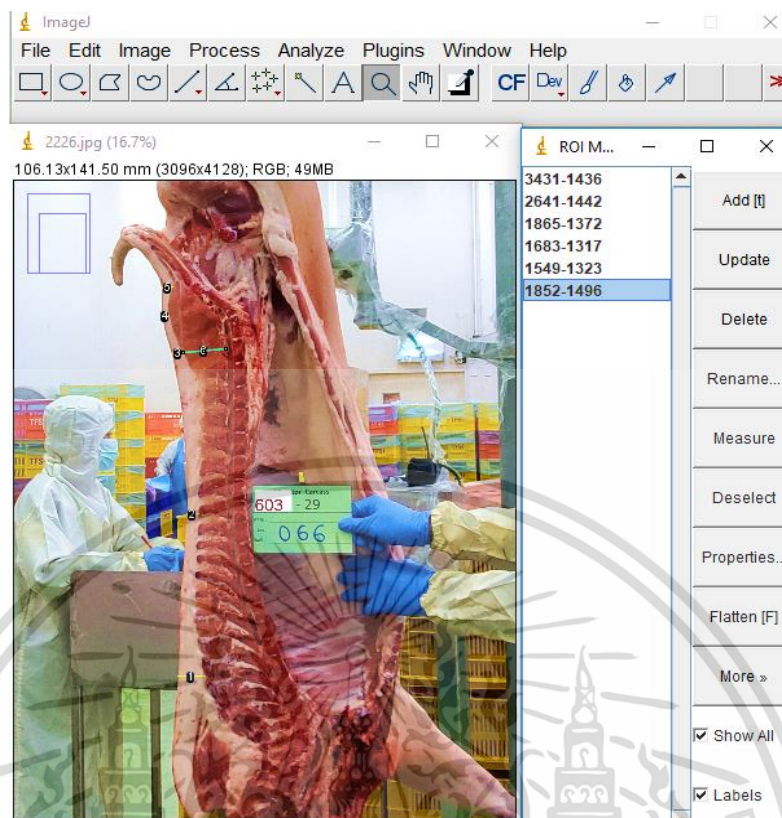


ภาพที่ 3.1 ตำแหน่งของการวัดค่าความหนาไขมันจากซอกสุกร



ภาพที่ 3.2 ตำแหน่งของการวัดค่าดัชนีความหนาไขมันสันหลังต่อความกว้างของกล้ามเนื้อสันนอก หรือ LSQ (Lenden-Speck-Quotient) จากซอกสุกร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3.3 ตำแหน่งของการวัดค่าความหนาไขมัน และค่าดัชนี LSQ จากภาพถ่ายซากสุกร โดยใช้แอปพลิเคชันสำเร็จรูป (ImageJ®)

### 3.3 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติข้อมูลที่ได้จากการวิจัยเชิงสำรวจ (Survey study) โดยเป็นการศึกษาแบบตัดขวาง (Cross-sectional study) แสดงค่าเฉลี่ย, ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation : SD), มัชยฐาน, ค่าต่ำสุด, ค่าสูงสุด, สัมประสิทธิ์การแปรผัน (Coefficient of variation : CV) ของชุดข้อมูลทั้งหมด และชุดข้อมูลที่จำแนกตามกลุ่ม ซึ่งใช้ Cluster Analysis จำแนกตามน้ำหนักมีชีวิต โดยวิธีการ K-means โดยสามารถแบ่งออกได้เป็น 2 กลุ่ม คือ สุกรน้ำหนักตัว  $\leq 110$  กิโลกรัม (น้ำหนักมีชีวิต 95 - 110 กิโลกรัม) และสุกรน้ำหนักตัว  $> 110$  กิโลกรัม (น้ำหนักมีชีวิต 111 - 131 กิโลกรัม) วิเคราะห์เปรียบเทียบผลระหว่างการวัดโดยตรงและการใช้แอปพลิเคชันด้วย Paired sample *t*-test ดำเนินการหาความสัมพันธ์ของข้อมูลที่ได้โดยการวิเคราะห์สหสัมพันธ์ (Correlation Analysis) การวิเคราะห์การถดถอย (Regression Analysis) เพื่อหาความสัมพันธ์ในการทำนายผลจากการวัดครุภาพซากสุกรด้วยแอปพลิเคชัน การวิเคราะห์ทางสถิติทั้งหมดใช้โปรแกรม SPSS for Windows 28.0 (SPSS Inc., Chicago, IL, USA) และ การแสดงผลในรูปแบบกราฟ ใช้โปรแกรม R : R-4.4.0 for Windows (R Core Team, 2023)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บทที่ 4

### ผลการทดลองและวิจารณ์ผลการทดลอง

#### 4.1 ผลการทดลอง

จากการดำเนินการรวบรวมเก็บตัวอย่างซากสุกรจากโรงงานชำแหละสุกร สุ่มตัวอย่างซากสุกร จำนวนสุกรขุน 1,115 ซาก พบว่าน้ำหนักสุกรมีชีวิตทั้งหมด อยู่ในช่วง 95 – 131 กิโลกรัม โดยมี น้ำหนักมีชีวิตเฉลี่ย 110.9 กิโลกรัม และน้ำหนักซากซากชีกขวาเฉลี่ย 43.2 กิโลกรัม โดยจากรายงานของ Van *et al.* (2019) กล่าวถึงน้ำหนักสุกรมีชีวิตเข้าโรงเชือดสุกรที่เหมาะสม นั้นขึ้นอยู่กับน้ำหนักสุกร ซึ่งควรมีน้ำหนักมีชีวิตที่ต่ำกว่า 130 กิโลกรัม นอกจากนี้ผลการวิจัยของ Mykola *et al.* (2021) รายงานว่าสุกรที่มีน้ำหนักมีชีวิตที่ 110 กิโลกรัม มีแนวโน้มที่จะมีประสิทธิภาพต่อลักษณะซากดีกว่าสุกรที่มีน้ำหนัก 130 กิโลกรัม ดังนั้นการดำเนินการทดลองในครั้งนี้จึงมีการนำน้ำหนักมีชีวิตรวม 95 – 131 กิโลกรัม มาจัดกลุ่มวิเคราะห์แบบ Cluster analysis เพื่อศึกษาการแกะกลุ่มกันของ น้ำหนักสุกรมีชีวิต ดังแสดงในตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 สถิติเชิงพรรณนาของซากสุกรทดลอง

รายการ	จำนวน (n)	ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบน มาตรฐาน	มัธยฐาน	ค่าต่ำสุด	ค่าสูงสุด	CV <sup>β</sup>
สุกรน้ำหนัก 95 - 131 (กก.)							
น้ำหนักมีชีวิต	1,115	110.9	6.8	112.0	95.0	131.0	6.1
น้ำหนักซากชีกขวา	1,115	43.2	3.8	43.4	28.9	59.9	8.8
สุกรน้ำหนัก 95 - 110 (กก.)							
น้ำหนักมีชีวิต	466	104.3	4.4	105.0	95.0	110.0	4.2
น้ำหนักซากชีกขวา	466	40.6	3.3	40.4	28.9	54.8	8.2
สุกรน้ำหนัก 111 - 131 (กก.)							
น้ำหนักมีชีวิต	626	115.9	2.9	116.0	111.0	131.0	2.5
น้ำหนักซากชีกขวา	626	45.1	2.9	45.0	31.2	59.0	6.3

หมายเหตุ : <sup>β</sup> สัมประสิทธิ์การแปรผัน (Coefficient of variation : CV)

#### 4.1.1 ผลการวิเคราะห์การสุ่มตัวอย่างของซากจากการวิเคราะห์ Cluster analysis

ผลของการตรวจวัดคุณภาพซากของสุกรทดลองที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ ดังแสดงในตารางที่ 4.1 จากการวิเคราะห์ Cluster analysis ส่งผลให้สามารถแบ่งสุกรทดลองตามน้ำหนักมีชีวิตในช่วง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

95 – 131 กิโลกรัม ออกได้ออกเป็น 2 กลุ่ม คือ สุกรน้ำหนักตัว  $\leq 110$  กก. (น้ำหนักมีชีวิต 95 – 110 กก.) และสุกรน้ำหนักตัว  $> 110$  กก. (น้ำหนักมีชีวิต 111 - 131 กก.) โดยกลุ่มสุกรน้ำหนักตัว  $\leq 110$  กก. มีน้ำหนักมีชีวิตเฉลี่ย 104.3 กิโลกรัม และน้ำหนักซากซีกขวาเฉลี่ย 40.6 กิโลกรัม ส่วนสุกรในกลุ่มน้ำหนักตัว  $> 110$  กก. มีน้ำหนักมีชีวิตเฉลี่ย 115.9 กิโลกรัม และน้ำหนักซากซีกขวาเฉลี่ย 45.1 กิโลกรัม โดยสัมประสิทธิ์การแปรผัน (Coefficient of variation; CV) ของน้ำหนักมีชีวิตเฉลี่ย และน้ำหนักซากซีกขวาเฉลี่ย ของซากสุกรทดลองทั้งหมด, สุกรน้ำหนักตัว  $\leq 110$  กก. และสุกรน้ำหนักตัว  $> 110$  กก. มีค่าต่ำกว่า 10% ถือว่าเป็นชุดข้อมูลที่ยอมรับได้ (Shechtman, 2013)

จากรายงานของ Pomar *et al.* (2021) ได้ศึกษาเปรียบเทียบความแม่นยำของการวัดความหนาของไขมันด้านหลังจากซากสุกรด้วยหัวตรวจวัดระดับ CVT ของ Hennessy HGP2, Destron PG-100, CGM และอัลตราซาวนด์ โดยใช้สัมประสิทธิ์การแปรผัน (Coefficient of variation; CV) ในการประเมินความแม่นยำของการใช้อุปกรณ์คัดเกรดทั้งสามชนิดและเครื่องอัลตราซาวนด์จากภาพดิจิทัล โดยค่าสัมประสิทธิ์การแปรผันของการวัดความหนาของไขมันด้านหลัง เท่ากับร้อยละ 0.7, 8.9, 9.4, 10.5 และ 9.0 สำหรับ HGP, DPG, CGM, CVT-1x และ CVT-2x ตามลำดับ โดยค่าสัมประสิทธิ์การแปรผันเป็นสถิติพื้นฐานที่ถูกนำมาใช้เพื่อเป็นส่วนหนึ่ง เพื่อบ่งชี้ประสิทธิภาพของสิ่งที่ต้องการทดสอบในงานวิจัยของสองตัวแปรที่สัมพันธ์กันในการหาประสิทธิภาพของเครื่องมือหรือวิธีการในการทดสอบ (จินดา สวัสดิ์ทวี, 2554) ดังนั้นในการศึกษาในครั้งนี้จึงได้นำเอาซากสุกรจำนวน 1,115 ซาก โดยมีน้ำหนักมีชีวิตรวม 95 – 131 กิโลกรัม ดำเนินการวัดความหนาไขมันสันหลัง (Back fat thickness) ระยะ b และการประเมินค่าดัชนี Lenden – Speck – Quotient (LSQ) แล้วนำมาเปรียบเทียบการวัดความหนาไขมันและระยะห่างในตำแหน่งแบบเดียวกันในการวัดโดยตรง กับการใช้แอปพลิเคชันสำเร็จรูป (ดังตารางที่ 4.1-4.4)

## 4.2 ผลการตรวจวัดความหนาไขมันสันหลัง ระยะ b และดัชนี LSQ โดยวิธีการวัดโดยตรงจากซากสุกร และโดยวิธีวัดจากภาพถ่ายซากสุกรโดยใช้แอปพลิเคชันสำเร็จรูป (ImageJ®)

จากผลการทดลองพบว่าค่าเฉลี่ยของความหนาไขมันสันหลังที่ตำแหน่ง BF<sub>1</sub> จากการวัดโดยแอปพลิเคชันมีความหนามากกว่า ( $P < 0.001$ ) ค่าเฉลี่ยที่ได้จากการวัดโดยตรง ในขณะที่ความหนาไขมันสันหลังที่ตำแหน่ง BF<sub>2</sub>, BF<sub>3</sub>, BF<sub>4</sub> และ BF<sub>5</sub> และ ระยะ b ที่ได้จากการวัดโดยตรงมีค่าสูงกว่า ( $P < 0.05$ ) ค่าเฉลี่ยที่ได้จากการวัดโดยแอปพลิเคชัน ถึงแม้ว่าค่าเฉลี่ยของความหนาไขมันสันหลังที่ตำแหน่ง BF<sub>2</sub> ที่ได้จากการวัด 2 วิธีจะมีค่าใกล้เคียงกันก็ตาม ซึ่งได้รับอิทธิพลมาจากซากสุกรน้ำหนักตัว  $\leq 110$  กก. และสุกรน้ำหนักตัว  $> 110$  กก. ที่มีทิศทางความแตกต่างทางสถิติที่ตรงข้ามกัน ลักษณะความต่างนี้ส่งผลให้ค่าดัชนี LSQ ยังคงมีความแตกต่างกัน โดยวิธีการวัดโดยแอปพลิเคชันมีค่าต่ำกว่า ( $P < 0.001$ ) เมื่อเปรียบเทียบค่าดัชนี LSQ ที่ได้จากการวัดโดยตรง ถึงแม้ค่าดัชนี LSQ จะช่วยลดลงความแตกต่างลงมา เนื่องจากเป็นค่าที่มาจากอัตราส่วนของระยะความยาว เมื่อคำนวณหาค่าความหนาไขมันสันหลัง (Back fat thickness) ค่าเฉลี่ยที่ได้จากวิธีการวัดโดยตรงจากซาก (24.100 มิลลิเมตร) พบว่า ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ( $P > 0.05$ ) เมื่อเทียบกับการวัดจากภาพโดยใช้แอปพลิเคชัน (24.200 มิลลิเมตร) เป็นผลมาจากวิธีการวัดด้วยแอปพลิเคชันได้ค่าความหนาไขมันสันหลังที่ตำแหน่ง BF<sub>1</sub> ที่สูงกว่า ในขณะที่ตำแหน่ง BF<sub>2</sub> ได้ค่าที่ใกล้เคียงกัน และที่ตำแหน่ง BF<sub>3</sub>, BF<sub>4</sub> และ BF<sub>5</sub> ได้ค่าที่ต่ำกว่า ส่งผลให้เมื่อคำนวณความหนาของไขมันสันหลังตามสมการจึงได้ค่าคำนวณที่ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ( $P > 0.05$ ) เนื่องจากทิศทางความแตกต่างของค่าที่ได้จากการวัดที่ต่างกัน เกิดการหักล้างกัน ส่งผลให้ค่าคำนวณความหนาไขมันสันหลังมีค่าใกล้เคียงกันจนไม่พบความแตกต่างทางสถิติ ซึ่งบ่งชี้ว่าการใช้ค่าคำนวณความหนาไขมันสันหลังไม่เหมาะสมที่จะนำมาใช้ในกรณีวัดความหนาไขมันสันหลังจากภาพโดยใช้แอปพลิเคชัน เนื่องจากหากผลการวัดโดยแอปพลิเคชันเป็นไปในลักษณะอื่น เช่น การได้ค่าที่สูงกว่า หรือต่ำกว่า เมื่อเทียบกับการวัดโดยตรงจากซาก ในทุกตำแหน่งที่วัด เป็นต้น จะส่งผลให้ค่าความหนาไขมันที่คำนวณมีค่าที่ห่างจากวิธีการวัดจากซากโดยตรงได้

### 4.2.1 คุณภาพซากสุกรที่มีน้ำหนักตัว $\leq 110$ กก.

การศึกษาผลของการวัดซากสุกรจากวิธีการวัดทั้ง 2 วิธี ของตัวอย่างน้ำหนักสุกรมีชีวิต 95 – 110 กิโลกรัม (ดังแสดงในตารางที่ 4.3) การตรวจวัดค่าความหนาไขมันสันหลังตำแหน่ง BF<sub>2</sub> พบว่า มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P < 0.05$ ) โดยมีค่าเฉลี่ยของการวัดจากซากโดยตรง เท่ากับ 17.500 และการวัดจากภาพโดยแอปพลิเคชัน เท่ากับ 16.960 และการตรวจวัดค่าความหนาไขมันสันหลังตำแหน่ง BF<sub>1</sub>, BF<sub>3</sub>, BF<sub>4</sub>, BF<sub>5</sub> และค่าตำแหน่ง b พบว่า มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งยวดทางสถิติ ( $P < 0.001$ ) โดยมีค่าเฉลี่ยของการวัดจากซากโดยตรง เท่ากับ 32.810, 21.280, 12.877, 20.650 และ 70.400 (มิลลิเมตร)ตามลำดับ และการวัดจากภาพโดยแอปพลิเคชัน 35.710, 18.090, 10.610, 18.890 และ 64.480 (มิลลิเมตร)ตามลำดับ ซึ่งเมื่อนำมาคำนวณหาค่าความหนาไขมันสันหลัง (Back fat thickness) ค่าเฉลี่ยที่ได้จากวิธีการวัดโดยตรงจากซาก เท่ากับ (23.900 มิลลิเมตร)

พบว่า ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ( $P>0.05$ ) เมื่อเทียบกับการวัดจากภาพโดยใช้แอปพลิเคชัน เท่ากับ (24.210 มิลลิเมตร) และเมื่อคำนวณหาค่าดัชนี LSQ พบว่าค่าเฉลี่ย LSQ ที่ได้จากการวิธีการวัดโดยตรงจากซาก เท่ากับ 0.246 มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งยวดทางสถิติ ( $P<0.001$ ) เมื่อเทียบกับการวัดจากภาพโดยใช้แอปพลิเคชัน เท่ากับ 0.228 โดยความแตกต่างระหว่างวิธีการวัดทั้ง 2 วิธี ของสุกรน้ำหนักตัว  $\leq 110$  กก. ค่าที่ได้มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งยวดทางสถิติ ( $P<0.001$ ) เป็นส่วนใหญ่ซึ่งเมื่อนำมาเปรียบเทียบกับผลดังแสดงในตารางที่ 4.2 พบว่ากลุ่มน้ำหนักตัวของสุกรน้ำหนักตัว  $\leq 110$  กก. มีแนวโน้มของค่าความหนาไขมันสันหลัง (Back fat thickness) ที่จะแตกต่างกันทางสถิติ

#### 4.2.2 คุณภาพซากสุกรที่มีน้ำหนักตัว $> 110$ กก.

การศึกษาค่าผลของวัดซากสุกรจากวิธีการวัดทั้ง 2 วิธี ของน้ำหนักสุกรมีชีวิต 110 – 131 กิโลกรัม (ดังแสดงในตารางที่ 4.4) การตรวจวัดค่าความหนาไขมันสันหลังตำแหน่ง BF<sub>1</sub>, BF<sub>3</sub>, BF<sub>4</sub>, BF<sub>5</sub> และค่าตำแหน่ง b พบว่า มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งยวดทางสถิติ ( $P < 0.001$ ) โดยมีค่าเฉลี่ยของการวัดจากซากโดยตรง เท่ากับ 35.490, 23.190, 14.480, 23.150 และ 74.400 (มิลลิเมตร) ตามลำดับ และการวัดจากภาพโดยแอปพลิเคชัน 38.960, 19.800, 11.918, 20.740 และ 67.440 (มิลลิเมตร) ตามลำดับ ในขณะที่ตำแหน่ง BF<sub>2</sub> พบว่า ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ( $P>0.05$ ) โดยมีค่าเฉลี่ยของการวัดจากซากโดยตรง เท่ากับ 19.290 และการวัดจากภาพโดยแอปพลิเคชัน เท่ากับ 19.160 ซึ่งเมื่อนำมาคำนวณหาค่าความหนาไขมันสันหลัง (Back fat thickness) ค่าเฉลี่ยที่ได้จากการวัดโดยตรงจากซาก เท่ากับ (24.350 มิลลิเมตร) พบว่า ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ( $P>0.05$ ) เมื่อเทียบกับการวัดจากภาพโดยใช้แอปพลิเคชัน เท่ากับ (24.380 มิลลิเมตร) และการคำนวณหาค่าดัชนี LSQ พบว่าค่าเฉลี่ย LSQ ที่ได้จากการวิธีการวัดโดยตรงจากซาก เท่ากับ 0.257 มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งยวดทางสถิติ ( $P<0.001$ ) เมื่อเทียบกับการวัดจากภาพโดยใช้แอปพลิเคชัน 0.240

จากตารางที่ 4.2 - 4.4 การแยกกลุ่มทำการวิเคราะห์จัดกลุ่ม (Cluster Analysis) เมื่อเปรียบเทียบดูจากสุกรน้ำหนักตัว  $\leq 110$  กก. และสุกรน้ำหนักตัว  $> 110$  กก. พบว่าตำแหน่งของการวัดความหนาไขมันสันหลัง 5 ตำแหน่ง ค่าเฉลี่ยส่วนใหญ่มีความแตกต่างกันอาจจะมีการปัจจัยเรื่องของมุมกล้องที่ถ่ายภาพ ความละเอียดของรูปภาพ (ที่มีหน่วยวัดในระดับพิกเซล) สาเหตุมาจากการเคลื่อนไหวระหว่างการตรวจทำให้รายละเอียดบางส่วนของภาพบกร่อง หรืออาจจะเป็นการผิดพลาดจากตำแหน่งที่วัดของผู้เชี่ยวชาญที่วัดจริงจากซากกับจุดตำแหน่งที่วัดจากรูปถ่าย เป็นต้น รายงานของ Winiarski *et al.* (2004) ตั้งข้อสังเกตว่าจุดการวัดส่งผลต่อความแม่นยำของการในการวัดคุณภาพซากสุกรได้ นอกจากนี้ ยังมีปัจจัยภายนอกที่ยังส่งผลต่อความแม่นยำของการวัดด้วยตนเอง เช่น ตำแหน่งการวัด สภาพในการปฏิบัติงาน จำนวนงานวิจัยที่แตกต่างกัน และข้อผิดพลาดของผู้ปฏิบัติงาน (Knecht *et al.*, 2021) อย่างไรก็ตามสุกรน้ำหนักตัว  $\leq 110$  กก. (ตารางที่ 4.3) มี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แนวโน้มของค่าความหนาไขมันสันหลัง (Back fat thickness) ที่แตกต่างกันทางสถิติ ซึ่งเป็นผลมาจากช่วงน้ำหนักตัวที่น้อยกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับสุกรน้ำหนักตัว > 110 กก. (ตารางที่ 4.4) มีน้ำหนักตัวมากกว่า โดยตำแหน่งการวัดความหนาของไขมันส่วนหลังสามารถสังเกตการเปลี่ยนแปลงที่ชัดเจนได้ในช่วง น้ำหนักสุกรมากกว่า 110 กิโลกรัม (กันยา และจุฑารัตน์ 2546) อย่างไรก็ตามการคำนวณหาค่าดัชนี LSQ พบว่า มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งยวดทางสถิติ ( $P < 0.001$ ) จากการวัดทั้ง 2 วิธีที่ค่าเฉลี่ย เท่ากับ 0.252, 0.235, 0.246, 0.228, 0.257 และ 0.240 ตามลำดับ (ดังตารางที่ 4.2-4.4) ซึ่งมีความสอดคล้องกับงานวิจัยของ Theeraphapsombut *et al.* (2022) รายงานการวัดคุณภาพซากเย็นสุกร ด้วยวิธีวัดดัชนี LSQ ของซากซีกซ้ายของซากทั้งหมด 2 ตำแหน่งที่บริเวณความหนาของไขมันด้านหลังและความกว้างของ *M. gluteus medius* จากกลุ่มน้ำหนักสุกร (110-115 กก.) พบว่าเกรดของซากอยู่ในเกรด B ซึ่งมีค่า LSQ อยู่ในช่วง 0.21-0.26 และยังพบว่าการเพิ่มขึ้นของค่า LSQ ส่งผลให้เปอร์เซ็นต์ของความหนาไขมันสันหลัง (Back fat thickness) เพิ่มขึ้น และลดเปอร์เซ็นต์ของเนื้อไม่ติดมัน

**ตารางที่ 4.2** ผลการตรวจวัดค่าความหนาไขมันสันหลัง (Back fat thickness) (มิลลิเมตร) ระยะ b และดัชนี LSQ (Lenden-Speck-Quotient) จากวิธีการวัดโดยตรง จากซาก และการวัดจากภาพถ่ายซากสุกรโดยใช้แอปพลิเคชันสำเร็จรูป (ImageJ®) ของสุกรทั้งหมด (n=1,115)

รายการ	วิธีการประเมิน	ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบน มาตรฐาน	มัธยฐาน	ค่าต่ำสุด	ค่าสูงสุด	CV <sup>β</sup>	P-Value
ความหนาไขมันสันหลัง ตำแหน่ง BF <sub>1</sub> (มม.)	วัดจากซากโดยตรง	34.340	5.572	34.200	18.700	53.400	16.226	<0.001
	วัดจากภาพโดยแอปพลิเคชัน	37.570	8.211	36.633	4.253	69.009	21.856	
ความหนาไขมันสันหลัง ตำแหน่ง BF <sub>2</sub> (มม.)	วัดจากซากโดยตรง	18.530	3.824	18.400	6.000	29.900	20.637	0.023
	วัดจากภาพโดยแอปพลิเคชัน	18.224	5.390	18.016	2.884	34.260	29.576	
ความหนาไขมันสันหลัง ตำแหน่ง BF <sub>3</sub> (มม.)	วัดจากซากโดยตรง	22.380	4.742	22.300	5.400	38.700	21.188	<0.001
	วัดจากภาพโดยแอปพลิเคชัน	19.070	5.220	18.890	4.880	36.040	27.375	
ความหนาไขมันสันหลัง ตำแหน่ง BF <sub>4</sub> (มม.)	วัดจากซากโดยตรง	13.800	4.736	13.700	1.700	31.200	34.317	<0.001
	วัดจากภาพโดยแอปพลิเคชัน	11.360	4.637	10.815	1.620	29.968	40.821	
ความหนาไขมันสันหลัง ตำแหน่ง BF <sub>5</sub> (มม.)	วัดจากซากโดยตรง	22.090	6.232	21.900	3.500	43.800	28.211	<0.001
	วัดจากภาพโดยแอปพลิเคชัน	19.950	6.467	19.640	2.600	40.290	32.416	
ความหนาไขมันสันหลัง รวม (มม.)	วัดจากซากโดยตรง	24.100	4.141	24.070	12.930	36.310	17.181	0.256
	วัดจากภาพโดยแอปพลิเคชัน	24.200	5.008	23.930	6.990	44.250	20.695	
ตำแหน่ง b	วัดจากซากโดยตรง	72.690	6.710	72.850	52.300	98.600	9.231	<0.001
	วัดจากภาพโดยแอปพลิเคชัน	66.170	9.476	65.820	40.640	95.070	14.321	
ค่าดัชนี LSQ	วัดจากซากโดยตรง	0.252	0.072	0.246	0.067	0.503	28.602	<0.001
	วัดจากภาพโดยแอปพลิเคชัน	0.235	0.081	0.225	0.047	0.564	34.380	

หมายเหตุ : <sup>β</sup> สัมประสิทธิ์การแปรผัน (Coefficient of variation : CV)

**ตารางที่ 4.3** ผลการตรวจวัดค่าความหนาไขมันสันหลัง (Back fat thickness) (มิลลิเมตร) ระยะ b และดัชนี LSQ (Lenden-Speck-Quotient) จากวิธีการวัดโดยตรง จากซาก และการวัดจากภาพถ่ายซากสุกรโดยใช้แอปพลิเคชันสำเร็จรูป (ImageJ®) ของสุกรน้ำหนักตัว  $\leq 110$  กิโลกรัม (n=466)

รายการ	วิธีการประเมิน	ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบน มาตรฐาน	มัธยฐาน	ค่าต่ำสุด	ค่าสูงสุด	CV <sup>β</sup>	P-Value
ความหนาไขมันสันหลัง ตำแหน่ง BF <sub>1</sub> (มม.)	วัดจากซากโดยตรง	32.810	5.549	32.650	18.700	49.500	16.912	<0.001
	วัดจากภาพโดยแอปพลิเคชัน	35.710	7.464	35.190	4.250	63.660	20.902	
ความหนาไขมันสันหลัง ตำแหน่ง BF <sub>2</sub> (มม.)	วัดจากซากโดยตรง	17.500	3.722	17.400	8.100	29.900	21.267	0.010
	วัดจากภาพโดยแอปพลิเคชัน	16.960	5.407	16.890	3.380	33.370	31.878	
ความหนาไขมันสันหลัง ตำแหน่ง BF <sub>3</sub> (มม.)	วัดจากซากโดยตรง	21.280	4.854	21.320	5.400	38.600	22.811	<0.001
	วัดจากภาพโดยแอปพลิเคชัน	18.090	5.034	18.030	5.420	33.590	27.829	
ความหนาไขมันสันหลัง ตำแหน่ง BF <sub>4</sub> (มม.)	วัดจากซากโดยตรง	12.877	4.722	12.700	2.000	27.700	36.667	<0.001
	วัดจากภาพโดยแอปพลิเคชัน	10.610	4.412	10.070	1.620	25.660	41.585	
ความหนาไขมันสันหลัง ตำแหน่ง BF <sub>5</sub> (มม.)	วัดจากซากโดยตรง	20.650	6.384	20.100	3.500	43.800	30.913	<0.001
	วัดจากภาพโดยแอปพลิเคชัน	18.890	6.182	18.730	2.600	37.010	32.727	
ความหนาไขมันสันหลัง รวม (มม.)	วัดจากซากโดยตรง	23.900	4.303	23.740	13.110	37.940	18.003	0.051
	วัดจากภาพโดยแอปพลิเคชัน	24.210	5.221	23.660	10.250	46.490	21.567	
ตำแหน่ง b	วัดจากซากโดยตรง	70.400	6.330	70.200	53.000	90.400	8.991	<0.001
	วัดจากภาพโดยแอปพลิเคชัน	64.480	9.334	64.280	41.950	91.390	14.476	
ค่าดัชนี LSQ	วัดจากซากโดยตรง	0.246	0.074	0.242	0.067	0.496	30.067	<0.001
	วัดจากภาพโดยแอปพลิเคชัน	0.228	0.080	0.220	0.047	0.506	35.068	

หมายเหตุ : <sup>β</sup>สัมประสิทธิ์การแปรผัน (Coefficient of variation : CV)

**ตารางที่ 4.4** ผลการตรวจวัดค่าความหนาไขมันสันหลัง (Back fat thickness) (มิลลิเมตร) ระยะ b และดัชนี LSQ (Lenden-Speck-Quotient) จากวิธีการวัดโดยตรง จากซาก และการวัดจากภาพถ่ายซากสุกรโดยใช้แอปพลิเคชันสำเร็จรูป (ImageJ®) ของสุกรน้ำหนักตัว > 110 กิโลกรัม. (n=626)

รายการ	วิธีการประเมิน	ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบน มาตรฐาน	มัธยฐาน	ค่าต่ำสุด	ค่าสูงสุด	CV <sup>β</sup>	P-Value
ความหนาไขมันสันหลัง ตำแหน่ง BF <sub>1</sub> (มม.)	วัดจากซากโดยตรง	35.490	5.313	35.150	20.800	53.400	14.971	<0.001
	วัดจากภาพโดยแอปพลิเคชัน	38.960	8.470	37.760	10.540	69.010	21.740	
ความหนาไขมันสันหลัง ตำแหน่ง BF <sub>2</sub> (มม.)	วัดจากซากโดยตรง	19.290	3.722	19.100	6.000	29.700	19.296	0.457
	วัดจากภาพโดยแอปพลิเคชัน	19.160	5.186	18.680	2.880	34.260	27.068	
ความหนาไขมันสันหลัง ตำแหน่ง BF <sub>3</sub> (มม.)	วัดจากซากโดยตรง	23.190	4.490	22.950	9.200	38.700	19.361	<0.001
	วัดจากภาพโดยแอปพลิเคชัน	19.800	5.241	19.430	4.880	36.040	26.471	
ความหนาไขมันสันหลัง ตำแหน่ง BF <sub>4</sub> (มม.)	วัดจากซากโดยตรง	14.480	4.633	14.200	1.700	31.200	31.993	<0.001
	วัดจากภาพโดยแอปพลิเคชัน	11.918	4.725	11.340	2.250	29.970	39.648	
ความหนาไขมันสันหลัง ตำแหน่ง BF <sub>5</sub> (มม.)	วัดจากซากโดยตรง	23.150	5.899	23.000	5.600	42.160	25.482	<0.001
	วัดจากภาพโดยแอปพลิเคชัน	20.740	6.565	20.340	5.800	40.290	31.656	
ความหนาไขมันสันหลัง รวม (มม.)	วัดจากซากโดยตรง	24.350	4.233	24.270	12.930	40.300	17.383	0.781
	วัดจากภาพโดยแอปพลิเคชัน	24.380	5.115	24.210	6.990	44.250	20.979	
ตำแหน่ง b	วัดจากซากโดยตรง	74.400	6.479	74.100	52.300	98.600	8.708	<0.001
	วัดจากภาพโดยแอปพลิเคชัน	67.440	9.391	66.810	40.640	95.700	13.925	
ค่าดัชนี LSQ	วัดจากซากโดยตรง	0.257	0.070	0.249	0.067	0.503	27.426	<0.001
	วัดจากภาพโดยแอปพลิเคชัน	0.240	0.081	0.229	0.062	0.564	33.762	

หมายเหตุ : <sup>β</sup>สัมประสิทธิ์การแปรผัน (Coefficient of variation : CV)

### 4.3 การทดสอบหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ ( $r$ ) ที่ได้จากการวัดโดยตรงจากซาก และจากการวัดจากภาพถ่ายโดยแอปพลิเคชัน

#### 4.3.1 การทดสอบหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ ( $r$ ) ของสุกรทั้งหมด

จากการดำเนินการทดสอบหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ ของน้ำหนักสุกรมีชีวิต 95 - 131 กิโลกรัม จากวิธีการวัดทั้ง 2 วิธี เพื่อหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (ดังแสดงในตารางที่ 4.5) จากการทดสอบหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ พบว่า ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของน้ำหนักสุกรมีชีวิตกับค่าตำแหน่ง b (จากการวัดโดยตรงจากซาก และจากการวัดจากภาพโดยแอปพลิเคชัน มีค่า  $r$  เท่ากับ 0.321 และ 0.172 ตามลำดับ) มีความสัมพันธ์อยู่ในระดับต่ำหรือแย่ (Fair หรือ Poor) ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของค่าตำแหน่ง BF<sub>3</sub> และ BF<sub>4</sub> (จากการวัดโดยตรงจากซาก และจากการวัดจากภาพโดยแอปพลิเคชัน มีค่าเท่ากับ 0.883, 0.910, 0.824 และ 0.789 ตามลำดับ) ซึ่งมีความความสัมพันธ์กับการวัดค่าดัชนี LSQ โดยค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของ LSQ ที่ได้จากการวัดโดย 2 วิธี มีค่ามากกว่า 0.90 (0.922) และตำแหน่ง BF<sub>4</sub> พบว่า ความสัมพันธ์กับการวัดค่าดัชนี LSQ ที่มีค่ามากกว่า 0.90 (0.910) จากการวัดจากซากโดยตรง ซึ่งบ่งบอกถึงระดับความสัมพันธ์ในระดับสัมพันธ์แบบแน่นแฟ้นมาก (Very strong) ในเชิงวิทยาการการแพทย์ (Akoglu, 2018) ดังนั้นจึงมีความเป็นไปได้ที่จะประยุกต์วิธีการวัดคุณภาพซากโดย LSQ จากภาพถ่าย แต่อย่างไรก็ตามระดับความสัมพันธ์ที่แน่นแฟ้นรองลงมา (0.80 – 0.89) พบว่า BF<sub>3</sub> และ BF<sub>4</sub> ส่วนใหญ่มีความสัมพันธ์ในระดับนี้กับ LSQ ที่วัดโดยวิธีเดียวกัน ในขณะที่ระดับความสัมพันธ์ของค่า b กับ ค่า LSQ (มีค่าเท่ากับ - 0.513 และ - 0.418) อยู่ในระดับต่ำ (Fair) โดยสัมพันธ์ในลักษณะเชิงผกผันกัน

#### 4.3.2 การทดสอบหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ ( $r$ ) ของสุกรน้ำหนักตัว $\leq 110$ กก.

การทดสอบหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ ( $r$ ) ของน้ำหนักสุกรมีชีวิต 95 – 110 กิโลกรัม จากวิธีการวัดทั้ง 2 วิธี (ดังแสดงในตารางที่ 4.6) จากการทดสอบหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ พบว่า ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของน้ำหนักสุกรมีชีวิตกับค่าตำแหน่ง b (จากการวัดโดยตรงจากซาก และจากการวัดจากภาพโดยแอปพลิเคชัน มีค่า  $r$  เท่ากับ 0.146 และ 0.063 ตามลำดับ) มีความสัมพันธ์อยู่ในระดับแย่หรือไม่มี (Poor หรือ None) ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของค่าตำแหน่ง BF<sub>3</sub> และ BF<sub>4</sub> ที่มีความสัมพันธ์กับการวัดค่าดัชนี LSQ จากการวัดโดยตรงจากซากมีค่ามากกว่า 0.90 (0.902 และ 0.913) และวัดจากภาพโดยแอปพลิเคชัน มีค่าเท่ากับ 0.825 และ 0.881 โดยค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของ LSQ ที่ได้จากการวัดโดย 2 วิธี มีค่ามากกว่า 0.90 (0.920) ซึ่งบ่งบอกถึงระดับความสัมพันธ์ในระดับสัมพันธ์แบบแน่นแฟ้นมาก (Very strong) ในเชิงวิทยาการการแพทย์ (Akoglu, 2018) ดังนั้นจึงมีความเป็นไปได้ที่จะประยุกต์วิธีการวัดคุณภาพซากโดย LSQ จากภาพถ่าย แต่อย่างไรก็ตามระดับความสัมพันธ์ที่แน่นแฟ้นรองลงมา (0.80 – 0.89) พบว่า BF<sub>3</sub> และ BF<sub>4</sub> ส่วนใหญ่มีความสัมพันธ์ในระดับนี้กับ LSQ ที่วัดโดยวิธีเดียวกัน ในขณะที่ระดับความสัมพันธ์ของค่า b กับ ค่า LSQ ที่ได้จากการวัดโดย 2 วิธี (มีค่าเท่ากับ - 0.501 และ - 0.426) อยู่ในระดับต่ำ (Fair) โดยสัมพันธ์

ในลักษณะเชิงผกผันกัน ซึ่งลักษณะความสัมพันธ์เชิงผกผัน

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

#### 4.3.3 การทดสอบหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ ( $r$ ) ของสุกรน้ำหนักตัว $> 110$ กิโลกรัม.

การทดสอบหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ ( $r$ ) ของน้ำหนักสุกรมีชีวิต 110 - 131 กิโลกรัม จากวิธีการวัดทั้ง 2 วิธี (ดังแสดงในตารางที่ 4.7) พบว่า จากการทดสอบหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ พบว่า ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของน้ำหนักสุกรมีชีวิตกับค่าตำแหน่ง b (จากการวัดโดยตรงจากซาก และจากการวัดจากภาพโดยแอปพลิเคชัน) มีค่า  $r$  เท่ากับ 0.143 และ 0.097 ตามลำดับ) มีความสัมพันธ์อยู่ในระดับแย่มากหรือไม่มี (Poor หรือ None) ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของค่าตำแหน่ง BF<sub>3</sub> และ BF<sub>4</sub> ที่มีความความสัมพันธ์กับการวัดค่าดัชนี LSQ (จากการวัดโดยตรงจากซาก และจากการวัดจากภาพโดยแอปพลิเคชัน) มีค่าเท่ากับ 0.877, 0.913, 0.825 และ 0.879 ตามลำดับ) โดยค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของ LSQ ที่ได้จากการวัดโดย 2 วิธี มีค่ามากกว่า 0.90 (0.923) และตำแหน่ง BF<sub>4</sub> พบว่า ความสัมพันธ์กับการวัดค่าดัชนี LSQ ที่มีค่ามากกว่า 0.90 (0.913) จากการวัดจากซากโดยตรง ซึ่งบ่งบอกถึงระดับความสัมพันธ์ในระดับสัมพันธ์แบบแน่นแฟ้นมาก (Very strong) ในเชิงวิทยาการการแพทย์ (Akoglu, 2018) ดังนั้นจึงมีความเป็นไปได้ที่จะประยุกต์วิธีการวัดคุณภาพซากโดย LSQ จากภาพถ่าย แต่อย่างไรก็ตามระดับความสัมพันธ์ที่แน่นแฟ้นรองลงมา (มีค่ามากกว่า 0.80) พบว่า BF<sub>3</sub> และ BF<sub>4</sub> ส่วนใหญ่มีความสัมพันธ์ในระดับนี้กับ LSQ ที่วัดโดยวิธีเดียวกัน ในขณะที่ระดับความสัมพันธ์ของค่า b กับ ค่า LSQ (มีค่าเท่ากับ -0.610 และ -0.444) อยู่ในระดับปานกลางหรือต่ำ (Moderate หรือ Fair) โดยมีสัมพันธ์ในลักษณะเชิงผกผันกัน

จากการรายงานดังกล่าว (ตาราง 4.5-4.7) ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ ( $r$ ) การประเมินค่า LSQ ตรงตำแหน่ง b มีผลกับความสัมพันธ์กับน้ำหนักสุกรมีชีวิตซึ่งมีความสัมพันธ์กันต่ำถึงปานกลาง ( $r = -0.40$  ถึง  $-0.60$ ) ในลักษณะเชิงผกผันกัน ความสัมพันธ์นี้อาจมีผลกระทบของระยะห่างในการวัดทั้งสองวิธีส่งผลต่อตำแหน่งที่วัดอาจผิดพลาด โดยจากรายงานของจุฑารัตน์และคณะ (2546) พบว่าค่า b มีความสัมพันธ์เชิงผกผันกับสัดส่วนปริมาณไขมันในร่างกาย ในขณะที่ความหนาไขมันที่วัดในตำแหน่งต่างๆ บนซากสุกรมีความสัมพันธ์เชิงบวกกับสัดส่วนปริมาณไขมันในร่างกายแสดงให้เห็นว่า การใช้วิธีการทั้ง 2 วิธีนั้น น้ำหนักตัวของสุกรมีผลต่อระดับความสัมพันธ์ด้วยแต่ไม่ได้มีผลมาก โดยสุกรที่มีน้ำหนักตัวสูงย่อมมีไขมันสันหลังหนาขึ้น อย่างไรก็ตามตำแหน่ง BF<sub>3</sub> และ BF<sub>4</sub> มีความความสัมพันธ์กับการวัดค่าดัชนี LSQ มีค่ามากกว่า 0.80 และเมื่อดูความสัมพันธ์ของค่าดัชนี LSQ ของวิธีวัดทั้ง 2 วิธี พบว่า มีค่ามากกว่า 0.90 (แสดงไว้ดังตารางที่ 4.5-4.7) โดยค่า LSQ ของสุกรทั้งหมด, สุกรน้ำหนักตัว  $\leq 110$  กก. และสุกรน้ำหนักตัว  $> 110$  กก. พบว่ามีค่า  $r$  เท่ากับ 0.922, 0.920 และ 0.923 ตามลำดับ ซึ่งบ่งบอกถึงระดับความสัมพันธ์ในระดับสัมพันธ์แบบแน่นแฟ้นมาก (Very strong) นอกจากนี้งานวิจัยของกันยา (2546) กล่าวว่าเมื่อน้ำหนักซากเพิ่มขึ้น ค่าดัชนี LSQ จะเพิ่มขึ้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งความแตกต่างดังกล่าวจะชัดเจนที่ชั้นของน้ำหนักซากอุ่นมากกว่า 100 กิโลกรัม โดยจากงานทดลองการแบ่งกลุ่มวิเคราะห์แบบ Cluster analysis จะเห็นได้ว่า ค่า LSQ ของกลุ่มสุกรน้ำหนักตัว  $\leq 110$  กก. และสุกรน้ำหนักตัว  $> 110$  กก. พบว่า สุกรน้ำหนักตัว  $> 110$  กก. มีค่า  $r$

มากกว่าเล็กน้อยแต่ไม่มาก ดังนั้นการประเมินค่า LSQ จึงมีความน่าจะเป็นไปได้ในการนำมาการประเมินความแม่นยำจากภาพถ่ายซากสุกร



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.5 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (*r*) ของสุกรน้ำหนัก 95 - 131 กิโลกรัม ที่ได้จากการวัดโดยตรงจากซาก และจากการวัดจากภาพโดยแอปพลิเคชัน

รายการ	วัดจากซากโดยตรง									วัดจากภาพโดยแอปพลิเคชัน							
	RCW	BF <sub>1</sub>	BF <sub>2</sub>	BF <sub>3</sub>	BF <sub>4</sub>	BF <sub>5</sub>	b	LSQ	BF	BF <sub>1J</sub>	BF <sub>2J</sub>	BF <sub>3J</sub>	BF <sub>4J</sub>	BF <sub>5J</sub>	bJ	LSQJ	BFJ
LBW	0.680**	0.318**	0.304**	0.248**	0.232**	0.262**	0.321**	0.120**	0.059	0.261**	0.258**	0.205**	0.186**	0.201**	0.172**	0.115**	0.041
RCW		0.340**	0.347**	0.269**	0.223**	0.272**	0.354**	0.115**	0.105**	0.285**	0.278**	0.203**	0.177**	0.191**	0.185**	0.105**	0.045
BF <sub>1</sub>			0.629**	0.602**	0.588**	0.590**	-0.055	0.566**	0.131**	0.608**	0.477**	0.533**	0.547**	0.525**	-0.030	0.527**	0.077*
BF <sub>2</sub>				0.580**	0.580**	0.593**	0.027	0.524**	0.176**	0.412**	0.588**	0.512**	0.523**	0.530**	0.017	0.482**	0.148**
BF <sub>3</sub>					0.808**	0.742**	-0.165**	0.883**	0.096**	0.364**	0.395**	0.782**	0.726**	0.644**	-0.178**	0.789**	0.027
BF <sub>4</sub>						0.849**	-0.245**	0.910**	0.098**	0.337**	0.364**	0.707**	0.857**	0.736**	-0.236**	0.842**	0.028
BF <sub>5</sub>							-0.167**	0.780**	0.122**	0.349**	0.390**	0.651**	0.755**	0.782**	-0.166**	0.733**	0.058
b								-0.513**	-0.003	0.084**	0.142**	-0.185**	-0.303**	-0.194**	0.616**	-0.497**	0.010
LSQ									0.089**	0.297**	0.302**	0.742**	0.827**	0.694**	-0.396**	0.922**	0.021
BF										0.075**	0.080**	0.077**	0.098**	0.094**	-0.012	0.093**	0.739**
BF <sub>1J</sub>											0.462**	0.372**	0.349**	0.359**	0.108**	0.294**	0.121**
BF <sub>2J</sub>												0.542**	0.471**	0.534**	0.392**	0.310**	0.111**
BF <sub>3J</sub>													0.818**	0.767**	0.075*	0.824**	0.017
BF <sub>4J</sub>														0.833**	-0.062*	0.879**	0.048
BF <sub>5J</sub>															0.087**	0.714**	0.049
bJ																-0.418**	0.037
LSQJ																	0.012

หมายเหตุ : \*\* มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ( $P < 0.05$ ), \*\* มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ( $P < 0.01$ )

LBW = น้ำหนักสุกรมีชีวิต, RCW = น้ำหนักซากซีกขวา, BF<sub>1</sub>, BF<sub>1J</sub> = ความหนาของไขมันสันหลังบริเวณไหล่ หรือส่วนที่หนาที่สุด ตรงกระดูกซี่โครงซี่ที่ 1, BF<sub>2</sub>, BF<sub>2J</sub> = ความหนาของไขมันสันหลังบริเวณกลางหลัง หรือส่วนที่บางที่สุด ตรงกระดูกซี่โครงซี่ที่ 13/14, BF<sub>3</sub>, BF<sub>3J</sub> = ความหนาของไขมันสันหลังตรงจุดที่ฐานสามเหลี่ยมของกล้ามเนื้อ Gluteus Medius จนถึงบริเวณขอบหนัง, BF<sub>4</sub>, BF<sub>4J</sub> = ความหนาของไขมันสันหลังตรงจุดกลางส่วนที่ไขมันสันหลังบางที่สุดของกล้ามเนื้อ Gluteus Medius จนถึงบริเวณขอบหนัง, BF<sub>5</sub>, BF<sub>5J</sub> = ความหนาของไขมันสันตรงจุดมุมบนของฐานสามเหลี่ยมของกล้ามเนื้อ Gluteus Medius จนถึงบริเวณขอบหนัง, b, bJ = วัดจากจุดที่มุมล่างของฐานรูปสามเหลี่ยมของกล้ามเนื้อ Gluteus Medius ไปตั้งฉากกับแนวของท่อหน้าไขสันหลัง, LSQ, LSQJ = การประเมินค่า LSQ, BF, BFJ = ค่าความหนาไขมันสันหลัง (Back fat thickness)

ตารางที่ 4.6 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) ของสุกรน้ำหนัก 95-110 กิโลกรัม ที่ได้จากการวัดโดยตรงจากซาก และจากการวัดจากภาพโดยแอปพลิเคชัน

รายการ	วัดจากซากโดยตรง									วัดจากภาพโดยแอปพลิเคชัน							
	RCW	BF <sub>1</sub>	BF <sub>2</sub>	BF <sub>3</sub>	BF <sub>4</sub>	BF <sub>5</sub>	b	LSQ	BF	BF <sub>1J</sub>	BF <sub>2J</sub>	BF <sub>3J</sub>	BF <sub>4J</sub>	BF <sub>5J</sub>	bJ	LSQJ	BFJ
LBW	0.420**	0.258**	0.250**	0.181**	0.215**	0.199**	-0.146**	0.143**	0.043	0.220**	0.170**	0.156**	0.162**	0.215**	0.063	0.120**	0.058
RCW		0.291**	0.294**	0.205**	0.184**	0.213**	0.276**	0.096*	0.133**	0.210**	0.211**	0.154**	0.168**	0.184**	0.140**	0.088	0.072
BF <sub>1</sub>			0.644**	0.616**	0.623**	0.605**	-0.065	-0.591**	0.217**	0.659**	0.482**	0.529**	0.599**	0.554**	-0.064	0.557**	0.160**
BF <sub>2</sub>				0.581**	0.618**	0.612**	0.034	0.541**	0.211**	0.423**	0.564**	0.508**	0.554**	0.569**	0.028	0.492**	0.204**
BF <sub>3</sub>					0.821**	0.731**	-0.199**	0.902**	0.154**	0.412**	0.379**	0.772**	0.762**	0.675**	-0.204**	0.808**	0.110*
BF <sub>4</sub>						0.848**	-0.236**	0.913**	0.152**	0.410**	0.354**	0.693**	0.858**	0.737**	-0.259**	0.839**	0.122**
BF <sub>5</sub>							-0.191**	0.779**	0.211**	0.409**	0.353**	0.603**	0.748**	0.765**	-0.226**	0.727**	0.177**
b								-0.501**	-0.008	0.019	0.168**	-0.175**	-0.282**	-0.162**	0.639**	-0.488**	-0.012
LSQ									0.132**	0.369**	0.287**	0.728**	0.834**	0.696**	-0.411**	0.920**	0.099*
BF										0.123**	0.164**	0.132**	0.174**	0.165**	0.012	0.139**	0.745**
BF <sub>1J</sub>											0.453**	0.403**	0.428**	0.428**	0.039	0.368**	0.162**
BF <sub>2J</sub>												0.527**	0.478**	0.534**	0.381**	0.307**	0.190**
BF <sub>3J</sub>													0.826**	0.754**	0.062	0.825**	0.094*
BF <sub>4J</sub>														0.825**	-0.072	0.881**	0.154**
BF <sub>5J</sub>															0.069	0.706**	0.163**
bJ																-0.426**	0.050
LSQJ																	0.088

หมายเหตุ : \*\* มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ (P<0.05), \*\* มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง (P<0.01)

LBW = น้ำหนักสุกรมีชีวิต, RCW = น้ำหนักซากซาก, BF<sub>1</sub>, BF<sub>1J</sub> = ความหนาของไขมันสันหลังบริเวณไหล่ หรือส่วนที่หนาที่สุด ตรงกระดูกซี่โครงซี่ที่ 1, BF<sub>2</sub>, BF<sub>2J</sub> = ความหนาของไขมันสันหลังบริเวณกลางหลัง หรือส่วนที่บางที่สุด ตรงกระดูกซี่โครงซี่ที่ 13/14, BF<sub>3</sub>, BF<sub>3J</sub> = ความหนาของไขมันสันหลังตรงจุดที่ฐานสามเหลี่ยมของกล้ามเนื้อ Gluteus Medius จนถึงบริเวณขอบหนัง, BF<sub>4</sub>, BF<sub>4J</sub> = ความหนาของไขมันสันหลังตรงจุดกลางส่วนที่ไขมันสันหลังบางที่สุดของกล้ามเนื้อ Gluteus Medius จนถึงบริเวณขอบหนัง, BF<sub>5</sub>, BF<sub>5J</sub> = ความหนาของไขมันสันตรงจุดมุมบนของฐานสามเหลี่ยมของกล้ามเนื้อ Gluteus Medius จนถึงบริเวณขอบหนัง, b, bJ = วัดจากจุดที่มุมล่างของฐานรูปสามเหลี่ยมของกล้ามเนื้อ Gluteus Medius ไปตั้งฉากกับแนวของท่อไอเสียสันหลัง, LSQ, LSQJ = การประเมินค่า LSQ, BF, BFJ = ค่าความหนาไขมันสันหลัง (Back fat thickness)

ตารางที่ 4.7 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) ของสุกรน้ำหนัก 111-131 กิโลกรัม ที่ได้จากการวัดโดยตรงจากซาก และจากการวัดจากภาพโดยแอปพลิเคชัน

รายการ	วัดจากซากโดยตรง									วัดจากภาพโดยแอปพลิเคชัน							
	RCW	BF <sub>1</sub>	BF <sub>2</sub>	BF <sub>3</sub>	BF <sub>4</sub>	BF <sub>5</sub>	b	LSQ	BF	BF <sub>1J</sub>	BF <sub>2J</sub>	BF <sub>3J</sub>	BF <sub>4J</sub>	BF <sub>5J</sub>	bJ	LSQJ	BFJ
LBW	0.435**	0.198**	0.173**	0.119**	0.127**	0.161**	-0.143**	0.063	0.010	0.158**	0.171**	0.109**	0.102*	0.100*	0.097*	0.067	0.045
RCW		0.219**	0.246**	0.176**	0.131**	0.179**	-0.201**	0.078	0.053	0.218**	0.194**	0.119**	0.080*	0.095*	0.101*	0.059	0.020
BF <sub>1</sub>			0.579**	0.555**	0.532**	0.541**	-0.188**	0.545**	0.046	0.545**	0.425**	0.508**	0.488**	0.480**	-0.074	0.501**	0.008
BF <sub>2</sub>				0.544**	0.525**	0.544**	-0.101*	0.508**	0.137**	0.360**	0.571**	0.485**	0.478**	0.479**	-0.055	0.469**	0.107**
BF <sub>3</sub>					0.786**	0.731**	-0.272**	0.877**	0.034	0.288**	0.363**	0.780**	0.690**	0.607**	-0.226**	0.781**	-0.046
BF <sub>4</sub>						0.842**	-0.369**	0.913**	0.043	0.252**	0.333**	0.703**	0.853**	0.725**	-0.277**	0.847**	-0.050
BF <sub>5</sub>							-0.280**	0.787**	0.035	0.265**	0.374**	0.671**	0.754**	0.790**	-0.184**	0.742**	-0.044
b								-0.610**	-0.027	0.033	0.028	-0.296**	-0.418**	-0.308**	0.580**	-0.586**	0.018
LSQ									0.049	0.235**	0.298**	0.753**	0.823**	0.691**	-0.416**	0.923**	-0.043
BF										0.029	-0.003	0.025	0.034	0.032	-0.044	0.053	0.734**
BF <sub>1J</sub>											0.434**	0.320**	0.272**	0.288**	0.106**	0.232**	0.092*
BF <sub>2J</sub>												0.527**	0.442**	0.512**	0.367**	0.298**	0.046
BF <sub>3J</sub>													0.806**	0.767**	0.044	0.825**	-0.044
BF <sub>4J</sub>														0.833**	-0.094*	0.879**	-0.029
BF <sub>5J</sub>															0.065	0.717**	-0.036
bJ																-0.444**	0.023
LSQJ																	-0.048

หมายเหตุ : \*\* มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ (P<0.05), \*\* มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง (P<0.01)

LBW = น้ำหนักสุกรมีชีวิต, RCW = น้ำหนักซากซีกขวา, BF<sub>1</sub>, BF<sub>1J</sub> = ความหนาของไขมันสันหลังบริเวณไหล่ หรือส่วนที่หนาที่สุด ตรงกระดูกซี่โครงซี่ที่ 1, BF<sub>2</sub>, BF<sub>2J</sub> = ความหนาของไขมันสันหลังบริเวณกลางหลัง หรือส่วนที่บางที่สุด ตรงกระดูกซี่โครงซี่ที่ 13/14, BF<sub>3</sub>, BF<sub>3J</sub> = ความหนาของไขมันสันหลังตรงจุดที่ฐานสามเหลี่ยมของกล้ามเนื้อ Gluteus Medius จนถึงบริเวณขอบหนัง, BF<sub>4</sub>, BF<sub>4J</sub> = ความหนาของไขมันสันหลังตรงจุดกลางส่วนที่ไขมันสันหลังบางที่สุดของกล้ามเนื้อ Gluteus Medius จนถึงบริเวณขอบหนัง, BF<sub>5</sub>, BF<sub>5J</sub> = ความหนาของไขมันสันตรงจุดมุมบนของฐานสามเหลี่ยมของกล้ามเนื้อ Gluteus Medius จนถึงบริเวณขอบหนัง, b, bJ = วัดจากจุดที่มุมล่างของฐานรูปสามเหลี่ยมของกล้ามเนื้อ Gluteus Medius ไปตั้งฉากกับแนวของท่อนำไขสันหลัง, LSQ, LSQJ = การประเมินค่า LSQ, BF, BFJ = ค่าความหนาไขมันสันหลัง (Back fat thickness)

#### 4.4 การประเมินความแม่นยำของการตรวจวัดความหนาไขมันสันหลัง (มิลลิเมตร) ระยะ b และดัชนี LSQ (Lenden-Speck-Quotient)

4.4.1 การประเมินความแม่นยำของการตรวจวัดความหนาไขมันสันหลัง จากซากสุกรทั้งหมด จากการดำเนินการวิเคราะห์ Regression ระหว่างตัวแปรที่วัดค่าด้วย 2 วิธี โดยใช้ค่าตัวแปรทำนาย (X) จากการวัดโดยแอปพลิเคชัน เพื่อทำนายค่าทำนาย (Y) ซึ่งเป็นค่าตัวแปรที่ได้จากการวัดโดยวิธีโดยตรง ดังแสดงในตารางที่ 4.8 การหาสัมประสิทธิ์การตัดสินใจ ( $R^2$ ) ตามหลักทั่วไปของค่า  $R^2$  เท่ากับ 0.75, 0.50 และ 0.25 ถือว่ามีนัยสำคัญ ปานกลาง และอ่อนแอ ตามลำดับ (Hair *et al.*, 2011) จากการทดลองพบว่า  $R^2$  ที่มีค่าน้อยกว่า 0.65 คือ ตำแหน่ง BF<sub>1</sub>, BF<sub>2</sub>, BF<sub>3</sub>, BF<sub>5</sub>, ค่าคำนวณหาความหนาไขมันสันหลัง (Back fat thickness) และตำแหน่ง b จากตาราง ค่า  $R^2$  เท่ากับ 0.370, 0.346, 0.611, 0.612, 0.380 และ 0.571 ตามลำดับ ซึ่งถือได้ว่าเป็นค่าที่ทำนายผลได้ถูกต้องระดับปานกลาง ในขณะที่ตำแหน่ง BF<sub>4</sub> มีค่า  $R^2$  เท่ากับ 0.735 ซึ่งถือได้ว่าเป็นค่าที่ทำนายผลได้ถูกต้องระดับเกือบเข้าใกล้ 0.75 อย่างไรก็ตามจากการหาค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจของการประเมินค่าดัชนี LSQ พบว่า ค่า  $R^2$  เท่ากับ 0.849 ซึ่งบ่งบอกถึงสัดส่วนที่ตัวแปรทำนาย (X) สามารถอธิบายหรือใช้ทำนายค่าทำนาย (Y) ได้ โดยค่า  $R^2$  ที่ยอมรับได้จะขึ้นอยู่กับบริบทของงานวิจัยที่ทำซึ่งนักวิทยาศาสตร์มักคาดหวังค่า  $R^2$  ที่สูงกว่า 0.65 (Sarstedt *et al.*, 2021) ดังนั้นจึงมีความเป็นไปได้ที่จะประยุกต์ใช้สมการ Regression เพื่อทำนายค่าดัชนี LSQ โดยใช้ตัวแปรทำนายจากวิธีการวัดโดยแอปพลิเคชัน

4.4.2 การประเมินความแม่นยำของการตรวจวัดความหนาไขมันสันหลัง จากซากสุกรน้ำหนักตัว  $\leq 110$  กก.

การวิเคราะห์ Regression ของสุกรน้ำหนักมีชีวิต 95 – 110 กิโลกรัม จากวิธีการวัดทั้ง 2 วิธี ดังแสดงในตารางที่ 4.9 การหาสัมประสิทธิ์การตัดสินใจ ( $R^2$ ) พบว่า ค่าตำแหน่ง BF<sub>1</sub>, BF<sub>2</sub>, BF<sub>3</sub>, BF<sub>5</sub>, ค่าคำนวณหาความหนาไขมันสันหลัง (Back fat thickness) และตำแหน่ง b ค่า  $R^2$  เท่ากับ 0.434, 0.318, 0.596, 0.586, 0.555 และ 0.408 ตามลำดับ ซึ่งถือได้ว่าเป็นค่าที่ทำนายผลได้ถูกต้องระดับปานกลาง (0.30 – 0.6) ในขณะที่ตำแหน่ง BF<sub>4</sub> มีค่า  $R^2$  เท่ากับ 0.736 ซึ่งถือได้ว่าเป็นค่าที่ทำนายผลได้ถูกต้องระดับเกือบเข้าใกล้ 0.75 อย่างไรก็ตามจากการหาค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจของการประเมินค่าดัชนี LSQ ค่า  $R^2$  มีค่ามากกว่า 0.75 (0.846) ซึ่งบ่งบอกถึงค่าที่มีความแม่นยำที่มีนัยสำคัญ ตามกฎทั่วไปของค่า  $R^2$

4.4.3 การประเมินความแม่นยำของการตรวจวัดความหนาไขมันสันหลัง จากซากสุกรน้ำหนักตัว  $> 110$  กก.

การวิเคราะห์ Regression ของสุกรน้ำหนักมีชีวิต 111 – 131 กิโลกรัม จากวิธีการวัดทั้ง 2 วิธี ดังแสดงในตารางที่ 4.10 ในการศึกษาการหาสัมประสิทธิ์การตัดสินใจ ( $R^2$ ) พบว่า ค่าตำแหน่ง BF<sub>1</sub>, BF<sub>2</sub>, BF<sub>3</sub>, BF<sub>4</sub>, BF<sub>5</sub>, ค่าคำนวณหาความหนาไขมันสันหลัง (Back fat thickness) และตำแหน่ง b จากตาราง ค่า  $R^2$  เท่ากับ 0.297, 0.326, 0.608, 0.727, 0.624, 0.539 และ 0.336 ตามลำดับ ซึ่งถือได้ว่าเป็นค่าที่มีความแม่นยำปานกลาง (0.30 – 0.6) อย่างไรก็ตามจากการหาค่าสัมประสิทธิ์การ

ตัดสินใจของการประเมินค่าดัชนี LSQ ค่า  $R^2$  มีค่ามากกว่า 0.75 (0.852) ซึ่งบ่งบอกถึงค่าที่มีความแม่นยำที่มีนัยสำคัญ (Sarstedt *et al.*, 2021) โดยนักวิทยาศาสตร์มักคาดหวังค่า  $R^2$  ที่สูงกว่า 0.65 (Fornell *et al.*, 1996) ที่สำคัญกว่านั้น  $R^2$  เป็นฟังก์ชันของจำนวนโครงสร้างตัวทำนาย ยิ่งจำนวนโครงสร้างตัวทำนายมากเท่าใด  $R^2$  ก็จะยิ่งสูงขึ้นเท่านั้น (Marko *et al.*, 2021)

จากการรายงานผลดังกล่าวข้างต้นการหาค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจ ( $R^2$ ) ของการประเมินค่า LSQ ของทุกช่วงน้ำหนักมีค่า  $R^2$  มากกว่า 0.8 ซึ่งแสดงให้เห็นถึงการทำนายผลได้ถูกต้องในระดับที่ยอมรับได้ ตามกฎทั่วไปของค่า  $R^2$  (Sarstedt *et al.*, 2021) แต่ช่วงน้ำหนักที่ 111-131 กก. ถือว่ามีค่า  $R^2$  มากที่สุด 0.852 แสดงให้เห็นว่าในกลุ่มซากที่ได้จากสุกรที่มีน้ำหนักมีชีวิต 111 – 131 กิโลกรัม ซึ่งมีน้ำหนักตัว > 110 กก. ส่งผลให้ทำนายผลได้ถูกต้องมากกว่า ซึ่งน่าจะเป็นผลมาจากเมื่อสุกรมีน้ำหนักตัวมากบริเวณความหนาของชั้นไขมันก็ยิ่งกว้างทำให้ง่ายต่อระยะในการวัดด้วยแอปพลิเคชันจากภาพถ่ายได้ อย่างไรก็ตามถึงแม้น้ำหนักของสุกรจะมีผลต่อค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจแต่ก็ไม่ได้แตกต่างกันมาก (ดังตารางที่ 4.8-4.10) ในการประเมินค่า LSQ ดังนั้นจากการศึกษาการประเมินค่า LSQ จากภาพถ่ายซากสุกรถือว่าเป็นอีกวิธีที่สามารถนำมาใช้ในการทำนายซากสุกรทดแทนคนได้ในระดับที่ยอมรับได้ โดยการทำนายเส้นสมการบนเส้นการถดถอย (regression analysis) ซึ่งในงานทดลองในครั้งนี้เลือกตัวอย่างจากซากสุกรทั้งหมดเพื่อมาทำนายด้วยสมการ regression (ดังตารางที่ 4.11)

**ตารางที่ 4.8** สัมประสิทธิ์การตัดสินใจของการตรวจวัดค่าความหนาไขมันสันหลัง (Back fat thickness) (มิลลิเมตร) ระยะ b และดัชนี LSQ ที่ได้จากการวัดโดยตรงจากซาก และวัดจากภาพโดยแอปพลิเคชัน ของซากสุกรทดลองทั้งหมด (n=1,115)

รายการ	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> adj	RMSE	RMSEP
ความหนาไขมันสันหลัง ตำแหน่ง BF <sub>1</sub> (มม.)	0.370	0.369	4.426	4.421
ความหนาไขมันสันหลัง ตำแหน่ง BF <sub>2</sub> (มม.)	0.346	0.345	3.095	3.092
ความหนาไขมันสันหลัง ตำแหน่ง BF <sub>5</sub> (มม.)	0.611	0.611	2.959	2.956
ความหนาไขมันสันหลัง ตำแหน่ง BF <sub>4</sub> (มม.)	0.735	0.734	2.441	2.438
ความหนาไขมันสันหลัง ตำแหน่ง BF <sub>5</sub> (มม.)	0.612	0.612	3.884	3.880
ความหนาไขมันสันหลังรวม (มม.)	0.380	0.379	5.286	5.282
ตำแหน่ง b	0.571	0.571	2.713	2.710
ค่าดัชนี LSQ	0.849	0.849	0.028	0.028

**หมายเหตุ :** R<sup>2</sup> หมายถึงสัมประสิทธิ์การตัดสินใจ (Coefficient of Determination: R Square), RMSE หมายถึงค่าเฉลี่ยกำลังสอง (Root Mean Square Error), RMSEP หมายถึงค่าเฉลี่ยกำลังสองของการทำนาย (Root Mean Square Error of Prediction)

**ตารางที่ 4.9** สัมประสิทธิ์การตัดสินใจของการตรวจวัดค่าความหนาไขมันสันหลัง (Back fat thickness) (มิลลิเมตร) ระยะ b และดัชนี LSQ ที่ได้จากการวัดโดยตรงจากซาก และวัดจากภาพโดยแอปพลิเคชันของซากสุกรทดลองในสุกรน้ำหนักตัว  $\leq 110$  กิโลกรัม (n=466)

รายการ	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> adj	RMSE	RMSEP
ความหนาไขมันสันหลัง ตำแหน่ง BF <sub>1</sub> (มม.)	0.434	0.433	4.177	4.168
ความหนาไขมันสันหลัง ตำแหน่ง BF <sub>2</sub> (มม.)	0.318	0.317	3.076	3.069
ความหนาไขมันสันหลัง ตำแหน่ง BF <sub>5</sub> (มม.)	0.596	0.595	3.089	3.083
ความหนาไขมันสันหลัง ตำแหน่ง BF <sub>4</sub> (มม.)	0.736	0.735	2.431	2.426
ความหนาไขมันสันหลัง ตำแหน่ง BF <sub>5</sub> (มม.)	0.586	0.585	4.113	4.105
ความหนาไขมันสันหลังรวม (มม.)	0.555	0.554	2.873	2.867
ตำแหน่ง b	0.408	0.407	4.875	4.86
ค่าดัชนี LSQ	0.846	0.846	0.029	0.029

หมายเหตุ : R<sup>2</sup> หมายถึงสัมประสิทธิ์การตัดสินใจ (Coefficient of Determination: R Square), RMSE หมายถึงค่าเฉลี่ยกำลังสอง (Root Mean Square Error), RMSEP หมายถึงค่าเฉลี่ยกำลังสองของการทำนาย (Root Mean Square Error of Prediction)

**ตารางที่ 4.10** สัมประสิทธิ์การตัดสินใจของการตรวจวัดค่าความหนาไขมันสันหลัง (Back fat thickness) (มิลลิเมตร) ระยะ b และดัชนี LSQ ที่ได้จากการวัดโดยตรงจากซาก และวัดจากภาพโดยแอปพลิเคชัน ของซากสุกรทดลองในสุกรน้ำหนักตัว > 110 กิโลกรัม (n=626)

รายการ	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> adj	RMSE	RMSEP
ความหนาไขมันสันหลังตำแหน่ง BF <sub>1</sub> (มม.)	0.297	0.296	4.457	4.450
ความหนาไขมันสันหลังตำแหน่ง BF <sub>2</sub> (มม.)	0.326	0.325	3.058	3.053
ความหนาไขมันสันหลังตำแหน่ง BF <sub>3</sub> (มม.)	0.608	0.607	2.814	2.809
ความหนาไขมันสันหลังตำแหน่ง BF <sub>4</sub> (มม.)	0.727	0.727	2.421	2.417
ความหนาไขมันสันหลังตำแหน่ง BF <sub>5</sub> (มม.)	0.624	0.623	3.623	3.617
ความหนาไขมันสันหลังรวม (มม.)	0.539	0.538	2.877	2.873
ตำแหน่ง b	0.336	0.335	5.282	5.274
ค่าดัชนี LSQ	0.852	0.851	0.027	0.027

หมายเหตุ : R<sup>2</sup> หมายถึงสัมประสิทธิ์การตัดสินใจ (Coefficient of Determination: R Square), RMSE หมายถึงค่าเฉลี่ยกำลังสอง (Root Mean Square Error), RMSEP หมายถึงค่าเฉลี่ยกำลังสองของการทำนาย (Root Mean Square Error of Prediction)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

#### 4.5 ช่วงความเชื่อมั่น และค่าสัมประสิทธิ์ ของสมการ Regression จากการตรวจวัดโดยวิธี แอปพลิเคชัน เพื่อการทำนายผลความหนาไขมันสันหลัง (มิลลิเมตร) ระยะ b และดัชนี LSQ

##### 4.5.1 ช่วงความเชื่อมั่น และค่าสัมประสิทธิ์ ของสมการ Regression ของสุกรทั้งหมด

การดำเนินงานทดลองการหาช่วงความเชื่อมั่น และค่าสัมประสิทธิ์ วิธีกาวัดทั้ง 2 วิธี ดังในตารางที่ 4.11 การทำนายจากสมการวิเคราะห์การถดถอย (regression analysis) การตรวจวัดค่าความหนาไขมันสันหลังตำแหน่ง BF<sub>1</sub>, BF<sub>2</sub>, BF<sub>3</sub>, BF<sub>4</sub> BF<sub>5</sub> และตำแหน่ง b พบว่าสัมประสิทธิ์ของตัวแปรทำนายของจำนวนซากทั้งหมดมีค่าเท่ากับ 0.413, 0.754, 0.710, 0.875, 0.875 และ 0.436 ตามลำดับ มีช่วงความเชื่อมั่นอย่างน้อย 95% ที่จะอยู่ระหว่าง 0.381 - 0.445, 0.383 - 0.451, 0.676 - 0.744, 0.844 - 0.907, 0.718, - 0.789 และ 0.403 - 0.470 ตามลำดับ เมื่อคำนวณความหนาไขมันสันหลัง (Back fat thickness) พบว่าสัมประสิทธิ์ของตัวแปรทำนายของจำนวนซากทั้งหมดมีค่าเท่ากับ 0.625 และมีช่วงความเชื่อมั่นอย่างน้อย 95% ที่จะอยู่ระหว่าง 0.593 - 0.657 และค่าดัชนี LSQ จากวิธีการวัดทั้ง 2 วิธี พบว่าสัมประสิทธิ์ของตัวแปรทำนายของจำนวนซากทั้งหมดมีค่าเท่ากับ 0.824 ซึ่งแสดงความสัมพันธ์เชิงเส้นตรงโดยวิธีการ LSQ มีการกระจายของช่วงความเชื่อมั่นถือว่าแคบดีที่ช่วงความเชื่อมั่นอย่างน้อย 95% ที่จะอยู่ระหว่าง 0.803 - 0.844

โดยความถูกต้องของการทำนายตามสมการ Regression พิจารณาได้จากขนาดของรากที่สองของค่าเฉลี่ยของการทำนาย (Mean square error of prediction; RMSEP) โดยหากค่า RMSEP สูงขึ้น ความถูกต้องจะลดลง (Pomar and Marcoux, 2005) จากตารางที่ 4.8, 4.9 และ 4.10 พบว่าดัชนี LSQ มีค่า RMSEP ต่ำที่สุด ดังนั้นการวัดคุณภาพซากสุกรจากภาพถ่ายโดยแอปพลิเคชัน ค่าดัชนี LSQ เป็นการประเมินคุณภาพซากและเกรดของซากสุกรที่เหมาะสมที่สุด เมื่อเทียบกับการวัดความหนาไขมันสันหลังในตำแหน่งต่างๆ ทั้งนี้จะเป็นผลมาจากค่าดัชนี LSQ เป็นค่าที่เกิดจากการคำนวณจากอัตราส่วนของหน่วยความยาว (ไม่มีหน่วย) ในขณะที่ความหนาไขมันสันหลังที่ตำแหน่งต่างๆ และความหนาไขมันสันหลังรวม เป็นหน่วยความยาว (หน่วยเป็น มิลลิเมตร)

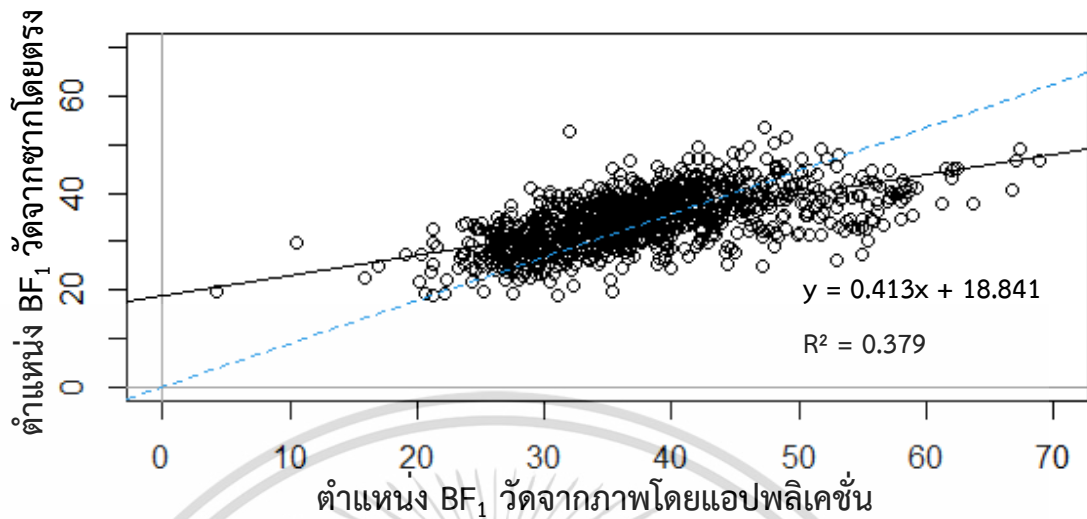
##### 4.5.2 การทำนายบนเส้นการถดถอย (regression analysis)

จากกราฟแสดงการทำนายบนเส้นการถดถอย (regression analysis) โดยใช้ค่าตัวแปรทำนาย (X) จากการวัดโดยแอปพลิเคชัน เพื่อทำนายค่าทำนาย (Y) ซึ่งเป็นค่าตัวแปรที่ได้จากการวัดโดยวิธีโดยตรงของกลุ่มสุกรน้ำหนักมีชีวิต ทั้งหมด 95 - 131 กิโลกรัม พบว่า จากภาพที่ 4.1 - 4.8 การหาความสัมพันธ์ของค่าสัมประสิทธิ์พบว่าตำแหน่ง BF<sub>4</sub> (0.875) มีค่าสูงที่สุด และในตำแหน่ง BF<sub>1</sub> (0.413) มีค่าน้อยที่สุด ซึ่งแสดงความสัมพันธ์เชิงเส้นตรง อย่างไรก็ตาม จากภาพที่ 4.8 การประเมินค่า LSQ ค่า R<sup>2</sup> เท่ากับ 0.849 ซึ่งแสดงให้เห็นถึงความสัมพันธ์กันกับวิธีวัดโดยแอปพลิเคชันกับวิธีการวัดโดยตรงจากซากโดยมีความสัมพันธ์กันในลักษณะเชิงเส้น (Linear) โดยการตรวจสอบความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรสองตัวที่วัดทั้ง 2 วิธี แสดงไว้ในภาพที่ 4.1 - 4.24 แผนภาพการกระจายของตำแหน่งของค่าสังเกตด้วยจุดคะแนนส่วนใหญ่กระจายตัวอยู่บนเส้นถดถอย โดยเส้นทึบ = เส้นสมการถดถอย

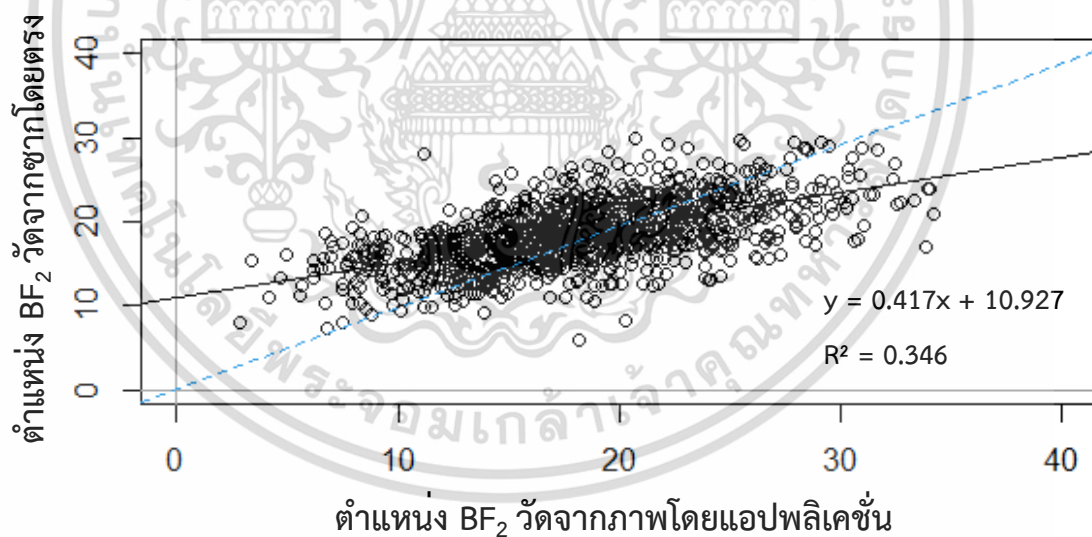
เส้นประ = Equality line

#### 4.5.3 การทำนายบนเส้นการถดถอย (regression analysis) ของสุกรตามกลุ่มน้ำหนัก

จากกราฟแสดงการทำนายบนเส้นการถดถอย (regression analysis) จากการวิเคราะห์แบบ Cluster analysis (ดังภาพที่ 4.9-4.16) โดยแบ่งเส้นสมการถดถอยออกเป็น 2 เส้น เส้นสีฟ้า = สุกรน้ำหนักตัว  $\leq 110$  กก. และเส้นสีเขียว = สุกรน้ำหนักตัว  $> 110$  กก. เพื่อหาความสัมพันธ์การกระจายตัวของตัวทำนายว่าห่างหรืออยู่ใกล้เส้น ซึ่งจากวิธีการคำนวณหาค่าความหนาไขมันสันหลัง (Back fat thickness) พบว่ามีเป็นความสัมพันธ์แบบเชิงเส้น (Linear) ซึ่งมีลักษณะที่ขนาดกันและมีค่าใกล้เคียงกันมากในทิศทางเดียวกัน ที่ค่า  $R^2$  0.555 ในสุกรน้ำหนักตัว  $\leq 110$  กก. และ  $R^2$  0.536 ในสุกรน้ำหนักตัว  $> 110$  กก. แต่อย่างไรก็ตามเมื่อสังเกตการกระจายตัวของจุดพวามีจากกระจายตัวห่างจากเส้นค่อนข้างเยอะ ส่งผลให้เมื่อค่าความหนาไขมันสันหลังที่วัดด้วยแอปพลิเคชันเพิ่มขึ้น ค่าความหนาไขมันสันหลังที่วัดจากซากโดยตรงก็เพิ่มตามไปด้วยหรือเรียกว่า การแปรผันตรง ในขณะที่การประเมินค่า LSQ พบว่ามีเป็นความสัมพันธ์แบบเชิงเส้น (Linear) ซึ่งมีลักษณะตัดกันเล็กน้อย และมีค่าใกล้เคียงกันมาก ที่ค่า  $R^2$  0.846 ในสุกรน้ำหนักตัว  $\leq 110$  กก. และค่า  $R^2$  0.856 ในสุกรน้ำหนักตัว  $> 110$  กก. โดยเมื่อสังเกตการกระจายตัวของตัวทำนายพบว่า มีจากกระจายตัวอยู่ใกล้เส้นถดถอยเกาะกลุ่มกันซึ่งแสดงถึงความผันแปรที่น้อย ดังนั้นวิธีการประเมินค่า LSQ มีโอกาสที่จะสามารถทำนายผลได้ดีกว่า เนื่องจากค่า LSO เป็นอัตราส่วนของความยาวหรือระยะทาง จึงช่วยลดความผันแปรที่เกิดขึ้นได้จากการใช้ค่าความยาวหรือระยะทางโดยตรง นอกจากนี้ยังมีงานวิจัยของ Jan *et al.* (2021) รายงานการเปรียบเทียบการจำแนกสุกรโดยใช้ Fat-O-Meater ในประเทศสโลวาเกีย พบว่าการประเมินของซากสุกรจากอังก์รี มีค่า  $R^2$  เท่ากับ 0.27, 0.45, 0.56, 0.67, 0.75 และ 0.83 จัดอยู่ในประเภท S, E, U, R, O และ P ตามลำดับ จากการรายงานดังกล่าวพบว่า การทำนายสมการของประเทศสโลวาเกียในการจัดประเภทในชั้น P ( $R^2 = 0.83$ ) มีความใกล้เคียงกับการศึกษาในครั้งนี้ที่สุด และยังมีรายงานของ Santosh *et al.* (2018) กล่าวว่าการพัฒนาแบบจำลองการทำนายแบบไม่ทำลายซากสำหรับเปอร์เซ็นต์เนื้อไม่ติดมัน (LMP) ในซากสุกรเกาหลี พบว่าสมการทำนายเพื่อประเมินซากสุกรทั้งหมดโดยอิงจากตัวแปร 6 ตัวแปร มีค่าสัมประสิทธิ์การตัวสั้นใจ ( $R^2$ ) เท่ากับ 0.77 (ค่าคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ยราก [RMSEV] อยู่ที่ 2.12%) นอกจากนี้ค่าสัมประสิทธิ์การตัวสั้นใจ ได้แก่ แสม หน้าท้อง และไหล่มีค่า  $R^2$  มากกว่า 0.8 ผลลัพธ์เหล่านี้บ่งชี้ว่าการทำนายสมการที่ใช้ VCS2000 สามารถใช้ในการประเมินในซากสุกรทางออนไลน์และแบบเรียลไทม์

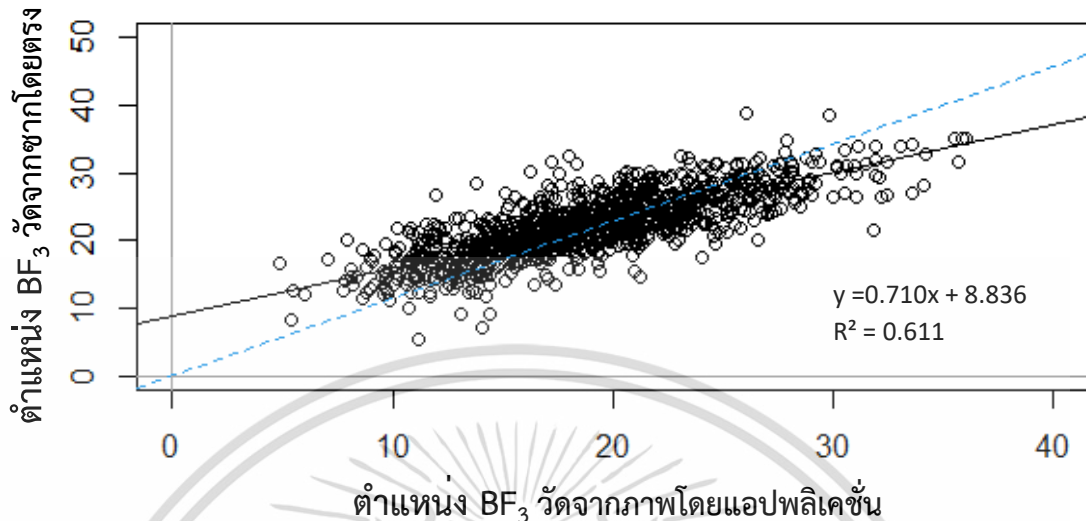


ภาพที่ 4.1 ตำแหน่งความหนาของไขมันสันหลังบริเวณไหล่ หรือส่วนที่หนาที่สุด ตรงกระดูกซี่โครงซี่ที่ 1 หรือ BF<sub>1</sub> ที่วัดจากซากโดยตรง และที่วัดจากภาพโดยแอปพลิเคชันจากซากสุกรทั้งหมด (n=1,115) เส้นทึบ = เส้นสมการถดถอย (Regression line) เส้นประ = Equality line

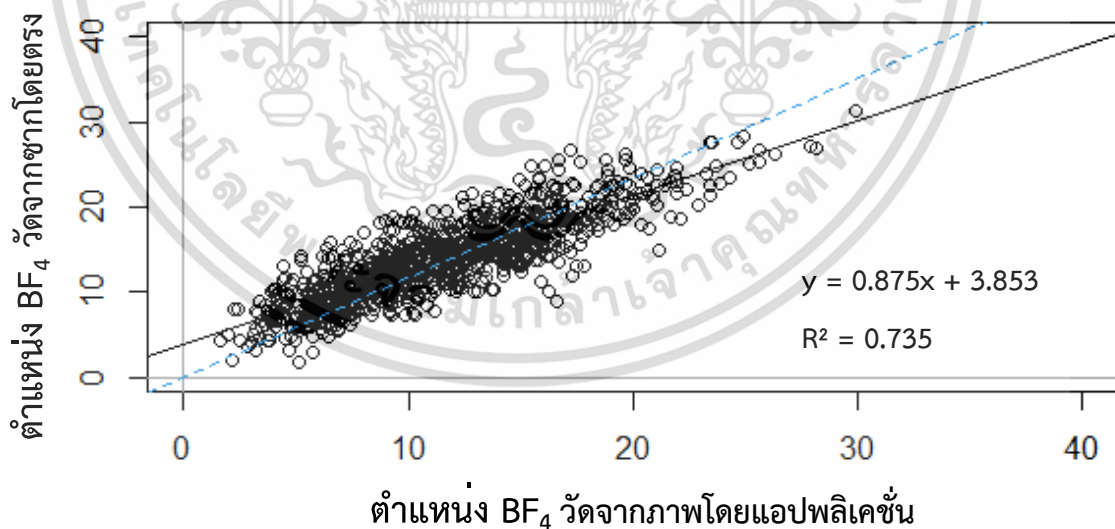


ภาพที่ 4.2 ตำแหน่งความหนาของไขมันสันหลังบริเวณกลางหลัง หรือส่วนที่บางที่สุด ตรงกระดูกซี่โครงซี่ที่ 13/14 หรือ BF<sub>2</sub> ที่วัดจากซากโดยตรง และที่วัดจากภาพโดยแอปพลิเคชันจากซากสุกรทั้งหมด (n=1,115) เส้นทึบ = เส้นสมการถดถอย (Regression line) เส้นประ = Equality line

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

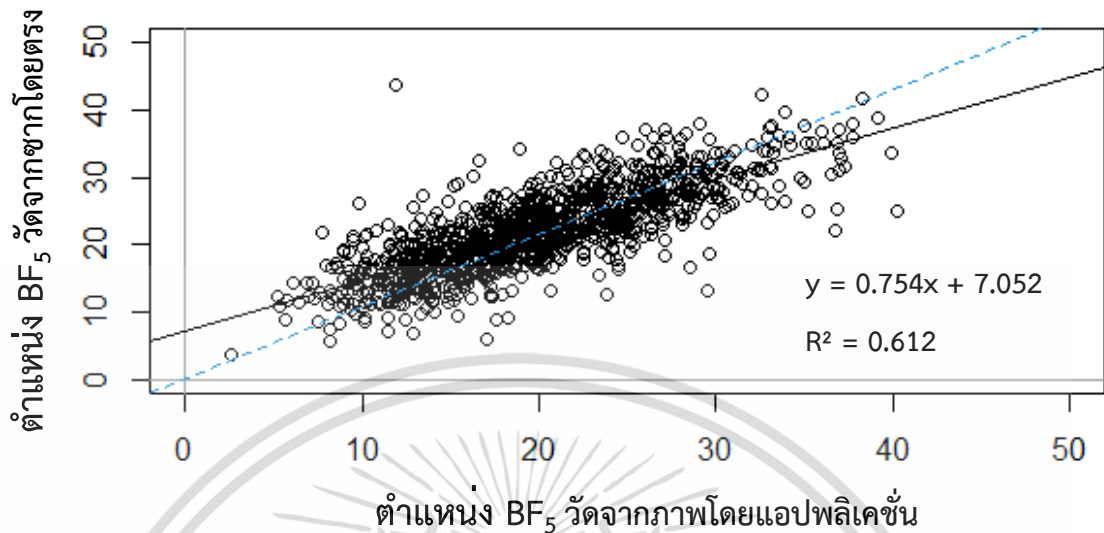


ภาพที่ 4.3 ตำแหน่งความหนาของไขมันสันหลังตรงจุดที่ฐานสามเหลี่ยมของกล้ามเนื้อ *Gluteus Medius* จนถึงบริเวณขอบหนัง หรือ  $BF_3$  ที่วัดจากซากโดยตรง และที่วัดจากภาพโดยแอปพลิเคชันจากซากสุกรทั้งหมด ( $n=1,115$ ) เส้นทึบ = เส้นสมการถดถอย (Regression line) เส้นประ = Equality line

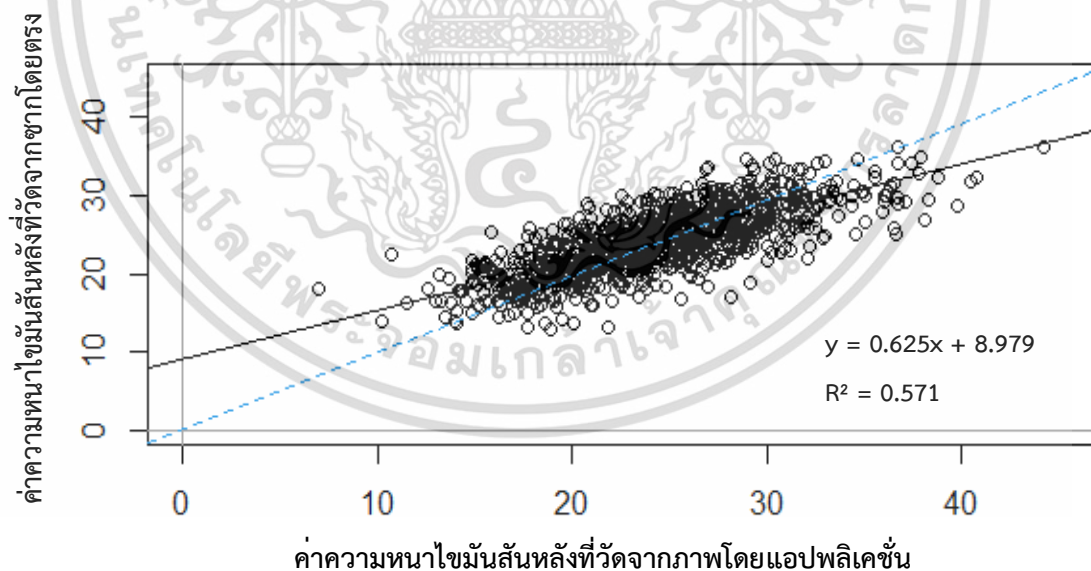


ภาพที่ 4.4 ตำแหน่งความหนาของไขมันสันหลังตรงจุดกลางส่วนที่ไขมันสันหลังบางที่สุดของกล้ามเนื้อ *Gluteus Medius* จนถึงบริเวณขอบหนัง หรือ  $BF_4$  ที่วัดจากซากโดยตรง และที่วัดจากภาพโดยแอปพลิเคชันจากซากสุกรทั้งหมด ( $n=1,115$ ) เส้นทึบ = เส้นสมการถดถอย (Regression line) เส้นประ = Equality line

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

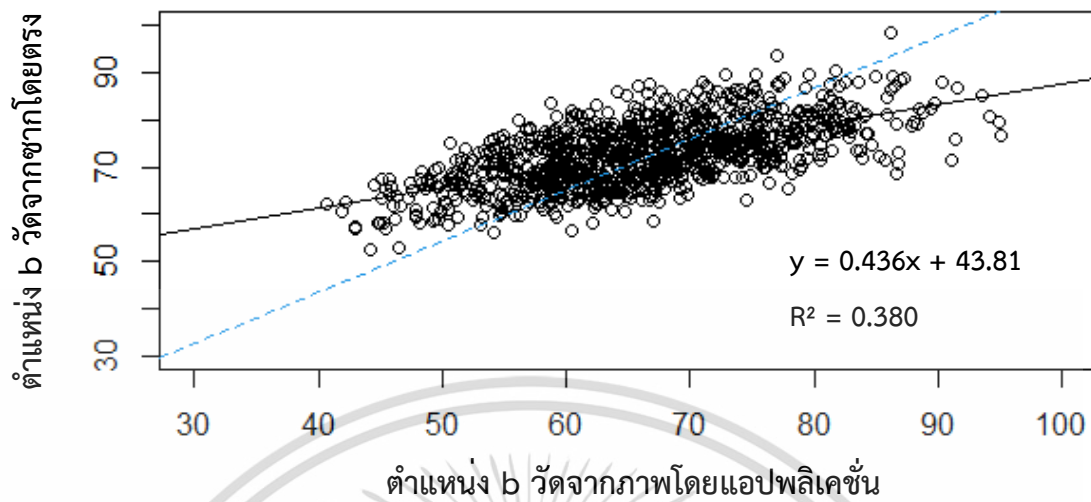


ภาพที่ 4.5 ตำแหน่งความหนาของไขมันสันตรงจุดมูมบนของฐานสามเหลี่ยมของกล้ามเนื้อ *Gluteus Medius* จนถึงบริเวณขอบหนัง หรือ BF<sub>5</sub> ที่วัดจากซากโดยตรง และที่วัดจากภาพโดยแอปพลิเคชันจากซากสุกรทั้งหมด (n=1,115) เส้นทึบ = เส้นสมการถดถอย (Regression line) เส้นประ = Equality line

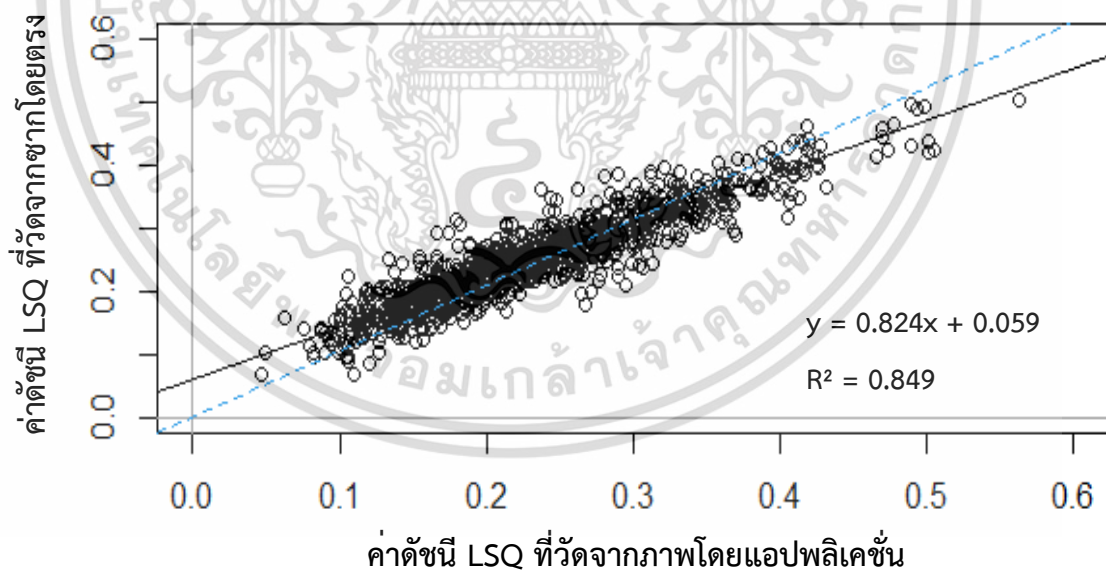


ภาพที่ 4.6 การตรวจวัดค่าความหนาไขมันสันหลัง (Back fat thickness) ที่วัดจากซากโดยตรง และที่วัดจากภาพโดยแอปพลิเคชัน จากซากสุกรทั้งหมด (n=1,115) เส้นทึบ = เส้นสมการถดถอย (Regression line) เส้นประ = Equality line

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

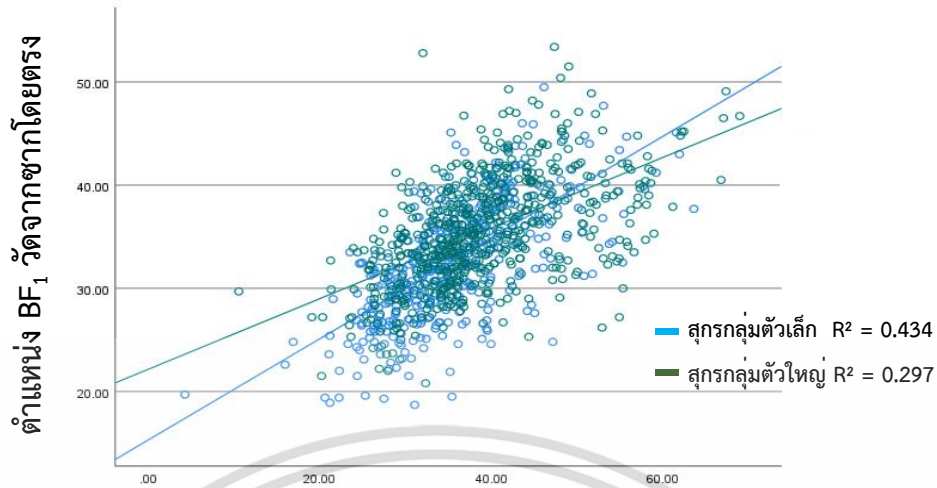


ภาพที่ 4.7 ตำแหน่งวัดจากจุดที่มุมล่างของฐานรูปสามเหลี่ยมของกล้ามเนื้อ *Gluteus Medius* ไปตั้งฉากกับแนวของท่อนำไขสันหลัง หรือ  $b$  ที่วัดจากซากรโดยตรง และที่วัดจากภาพโดยแอปพลิเคชันจากซากรทุกรวม (n=1,115) เส้นทึบ = เส้นสมการถดถอย (Regression line) เส้นประ = Equality line



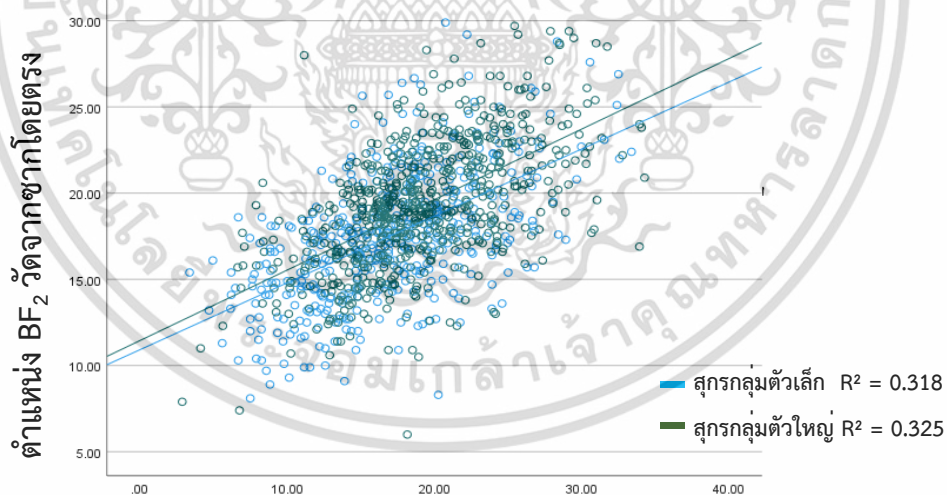
ภาพที่ 4.8 การวัดค่าดัชนี LSQ (Lenden-Speck-Quotient) ที่วัดจากซากรโดยตรง และที่วัดจากภาพโดยแอปพลิเคชัน จากซากรทุกรวม (n=1,115) เส้นทึบ = เส้นสมการถดถอย (Regression line) เส้นประ = Equality line

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ตำแหน่ง BF<sub>1</sub> วัดจากภาพโดยแอปพลิเคชัน

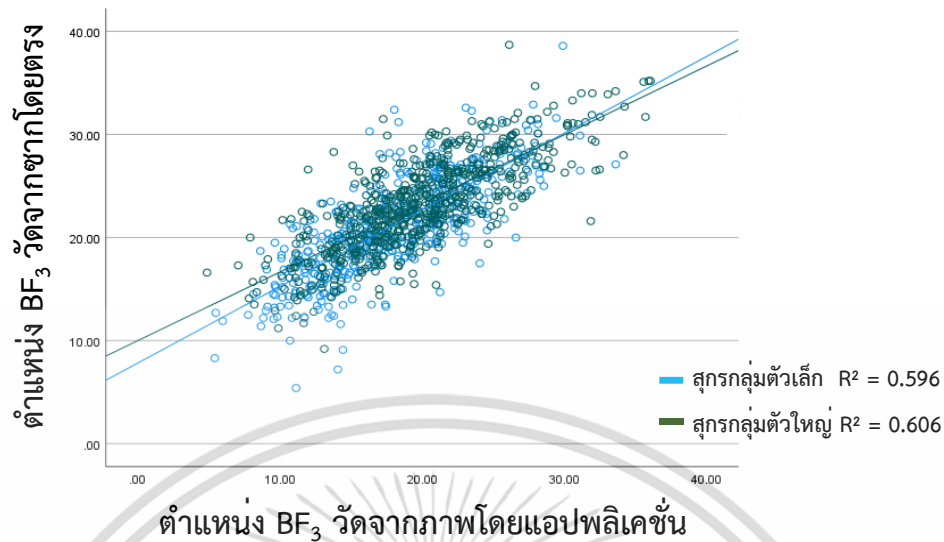
ภาพที่ 4.9 ตำแหน่งความหนาของไขมันสันหลังบริเวณไหล่ หรือส่วนที่หนาที่สุด ตรงกระดูกซี่โครงซี่ที่ 1 หรือ BF<sub>1</sub> ที่วัดจากซากโดยตรง และที่วัดจากภาพโดยแอปพลิเคชันจากซากสุกร เส้นสมการถดถอยสีฟ้า = สุกรน้ำหนักตัว  $\leq 110$  กก. เส้นสมการถดถอยสีเขียว = สุกรน้ำหนักตัว  $> 110$  กก.



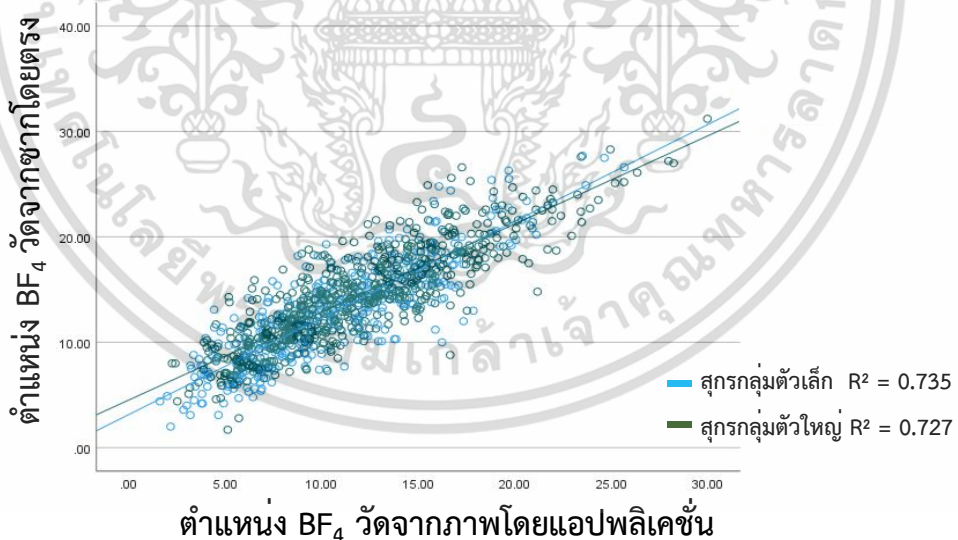
ตำแหน่ง BF<sub>2</sub> วัดจากภาพโดยแอปพลิเคชัน

ภาพที่ 4.10 ตำแหน่งความหนาของไขมันสันหลังบริเวณกลางหลัง หรือส่วนที่บางที่สุด ตรงกระดูกซี่โครงซี่ที่ 13/14 หรือ BF<sub>2</sub> ที่วัดจากซากโดยตรง และที่วัดจากภาพโดยแอปพลิเคชันจากซากสุกร เส้นสมการถดถอยสีฟ้า = สุกรน้ำหนักตัว  $\leq 110$  กก. เส้นสมการถดถอยสีเขียว = สุกรน้ำหนักตัว  $> 110$  กก.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

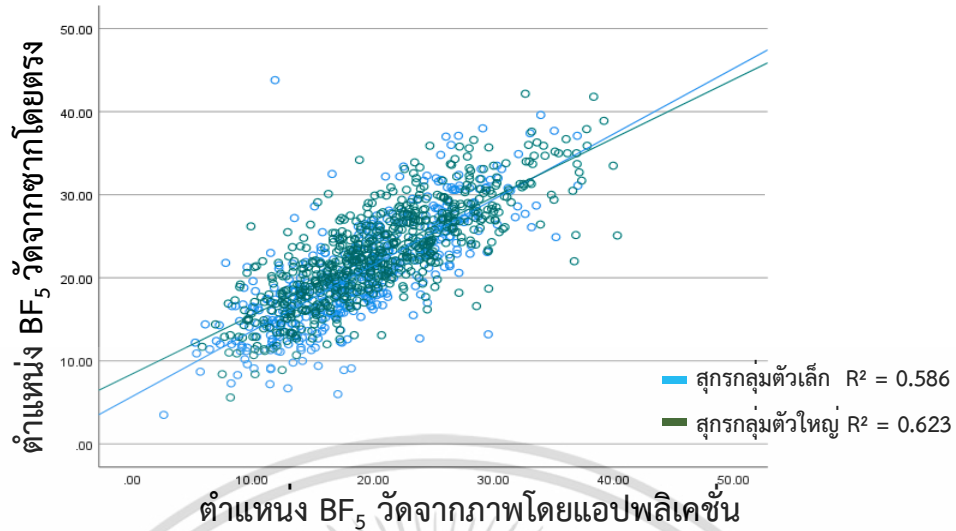


ภาพที่ 4.11 ตำแหน่งความหนาของไขมันสันหลังตรงจุดที่ฐานสามเหลี่ยมของกล้ามเนื้อ *Gluteus Medius* จนถึงบริเวณขอบหนัง หรือ BF<sub>3</sub> ที่วัดจากซากโดยตรง และที่วัดจากภาพโดยแอปพลิเคชันจากซากสกรร เส้นสมการถดถอยสีฟ้า = สกรรน้ำหนักตัว ≤ 110 กก. เส้นสมการถดถอยสีเขียว = สกรรน้ำหนักตัว > 110 กก.

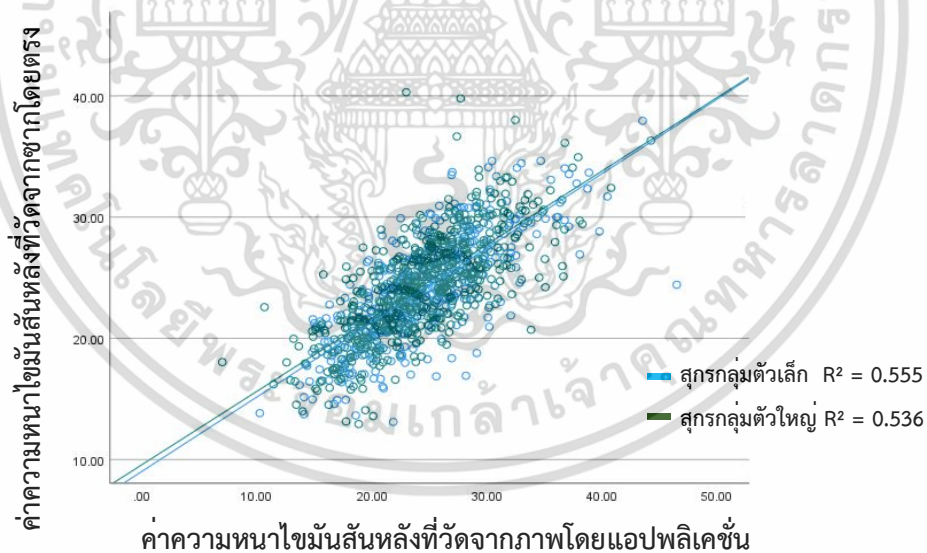


ภาพที่ 4.12 ตำแหน่งความหนาของไขมันสันหลังตรงจุดกลางส่วนที่ไขมันสันหลังบางที่สุดของกล้ามเนื้อ *Gluteus Medius* จนถึงบริเวณขอบหนัง หรือ BF<sub>4</sub> ที่วัดจากซากโดยตรง และที่วัดจากภาพโดยแอปพลิเคชันจากซากสกรร เส้นสมการถดถอยสีฟ้า = สกรรน้ำหนักตัว ≤ 110 กก. เส้นสมการถดถอยสีเขียว = สกรรน้ำหนักตัว > 110 กก.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

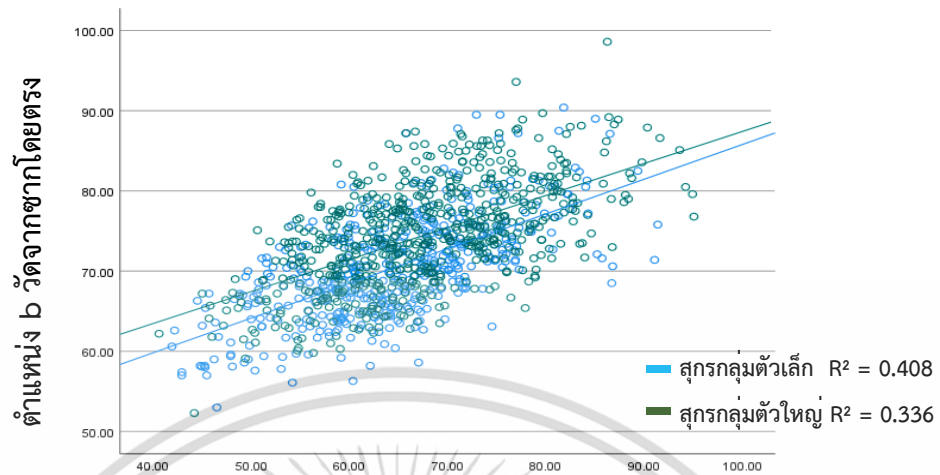


ภาพที่ 4.13 ตำแหน่งความหนาของไขมันสันตรงจุดมุมบนของฐานสามเหลี่ยมของกล้ามเนื้อ *Gluteus Medius* จนถึงบริเวณขอบหนัง หรือ BF<sub>5</sub> ที่วัดจากซากโดยตรง และที่วัดจากภาพโดยแอปพลิเคชันจากซากสุกร เส้นสมการถดถอยสีฟ้า = สุกรน้ำหนักตัว  $\leq$  110 กก. เส้นสมการถดถอยสีเขียว = สุกรน้ำหนักตัว  $>$  110 กก.



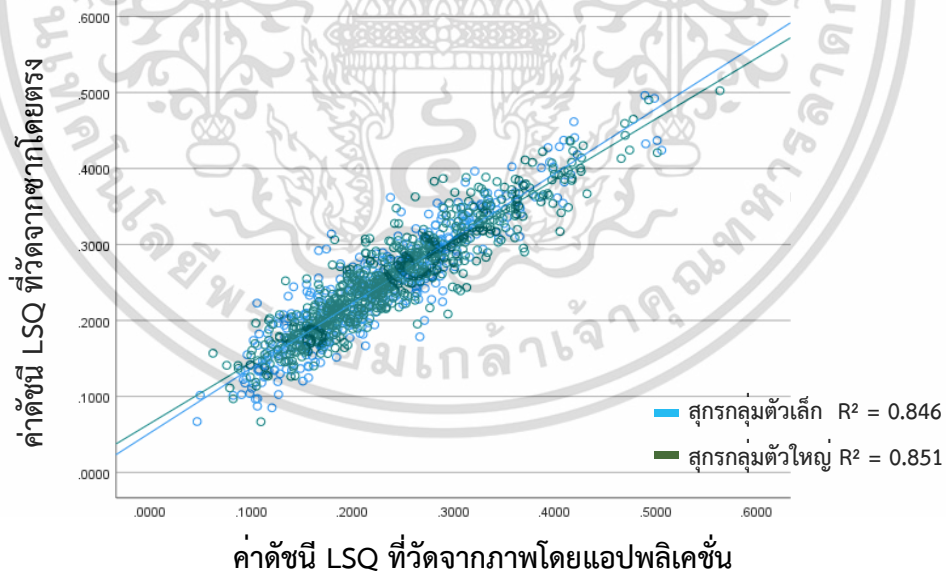
ภาพที่ 4.13 การตรวจวัดค่าความหนาไขมันสันหลัง (Back fat thickness) ที่วัดจากซากโดยตรง และที่วัดจากภาพโดยแอปพลิเคชันจากซากสุกร เส้นสมการถดถอยสีฟ้า = สุกรน้ำหนักตัว  $\leq$  110 กก. เส้นสมการถดถอยสีเขียว = สุกรน้ำหนักตัว  $>$  110 กก.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ตำแหน่ง b วัดจากภาพโดยแอปพลิเคชัน

ภาพที่ 4.15 ตำแหน่งวัดจากจุดที่มุมล่างของฐานรูปสามเหลี่ยมของกล้ามเนื้อ *Gluteus Medius* ไปตั้งฉากกับแนวของท่อนำไขสันหลัง หรือ b ที่วัดจากซากโดยตรง และที่วัดจากภาพโดยแอปพลิเคชันจากซากสุกร เส้นสมการถดถอยสีฟ้า = สุกรน้ำหนักตัว  $\leq 110$  กก. เส้นสมการถดถอยสีเขียว = สุกรน้ำหนักตัว  $> 110$  กก.



ค่าดัชนี LSQ ที่วัดจากภาพโดยแอปพลิเคชัน

ภาพที่ 4.16 การวัดค่าดัชนี LSQ (Lenden-Speck-Quotient) ที่วัดจากซากโดยตรง และที่วัดจากภาพโดยแอปพลิเคชันจากซากสุกร เส้นสมการถดถอยสีฟ้า = สุกรน้ำหนักตัว  $\leq 110$  กก. เส้นสมการถดถอยสีเขียว = สุกรน้ำหนักตัว  $> 110$  กก.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

#### 4.5 ผลการหาสมการ Regression ของช่วงความเชื่อมั่น และค่าสัมประสิทธิ์ เพื่อจัดลำดับชั้น LSQ ที่ได้จากการวิธีการวัดโดยตรงจากซาก วัดจากภาพถ่ายโดยออปติเคชั่น

จากตารางที่ 4.11 แสดงค่าสัมประสิทธิ์และช่วงความเชื่อมั่น 95% ของของตัวแปรทำนาย และ Intercept จากสมการ Regression ที่ใช้ทำนายค่าที่วัดจากซากโดยตรง โดยใช้ค่าที่วัดได้จากภาพถ่ายโดยออปติเคชั่นเป็นตัวแปรทำนาย โดยสมการ Regression ที่เหมาะสมในการใช้ทำนายเกรดซากมากที่สุด คือ สมการ Regression ของดัชนี LSQ มีความเหมาะสมมากที่สุด เนื่องจากมีค่า  $R^2$  สูงที่สุด โดยเลือกใช้สมการของของซากสุกรทั้งหมด เนื่องจากลักษณะความชันของเส้นกราฟ Regression ของกลุ่มซากสุกรน้ำหนักตัว  $\leq 110$  กก. และสุกรน้ำหนักตัว  $> 110$  กก. ต่างกันเพียงเล็กน้อย (ภาพที่ 4.32) และเมื่อนำมาใช้ทำนายดัชนี LSQ (ดังตารางที่ 4.12)

ตารางที่ 4.11 ค่าสัมประสิทธิ์และช่วงความเชื่อมั่น 95% ของของตัวแปรทำนาย และ Intercept จากสมการ Regression ที่ใช้ทำนายค่าที่วัดจากซากโดยตรง โดยใช้ค่าที่วัดได้จากภาพถ่ายโดยออปติเคชั่นเป็นตัวแปรทำนาย

รายการ	ตัวแปรทำนาย		Intercept	
	สัมประสิทธิ์	95% Confidence Interval	สัมประสิทธิ์	95% Confidence Interval
ความหนาไขมันสันหลัง				
ตำแหน่ง BF <sub>1</sub> (มม.)	0.413	0.380 - 0.445	18.841	17.601 - 20.073
ตำแหน่ง BF <sub>2</sub> (มม.)	0.417	0.383 - 0.451	10.927	10.279 - 11.575
ตำแหน่ง BF <sub>3</sub> (มม.)	0.710	0.676 - 0.744	8.836	8.170 - 9.502
ตำแหน่ง BF <sub>4</sub> (มม.)	0.875	0.844 - 0.907	3.853	3.470 - 4.237
ตำแหน่ง BF <sub>5</sub> (มม.)	0.754	0.718 - 0.789	7.052	6.304 - 7.800
ความหนาไขมันสันหลังรวม (มม.)	0.625	0.593 - 0.657	8.979	8.184 - 9.774
ตำแหน่ง b	0.436	0.403 - 0.470	43.814	41.599 - 46.029
ค่าดัชนี LSQ	0.824	0.803 - 0.8441	0.059	0.054 - 0.064

ตารางที่ 4.12 จากผลการจัดลำดับชั้น LSQ ที่ได้จากการวิธีการวัดโดยตรงจากซาก วัดจากภาพถ่ายโดยออปติเคชั่น จากซากสุกรจำนวน 1,115 ซาก สามารถสรุปได้ว่า ค่าทำนายของดัชนีเฉลี่ย ไม่ต่างจาก ( $P>0.05$ ) ค่าดัชนีเฉลี่ยที่วัดได้จากซากสุกรโดยตรง โดยเมื่อเทียบเป็นลำดับชั้นของ LSQ แล้ว พบว่า จากข้อมูลซากสุกรทั้งหมด 1,115 ซาก โดยใช้การประเมินค่า LSQ จากการวัดเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยตรงจากซาก และการวัดโดยแอปพลิเคชัน พบว่า ซากจำนวน 334 จากการวัดโดยตรงจากซากใน ระดับชั้นที่ 1 มีค่า LSQ  $\leq 0.20$  ในขณะที่วิธีวัดโดยแอปพลิเคชันมีซากจำนวน 464 ซาก โดยจะเห็น ได้ว่าถ้าใช้วิธีวัดโดยแอปพลิเคชันประเมินค่า LSQ จะทำให้สุกรมีเกรดซากดีขึ้นในระดับชั้นเกรดชั้นที่ 1 ซึ่งแสดงถึงปริมาณเนื้อแดงมากขึ้นและมีไขมันน้อย ทั้งนี้จากการรายงานของ จุฑารัตน์ เศรษฐกุล และคณะ (2546) กล่าวว่าถ้าการประเมินค่า LSQ ต่ำกว่า 0.20 จะส่งผลให้มีปริมาณเนื้อแดงเท่ากับ 48.47 และมีปริมาณไขมันเท่ากับ 14.39 ซึ่งในการทดลองการวัดโดยตรงจากซากสุกรส่วนใหญ่อยู่ใน ระดับชั้นที่ 2 มีค่า LSQ 0.21-0.25 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.2529 และวัดโดยวิธีแอปพลิเคชันอยู่ใน ระดับชั้นที่ 1 มีค่า LSQ  $\leq 0.20$  มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.2358 เมื่อใช้สมการ Regression ด้วยวิธี แอปพลิเคชันค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.2533 ซึ่งไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ( $P>0.05$ ) เมื่อเทียบกับวิธีการ วัดโดยตรง ดังนั้นจึงมีความน่าจะเป็นไปได้ในการใช้แอปพลิเคชันตรวจวัดคุณภาพซากสุกรโดยวัดค่า LSQ จากนั้นทำนายค่าโดยใช้สมการถดถอย คือ  $LSQ (\text{ทำนาย}) = 0.824X + 0.059$  โดย X คือ LSQ ที่ได้จากการวัดโดยแอปพลิเคชัน

**ตารางที่ 4.12** ผลการจัดลำดับชั้น LSQ และค่าดัชนี LSQ ที่ได้จากการวิธีการวัดโดยตรงจากซาก วัด จากภาพถ่ายโดยแอปพลิเคชัน และวัดโดยแอปพลิเคชันร่วมกับสมการทำนาย ( $n=1,115$ )

ระดับ	ค่าดัชนี LSQ	จำนวนซาก (%)		วิธีทำนาย LSQ โดยสมการ Regression <sup>α</sup>
		วิธีวัดโดยตรง	วิธีวัดโดยแอปพลิเคชัน	
1	<0.20	334 (29.96%)	464 (41.61%)	325 (29.15%)
2	0.21-0.25	312 (27.98)	259 (23.23)	325 (29.15)
3	0.26-0.32	297 (26.64)	252 (22.60)	320 (28.70)
4	0.33-0.38	126 (11.30)	85 (7.62)	100 (8.97)
5	0.39-0.44	36 (3.23)	37 (3.32)	33 (2.96)
6	>0.45	10 (0.90)	18 (1.61)	12 (1.08)
รายการ		ค่าดัชนี LSQ		
ค่าเฉลี่ย		0.2529	0.2358*	0.2533
ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน		0.0734	0.0826	0.0680

\* มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P<0.0001$ ) เมื่อเทียบกับวิธีวัดโดยตรง และเมื่อเทียบกับค่าทำนาย

<sup>α</sup>  $LSQ (\text{ทำนาย}) = 0.824X + 0.059$

LSQ (ทำนาย) คือค่าทำนาย LSQ

X คือ LSQ ที่ได้จากการวัดโดยแอปพลิเคชัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บทที่ 5

### สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

การศึกษาการวัดความหนาไขมันสันหลัง และการประเมินค่า LSQ โดยใช้สุกรน้ำหนักมีชีวิตรวม 95 – 131 กิโลกรัม จากภาพถ่ายด้วยแอปพลิเคชันเปรียบเทียบกับการใช้เวอร์เนียร์โดยคนวัดจากซากสุกรที่โรงฆ่า สามารถจำแนกน้ำหนักสุกรออกเป็น 2 กลุ่ม คือ สุกรน้ำหนักมีชีวิต 95 - 110 กิโลกรัม ( $\leq 110$  กิโลกรัม) และสุกรน้ำหนักมีชีวิต 111 - 131 กิโลกรัม ( $> 110$  กิโลกรัม) ผลจากการศึกษาพบว่าผลการศึกษาพบว่าน้ำหนักซากซากชีกขวาเฉลี่ย 43.2 กิโลกรัม ความหนาไขมันสันหลัง ตำแหน่ง BF<sub>1</sub>, BF<sub>2</sub>, BF<sub>3</sub>, BF<sub>4</sub> และ BF<sub>5</sub> จากการวัดด้วยวิธีโดยตรงมีค่าเฉลี่ย เท่ากับ 34.340, 18.530, 22.380, 13.800 และ 22.090 มิลลิเมตร และจากการวัดด้วยแอปพลิเคชันมีค่าเฉลี่ย เท่ากับ 37.570, 18.224, 19.070, 11.360 และ 19.950 มิลลิเมตร ตามลำดับ ค่าดัชนี Lenden – Speck – Quotient (LSQ) จากการวัดด้วยวิธีโดยตรงมีค่าเฉลี่ย เท่ากับ 0.252 และจากการวัดด้วยแอปพลิเคชันมีค่าเฉลี่ย เท่ากับ 0.235 ตามลำดับ เมื่อสร้างสมการถดถอย (Regression) โดยใช้ผลการวัดด้วยแอปพลิเคชัน เป็นตัวแปรทำนาย พบค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจ ( $R^2$ ) ที่ตำแหน่ง BF<sub>1</sub>, BF<sub>2</sub>, BF<sub>3</sub>, BF<sub>4</sub>, BF<sub>5</sub> และ LSQ มีค่าเท่ากับ 0.370, 0.346, 0.611, 0.735, 0.612 และ 0.849 ตามลำดับ การประเมินคุณภาพซากสุกรโดยใช้แอปพลิเคชันเพื่อวัดค่า LSQ มีโอกาสเป็นไปได้สูงสุด เมื่อนำสมการถดถอยของ LSQ มาทำนายผล พบว่าค่าทำนายจากสมการ LSQ (ทำนาย) =  $0.824x + 0.059$  โดยตัวแปร X คือ LSQ ที่ได้จากการวัดด้วยแอปพลิเคชัน ซึ่งค่าทำนายจากสมการถดถอยไม่มีความแตกต่างทางสถิติจากค่าที่ได้จากการวัดโดยตรง ดังนั้นจึงมีความเป็นไปได้ในการใช้แอปพลิเคชันวัดคุณภาพซากสุกรที่โรงฆ่า โดยการวัด LSQ จากนั้นทำนายค่าโดยใช้สมการถดถอย

#### 5.1 ข้อเสนอแนะ

งานวิจัยนี้มีโอกาสความเป็นไปได้ที่จะประยุกต์ใช้วิธีการวัดคุณภาพซากสุกร โดยการนำเทคโนโลยีด้านนี้มาใช้เพื่อถ่ายภาพและวัดเกรดซากสุกร เพื่อลดประเด็นปัญหาที่เกี่ยวข้องจากการตรวจวัดโดยคน และถ้าจะให้มีความแม่นยำสูงขึ้น และการลดข้อผิดพลาดของตำแหน่งที่วัดที่ส่งผลต่อความแม่นยำของการในการวัดคุณภาพซากจากภาพถ่าย ควรทำการมาส์กบริเวณไขมันส่วนหลังบริเวณจุดตำแหน่งที่วัดจริงเพื่อให้ได้ภาพที่วัดโดยมีตำแหน่งที่ตรงกัน อย่างไรก็ตามยังคงต้องทำการศึกษาและทดลองเพิ่มเติมในอีกหลายด้าน เพื่อความแม่นยำและเป็นแนวทางสำหรับการใช้แอปพลิเคชันเพื่อประเมินเกรดซากจากภาพถ่ายซากสุกรได้ในอนาคต

## บรรณานุกรม

- พรชัย หงษ์ขุนทด, ทศน์วรรณ สมจันทร์ และ สุทธิพงษ์ อริยะพงศ์สรรค์. 2545. ระบบ HACCP กับ สุขอนามัยเนื้อสัตว์ในโรงฆ่าสัตว์. ภาควิชาสัตวศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น. **วารสารสัตวแพทยศาสตร์ มข.** ปีที่ 12 ฉบับที่ 2.
- จินดา สวัสดิ์ทวี. 2554. สัมประสิทธิ์การแปรผันของสองตัวแปรที่สัมพันธ์กัน. **วารสารวิทยาศาสตร์ลาดกระบัง.** ปีที่ 20 ฉบับที่ 2.
- จุฑารัตน์ เศษฐกุล. 2556. การเพิ่มผลผลิตและคุณภาพเนื้อสุกร: เทคโนโลยีการตัดแต่ง. สำนักงานกองทุนสนับสนุนงานวิจัย. **Meat Science and Technology.** 1-12.
- จุฑารัตน์ เศษฐกุล, กัญญา ตันติวิสุทธิกุล และ รณชัย สิทธิไกรพงษ์. 2546. การจัดระดับชั้นซากสุกร โดยวิธี LSQ. **วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร.** 34 : 4-6(พิเศษ): 228-231 สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กรุงเทพมหานคร.
- ชนากานต์ อุตตมะเวทิน, ชลธิญา ยะปัญญา, วรรณรัตน์ ทองปอน และ ฐิติพงษ์ แก้วเหล็ก. 2563. การประเมินแบบจำลองส่วนอุ้งเชิงกราน 2 มิติที่สร้างด้วยวิธีการเชิงคณิตศาสตร์. **วารสารการแพทย์และวิทยาศาสตร์สุขภาพ.** 27. 2. ภาควิชารังสีเทคนิค คณะสหเวชศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร.
- เทคโนโลยีผลิตเนื้อสัตว์และผลิตภัณฑ์. 2559. บทที่ 8 คุณภาพเนื้อ. คณะเทคโนโลยีการเกษตรและเทคโนโลยีอุตสาหกรรม. มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์.
- ไพศาล โปธินาม. 2557. การเลี้ยงสุกรพันธุ์. เชียงใหม่. มหาวิทยาลัยแม่โจ้.
- วิกิพีเดีย สารานุกรมเสรี. 2563. การถ่ายภาพรังสีส่วนตัดอวัยวะคอมพิวเตอร์.
- สิทธิโชค อุ่นแก้ว. 2550. การศึกษาวิธีการตรวจสอบราขาวบนผิวเนื้ออย่างแม่นยำโดยใช้วิธีการประมวลผลภาพ. ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์. มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์. วิทยาเขตหาดใหญ่. ฉบับที่ 2 :51-61.
- สุวรรณา พรหมทอง. 2561. การทำฟาร์มสุกร. สาขาวิชาเทคโนโลยีการเกษตร. คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยรามคำแหง.
- โปรแกรม ImageJ. 2011.[ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: <https://sites.google.com/site/thaiimagej>. (10/22/2564).
- เอสเจเอฟ ฟาร์ม. 2563. **ประเภทของสุกรพ่อแม่พันธุ์.**[ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: <https://www.sjffarm.com/TH/home.html>. ยอดชมภูฟาร์ม. (10/11/2563)
- อารตี สีเกื้อ. 2560. คุณภาพซากและคุณภาพเนื้อ. ภาควิชาสัตวศาสตร์ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.
- Abozar Nasirahmadi. 2017. Implementation of machine vision for detecting behaviour of cattle and pigs. **Livestock Science.** 202: 25-38.
- Akoglu, H., 2018. User's guide to correlation coefficients. **Turkish Journal of Emergency Medicine** 18, 91-93.
- Broeke, A. V. d., F. Leen, M. Aluwe, J. V. Meensel and S. Millet. 2019. The effect of sex and slaughter weight on performance, carcass quality and gross margin, assessed on three commercial pig farms. **The animal consortium.** 14:7 : 1546-1554.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- Daniel, L., A. Brun, M. Gispert, A. Carabús, J. Soler, J. Tibau and M. F. I. Furnols. 2017. Relationship between pig carcass characteristics measured in live pigs or carcasses with Piglog, Fat-o-Meat'er and computed tomography. **Livestock Science**. 197 : 88-95.
- Hwang, Y. H., S. J. Lee, E. Y. Lee, and S. T. Joo. 2020. Effects of carcass weight increase on meat quality and sensory properties of pork loin. **Journal of animal science and technology**. 62, 753–760.
- Gonzalo, D. P., P. Allen, D. J. Troy and K. Ciara. McDonnell. 2021. Objective carcass measurement technologies: Latest developments and future trends. **Trends in Food Science & Technology**. 111: 771-782.
- Olsen, E. V., B. C. Lars and B. N. Dennis. 2017. A review of computed tomography and manual dissection for calibration of devices for pig carcass classification - Evaluation of uncertainty. **Meat Science**. 123 : 35-44.
- EU Management Committee. 2012. Pig Carcass Classification in Spain. <https://th.wikipedia.org/w/index.php?title=การถ่ายภาพรังสีส่วนตัดอาศัยคอมพิวเตอร์&oldid=9012585>. (4/11/2563).
- Fornell, C. G., M. D. Johnson, E. W. Anderson, J. Cha and B. E. Bryant. 1996. The American customer satisfaction index: Nature, purpose, and findings. **Journal of Marketing**. 60(4), 7–18.
- Frontmatec. 2020. **Advanced ultrasonic image analysis**. [Online]. Available: <https://www.frontmatec.com/en/other/instruments/carcass-grading-traceability/autofom-iii>. (4/11/2563).
- Frontmatec. 2018. **The world's best-selling grading instrument**. [Online]. Available: <https://www.frontmatec.com/en/other/instruments/carcass-grading-traceability/fat-o-meater-ii>. (4/11/2563).
- Furnols, M. F., X. Luo, A. Bruna, R. Lizardo, E. E. Garcia, J. Solera and M. Gispert. 2020. Computed tomography evaluation of gilt growth performance and carcass quality under feeding restrictions and compensatory growth effects on the sensory quality of pork. **Livestock Science**. 237 : 1-12.
- Jan, T. P. D., M. Gondekova and Z. Salagova. 2021. Comparison of pig classification using Fat-O-Meater in Slovakia. **National Agricultural and Food Centre**. 3 : 238-242.
- Jungseok, C., K. Kwon, Y. Lee, E. Ko, Y. Kim and Y. Choi. 2019. Characteristics of Pig Carcass and Primal Cuts Measured by the Autofom III Depend on Seasonal Classification. **Food Science of Animal Resources**. 39(2) : 332-344.
- Jung, S. C., K. M. Kwon, Y. K. Lee, J. U. Joeng, K. O. Lee, S. K. Jin, Y. I. Choi and J. J. Lee. 2018. Application of AutoFom III equipment for prediction of primal and

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- commercial cut weight of Korean pig carcasses. **Asian-Australasian Journal of Animal Sciences**. 10 : 1670-1676.
- Kim, J., H. D. Han, W. Y. Lee, C. Wakholi, J. Lee, Y. B. Jeong, J. H. Bae and B. K. Cho. 2021. Economic Analysis of the Use of VCS2000 for Pork Carcass Meat Yield Grading in Korea. **Animals**. 11, 1297.
- Kamon, C., W. Thaenthanee, C. Chaosap, R. Limsupavanich and R. Sitthigripong. 2019. Carcass Quality and Meat Quality of Fattening Pigs Derived from Different Terminal Boars. **International Congress of Meat Science and Technology**.
- Knecht, D., K. Dubinsky and D. Lisiak. 2016. Accuracy of estimating the technological and economic value of pig carcass primal cuts with an optical-needle device. **Can. J. Anim. Sci.** 96, 37-44.
- Lee, H. J., J. H. Baek, Y. K. Kim, J. H. Lee, M. Lee, W. Park, S. H. Lee and Y. J. Koh. 2022. BTENet: Back-Fat Thickness Estimation Network for Automated Grading of the Korean Commercial Pig. **Electronics** 11, 1296.
- Patthararangsarith, P. 2020. Effects of heart fatty acid binding protein (H-FABP) gene, housing system and sex on carcass and meat quality of commercial crossbred pigs. **International Journal of Agricultural Technology**. 16(1) : 97-108.
- Pomar, C and M. Marcoux. 2005. The accuracy of measuring backfat and loin muscle thicknesses on pork carcasses by the Hennessy HGP2, Destron PG-100, CGM and ultrasound CVT grading probes. **Canadian journal of animal science**. 85(4), 481-492
- Theeraphapsombut, K., S. Sorapukdee and P. Tangwatcharin. 2022. Carcass quality traits and omega-3 content in different pork cuts from pigs fed a diet supplemented with linseed. **International Journal of Agricultural Technology**. 18(1) : 371-382.
- Sangdae, L., S. Lohumi, H. Lim, T. Gotoh, B. Cho and S. Jung. 2015. Determination of Intramuscular Fat Content in Beef using Magnetic Resonance Imaging. **The Faculty of Agriculture, Kyushu University**. 60 (1). 157-162.
- Sarstedt, M., C. M. Ringle and J. F. Hair. 2021. Partial Least Squares Structural Equation Modeling, in: Homburg, C., Klarmann, M., Vomberg, A.E. (Eds.), *Handbook of Market Research*. Springer International Publishing, Cham, pp. 1-47.
- Santosh, L. C., W. J. Ho, B. B. Do, K. S. Joo, K. H. Sung, K. Y. Kwon, Y. Wang, Y. Lee, S. H. Yoon and B. K. Cho. 2018. Nondestructive Estimation of Lean Meat Yield of South Korean Pig Carcasses Using Machine Vision Technique. **Korean Journal for Food Science of Animal Resources**. 38(5) : 1109-1119.

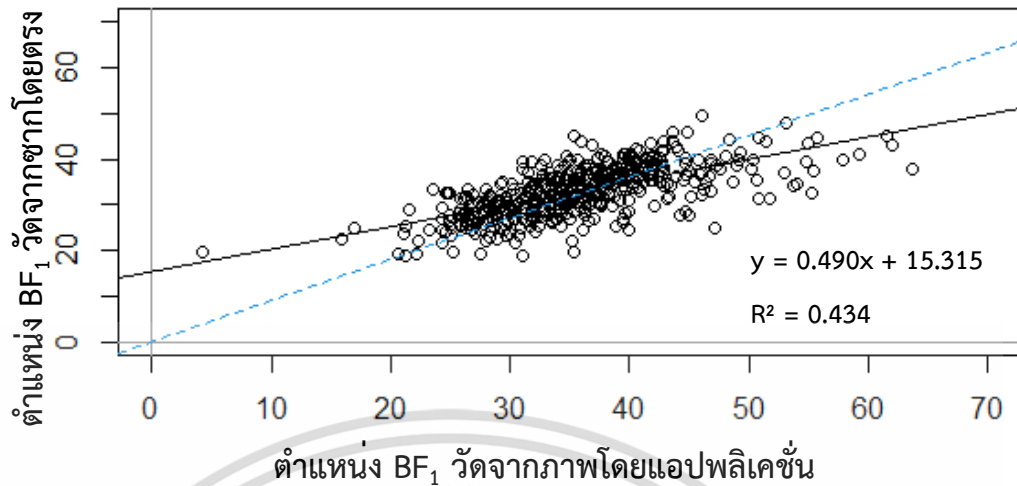
- Shechtman, O., 2013. The coefficient of variation as an index of measurement reliability. In *Methods of clinical epidemiology* (pp. 39-49). Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg.
- Swatland, H. J. 2001. Effect of connective tissue on the shape of reflectance spectra obtained with a fibre-optic fat-depth probe in beef. *Meat Sci.* 57: 209–213.
- Winarski, R., S. Wajda and K. Borzuta. Szacowanie składu tkankowego tusz wieprzowych dzielonych na elementy według zasad stosowanych w Unii Europejskiej. *Żywność Nauka Technologia Jakość*, 11(3), 24-31.



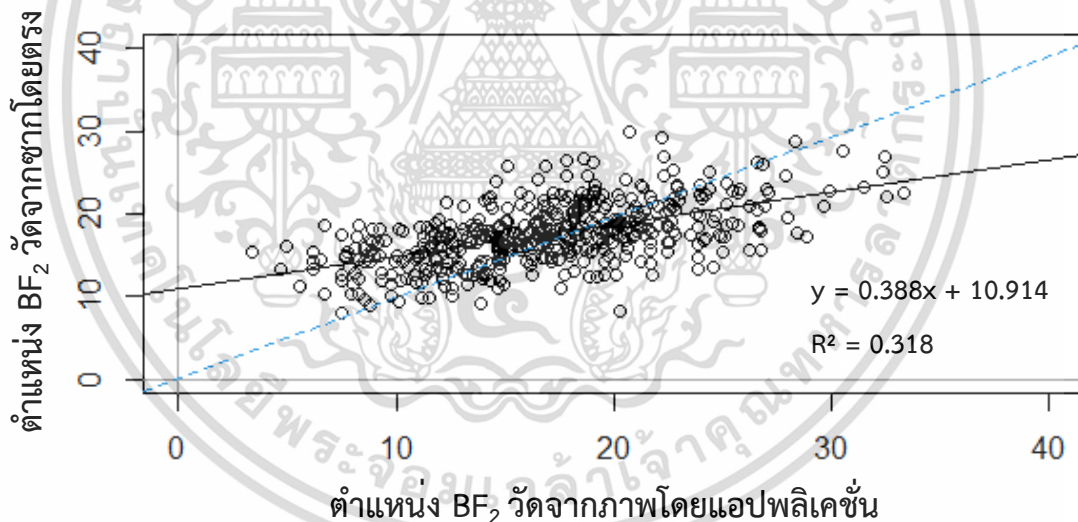
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

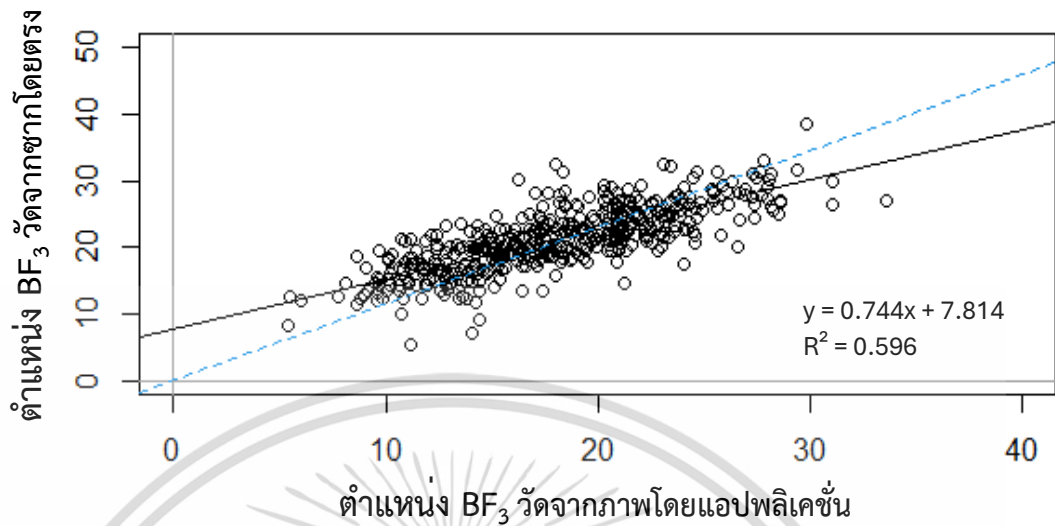


ภาพภาคผนวกที่ 1 ตำแหน่งความหนาของไขมันสันหลังบริเวณไหล่ หรือส่วนที่หนาที่สุด ตรงกระดูกซี่โครงซี่ที่ 1 หรือ BF<sub>1</sub> ที่วัดจากซากโดยตรง และที่วัดจากภาพโดยแอปพลิเคชัน จากซากสุกรน้ำหนักตัว  $\leq 110$  กก. (n=466) เส้นทึบ = เส้นสมการถดถอย (Regression line) เส้นประ = Equality line

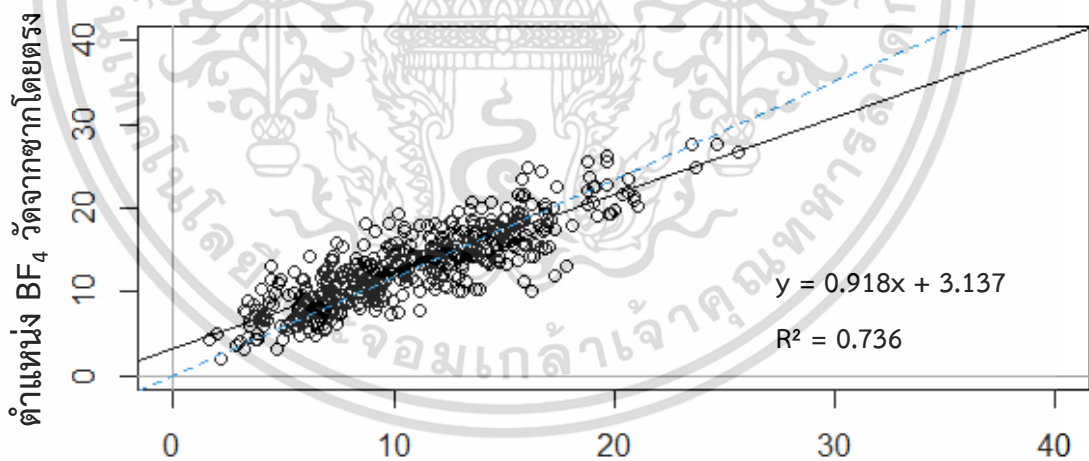


ภาพภาคผนวกที่ 2 ตำแหน่งความหนาของไขมันสันหลังบริเวณกลางหลัง หรือส่วนที่บางที่สุด ตรงกระดูกซี่โครงซี่ที่ 13/14 หรือ BF<sub>2</sub> ที่วัดจากซากโดยตรง และที่วัดจากภาพโดยแอปพลิเคชัน จากซากสุกรน้ำหนักตัว  $\leq 110$  กก. (n=466) เส้นทึบ = เส้นสมการถดถอย (Regression line) เส้นประ = Equality line

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



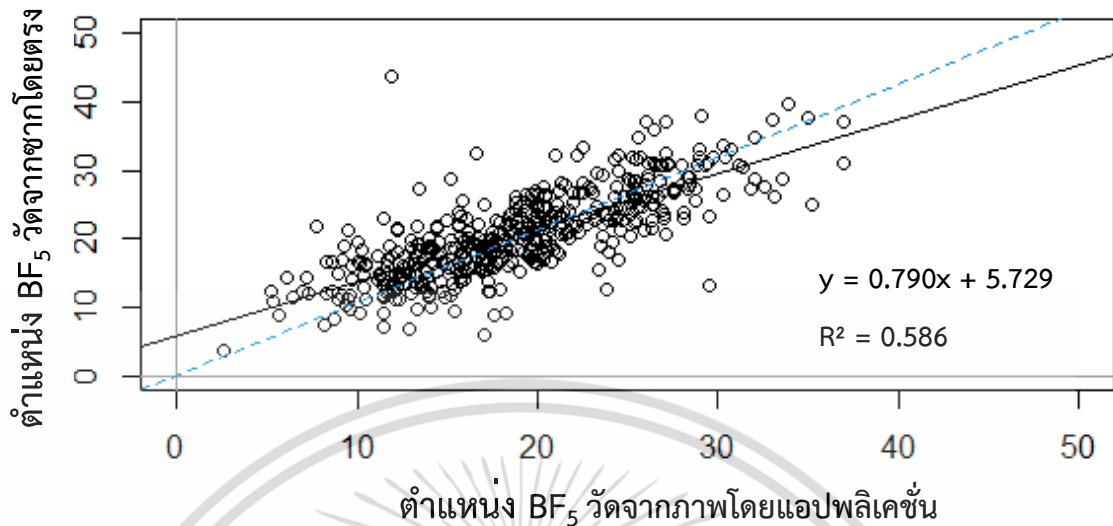
ภาพภาคผนวกที่ 3 ตำแหน่งความหนาของไขมันสันหลังตรงจุดที่ฐานสามเหลี่ยมของกล้ามเนื้อ *Gluteus Medius* จนถึงบริเวณขอบหนัง หรือ BF<sub>3</sub> ที่วัดจากซอกโดยตรง และที่วัดจากภาพโดยแอปพลิเคชัน จากซอกสุกรน้ำหนักตัว  $\leq 110$  กก. (n=466) เส้นทึบ = เส้นสมการถดถอย (Regression line) เส้นประ = Equality line



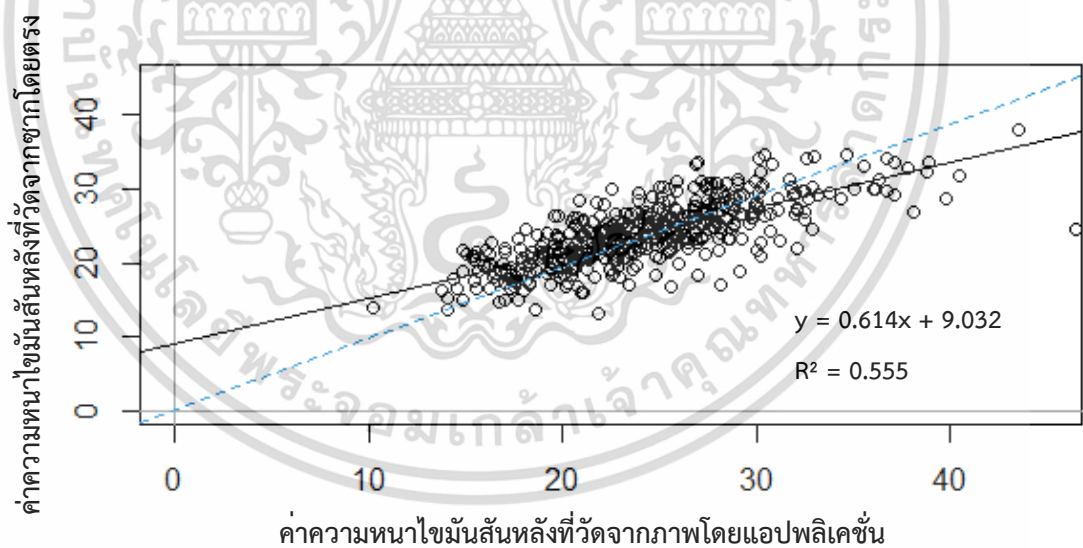
ตำแหน่ง BF<sub>4</sub> วัดจากภาพโดยแอปพลิเคชัน

ภาพภาคผนวกที่ 4 ตำแหน่งความหนาของไขมันสันหลังตรงจุดกลางส่วนที่ไขมันสันหลังบางที่สุดของกล้ามเนื้อ *Gluteus Medius* จนถึงบริเวณขอบหนัง หรือ BF<sub>4</sub> ที่วัดจากซอกโดยตรง และที่วัดจากภาพโดยแอปพลิเคชัน จากซอกสุกรน้ำหนักตัว  $\leq 110$  กก. (n=466) เส้นทึบ = เส้นสมการถดถอย (Regression line) เส้นประ = Equality line

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

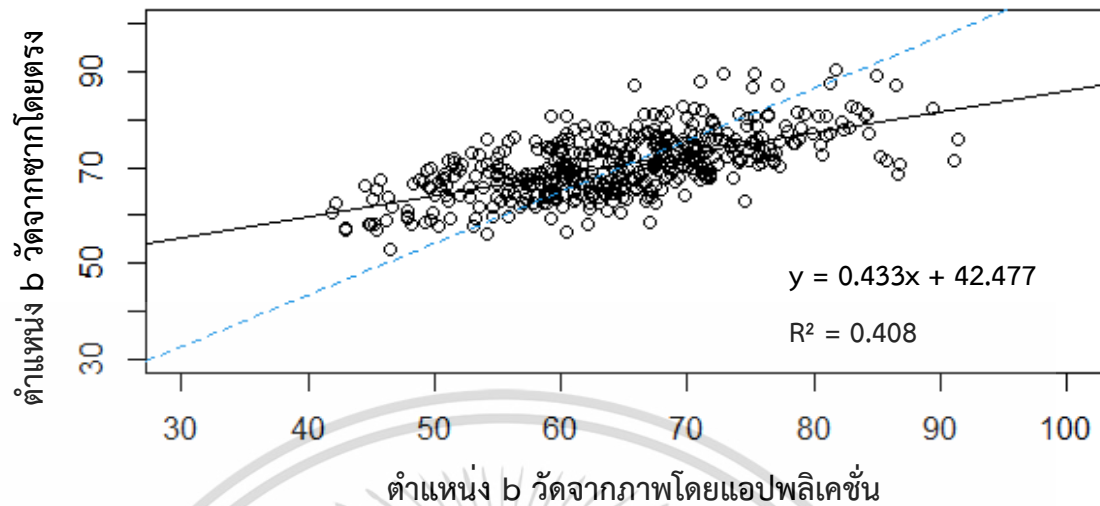


ภาพภาคผนวกที่ 5 ตำแหน่งความหนาของไขมันสันตรงจุดมุมบนของฐานสามเหลี่ยมของกล้ามเนื้อ *Gluteus Medius* จนถึงบริเวณขอบหนัง หรือ BF<sub>5</sub> ที่วัดจากซากโดยตรง และที่วัดจากภาพโดยแอปพลิเคชันจากซากสุกรน้ำหนักตัว  $\leq 110$  กก. (n=466) เส้นทึบ = เส้นสมการถดถอย (Regression line) เส้นประ = Equality line

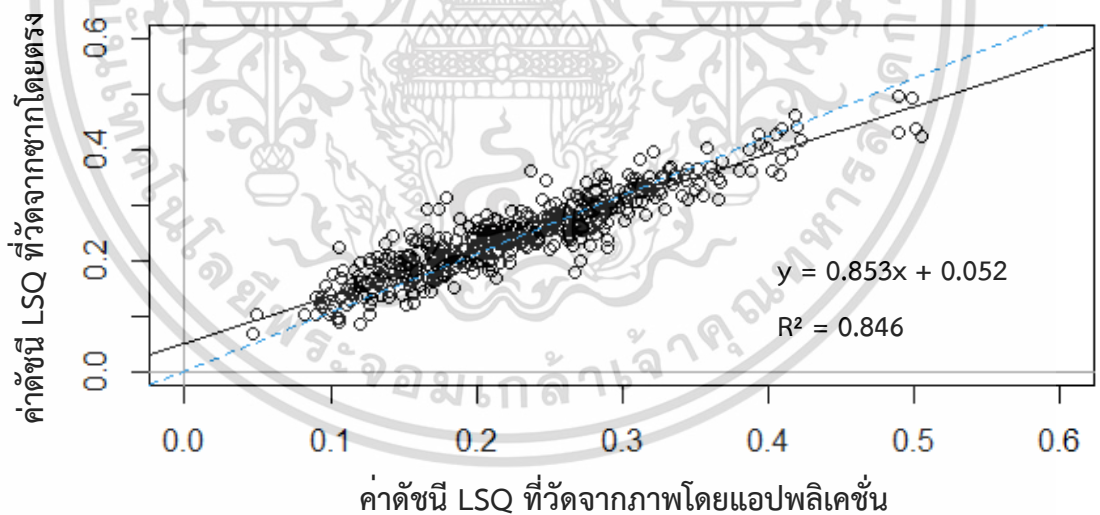


ภาพภาคผนวกที่ 6 การตรวจวัดค่าความหนาไขมันสันหลัง (Back fat thickness) ที่วัดจากซากโดยตรง และที่วัดจากภาพโดยแอปพลิเคชัน จากซากสุกรน้ำหนักตัว  $\leq 110$  กก. (n=466) เส้นทึบ = เส้นสมการถดถอย (Regression line) เส้นประ = Equality line

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพภาคผนวกที่ 7 ตำแหน่งวัดจากจุดที่มุมล่างของฐานรูปสามเหลี่ยมของกล้ามเนื้อ *Gluteus Medius* ไปตั้งฉากกับแนวของท่อนำไขสันหลัง หรือ b ที่วัดจากซอกโดยตรง และที่วัดจากภาพโดยแอปพลิเคชัน จากซอกสุกรน้ำหนักตัว  $\leq 110$  กก. (n=466) เส้นทึบ = เส้นสมการถดถอย (Regression line) เส้นประ = Equality line



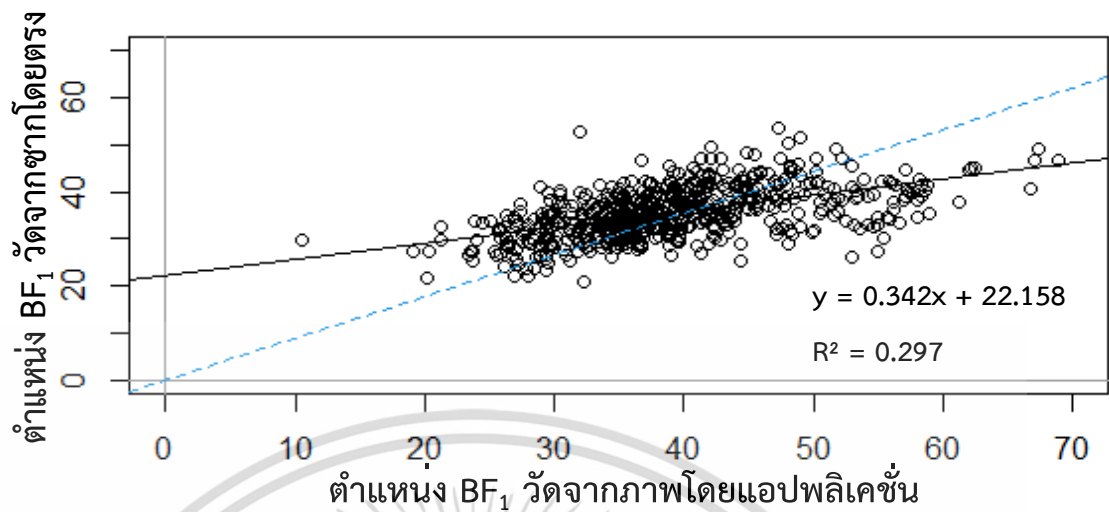
ภาพภาคผนวกที่ 8 การวัดค่าดัชนี LSQ (Lenden-Speck-Quotient) ที่วัดจากซอกโดยตรง และที่วัดจากภาพโดยแอปพลิเคชัน จากซอกสุกรน้ำหนักตัว  $\leq 110$  กก. (n=466) เส้นทึบ = เส้นสมการถดถอย (Regression line) เส้นประ = Equality line

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

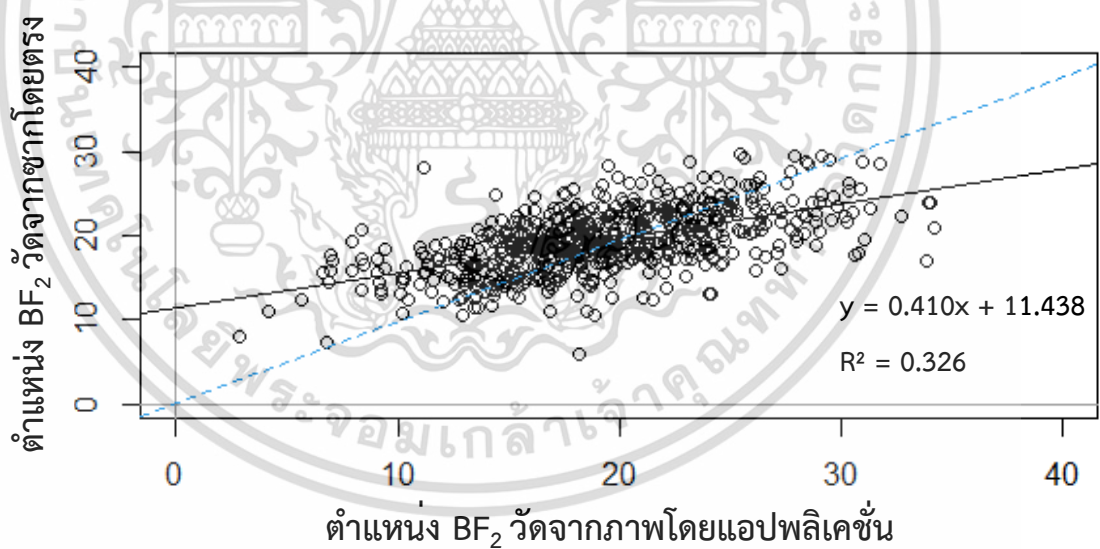
ตารางภาคผนวกที่ 1 ค่าสัมประสิทธิ์และช่วงความเชื่อมั่น 95% ของของตัวแปรทำนาย และ Intercept จากสมการ Regression ที่ใช้ทำนายค่าที่วัดจากซากโดยตรง โดยใช้ค่าที่วัดได้จากภาพถ่ายโดยแอปพลิเคชันเป็นตัวแปรทำนายของสุกรน้ำหนักตัว  $\leq 110$  กก. (n=466)

รายการ	ตัวแปรทำนาย		Intercept	
	สัมประสิทธิ์	95% Confidence Interval	สัมประสิทธิ์	95% Confidence Interval
ความหนาไขมันสันหลัง				
ตำแหน่ง BF <sub>1</sub>	0.490	0.439 - 0.541	15.315	13.454 - 17.175
ตำแหน่ง BF <sub>2</sub>	0.388	0.337 - 0.440	10.914	9.991 - 11.837
ตำแหน่ง BF <sub>3</sub>	0.744	0.688 - 0.800	7.814	6.764 - 8.864
ตำแหน่ง BF <sub>4</sub>	0.918	0.868 - 0.968	3.137	2.560 - 3.714
ตำแหน่ง BF <sub>5</sub>	0.790	0.730 - 0.851	5.729	4.524 - 6.934
ความหนาไขมันสันหลังรวม	0.614	0.564 - 0.664	9.032	7.790 - 10.274
ตำแหน่ง b	0.433	0.386 - 0.481	42.477	39.376 - 45.578
ค่าดัชนี LSQ	0.853	0.819 - 0.886	0.052	0.044 - 0.060

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

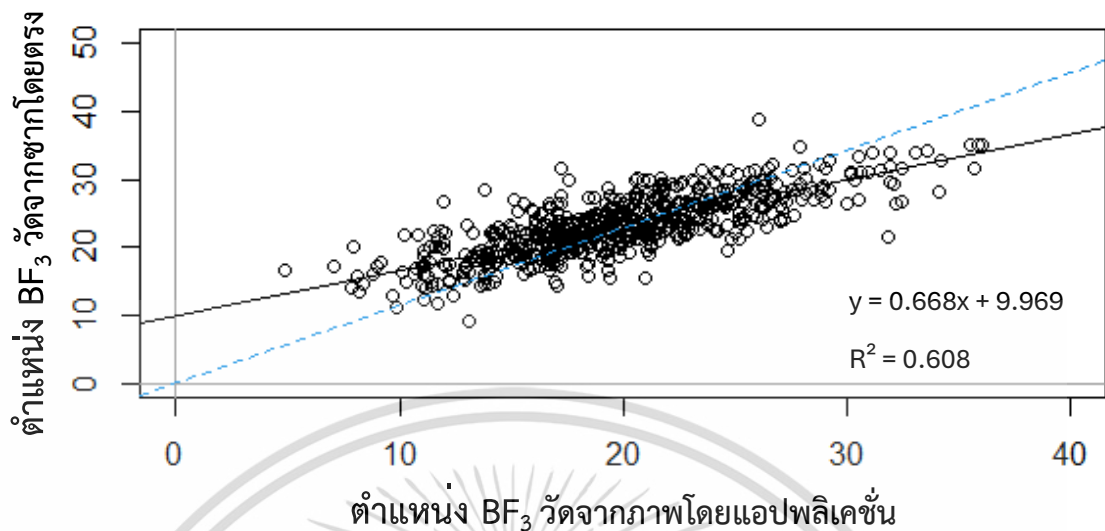


ภาพภาคผนวกที่ 9 ตำแหน่งความหนาของไขมันสันหลังบริเวณไหล่ หรือส่วนที่หนาที่สุด ตรงกระดูกซี่โครงซี่ที่ 1 หรือ BF<sub>1</sub> ที่วัดจากซากโดยตรง และที่วัดจากภาพโดยแอปพลิเคชัน จากซากสุกรน้ำหนักตัว > 110 กก. (n=626) เส้นทึบ = เส้นสมการถดถอย (Regression line) เส้นประ = Equality line

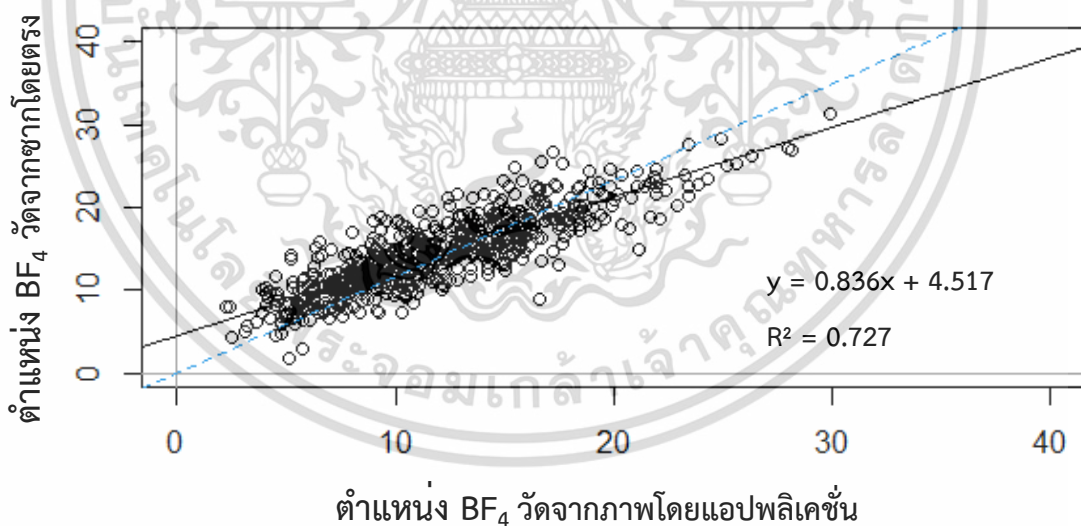


ภาพภาคผนวกที่ 10 ตำแหน่งความหนาของไขมันสันหลังบริเวณกลางหลัง หรือส่วนที่บางที่สุด ตรงกระดูกซี่โครงซี่ที่ 13/14 หรือ BF<sub>2</sub> ที่วัดจากซากโดยตรง และที่วัดจากภาพโดยแอปพลิเคชัน จากซากสุกรน้ำหนักตัว > 110 กก. (n=626) เส้นทึบ = เส้นสมการถดถอย (Regression line) เส้นประ = Equality line

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

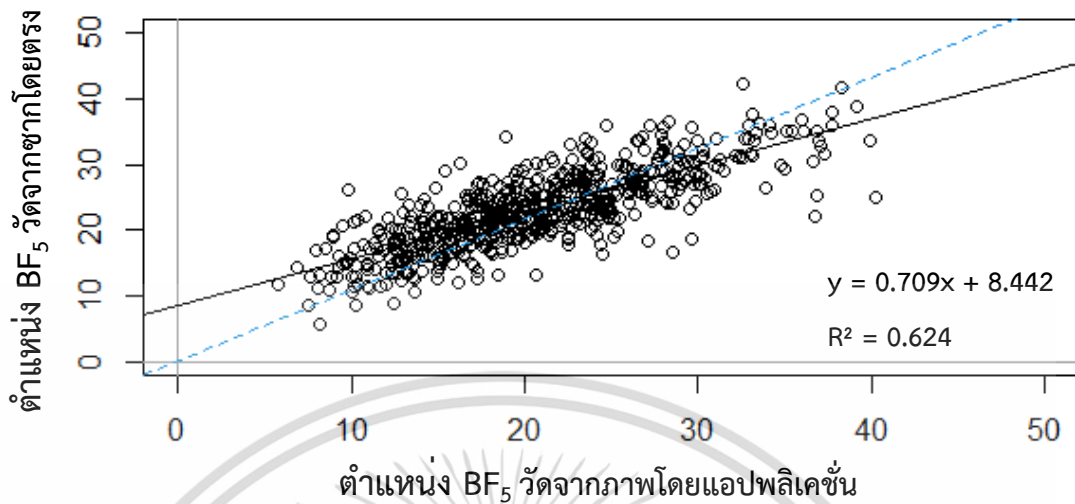


ภาพภาคผนวกที่ 11 ตำแหน่งความหนาของไขมันสันหลังตรงจุดที่ฐานสามเหลี่ยมของกล้ามเนื้อ *Gluteus Medius* จนถึงบริเวณขอบหนัง หรือ BF<sub>3</sub> ที่วัดจากซอกโดยตรง และที่วัดจากภาพโดยแอปพลิเคชัน จากซอกสุกรน้ำหนักตัว > 110 กก. (n=626) เส้นทึบ = เส้นสมการถดถอย (Regression line) เส้นประ = Equality line

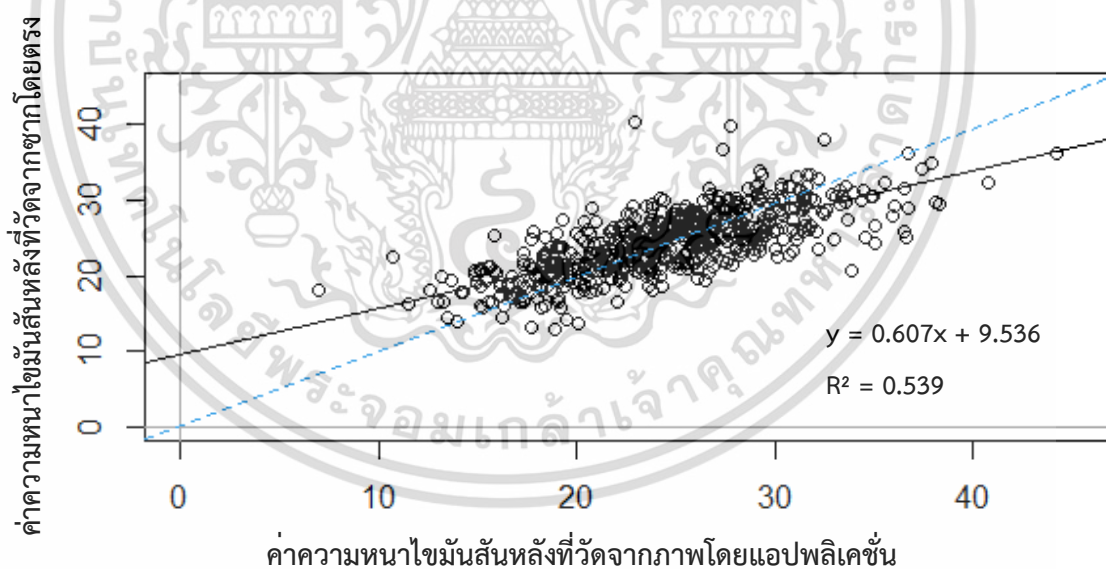


ภาพภาคผนวกที่ 12 ตำแหน่งความหนาของไขมันสันหลังตรงจุดกลางส่วนที่ไขมันสันหลังบางที่สุดของกล้ามเนื้อ *Gluteus Medius* จนถึงบริเวณขอบหนัง หรือ BF<sub>4</sub> ที่วัดจากซอกโดยตรง และที่วัดจากภาพโดยแอปพลิเคชัน จากซอกสุกรน้ำหนักตัว > 110 กก. (n=626) เส้นทึบ = เส้นสมการถดถอย (Regression line) เส้นประ = Equality line

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

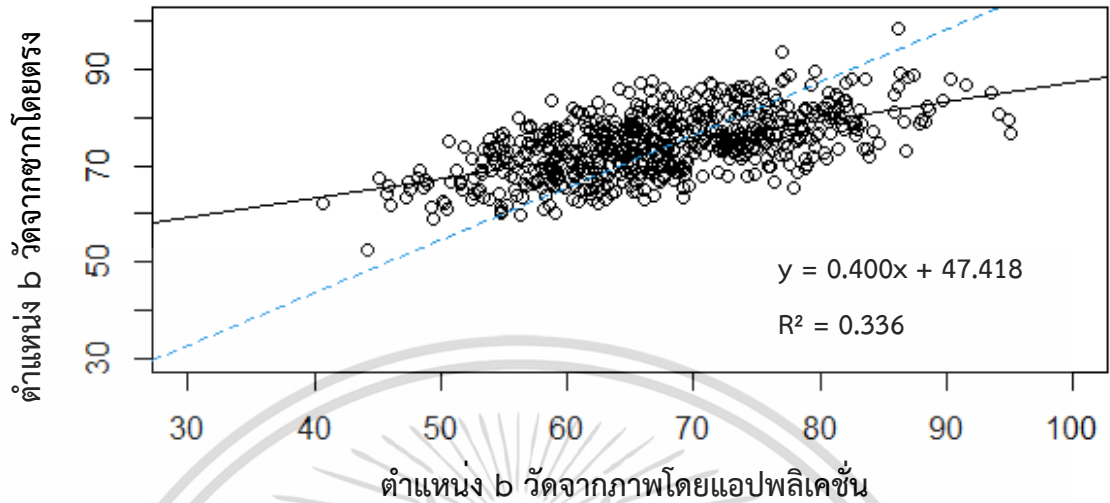


ภาพภาคผนวกที่ 13 ตำแหน่งความหนาของไขมันสันตรงจุดมุมบนของฐานสามเหลี่ยมของกล้ามเนื้อ *Gluteus Medius* จนถึงบริเวณขอบหนัง หรือ BF<sub>5</sub> ที่วัดจากซากโดยตรง และที่วัดจากภาพโดยแอปพลิเคชันจากซากสุกรน้ำหนักตัว > 110 กก. (n=626) เส้นทึบ = เส้นสมการถดถอย (Regression line) เส้นประ = Equality line

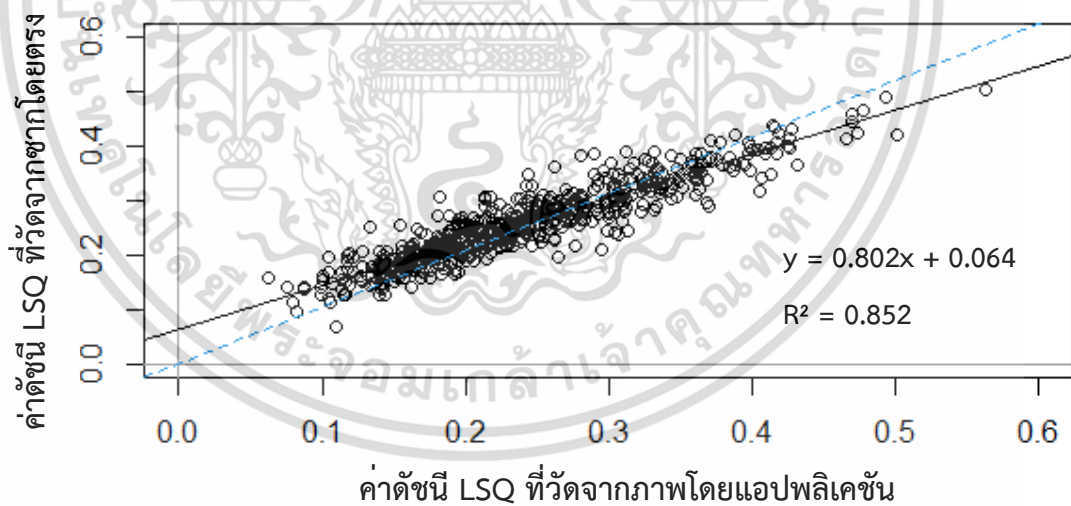


ภาพภาคผนวกที่ 14 การตรวจวัดค่าความหนาไขมันสันหลัง (Back fat thickness) ที่วัดจากซากโดยตรง และที่วัดจากภาพโดยแอปพลิเคชัน จากซากสุกรน้ำหนักตัว > 110 กก. (n=626) เส้นทึบ = เส้นสมการถดถอย (Regression line) เส้นประ = Equality line

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพภาคผนวกที่ 15 ตำแหน่งวัดจากจุดที่มุมล่างของฐานรูปสามเหลี่ยมของกล้ามเนื้อ *Gluteus Medius* ไปตั้งฉากกับแนวของท่อนำไขสันหลัง หรือ b ที่วัดจากซากโดยตรง และที่วัดจากภาพโดยแอปพลิเคชันจากซากสุกรน้ำหนักตัว > 110 กก. (n=626) เส้นทึบ = เส้นสมการถดถอย (Regression line) เส้นประ = Equality line



ภาพภาคผนวกที่ 16 การวัดค่าดัชนี LSQ (Lenden-Speck-Quotient) ที่วัดจากซากโดยตรง และที่วัดจากภาพโดยแอปพลิเคชัน จากซากสุกรน้ำหนักตัว > 110 กก. (n=626) เส้นทึบ = เส้นสมการถดถอย (Regression line) เส้นประ = Equality line

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 2 ค่าสัมประสิทธิ์และช่วงความเชื่อมั่น 95% ของของตัวแปรทำนาย และ Intercept จากสมการ Regression ที่ใช้ทำนายค่าที่วัดจากซากโดยตรง โดยใช้ค่าที่วัดได้จากภาพถ่ายโดยแอปพลิเคชันเป็นตัวแปรทำนายของสุกรน้ำหนักตัว > 110 กก. (n=626)

รายการ	ตัวแปรทำนาย		Intercept	
	สัมประสิทธิ์	95% Confidence Interval	สัมประสิทธิ์	95% Confidence Interval
ความหนาไขมันสันหลัง				
ตำแหน่ง BF <sub>1</sub>	0.342	0.301 - 0.383	22.158	20.509 - 23.806
ตำแหน่ง BF <sub>2</sub>	0.410	0.363 - 0.456	11.438	10.519 - 12.358
ตำแหน่ง BF <sub>3</sub>	0.668	0.626 - 0.710	9.969	9.105 - 10.832
ตำแหน่ง BF <sub>4</sub>	0.836	4.001 - 5.032	4.517	0.796 - 0.876
ตำแหน่ง BF <sub>5</sub>	0.709	0.666 - 0.753	8.442	7.500 - 9.385
ความหนาไขมันสันหลังรวม	0.607	0.563 - 0.652	9.536	8.435 - 10.637
ตำแหน่ง b	0.400	0.356 - 0.444	47.418	44.410 - 50.427
ค่าดัชนี LSQ	0.802	0.776 - 0.828	0.064	0.0576 - 0.071

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ-นามสกุล	นางสาวสุดารัตน์ ผ่องแผ้ว
วัน เดือน ปีเกิด	4 ตุลาคม 2540
ที่อยู่	14 หมู่ 13 ตำบลหนองกรด อำเภอเด่นขุนทด จังหวัดนครราชสีมา 30210
ประวัติการศึกษา	- 2556 ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนมัธยมเด่นขุนทด - 2560 หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาสัตวศาสตร์ ภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตสัตว์และประมง คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง - 2565 หลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาสัตวศาสตร์ ภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตสัตว์และประมง คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ผลงานทางวิชาการ	สุดารัตน์ ผ่องแผ้ว อุดมลักษณ์ สวนากากรณ์ ชนาธิป ธรรมการ รัชกฤษ เลิศภัทรโกมล และจำลอง มิตรชาวไทย. 2566. การใช้แอปพลิเคชันเพื่อประเมินคุณภาพซากสุกรด้วยวิธี Lenden – Speck – Quotient (LSQ) จากภาพถ่าย. การประชุมวิชาการทางสัตวแพทย์และการเลี้ยงสัตว์มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร ครั้งที่ 14. คณะสัตวแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร. กรุงเทพมหานคร. วันที่ 9-10 พฤศจิกายน 2566: 151-156.
ประวัติการทำงาน	โรงพยาบาลสัตว์ทองหล่อศรีนครินทร์ ตำแหน่งผู้ช่วยสัตวแพทย์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้