ความหลากหลายของยีน insulin-like growth factor 2 (IGF-2) ต่อการเจริญเติบโตในสุกร

วิทยานิพนธ์

ของ

เสกสรร เตชะพันธ์รัตนกุล

เสนอต่อมหาวิทยาลัยมหาสารคาม เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร

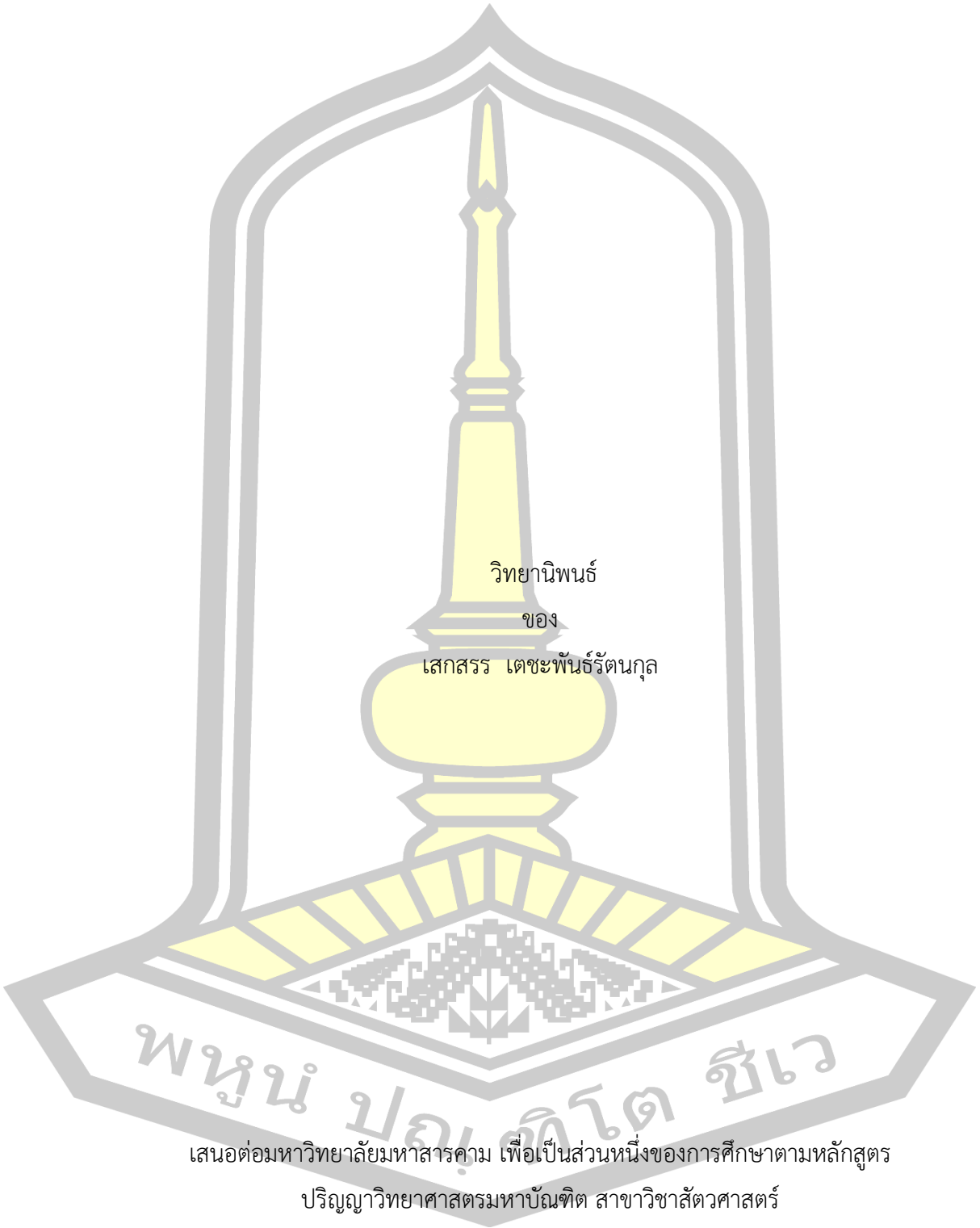
ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาสัตวศาสตร์

มีนาคม 2562

สงวนลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยมหาสารคาม

พหุน ปณฺ ฑิโต ชีเว

ความหลากหลายของยีน insulin-like growth factor 2 (IGF-2) ต่อการเจริญเติบโตในสุกร



วิทยานิพนธ์

ของ

เสกสรร เตชะพันธ์รัตนกุล

เสนอต่อมหาวิทยาลัยมหาสารคาม เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร

ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาสัตวศาสตร์

มีนาคม 2562

สงวนลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยมหาสารคาม

The Polymorphism of Insulin-like Growth Factor 2 (IGF-2) on Growth Traits in Swine

Sagesan Techaphanrattanakul

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of Requirements

for Master of Science (Animal Science)

March 2019

Copyright of Mahasarakham University

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ได้พิจารณาวิทยานิพนธ์ของนายเสกสรร เตชะพันธ์รัตนกุล แล้วเห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญา วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาสัตวศาสตร์ ของมหาวิทยาลัยมหาสารคาม

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

.....ประธานกรรมการ
(ผศ. ดร. จักรพงษ์ ชายคง)

.....อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก
(ผศ. ดร. ดวงนภา พรมเกตุ)

.....อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม
(รศ. ดร. ทรงศักดิ์ จำปาวะดี)

.....กรรมการ
(ผศ. ดร. ขนิษฐา เรืองวิทยานุสรณ์)

.....กรรมการผู้ทรงคุณวุฒิภายนอก
(ผศ. ดร. อุทัย โคตรดก)

มหาวิทยาลัยอนุมัติให้รับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญา วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาสัตวศาสตร์ ของมหาวิทยาลัยมหาสารคาม

.....
(รศ. ดร. อนุชิตา มุ่งงาม)
คณบดีคณะเทคโนโลยี

.....
(ผศ. ดร. กริสน์ ชัยมูล)
คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

ชื่อเรื่อง ความหลากหลายของยีน insulin-like growth factor 2 (IGF-2) ต่อการเจริญเติบโตในสุกร

ผู้วิจัย เสกสรร เตชะพันธ์รัตนกุล

อาจารย์ที่ปรึกษา ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ดวงนภา พรมเกตุ

รองศาสตราจารย์ ดร. ทรงศักดิ์ จำปาวะดี

ปริญญา วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต **สาขาวิชา** สัตวศาสตร์

มหาวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหาสารคาม **ปีที่พิมพ์** 2562

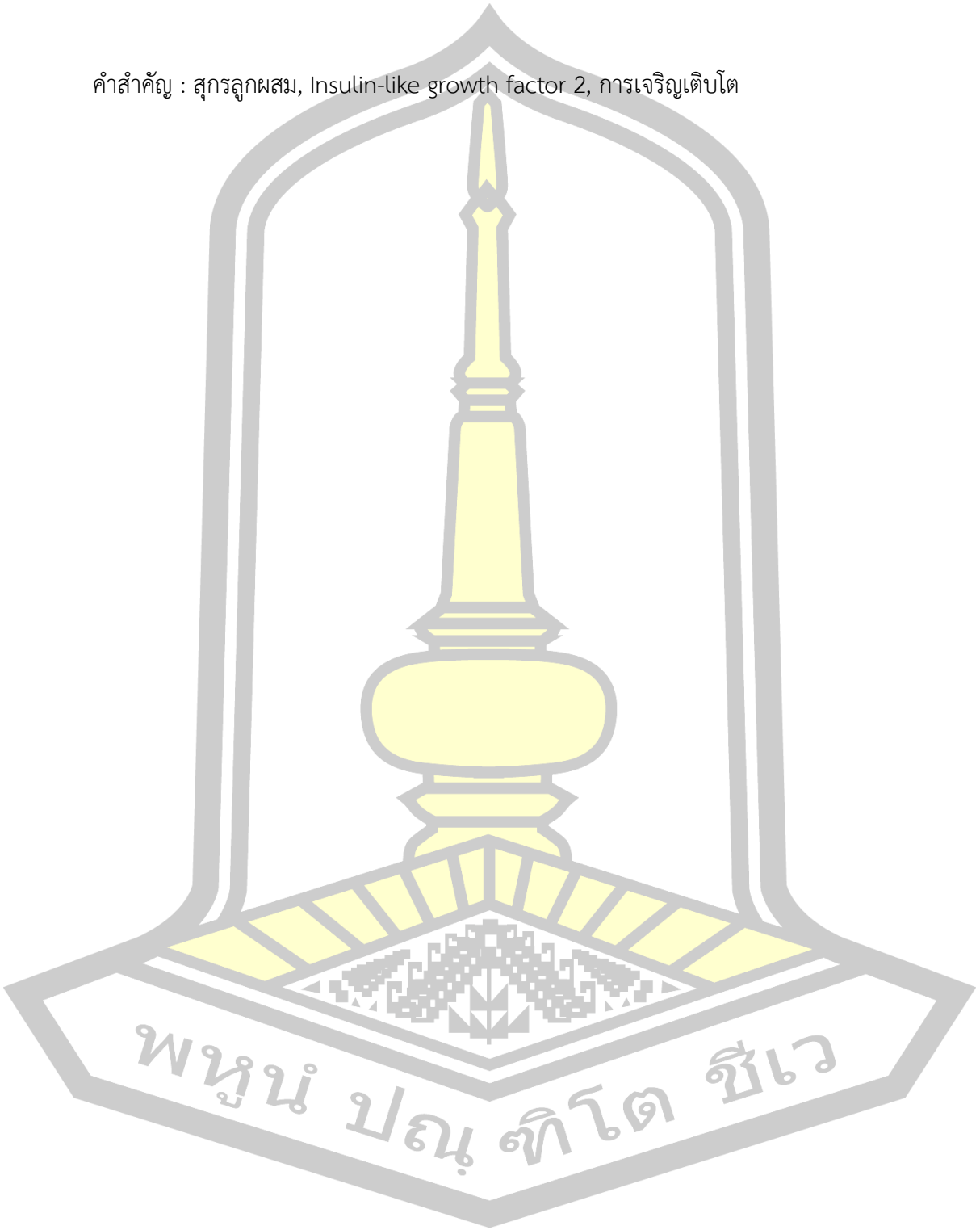
บทคัดย่อ

การศึกษาครั้งนี้ประกอบไปด้วย 2 การศึกษา คือ การศึกษาที่ 1 : อิทธิพลของสายพันธุ์ต่อประสิทธิภาพการเจริญเติบโตและคุณภาพเนื้อในสุกร พบว่าสุกรพันธุ์ดูร็อค และสุกรลูกผสมมีอิทธิพลต่อน้ำหนักตัวมีชีวิต (LW) และค่าอัตราการเจริญเติบโตต่อวันเมื่อวันที่น้ำหนัก 104 กิโลกรัม (ADG 104 d) สูงกว่าสุกรพันธุ์เปียแตรง นอกจากนี้สุกรพันธุ์เปียแตรงและสุกรลูกผสมมีอิทธิพลต่อค่าเปอร์เซ็นเนื้อแดง (PL) และ พื้นที่หน้าตัดเนื้อสัน (LEA) สูงกว่าสุกรพันธุ์ดูร็อค

การศึกษาที่ 2 : ความหลากหลายของยีน Insulin-like growth factor 2 (IGF-2) ต่อการเจริญเติบโตในสุกรลูกผสม 3 สายพันธุ์ (ลาร์จไวท์ x แลนด์เรซ x ดูร็อคเจอร์ซี่) จำนวน 303 ตัว ใช้เทคนิค PCR-RFLP และเอนไซม์ตัดจำเพาะ (*Bcnl*) เมื่อศึกษาอิทธิพลของเพศต่อการเจริญเติบโต พบว่าเพศเมียมีอิทธิพลต่อค่าน้ำหนักหย่านม (WW) และจำนวนวันที่เลี้ยง (Day) สูงกว่าเพศผู้ ($P<0.05$) นอกจากนั้นเพศผู้มีน้ำหนักตัวสุดท้าย (FW) และการเจริญเติบโตต่อวัน (ADG) สูงกว่าเพศเมีย ($P<0.05$) ยีน IGF-2 มีขนาด 308 bp. และมีรูปแบบจีโนไทป์ 3 รูปแบบ คือจีโนไทป์ AA (308 bp), จีโนไทป์ AB (308, 208 และ 100 bp) และ จีโนไทป์ BB (208 และ 100 bp) จากการศึกษาความถี่จีโนไทป์ และความถี่ยีน ของยีน IGF-2 พบว่า ความถี่จีโนไทป์ AB มีค่าสูงกว่าความถี่จีโนไทป์ AA และจีโนไทป์ BB โดยมีค่า 0.789, 0.191 และ 0.020 ตามลำดับ ความถี่อัลลีล A (0.586) สูงกว่าความถี่อัลลีล B (0.414) ค่า polymorphism information content (PIC) ของยีน IGF-2 ในประชากรสุกรลูกผสม 3 สายพันธุ์ มีค่า 0.368 ซึ่งแสดงให้เห็นว่ายีน IGF-2 มีความหลากหลายปานกลาง การศึกษาความหลากหลายของยีน IGF-2 ต่อลักษณะการเจริญเติบโต พบว่ารูปแบบจีโนไทป์ของยีน IGF-2 มีความสัมพันธ์กับลักษณะการเจริญเติบโตต่อวัน (ADG) โดยจีโนไทป์ AA มีความสัมพันธ์กับการเจริญเติบโตต่อวันสูงที่สุด (744.14 g/d)

จีโนไทป์ BB มีความสัมพันธ์กับการเจริญเติบโตต่อวันต่ำที่สุด (708.33 g/d)

คำสำคัญ : สุกรลูกผสม, Insulin-like growth factor 2, การเจริญเติบโต



TITLE The Polymorphism of Insulin-like Growth Factor 2 (IGF-2) on Growth Traits in Swine

AUTHOR Sagesan Techaphanrattanakul

ADVISORS Assistant Professor Doungnapa Promket , Ph.D.
Associate Professor Songsak Chumpawadee , Ph.D.

DEGREE Master of Science **MAJOR** Animal Science

UNIVERSITY Mahasarakham University **YEAR** 2019

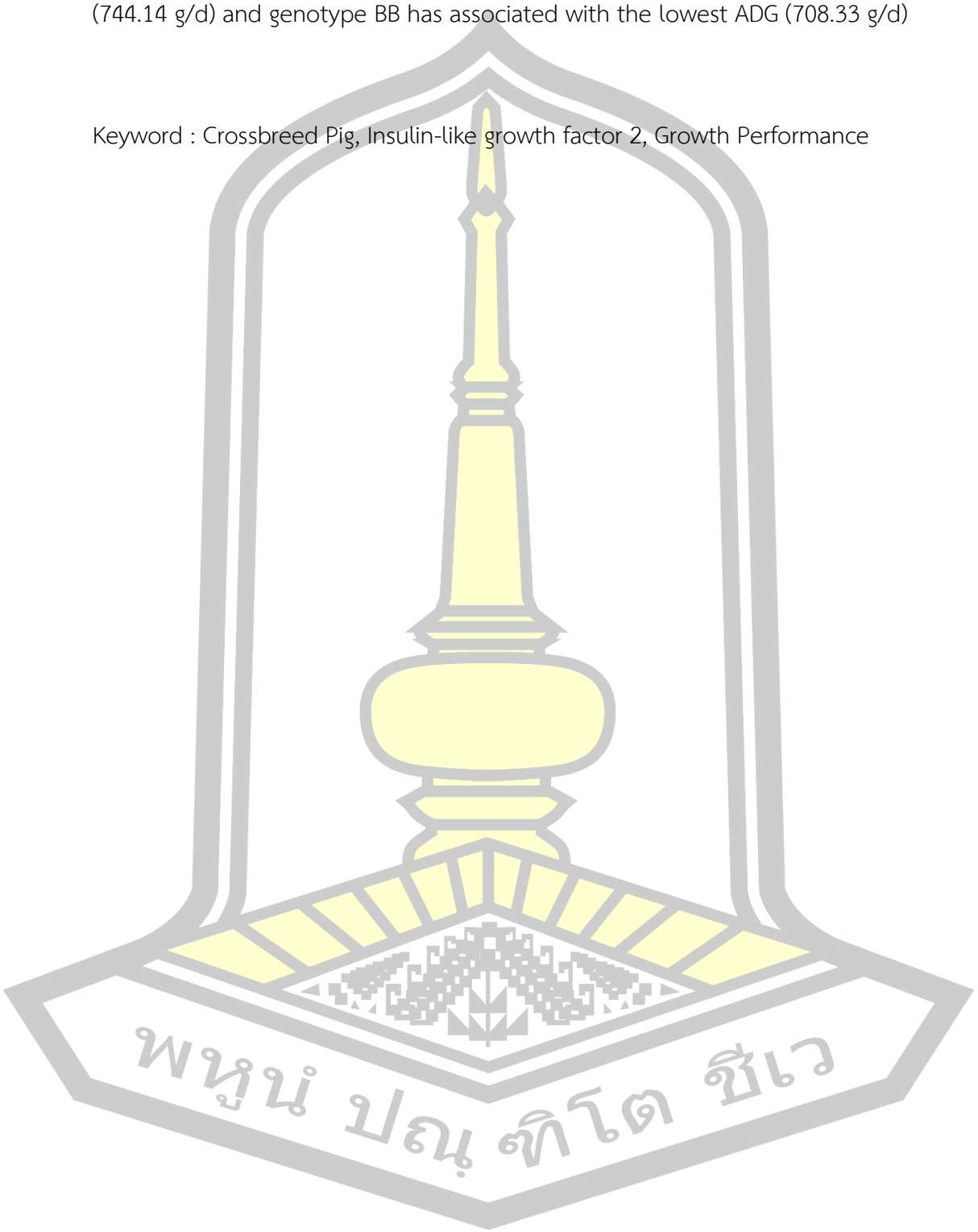
ABSTRACT

This study consists of 2 studies. Study 1: The effect of breeds on growth performance and meat quality in crossbred pigs. The result found that Duroc and crossbred pigs were effected on the live weight (LW) and the average daily gain at 104 days (ADG 104 d) is higher than Pietrain pigs. Moreover, Pietrain and Crossbred pigs have a percentage of red meat (PL) and the loin eye area (LEA) higher than Duroc pigs.

Study 2: The polymorphism of insulin-like growth factor 2 (IGF-2) on growth traits in 303 crossbreed pig (Large White x Landrace x Duroc Jersey) were analyzed using the PCR-RFLP technique and digestion with a restriction enzyme (*Bcnl*). The effect of sex on growth performance was found for weaning weight (WW) and Day (day) of females which was higher than males ($P < 0.05$). Moreover, the final weight (FW) and average daily gain (ADG) of a male were higher than females ($P < 0.05$). Genotype of IGF-2 has 3 genotype: AA (308 bp), AB (308, 208 and 100 bp) and BB (208 and 100 bp). The genotype and gene frequencies for IGF-2 gene were determined and shown that AB genotype frequency has higher than AA and BB, was 0.78, 0.193 and 0.020 respectively, and the allele frequency was allele A (0.587) higher than alleles B (0.413). The PIC of the IGF-2 gene in 3 crossbred pig populations was 0.368, it showed that the gene IGF-2 in this population is a moderate polymorphism. Thesis study found the genotype of the IGF-2 gene has associated on

the average daily gain (ADG). Genotype AA has associated with the highest ADG (744.14 g/d) and genotype BB has associated with the lowest ADG (708.33 g/d)

Keyword : Crossbreed Pig, Insulin-like growth factor 2, Growth Performance



กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้เพราะได้รับทุนจากทุนวิจัยระดับบัณฑิตศึกษา (ปริญญาโท) งบประมาณรายได้ประจำปี 2560 มหาวิทยาลัยมหาสารคาม

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จสมบูรณ์ได้ด้วยความช่วยเหลือและคำปรึกษาอย่างสูงยิ่งจากผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ดวงนภา พรมเกตุ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก รองศาสตราจารย์ ดร.ทรงศักดิ์ จำปาวะดี อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.จักรพงษ์ ชายคง ประธานกรรมการสอบ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ขนิษฐา เรืองวิทยานุสรณ์ และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. อุทัย โคตรดก กรรมการสอบ

ขอขอบพระคุณ คณาจารย์ สาขาสัตวศาสตร์ คณะเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยมหาสารคามทุกท่านที่ได้ประสิทธิ์ประสาทความรู้ทางด้านวิชาการ รวมไปถึงแนวความคิดที่เป็นประโยชน์ ทั้งในด้านการทำงานและ การดำรงชีวิต รวมทั้งให้ความอนุเคราะห์เรื่องสถานที่ เครื่องมืออุปกรณ์และห้องปฏิบัติการตลอดจนกำลังใจ

ขอกราบขอบพระคุณ ศาสตราจารย์ ดร. มนต์ชัย ดวงจินดา และคุณทองสา บัวสุข ห้องปฏิบัติการกลางด้านปรับปรุงพันธุ์สัตว์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น จังหวัดขอนแก่น ที่ให้ข้อแนะนำให้ความรู้ในการวิเคราะห์ผลวิจัย และเอื้อเฟื้อสถานที่ในการตรวจสอบรูปแบบจีโนไทป์

ขอขอบพระคุณฟาร์มสุกรของบริษัทเบทาโกร จังหวัดชัยภูมิ ที่สนับสนุนตัวอย่างและข้อมูลในการทำวิจัยในครั้งนี้

ขอขอบพระคุณ อาจารย์ทัศน์วรรณ สมจันทร์ และคุณศุภลักษณ์ เข็นสี ที่ช่วยเหลือในการเก็บตัวอย่าง และให้การช่วยเหลือในทุกด้านในการทำวิจัยครั้งนี้

ขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อสุกิจ เตชะพันธ์รัตนกุล และคุณแม่สว่างรัตน์ ทองห่วง ที่ให้กำลังใจให้โอกาสทางการศึกษาตลอดจนให้การสนับสนุนส่งเสริมเรื่องเงินทุนตลอดระยะเวลาที่ทำการศึกษาและทำวิจัยครั้งนี้

สุดท้ายนี้คุณค่าและประโยชน์ที่เกิดจากงานวิจัยฉบับนี้ขออุทิศแด่สัตว์ทดลองที่ใช้ในการทำวิจัยครั้งนี้

เสกสรร เตชะพันธ์รัตนกุล

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ง

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... ฉ

กิตติกรรมประกาศ ..... ซ

สารบัญ ..... ฌ

สารบัญตาราง ..... ฏ

สารบัญรูปภาพ ..... ฐ

บทที่ 1 บทนำ 1

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของการวิจัย 1

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย 2

1.3 ขอบเขตของการวิจัย 3

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 3

บทที่ 2 4

วรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 4

2.1 ระบบการผลิตสุกรในประเทศไทย 4

2.2 การปรับปรุงพันธุ์สัตว์ (Animal Breeding) 5

2.2.1 การปรับปรุงพันธุ์แบบแบบดั้งเดิม (Conventional Breeding) 5

2.2.2 การคัดเลือกโดยวิธี Marker assisted selection (MAS) 6

2.3 เครื่องหมายอณูพันธุศาสตร์ (genetic marker) 6

2.4 กลไกลการทำงานของ insulin-like growth factor (IGF) ในสิ่งมีชีวิต 8

2.5 ยีน insulin-like growth factor 2 (IGF-2) ในสุกร 9

2.7 ความสัมพันธ์ของยีน IGF-2 ต่อการเจริญเติบโตของสุกร 12

บทที่ 3 วิธีการดำเนินการวิจัย 14
3.1 งานทดลองที่ 1 อิทธิพลของสายพันธุ์ต่อประสิทธิภาพการเจริญเติบโตและคุณภาพเนื้อในสุกร 14
3.1.1 กลุ่มตัวอย่างประชากร 14
3.1.2 การเก็บข้อมูลลักษณะการเจริญเติบโต และคุณภาพเนื้อ 14
3.1.3 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ 14
3.2 งานทดลองที่ 2 ความหลากหลายของยีน insulin-like growth factor 2 (IGF-2) ต่อการเจริญเติบโตในสุกร 15
3.2.1 กลุ่มตัวอย่างประชากร 15
3.2.2 การเก็บข้อมูลลักษณะการเจริญเติบโต 15
3.2.3 การเก็บตัวอย่างเลือด 15
3.2.4 การสกัด genomic DNA 16
3.2.5 การตรวจสอบปริมาณดีเอ็นเอ และคุณภาพดีเอ็นเอ ด้วยวิธีการวัดค่าดูดกลืนแสง 16
3.2.6 การเพิ่มปริมาณ DNA ในหลอดทดลองด้วยวิธี PCR (polymerase chain reaction) 17
3.2.7 การตรวจหารูปแบบจีโนไทป์ของยีน IGF-2 ด้วยวิธี Restriction Fragment Length Polymorphism (RFLP) 18
3.2.8 การวิเคราะห์ความถี่อัลลีล และความถี่จีโนไทป์ 18
3.2.9 การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของรูปแบบจีโนไทป์ของยีน IGF-2 ต่อการเจริญเติบโต 19
3.2.10 การวิเคราะห์ความหลากหลายทางพันธุกรรมของยีน IGF-2 ในสุกรลูกผสม 19
บทที่ 4 ผลการทดลอง และการอภิปราย 20
4.1 งานทดลองที่ 1 อิทธิพลของสายพันธุ์ต่อประสิทธิภาพการเจริญเติบโตและคุณภาพเนื้อในสุกร 20
4.1.1 ประสิทธิภาพการเจริญเติบโต และคุณภาพเนื้อของสุกร 20

4.1.2 อิทธิพลของสายพันธุ์ต่อประสิทธิภาพการเจริญเติบโต และคุณภาพเนื้อของสุกร 3 สายพันธุ์ 22
4.1.3 การสร้างสมการทำนายเปอร์เซ็นต์เนื้อแดงจากประสิทธิภาพการเจริญเติบโตและคุณภาพเนื้อของสุกร 3 สายพันธุ์ 23
4.1.4 การวิเคราะห์ค่าสหสัมพันธ์ของประสิทธิภาพการเจริญเติบโตและคุณภาพเนื้อของสุกร 3 สายพันธุ์ 24
4.2 งานทดลองที่ 2 ความหลากหลายของยีน insulin-like growth factor 2 (IGF-2) ต่อการเจริญเติบโตในสุกร 25
4.2.1 ลักษณะการเจริญเติบโตของประชากรสุกรลูกผสม 25
4.2.2 การศึกษาอิทธิพลของเพศต่อการเจริญเติบโต 26
4.2.3 การตรวจสอบรูปแบบจีโนไทป์ของยีน IGF-2 27
4.2.4 ความถี่จีโนไทป์และความถี่อัลลีลของยีน IGF-2 28
4.2.5 ความสัมพันธ์ของรูปแบบจีโนไทป์ของยีน IGF-2 ต่อลักษณะการเจริญเติบโต..... 29
4.2.6 ความสัมพันธ์ของรูปแบบจีโนไทป์ของยีน IGF-2 ต่อลักษณะการเจริญเติบโตในสุกรเพศผู้และเพศเมีย 31
บทที่ 5 สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ 33
5.1 งานทดลองที่ 1 อิทธิพลของสายพันธุ์ต่อประสิทธิภาพการเจริญเติบโตและคุณภาพเนื้อในสุกร 33
5.2 งานทดลองที่ 2 ความหลากหลายของยีน insulin-like growth factor 2 (IGF-2) ต่อการเจริญเติบโตในสุกร 33
5.3 ข้อเสนอแนะ 34
บรรณานุกรม..... 35
ประวัติผู้เขียน..... 78

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 1 ปริมาณการผลิตสุกรของประเทศไทยในปี 2549 – 2559 4

ตารางที่ 2 ปริมาณสุกรภายในประเทศแบ่งตามภูมิภาคระหว่างปี พ.ศ. 2556 – 2559..... 5

ตารางที่ 3 การศึกษายีน IGF-2 ต่อการเจริญเติบโตของสุกรโดยใช้เทคนิค PCR-RFLP 10

ตารางที่ 4 ความสัมพันธ์ของยีน IGF-2 ต่อการเจริญเติบโตของสุกร 12

ตารางที่ 5 ข้อมูลของประสิทธิภาพการเจริญเติบโต และคุณภาพเนื้อสัตว์ในสุกรสามสายพันธุ์ 21

ตารางที่ 6 อิทธิพลของสายพันธุ์ต่อประสิทธิภาพการเจริญเติบโตและคุณภาพเนื้อของสุกร 3 สายพันธุ์ 23

ตารางที่ 7 การวิเคราะห์ multiple linear regression 24

ตารางที่ 8 ค่าสหสัมพันธ์ของประสิทธิภาพการเจริญเติบโต และคุณภาพเนื้อของสุกรสามสายพันธุ์. 25

ตารางที่ 9 ข้อมูลพื้นฐานลักษณะการเจริญเติบโตของสุกรลูกผสม..... 26

ตารางที่ 10 อิทธิพลของเพศต่อลักษณะการเจริญเติบโตของสุกร 27

ตารางที่ 11 ความถี่อัลลีล และความถี่จีโนไทป์ของยีน IGF-2 ในสุกรลูกผสม..... 29

ตารางที่ 12 ความหลากหลายทางพันธุกรรมของยีน IGF-2 ในสุกรลูกผสม..... 29

ตารางที่ 13 ความสัมพันธ์ของรูปแบบจีโนไทป์ของยีน IGF-2 ต่อลักษณะการเจริญเติบโตของสุกรลูกผสม..... 31

ตารางที่ 14 ความสัมพันธ์ของรูปแบบจีโนไทป์ของยีน IGF-2 ต่อลักษณะการเจริญเติบโตในสุกรเพศผู้และเพศเมีย..... 32

พหุน ปณฺฑิโต ชีเว

สารบัญรูปภาพ

หน้า

ภาพประกอบ 1 กลไกการทางานของยีน insulin-like growth factor (IGF)..... 9

ภาพประกอบ 2 แสดงกลไกการทำงานของยีน IGF-2..... 11

ภาพประกอบ 3 แสดงกระบวนการเกิด genomic imprinting ของยีน IGF-2..... 11

ภาพประกอบ 4 A) PCR-Product of IGF-2 gene Lanes M = 100 bp maker, Lanes 1 - 7= PCR-Product of IGF-2 gene (308 bp); B) Genotype of IGF-2 gene: genotype AA (308 bp) genotype BB (208 และ 100 bp) and genotype AB (308, 208 และ 100 bp)..... 28

พหุน ปณ ฑิโต ชีเว

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของการวิจัย

สุกรเป็นสัตว์เศรษฐกิจที่สำคัญของประเทศไทยอีกชนิดหนึ่งที่มีการเลี้ยงเป็นจำนวนมาก เนื่องจากเป็นที่ต้องการของผู้บริโภค การผลิตสุกรของประเทศไทยนั้นเป็นการผลิตเพื่อบริโภคภายในประเทศเป็นหลัก ส่วนการส่งออกต่างประเทศ ในรูปแบบเนื้อสุกรสดและเนื้อสุกรแปรรูป (หริพันธุ์ สมนิล และ ธันวา ไวยบท, 2552) ลักษณะการเจริญเติบโตเป็นลักษณะที่สำคัญทางเศรษฐกิจ (economic trait) (สุพล เลื่องยศลือชำกุล, 2555) สุกรที่มีการเจริญเติบโตที่ดี และมีประสิทธิภาพการใช้อาหารสูงจะทำให้ต้นทุนการผลิตลดลงตามไปด้วย ปัจจัยที่มีผลต่อการเจริญเติบโต คือ ปัจจัยทางด้านอาหาร ปัจจัยทางด้านการจัดการ และปัจจัยทางด้านพันธุกรรม การปรับปรุงพันธุกรรมให้สุกรให้มีการเจริญเติบโตที่ดีนั้นเป็นอีกแนวทางหนึ่งในการพัฒนาอุสาหกรรมการผลิตสุกร

การปรับปรุงพันธุ์สัตว์มีส่วนที่สำคัญ 2 ส่วน คือระบบการผสมพันธุ์ (matting system) และระบบการคัดเลือก (selection system) การคัดเลือกสัตว์จากข้อมูลการแสดงออก (phenotype) และข้อมูลพันธุประวัติ (pedigree) มาร่วมประเมินเพื่อให้ได้คุณค่าการผสมพันธุ์ของสัตว์แต่ละตัว (Estimated breeding value, EBV) โดยลักษณะการแสดงออกจะขึ้นอยู่กับอิทธิพลของพันธุกรรม (genetic) ร่วมกับอิทธิพลเนื่องจากสิ่งแวดล้อม (environment) (ตรีทิพย์ รัตนวรชัย, 2552)จากนั้นจึงคัดเลือกสัตว์แต่ละตัวจากค่า EBV ซึ่งสัตว์จะถ่ายทอดพันธุกรรมที่ดีไปยังสัตว์รุ่นต่อไป และได้มีการนำเทคนิค best linear unbiased (BLUP) มาใช้เพื่อช่วยในการคัดเลือกสัตว์โดยการประมาณคุณค่าทางพันธุกรรม (EBV) แต่ปัญหาในการนำข้อมูลลักษณะปรากฏมาใช้ในการคัดเลือกคือ ไม่มีการบันทึกข้อมูลการแสดงออกรวมถึง การใช้ข้อมูลที่แสดงออกในรุ่นลูกมาร่วมในการประเมิน และใช้ระยะเวลาในการเก็บข้อมูล (กมล ฉวีวรรณ และคณะ, 2555; ดวงนภา พรมเกตุ, 2556) จากความก้าวหน้าทางด้านอณูพันธุศาสตร์จึงมีการคัดเลือกสุกร โดยการตรวจหาเครื่องหมายทางพันธุกรรม (genetic marker) ซึ่งเป็นข้อมูลในระดับ DNA ของสัตว์มาร่วมในการคัดเลือกการใช้ gene marker ช่วยในการคัดเลือกพันธุ์สุกร เพื่อระบุเครื่องหมายทางพันธุกรรมของสุกร ที่เป็นตัวชี้วัดถึงความแตกต่างหรือ จำแนกลักษณะปรากฏ (phenotype) ลักษณะทางพันธุกรรม (genetics) การใช้เป็นเครื่องหมายทางพันธุกรรม (DNA marker) สำหรับการคัดเลือก

เป็นวิธีที่ช่วยในการปรับปรุงพันธุ์ให้เป็นไปอย่างรวดเร็ว และมีประสิทธิภาพ (อมรรัตน์ โมฆ, 2557; ศุภมิตร เมฆฉาย, 2555) ยีน Insulin-Like Growth Factor 2 (IGF-2) มีความสัมพันธ์กับการเจริญเติบโตในสุกร การศึกษาเพื่อหาความสัมพันธ์ของยีน IGF-2 ต่อประสิทธิภาพการเจริญเติบโตและคุณภาพเนื้อ พบว่ายีน IGF-2 มีรูปแบบจีโนไทป์ 3 รูปแบบ คือ AA, AB, และ BB และมีความสัมพันธ์ต่อน้ำหนักมีชีวิตและน้ำหนักเริ่มต้นของสุกร (Kolaoikova et al., 2003) นอกจากนี้มีการศึกษาความสัมพันธ์ของยีน IGF-2 กับลักษณะการเจริญเติบโตของสุกรพันธุ์กระโดนของประเทศไทย พบรูปแบบของยีน 3 รูปแบบ คือ AA, AB, และ BB โดยสุกรที่มีรูปแบบจีโนไทป์ AB และ BB มีนำหนักตัวหลังหย่านมสูงกว่าสุกรที่มีรูปแบบจีโนไทป์ AA (เกศรา อำภาภรณ์ และคณะ, 2558) ดังนั้น ยีน insulin-like growth factor 2 (IGF-2) จึงเป็นยีนที่น่าสนใจเพราะมีความสัมพันธ์กับกลไกลการเจริญเติบโตของสิ่งมีชีวิต และยีน IGF-2 ยังเป็น candidate gene ที่เกี่ยวข้องกับการสร้างเนื้อแดง การเจริญเติบโต และการพัฒนาของเซลล์กล้ามเนื้อของสุกร (Schrager et al., 2004; Hou et al., 2010) ดังนั้นการตรวจหา genetic marker ที่มีความสัมพันธ์กับลักษณะการเจริญเติบโตในสุกรจึงมีความสำคัญต่ออุตสาหกรรมการผลิตสุกรในประเทศไทยเป็นอย่างยิ่ง เพราะสามารถนำเอา genetic marker ดังกล่าวไปคัดเลือกสุกรให้มีลักษณะการเจริญเติบโตที่ดี นอกจากนั้นการศึกษาความถี่จีโนไทป์ และความถี่อัลลีลมีความสำคัญเป็นอย่างมาก เพราะหากการเลือกใช้ genetic marker เพื่อการคัดเลือกสัตว์จะต้องมีคุณสมบัติข้อหนึ่งที่สำคัญคือ ต้องมีความหลากหลายของรูปแบบจีโนไทป์ และรูปแบบอัลลีลสูงเพื่อนำไปใช้ในการคัดเลือกสุกรได้อย่างมีประสิทธิภาพ

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อตรวจสอบรูปแบบจีโนไทป์ของยีน IGF-2 ในสุกรลูกผสม 3 สายพันธุ์ (ลาร์จไวท์ x แลนด์เรซ x ดูร็อคเจอร์ซี่)

2. เพื่อตรวจสอบความถี่อัลลีลและความถี่จีโนไทป์ของยีน IGF-2 ในประชากรสุกรลูกผสม 3 สายพันธุ์ (ลาร์จไวท์ x แลนด์เรซ x ดูร็อคเจอร์ซี่)

3. เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ของยีน IGF-2 ต่อการเจริญเติบโตของสุกรลูกผสม 3 สายพันธุ์ (ลาร์จไวท์ x แลนด์เรซ x ดูร็อคเจอร์ซี่)

4. เพื่อใช้เป็นแนวทางในการพิจารณาคัดเลือกสุกรจากยีน IGF-2 ให้มีการเจริญเติบโตที่ดี

1.3 ขอบเขตของการวิจัย

การศึกษาครั้งนี้เป็นการตรวจสอบรูปแบบจีโนไทป์ของยีน (IGF-2) ต่อลักษณะการเจริญเติบโตของสุกรลูกผสม 3 สายพันธุ์ (ลาร์จไวท์ x แลนด์เรซ x ดูร็อคเจอร์ซี่) ที่เลี้ยงภายใต้โรงเรือนระบบปิดแบบควบคุมอุณหภูมิด้วยการระเหยน้ำ (evaporative cooling system; EVAP system) ของบริษัทเอกชนแห่งหนึ่งที่ผ่านการรับรองมาตรฐานฟาร์ม

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ทราบถึงรูปแบบจีโนไทป์ของยีน IGF-2 ในสุกรลูกผสม 3 สายพันธุ์ (ลาร์จไวท์ x แลนด์เรซ x ดูร็อคเจอร์ซี่)

2. ทราบถึงความถี่อัลลีลและความถี่จีโนไทป์ของยีน IGF-2 ในประชากรสุกรลูกผสม 3 สายพันธุ์ (ลาร์จไวท์ x แลนด์เรซ x ดูร็อคเจอร์ซี่)

3. ทราบถึงความสัมพันธ์ของยีน IGF-2 ต่อการเจริญเติบโตของสุกรลูกผสม 3 สายพันธุ์ (ลาร์จไวท์ x แลนด์เรซ x ดูร็อคเจอร์ซี่)

4. นำมาใช้เป็นแนวทางในการพิจารณาคัดเลือกสุกรจากยีน IGF-2 ให้มีการเจริญเติบโตที่ดี

พหุน ปณฺ ฑิโต ชีเว

บทที่ 2
วรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ระบบการผลิตสุกรในประเทศไทย

สุกรเป็นสัตว์เศรษฐกิจที่สำคัญมาก ประเทศไทยมีการผลิตสุกรที่เพิ่มขึ้นทุกๆปี ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2549 - 2559 การผลิตสุกรของไทยเพิ่มมากขึ้นในอัตราร้อยละ 2.98 ต่อปี ในปี พ.ศ. 2559 มีปริมาณการผลิตสุกร 14.54 ล้านตัว ซึ่งมีปริมาณการเพิ่มขึ้นจากปี พ.ศ. 2558 ซึ่งมีการผลิตสุกรจำนวน 13.56 ล้านตัว เนื่องด้วยราคาของสุกรมีชีวิตปรับสูงขึ้น จึงส่งผลให้มีการขยายปริมาณการผลิตเพิ่มมากขึ้น (ตารางที่ 1) (กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, 2559) นอกจากปัจจัยทางด้านการจัดการแล้วปัจจัยทางด้านการปรับปรุงพันธุ์เป็นอีกหนึ่งปัจจัยที่ส่งผลให้สุกรที่มีลักษณะการเจริญเติบโตที่ดี หากสุกรเจริญเติบโตดีก็จะสามารถขายสุกรได้อย่างเร็ว เป็นการลดต้นทุนการผลิต ดังนั้นการเจริญเติบโตของสุกรจึงถือว่าเป็นลักษณะที่มีความสำคัญมาก (สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ, 2547) จากตารางที่ 2 เมื่อแบ่งจำนวนสุกรตามภูมิภาคต่างๆของประเทศไทยพบว่าในปี พ.ศ. 2556 - 2559 มีสุกรรวมทั้งหมดเท่ากับ 53,633,162 ตัว และภูมิภาคที่มีการผลิตสูงที่สุด คือภาคกลางมีการผลิตสุกรจำนวน 30,438,884 ตัว และรองลงมาคือภาคตะวันออกเฉียงเหนือที่มีการผลิตสุกร จำนวน 9,564,140 ตัว

ตารางที่ 1 ปริมาณการผลิตสุกรของประเทศไทยในปี 2549 – 2559

ปี (พ.ศ.)	Swine (1,000 heads)
2549	13,315
2550	13,545
2551	12,088
2552	11,771
2553	12,099
2554	11,886
2555	12,829
2556	14,139
2557	13,036
2558	13,565
2559	14,011

ที่มา : กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ (2559)

ตารางที่ 2 ปริมาณสุกรภายในประเทศแบ่งตามภูมิภาคระหว่างปี พ.ศ. 2556 – 2559

ภูมิภาค	จำนวนสุกร (ตัว)				รวม
	พ.ศ. 2556	พ.ศ. 2557	พ.ศ. 2558	พ.ศ. 2559	
ภาคเหนือ	1,956,201	1,941,230	2,023,178	2,130,625	8,051,234
ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ	2,312,371	2,303,626	2,406,844	2,541,299	9,564,140
ภาคกลาง	7,437,169	7,429,271	7,717,922	7,854,522	30,438,884
ภาคใต้	1,365,822	1,361,508	1,417,291	1,484283	5,628,904
รวมทั้งประเทศ	13,071,563	13,035,635	13,515,235	14,010,729	53,633,162

ที่มา : กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ (2559)

2.2 การปรับปรุงพันธุ์สัตว์ (Animal Breeding)

การปรังปรุงพันธุ์มีความสำคัญมาก เนื่องจากเป็นการคัดเลือกสัตว์ที่มีพันธุกรรมที่ดีและมีการถ่ายทอดไปยังสัตว์รุ่นต่อไป การปรับปรุงพันธุ์สัตว์จะเน้นในส่วนของระบบการผสมพันธุ์ (matting system) และระบบการคัดเลือก (selection system) การปรับปรุงพันธุ์จึงแบ่งได้ 2 ประเภท คือ 1.การปรับปรุงพันธุ์แบบดั้งเดิม (conventional Breeding) 2.การปรังปรุงแบบอณูพันธุศาสตร์ (molecular breeding) ดังนี้

2.2.1 การปรับปรุงพันธุ์แบบแบบดั้งเดิม (Conventional Breeding)

การปรับปรุงพันธุ์แบบดั้งเดิม (conventional breeding) ใช้ข้อมูลลักษณะปรากฏ (phenotype) แต่อย่างไรก็ตามลักษณะปรากฏจะขึ้นอยู่กับอิทธิพลของพันธุกรรม (genetic) รวมกับอิทธิพลเนื่องจากสิ่งแวดล้อม (environment) และเทคนิค BLUP (best linear unbiased) ถูกนำมาใช้เพื่อคัดเลือกสัตว์ โดยประมาณค่าคุณค่าการผสมพันธุ์ (estimated breeding value, EBV) ของสัตว์ซึ่งบ่งบอกถึงความสามารถในการถ่ายทอดลักษณะนั้นไปยังสัตว์รุ่นต่อไป อย่างไรก็ตามการประมาณค่าคุณค่าการผสมพันธุ์ ของลักษณะเชิงปริมาณ (quantitative traits) หรือลักษณะสำคัญทางเศษฐกิจ ยังมีข้อจำกัดหลายประการที่ส่งผลให้ความแม่นยำในการคัดเลือกต่ำ โดยเฉพาะลักษณะที่มีค่าอัตราพันธุกรรมต่ำ จึงส่งผลให้การตอบสนองต่อการคัดเลือกเป็นไปได้ช้า นอกจากนั้นลักษณะที่ถูกกำหนดด้วยเพศ (sex limited) หรือการปรับปรุงพันธุ์สัตว์ที่มีช่วงชีวิตยาว (generation interval) ด้วยวิธี conventional breeding ต้องใช้ระยะเวลานาน เพราะต้องรอให้สัตว์แสดงลักษณะปรากฏก่อนจึงจะสามารถนำข้อมูล ดังนั้นมาประมาณค่าทางพันธุกรรม และคัดเลือกสัตว์ได้ และการประมาณค่าทางพันธุกรรมโดยวิธี BLUP ไม่ได้ใช้ข้อมูลของยีนที่มีผลต่อลักษณะปรากฏ

ที่สนใจโดยตรงส่งผลให้ความแม่นยำในการคัดเลือกต่ำ ข้อมูลลักษณะปรากฏที่นำมาใช้เพื่อปรับปรุงพันธุ์สัตว์ แบ่งได้ 2 กลุ่ม คือ 1) การคัดเลือกสัตว์โดยใช้ข้อมูลลักษณะปรากฏโดยตรง (direct phenotype) เพื่อประมาณค่า EBV และค่าอัตราพันธุกรรม (heritability) และ 2) การคัดเลือกจากลักษณะปรากฏที่มีความสัมพันธ์กับลักษณะที่สนใจ (indirect phenotype) และลักษณะเชิงปริมาณเกิดจากการแสดงออกยีนหลายตำแหน่ง (polygenes) และสิ่งแวดล้อม เป็นลักษณะที่ค่าอัตราพันธุกรรมต่ำ ดังนั้นการปรับปรุงพันธุ์แบบ conventional breeding จึงไม่ประสบความสำเร็จมากนัก นอกจากข้อจำกัดทางเวลาแล้ว ยังพบปัญหาจากการจัดเก็บข้อมูลของลักษณะปรากฏที่ค่องข้างน้อย รวมไปถึงเครื่องมือที่ใช้ในการตรวจวัดลักษณะปรากกฏบางลักษณะยังมีราคาสูง (ตรีทิพย์ รัตนวรชัย, 2552; สุพล เลื่องยศลือชำกุล, 2555; กมล ฉวีวรรณ และคณะ, 2555; ดวงนภา พรมเกตุ, 2556)

2.2.2 การคัดเลือกโดยวิธี Marker assisted selection (MAS)

Marker assisted selection คือวิธีการในการปรับปรุงพันธุ์สัตว์ โดยการตรวจหาเครื่องหมายพันธุกรรม (genetic marker) ที่เป็นยีนหรือ ชิ้นส่วนของ DNA ที่มีความสัมพันธ์กับลักษณะที่สนใจ โดย gene marker ที่ดีควรสามารถตรวจหาได้ง่าย โดยใช้วิธีการทางห้องปฏิบัติการและเมื่อตรวจพบ gene marker เหล่านี้แล้ว มีความเป็นไปได้สูงมากที่สัตว์นั้นจะมียีนที่สนใจอยู่ในบริเวณนั้นๆ ในปัจจุบันนักปรับปรุงพันธุ์สัตว์ สามารถใช้ gene marker ช่วยในการคัดเลือกสัตว์ ดังนั้นการคัดเลือกด้วย gene marker สามารถคัดเลือกได้ในสัตว์ทุกช่วงอายุ และสามารถคัดเลือกได้อย่างแม่นยำ เพราะเป็นการคัดเลือกจากข้อมูลพันธุกรรมของสัตว์แต่ละตัว นอกจากนั้นยังสามารถนำข้อมูล genotype เข้ามาร่วมประเมินคุณค่าการผสมพันธุ์ได้ โดยกำหนดให้ genotype เป็นอิทธิพลคงที่ (fixed effect) ซึ่งจะทำให้การคัดเลือกมีความแม่นยำเพิ่มมากขึ้น (Pinta et al., 2013.; Francia et al., 2005)

2.3 เครื่องหมายอณูพันธุศาสตร์ (genetic marker)

การตรวจหา genetic marker คือการตรวจหายีนที่เกี่ยวข้องกับลักษณะต่างๆถูกนำมาศึกษาความหลากหลาย (polymorphism) เพื่อค้นหารูปแบบของ alleles ที่ใช้เป็น genetic maker ทางพันธุกรรม ซึ่งเกิดจากการเปลี่ยนแปลงของลำดับเบสบนสายดีเอ็นเอที่เพิ่มขึ้นหรือลดลงจากปกติ โดยเกิดขึ้นระหว่างการะบวนการถ่ายทอดทางพันธุกรรมและสามารถเกิดได้กับดีเอ็นเอทั้งในส่วนที่เป็นยีนและส่วนที่ไม่ใช้ยีน เมื่อเกิดการเปลี่ยนแปลงในส่วนที่เป็นยีน ย่อมมีการเปลี่ยนแปลงลักษณะทางพันธุกรรมและส่งผลให้เกิดความแตกต่างของลักษณะปรากฏ การพัฒนาเทคนิคทางด้านพันธุศาสตร์โมเลกุลสามารถตรวจหาความแปรปรวนทางพันธุกรรมที่เกิดขึ้นภายในประชากร

และความแปรปรวนทางพันธุกรรมที่เกิดระหว่างประชากรได้ ดังนั้นจึงมีการใช้ genetic marker เพื่อศึกษาตำแหน่งของยีนที่ควบคุมการแสดงออกของลักษณะต่างๆที่สำคัญทางเศรษฐกิจ โดยคุณสมบัติของ genetic marker สิ่งที่ควรคำนึงถึงสำหรับการใช้ genetic marker เพื่อคัดเลือกสัตว์หรือควบคุมลักษณะที่ปรากฏที่สนใจคือ genetic marker ที่เลือกใช้ต้องไม่ส่งผลต่อการแสดงออกของลักษณะปรากฏ ซึ่งส่วนใหญ่เป็นบริเวณของ DNA ที่ไม่ใช้ยีน (noncoding DNA) และ genetic marker ควรมีความสัมพันธ์กับลักษณะที่ต้องการคัดเลือก โดย genetic marker แต่ละชนิดมีคุณสมบัติและลักษณะที่แตกต่างกัน (ดวงนภา พรมเกตุ, 2556) เทคนิคในการตรวจหา genetic marker ประกอบด้วยเทคนิค ดังนี้

2.3.1 Restriction Fragment Length Polymorphism (RFLP)

เป็น genetic marker ชนิดแรกที่นำมาใช้ในการศึกษา genetic mapping โดยการใช้เอ็นไซม์ตัดจำเพาะ (restriction enzyme) ตัดสายดีเอ็นเอ ณ ตำแหน่งที่จำเพาะ (restriction size) เพื่อตรวจหาความแตกต่างของชิ้นดีเอ็นเอที่ถูกตัดได้ด้วนเอ็นไซม์ตัดจำเพาะเนื่องจากดีเอ็นเอมีความหลากหลายและมีตำแหน่งเอ็นไซม์ตัดจำเพาะสามารถตัดได้แตกต่างกันในสัตว์แต่ละตัว จึงทำให้ขนาดและจำนวนของชิ้นส่วนดีเอ็นเอที่ได้แตกต่างกัน แต่อย่างไรก็ตาม RFLP เป็น genetic marker มีความหลากหลายสูงมากในสัตว์และไม่สามารถแยกความแตกต่างระหว่างสัตว์ที่มียีนในสภาพ homozygous และ heterozygous (ดวงนภา พรมเกตุ, 2556)

2.3.2 Single Nucleotide Polymorphism (SNP)

เกิดจากการพัฒนาของเทคนิค DNA sequence จึงได้มีการหาความแตกต่างของลำดับเบสเพียง 1 ตำแหน่ง และเนื่องจากการเปลี่ยนแปลงของลำดับเบสมีผลทำให้ตำแหน่ง restriction site เปลี่ยนแปลงไปด้วย ดังนั้น SNP ที่ตรวจได้บริเวณยีนอาจส่งผลให้การแสดงออกทางด้านลักษณะปรากฏ ที่เปลี่ยนแปลงตามไปด้วย โดยอาจมีการแสดงออกทั้งในด้านบวก (genetic polymorphism) หรืออาจจะมีผลทำให้การแสดงออกในด้านลบด้วย (mutation) ในกรณีที่เปรียบเทียบระหว่างลำดับเบสทั้งจีโนมระหว่างสิ่งมีชีวิตปกติ และสิ่งมีชีวิตที่ผิดปกติพบว่าแม้กระทั่งวิธีในการรักษาเฉพาะในแต่ละบุคคลที่มีความแตกต่างกันทางพันธุกรรมเพื่อให้มีประสิทธิภาพในการรักษาและปลอดภัยจากผลข้างเคียง (ดวงนภา พรมเกตุ, 2556)

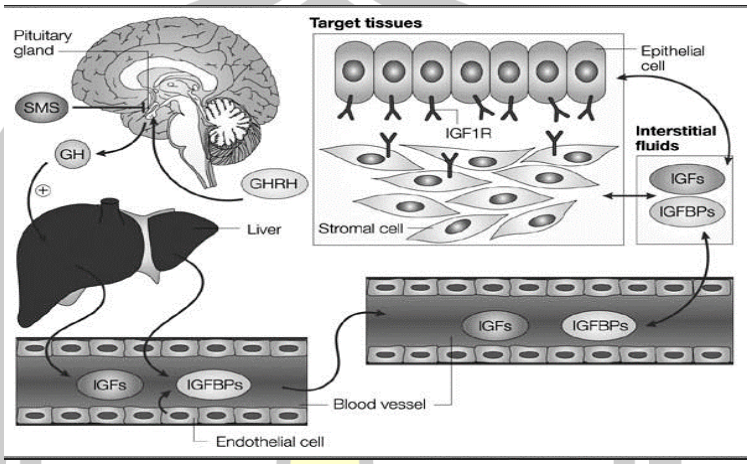
2.2.3 Single-strand Conformation Polymorphism (SSCP)

SSCP เป็นวิธีการตรวจหาความแตกต่างจากดีเอ็นเอที่เพิ่มปริมาณโดย PCR ที่มีความแตกต่างกัน เฉพาะเบสตัวใดตัวหนึ่งภายในชิ้นส่วนดีเอ็นเอนั้น (point mutation) เทคนิค SSCP อาศัยหลักที่ว่าดีเอ็นเอ สายเดี่ยวในสภาพธรรมชาติ (non-denaturing condition) จะมีการขดม้วนหรือพันกันภายในโมเลกุลเกิดเป็นโครงสร้างจำเพาะขึ้นกับองค์ประกอบของเบสดีเอ็นเอสายนั้นหรือมี conformation ที่จำเพาะซึ่งมีผลต่อการเคลื่อนที่ในระหว่างการแยกขนาดในสนามไฟฟ้าที่ใช้ non-denaturing polyacrylamide gel เป็นตัวกลาง โมเลกุลของดีเอ็นเอที่มีเบสต่างกันแม้เพียงเบสเดียวก็สามารถทำให้เกิดโครงสร้างที่แตกต่างกันซึ่งส่งผลให้ การเคลื่อนที่ในสนามไฟฟ้าต่างกัน ความไวของการตรวจ SSCP นั้น ถ้าสายดีเอ็นเอมีความยาวมากขึ้นเท่าใดความไวในการตรวจพบ SSCP ก็ยิ่งน้อยลง ขนาดความยาวของดีเอ็นเอที่เหมาะสมสำหรับตรวจสอบความแตกต่าง โดยวิธีนี้คือไม่ควรเกิน 200 นิวคลีโอไทด์ (สุรินทร์ ปิยะโชคณากุล, 2545)

2.4 กลไกลการทำงานของ insulin-like growth factor (IGF) ในสิ่งมีชีวิต

Insulin like growth factor 1 (IGF-1) และ Insulin like growth factor 2 (IGF-2) เป็นยีนที่มีบทบาทเกี่ยวข้องกับลักษณะการเจริญเติบโต ประสิทธิภาพการใช้อาหาร ยีนนี้มีรูปแบบที่หลากหลาย โดยยีนที่มีรูปแบบที่แตกต่างกัน มีผลต่อความสามารถของลักษณะการเจริญเติบโตที่แตกต่างกันด้วย ยีน IGF-1 เป็น peptide hormone ที่มีหน้าที่สำคัญในการเป็นสื่อกลางของ growth hormone ในการกระตุ้นการเจริญเติบโตของเซลล์ร่างกาย Insulin like growth factors (IGFs) ถูกผลิตขึ้นบริเวณตับภายใต้การควบคุมของ growth hormone ที่ถูกผลิตจาก pituitary gland ภายใต้การควบคุมของสมองส่วน hypothalamus โดย growth hormone releasing hormone (GHRH) และ somatostatin (SMS) คือ สิ่งสำคัญในการกระตุ้นการผลิต IGF1 ในตับแล้วปล่อยเข้าสู่กระแสเลือด IGF1 จะมีการตอบสนองต่อเนื้อเยื่อโดย มี IGFs และ Insulin like growth factors – binding proteins (IGFBPs) จะถูกขนส่งจากตับไหลผ่านไปตามระบบหมุนเวียนเลือดไปยังอวัยวะเป้าหมายที่มี receptor จำเพาะที่เกิดขึ้นในกลไก autocrine หรือ paracrine ซึ่งกลไกเหล่านี้จะมีความสัมพันธ์กันระหว่าง stromal cell และ epithelial cell สำหรับ IGF-2 เป็น growth factor ที่มีบทบาทในเนื้อเยื่อของตัวอ่อน กระตุ้นการเจริญเติบโตและเปลี่ยนแปลงรูปร่างของเซลล์หลายชนิด ทำงานเกี่ยวข้องกับ IGF-1 และ pro insulin โดย IGF-2 จะมีการแสดงออกทั้งในตับและบริเวณภายนอกตับ แต่ไม่ได้ถูกควบคุมโดยตรงจาก Growth hormone ทั้ง IGF-1 และ IGF-2 เป็นลิแกนด์สำหรับ Insulin like growth-21 Receptor (IGF1R) ซึ่งเป็นโมเลกุลส่งสัญญาณบนเซลล์ผิว tyrosine kinase การจับลิแกนด์เป็นการส่งสัญญาณภายในเซลล์ที่ช่วยในการเพิ่มจำนวน

ของเซลล์และกระตุ้นการอยู่รอดของเซลล์ การศึกษาพบว่าความแตกต่างของ phenotypic ลักษณะการเจริญเติบโต ดังแสดงในภาพประกอบที่ 1



ภาพประกอบ 1 กลไกการทางานของยีน insulin-like growth factor (IGF)
ที่มา : อมรรัตน์ โมฬี (2557)

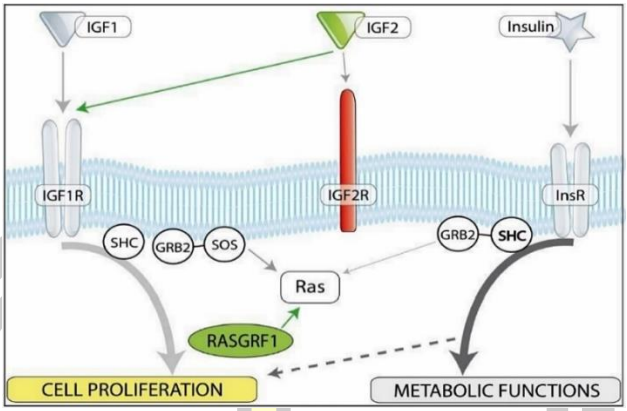
2.5 ยีน insulin-like growth factor 2 (IGF-2) ในสุกร

Insulin-like growth factor 2 (IGF-2) ไม่ได้ถูกควบคุมโดยตรงจาก Growth hormone IGF-2 เป็น growth factor ที่มีบทบาทในเนื้อเยื่อของตัวอ่อนทำหน้าที่กระตุ้นการเจริญเติบโตและเปลี่ยนแปลงรูปร่างของเซลล์หลายชนิด ทำงานเกี่ยวข้องกับ IGF-1 และ pro insulin โดย IGF-2 จะมีการแสดงออกทั้งในตับ และบริเวณภายนอกตับ ทั้ง IGF-1 และ IGF-2 เป็น ligand สำหรับ Insulin-like growth 1 Receptor (IGF-1R) ซึ่งเป็นโมเลกุลที่ส่งสัญญาณบนเซลล์ผิว เมื่อ IGF-1 และ IGF-2 เข้าจับกับ IGF-1R จะทำให้ tyrosine kinase เกิดการส่งสัญญาณภายในเซลล์ส่งผลต่อการเพิ่มจำนวนของเซลล์และกระตุ้นการอยู่รอดของเซลล์ ดังแสดงในภาพประกอบที่ 2 (Ratajczak et al., 2011) การศึกษาด้านพันธุศาสตร์โมเลกุลได้นำยีน IGF-2 ซึ่งเป็น candidate gene ที่เกี่ยวข้องกับการสร้างเนื้อแดงและการเจริญเติบโตของสุกร เพื่อนำมาใช้ในการปรับปรุงพันธุ์สุกรให้มีการเจริญเติบโตที่ดีขึ้น โดยยีน IGF-2 มีผลต่อการพัฒนาของเนื้อเยื่อกล้ามเนื้อ (Kolarikova et al., 2003) สุกรมีโครโมโซมทั้งหมด 19 คู่ โดยแบ่งเป็น autosomes 18 คู่ และโคโมโซมเพศ 1 คู่ (Wilson et al., 1991) โดยลักษณะการเจริญเติบโตในสุกรเป็นลักษณะที่สำคัญทางเศรษฐกิจ มียีนควบคุมการแสดงออกมากมาย (polygene) เช่น ยีน Melanocortin-4 Receptor (MG4R) (Piorkowska et al., 2010; Ovilo, 2005) ยีน Insulin like growth factor-1 (IGF-1) (Duclos et

al., 2005; Tomas et al., 1998) แต่จากการตรวจเอกสารยีน Insulin like growth factor-2 (IGF-2) นั้นอยู่บริเวณ telomeric ของโครโมโซมคู่ที่ 2 เมื่อเกิดการกลายยีนจะทำให้การสร้างกล้ามเนื้อและเนื้อแดงสูงขึ้นการกลายยีนของยีน IGF-2 ยังมีผลต่อคุณภาพซาก และการเจริญเติบโตของสุกร (Hou et al., 2010; Matthew et al., 2004) จากการศึกษาความสัมพันธ์ของยีน IGF-2 ต่อลักษณะการเจริญเติบโตในสุกรที่ใช้เทคนิค PCR-RFLP เพื่อตรวจสอบรูปแบบจีโนไทป์ของยีน IGF-2 (แพรว เที่ยงพิมล และคณะ, 2555; เกศรา อพาภรณ์ และคณะ, 2558; Knoll et al., 2000; Kolarikova et al., 2003; Fontanesi et al., 2010) ดังแสดงในตารางที่ 3 ผลการศึกษาทำให้ทราบว่ายีน IGF-2 มีรูปแบบจีโนไทป์ 3 รูปแบบ AA, AB และBB (Knoll et al., 2000) และยังมีรายงานของ Kolarikova et al. (2003) กล่าวถึงยีน IGF-2 มีรูปแบบจีโนไทป์ 3 รูปแบบ คือ GG, GA และ AA ด้วยเช่นกัน

ตารางที่ 3 การศึกษายีน IGF-2 ต่อการเจริญเติบโตของสุกรโดยใช้เทคนิค PCR-RFLP

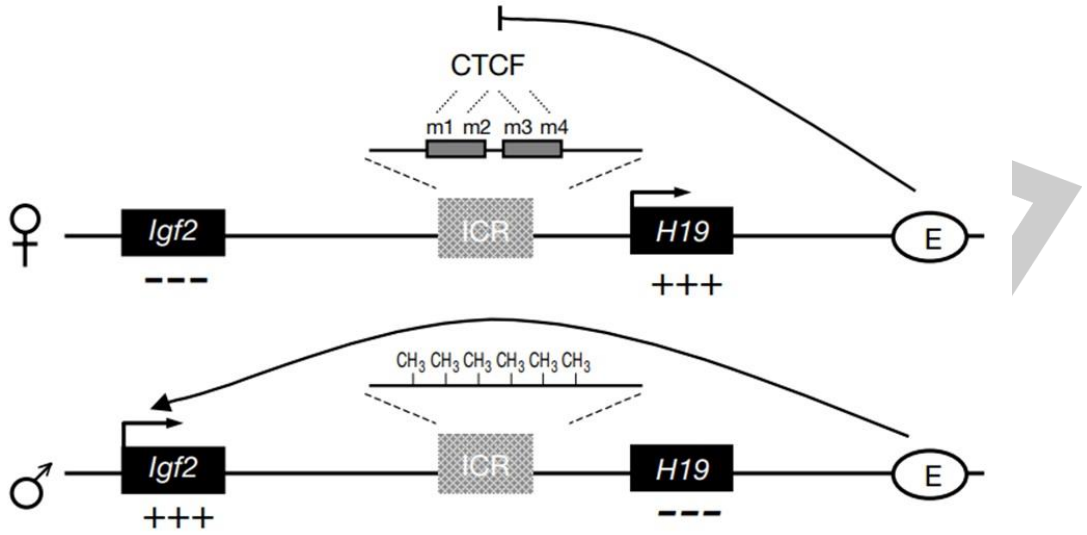
Breed	enzyme	referent
สุกรพันธุ์เปียแตรง, สุกรพันธุ์ยอร์คเชียร์, สุกรลูกผสมยอร์คเชียร์ X เปียแตรง, สุกรลูกผสมแลนด์เรซ X เปียแตรง และสุกรลูกผสมยอร์คเชียร์ X แลนด์เรซ X เปียแตรง	*Bcnl*	แพรว เที่ยงพิมล และคณะ (2552)
สุกรพันธุ์กระโดน	*Bcnl*	เกศรา อำพาภรณ์ และคณะ (2558)
สุกรพันธุ์ลาร์จไวท์	*NciI*	Knoll et al. (2000)
สุกรพันธุ์ลาร์จไวท์	*NciI*	Kolarikova et al. 2003
สุกรพันธุ์ลาร์จไวท์, สุกรพันธุ์ดูร็อค และสุกรพันธุ์แลนด์เรซ	*AdeI*	Fontanesi et al. (2010)



ภาพประกอบ 2 แสดงกลไกการทำงานของยีน IGF-2

ที่มา : Ratajczak et al. (2011)

การควบคุมการแสดงออกของยีน IGF-2 มีลักษณะเป็น genomic imprinting โดยพบว่าเป็นภาวะอัลลีลของยีนของแม่ถูกกดไว้ไม่ให้ทำงานหรือแสดงออก (imprinted gene) ก่อนที่อัลลีลนั้นจะถูกถ่ายทอดจากเซลล์สืบพันธุ์มาสู่ลูก เนื่องจากยีนที่ถูกกดไว้ไม่ให้ทำงานเป็นยีนที่ได้รับมาจากโครโมโซมแม่ เรียกว่า maternal imprinting จะแสดงออกได้เฉพาะยีนที่ได้รับมาจากโครโมโซมจากพ่อเท่านั้น เพราะใน sperm นั้นจะมีการ methylation ที่บริเวณ imprinting control region (ICR) ทำให้ลำดับเบสที่มีหน้าที่กระตุ้นการทำงานของยีน (enhancer, E) สามารถกระตุ้นยีน IGF-2 ให้มีการสร้าง แต่ใน ovum พบว่าในบริเวณ ICR จะไม่มีการ methylation ทำให้ยีน ICR สามารถสร้างโปรตีน CTCF ซึ่งจะมาบล็อกการทำงานของ enhancer ทำให้ยีน IGF-2 ไม่ถูกกระตุ้น ดังแสดงในภาพประกอบที่ 3 (คมสัน ตวงสิทธิตานนท์, 2552)



ภาพประกอบ 3 แสดงกระบวนการเกิด genomic imprinting ของยีน IGF-2

ที่มา: Bell and Gray (2000)

2.7 ความสัมพันธ์ของยีน IGF-2 ต่อการเจริญเติบโตของสุกร

เมื่อวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ของยีน IGF-2 ต่อการเจริญเติบโตของสุกรพบว่ามีความสัมพันธ์กับลักษณะน้ำหนักตัวก่อนทำการทดลอง ลักษณะน้ำหนักหย่านม ลักษณะความยาวลำตัว และลักษณะความหนาไขมันสันหลัง รวมไปถึงคุณค่าการผสมพันธุ์ (EBV) นอกจากนั้นยังมีความสัมพันธ์กับ อัตราการเจริญเติบโตต่อวัน (ADG) ปริมาณอาหารต่อน้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้น (FGR) ความหนาไขมันสันหลัง (BFT) และน้ำหนักขาหลัง (HW) (แพรว เที่ยงพิมล และคณะ, 2552 ; เกศรา อำภาพรณ์ และคณะ, 2558; Kolarikova et al,. 2003; Fontanesi et al., 2014) (ตารางที่ 4)

ตารางที่ 4 ความสัมพันธ์ของยีน IGF-2 ต่อการเจริญเติบโตของสุกร

traits	genotype			population	referent
	AA	AB	BB		
BWT	11.52 ± 2.18[b]	15.59 ±0.48 [a]	14.26 ±0.39 [a]	Large White	Kolarikova et al. (2003)
Weaning Weight	4.92±0.26[a]	5.76±0.34[b]	6.52±0.61[b]	กระโดน	เกศรา อำพาภรณ์ และคณะ (2558)
	GG	GC	CC		
BL (cm)	73.14 + 0.41[b]	72.67 + 0.33[b]	73.14 + 0.41[b]	Pietrain, Yorkshire, YxP, LxP, YxLP	แพรว เที่ยงพิมล และคณะ (2552)
BF (mm)	12.25 + 0.75[a]	10.27 + 0.18[b]	10.79 + 0.23[ab]		
	AA	AG	GG		
ADG*	+47.806±2.298	+30.398±2.243	+13.932±3.035	Large White and Duroc	Fontanesi et al. (2014)
FGR*	−0.209±0.014	−0.144±0.014	−0.057±0.019		
BF*	−3.605±0.349	−1.830±0.340	0.146±0.461		
HW*	+0.771±0.057	+0.583±0.056	+0.268±0.075		

หมายเหตุ : BWT คือ body weight before beginning of the test

BL คือ body length (cm)

BF คือ backfat thickness (mm)

ADG คือ average daily gain

FGR คือ feed: gain ratio

HW คือ ham weight (kg)

* คือ P-value < 0.05

จากการรายงานของ Kolaoikova et al. (2003) ที่ได้ศึกษาความสัมพันธ์ของยีน IGF-2 ต่อประสิทธิภาพการเจริญเติบโตและคุณภาพเนื้อในสุกรสายพันธุ์ลาร์จไวท์ พบรูปแบบจีโนไทป์ 3 รูปแบบ คือ จีโนไทป์ AA, จีโนไทป์ AB และจีโนไทป์ BB แต่ไม่พบความสัมพันธ์กับ น้ำหนักหย่านม (WW) น้ำหนักตัวสุดท้าย (FW) อัตราการเจริญเติบโตต่อวัน (ADG) นอกจากนี้ยังมีการศึกษาความสัมพันธ์ของยีน IGF-2 กับลักษณะการเจริญเติบโตในสุกรสายพันธุ์กระโดน พบรูปแบบจีโนไทป์ 3 รูปแบบคือ โนไทป์ AA, จีโนไทป์ AB และจีโนไทป์ BB โดยที่สุกรที่มีรูปแบบจีโนไทป์ AB (5.76 ± 0.34 กิโลกรัม) และ สุกรที่มีรูปแบบจีโนไทป์ BB (6.52 ± 0.61 กิโลกรัม) มีน้ำหนักหย่านมสูงกว่า สุกรที่มีรูปแบบจีโนไทป์ AA (4.92 ± 0.26 กิโลกรัม) แต่สุกรในทุกรูปแบบจีโนไทป์ไม่มีความสัมพันธ์กับน้ำหนักแรกคลอด (เกศรา อำพาภรณ์ และ คณะ, 2558) รวมไปถึงการศึกษาของ Hou et al. (2010) ศึกษาความสัมพันธ์ของความหลากหลายของนิวคลีโอไทด์ของยีน IGF-2 บน exon ที่ 8 ต่อลักษณะการเจริญเติบโตในสุกรพันธุ์ Wuzhishan โดยใช้เทคนิค PCR-SSCP พบรูปแบบจีโนไทป์ 3 รูปแบบ คือจีโนไทป์ AA, จีโนไทป์ AB และจีโนไทป์ BB และจีโนไทป์ทั้ง 3 รูปแบบไม่มีความสัมพันธ์กับน้ำหนักตัวสุดท้าย และขนาดของลำตัว

แพรว เที่ยงพิมล และคณะ (2552) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ของความแตกต่างทางพันธุกรรมของยีนIGF-2 ต่อลักษณะการเจริญเติบโตและขนาดของร่างกายในประชากรสุกรเชิงการค้าแห้งหนึ่ง โดยใช้สุกรลูกผสมยอร์คเชียร์ x เปียแตรง จำนวน 17 ตัว สุกรลูกผสมแลนด์เรช x เปียแตรง จำนวน 18 ตัว และสุกรลูกผสม ยอร์คเชียร์และแลนด์เรช x เปียแตรง จำนวน 23 ตัว พบรูปแบบจีดนไทป์ 3 รูปแบบ คือจีโนไทป์ GG, จีโนไทป์ GC และจีโนไทป์ CC ซึ่งจีโนไทป์ทั้ง 3 รูปแบบไม่มีความสัมพันธ์กับอัตราการเจริญเติบโตต่อวัน (ADG) แต่พบว่าสุกรที่มีโนไทป์ GG มีความยาวลำตัว (76.20 ± 1.37 เซนติเมตร) มากกว่าสุกรที่มีรูปแบบโนไทป์ GC (72.67 ± 0.33 เซนติเมตร) และจีโนไทป์ CC (73.14 ± 0.41 เซนติเมตร) ซึ่งจีโนไทป์ จากที่กล่าวมาข้างต้น จะเห็นได้ว่ายีน IGF-2 เป็น genetic marker ที่น่าสนใจที่มีความสัมพันธ์กับลักษณะการเจริญเติบโต ดังนั้นดังนั้นเป้าหมายในการศึกษาครั้งนี้เพื่อทดสอบสมมติฐานว่ายีน IGF-2 มีผลต่อลักษณะการเจริญเติบโตในสุกร

บทที่ 3
วิธีการดำเนินการวิจัย

3.1 งานทดลองที่ 1 อิทธิพลของสายพันธุ์ต่อประสิทธิภาพการเจริญเติบโตและคุณภาพเนื้อในสุกร

3.1.1 กลุ่มตัวอย่างประชากร

ในการศึกษา อิทธิพลของสายพันธุ์ต่อลักษณะการเจริญเติบโตและคุณภาพเนื้อในสุกร ใช้ข้อมูลสุกรทั้งหมด 3,007 ตัว (สุกรสายพันธุ์ดูร็อค 855 ตัว, สุกรสายพันธุ์เปียแตรง 217 ตัว และสุกรลูกผสมดูร็อค x เปียแตรง 1,935 ตัว) เป็นสุกรจากบริษัทเอกชนที่ได้รับมาตฐานฟาร์มการเลี้ยงสุกร จะได้รับอาหาร และน้ำ อย่างเต็มที่ จนสุกรมีน้ำหนัก 104 กิโลกรัม และนำไปฆ่าที่โรงฆ่าสัตว์เอกชนที่ได้รับมาตฐาน

3.1.2 การเก็บข้อมูลลักษณะการเจริญเติบโต และคุณภาพเนื้อ

สุกรในการทดลองครั้งนี้ใช้สุกรที่เกิดในช่วงปี พ.ศ. 2555 – พ.ศ. 2559 บันทึกข้อมูลการเจริญเติบโตประกอบด้วย น้ำหนักมีชีวิต (LW), อัตราการเจริญเติบโตต่อวัน (ADG) และอัตราการเจริญเติบโตต่อวันเมื่อวันที่น้ำหนัก 104 กิโลกรัม (ADG 104 d) และบันทึกข้อมูลคุณภาพเนื้อหลังจากการฆ่าสุกรภายในเวลา 45 นาที คือ ความหนาไขมันสันหลัง (BF), เปอร์เซ็นเนื้อแดง (PL) เมื่อทำการแช่ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส จะทำการเก็บพื้นที่หน้าตัดเนื้อสัน (LEA)

3.1.3 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

วิเคราะห์ค่าเฉลี่ยของข้อมูลประสิทธิภาพการเจริญเติบโต และคุณภาพเนื้อ โดยใช้ชุดคำสั้ง PROC MEANS การวิเคราะห์ความถดถอยพหุคูณ เพื่อใช้ในการทำนายสมการโดยใช้ชุดคำสั่ง PROC Stepwise แบบจำลองของสมการของการทำนายจะต้องมีค่า R^2 (R-Squared) ที่สูง และค่าเฉลี่ยกำลังสองของความคลาดเคลื่อน (MSE) ที่ต่ำ การวิเคราะห์ค่าสหสัมพันธ์ของแต่ละลักษณะจะใช้ชุดคำสัง PROC CORR และวิเคราะห์อิทธิพลของสายพันธุ์ต่อประสิทธิภาพการเจริญเติบโต และคุณภาพเนื้อใช้ชุดคำสั่ง PROC GLM การวิเคราะห์ทั้งหมดนี้ใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SAS (SAS, 2002) โมเดลทางสถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์อิทธิพลของสายพันธุ์ต่อประสิทธิภาพการเจริญเติบโต และคุณภาพเนื้อดังสมการ

$$y_{ij} = \mu + breed_i + e_{ij}$$

เมื่อ

y_{ij} คือ ประสิทธิภาพการเจริญเติบโต และคุณภาพเนื้อ

μ คือ ค่าเฉลี่ยรวมของลักษณะสมรรถนการเจริญเติบโต

$breed_i$ คือ อิทธิพลเนื่องจากสายพันธุ์ของสุกร

e_{ij} คือ ความคลาดเคลื่อน

3.2 งานทดลองที่ 2 ความหลากหลายของยีน insulin-like growth factor 2 (IGF-2) ต่อการเจริญเติบโตในสุกร

3.2.1 กลุ่มตัวอย่างประชากร

ประชากรสุกรที่ใช้ในการศึกษารูปแบบจีโนไทป์ของยีน IGF-2 ต่อการเจริญเติบโต (growth performance) ครั้งนี้ใช้ลูกผสม 3 สายพันธุ์ (ลาร์จไวท์ x แลนด์เรซ x ดูร็อคเจอร์ซี่) จำนวน 303 ตัว คละเพศ ที่เลี้ยงภายใต้บริษัทเอกชนแห่งหนึ่งในประเทศไทย มีน้ำหนักสุกรก่อนฆ่าระหว่าง 100 - 120 กิโลกรัม เลี้ยงภายใต้โรงเรือนระบบปิดที่ได้รับรองมาตรฐานของกรมปศุสัตว์โดยสุกรที่นำมาใช้ในการศึกษาจะถูกบันทึกพันธุ์ประวัติ รวมทั้งข้อมูลการเจริญเติบโต

3.2.2 การเก็บข้อมูลลักษณะการเจริญเติบโต

ข้อมูลการเจริญเติบโตของสุกร ได้จากบันทึกการเจริญเติบโตจากบริษัทเอกชนแห่งหนึ่ง ประกอบไปด้วย ลักษณะน้ำหนักหย่านม (WW) ลักษณะน้ำหนักสุดท้ายก่อนฆ่า (FW) วันในการเลี้ยง (Day) และการเจริญเติบโตต่อวัน (ADG)

3.2.3 การเก็บตัวอย่างเลือด

เก็บตัวอย่างเลือดสุกร เพื่อใช้ในการสกัดดีเอ็นเอ และใช้ตรวจหารูปแบบจีโนไทป์ยีน IGF-2 โดยสุกรถูกพาเข้าไปยังกรงสำหรับเก็บตัวอย่างเลือด และใช้บ่วงรัดจมูก (snare) เพื่อป้องกันไม่ให้สุกรดิ้นรน หรือขัดขืนในการเก็บตัวอย่างเลือด แล้วจึงทำการเก็บตัวอย่างเลือด อย่างระมัดระวัง ไม่ให้สัตว์ได้รับบาดเจ็บหรือเกิดอันตรายใดๆต่อตัวสัตว์ รวมไปถึงมีการควบคุมจากสัตวแพทย์ประจำฟาร์ม สัตวบาลประจำฟาร์ม และ สัตวบาลชำนาญการเฉพาะด้านร่วมในการเก็บตัวอย่างครั้งนี้ด้วย โดยทำการเก็บตัวอย่างเลือดที่เส้นเลือดบริเวณคอ (jugular vein) เป็นวิธีการเก็บตัวอย่างเลือดที่มีความเจ็บปวดน้อยที่สุดและไม่ทำให้สัตว์ถึงแก่ความตาย และใส่หลอดเก็บตัวอย่าง (test tube) โดยมี 0.5 M EDTA (Ethylene diamine tetrameric acid) ปริมาตร 1 มิลลิลิตร โดยเก็บตัวอย่างเลือด

ปริมาณ 10 มิลลิลิตร/ตัว และนำไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เพื่อรอการสกัด genomic DNA ต่อไป

3.2.4 การสกัด genomic DNA

ดีเอ็นเอในเลือดของสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม จะพบอยู่ในเม็ดเลือดขาว จึงทำการดูดเม็ดเลือดขาว ปริมาตร 100 ไมโครลิตร ใส่หลอด 1.5 มิลลิลิตร หลังจากนั้นจึงทำการเติม 0.9% NaCl ปริมาตร 1,000 ไมโครลิตร เขย่าให้เข้ากันด้วยการ vortex แล้วปั่นเหวี่ยงด้วยความเร็วรอบ 10,000 รอบต่อนาที นาน 5 นาที เทส่วนใสทิ้ง (ทำ 2 ครั้ง) เติม 20% SDS ปริมาตร 70 ไมโครลิตร, 1% Proteinase K ปริมาตร 25 ไมโครลิตร, 7.5M Na-acetate ปริมาตร 50 ไมโครลิตร และ 5M GuHCl ปริมาตร 625 ไมโครลิตร ผสมให้เข้ากันด้วยการ vortex นำไปอุ่นในอ่างควบคุมอุณหภูมิที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส นาน 3 - 6 ชั่วโมง จากนั้นปั่นเหวี่ยงด้วยความเร็วรอบ 10,000 รอบต่อนาที นาน 5 นาที ดูดส่วนใสใส่หลอดใหม่ ปริมาตร 600 ไมโครลิตร จากนั้นเติม Absolute Isopropanol ปริมาตร 600 ไมโครลิตร เขย่าเบาๆ ให้สารเข้ากันจนเห็นตะกอนดีเอ็นเอ แล้วปั่นเหวี่ยงด้วยความเร็วรอบ 10,000 รอบต่อนาที นาน 5 นาที เทส่วนใสทิ้งเหลือไว้เฉพาะตะกอนดีเอ็นเอ เติม 75% Ethanol ปริมาตร 500 ไมโครลิตร เพื่อล้างตะกอนดีเอ็นเอ และปั่นเหวี่ยงด้วยความเร็วรอบ 10,000 รอบต่อนาที นาน 1 นาทีเทส่วนใสทิ้งเหลือไว้เฉพาะตะกอน (ทำ 2 ครั้ง) ผึ่งตะกอนดีเอ็นเอให้แห้งประมาณ 30 นาที หลังตะกอนแห้งแล้วเติมสารละลาย TE buffer (10 mM Tris-HCl, 1mM EDTA) ปริมาตร 30 - 50 ไมโครลิตร (ขึ้นอยู่กับปริมาณตะกอนดีเอ็นเอ) จากนั้นนำไปบ่มที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส ใน water bath เป็นเวลานาน 3 - 6 ชั่วโมง หลังจากนั้นปั่นเหวี่ยงด้วยความเร็วรอบ 10,000 รอบต่อนาที นาน 5 นาที ดูดส่วนใสมาตรวจสอบคุณภาพดีเอ็นเอด้วยเครื่อง nano drop

3.2.5 การตรวจสอบปริมาณดีเอ็นเอ และคุณภาพดีเอ็นเอ ด้วยวิธีการวัดค่าดูดกลืนแสง

การตรวจสอบปริมาณดีเอ็นเอที่สกัดได้ ด้วยเครื่อง nano drop ที่มีแสงยูวีเนื่องจากโปรตีนและกรดนิวคลีอิก ดูดกลืนช่วงแสงที่มีความยาวคลื่นสูงสุดประมาณ 260 นาโนเมตร ส่วนโปรตีนดูดกลืนแสงยูวี ที่มีความยาวคลื่นสูงสุดประมาณ 280 นาโนเมตร สายละลายดีเอ็นเอสายคู่บริสุทธิ์ที่มีความเข้มขนของสาร 50 ไมโครลิตร/มิลลิลิตร จะมีค่าความดูดกลืนแสง ที่มีความยาวคลื่น 260 นาโนเมตร เท่ากับ 1 ค่าอัตราส่วนดูดกลื่นแสงที่ A260 : 280 สามารถนำวิเคราะห์ว่าสารละลายดีเอ็นเอมีการปนเปื้อนด้วยโปรตีนหรืออาร์เอ็นเอหรือไม่ โดยอัตราส่วน A260 : 280 ของสารละลาย

ดีเอ็นเอบริสุทธิ์ควรอยู่ระหว่าง 1.8 – 1.9 ซึ่งถ้ามากกว่า 1.9 แสดงว่ามีการปนเปื้อนอาเอ็นเอ ถ้าน้อยกว่า 1.8 แสดงว่าปนเปื้นโปรตีน (นภา ศิวรังสรรค์, 2557) ซึ่งมีวิธีดังนี้

1. การเตรียมตัวอย่างดีเอ็นเอ และเติมสารละลาย TE buffer จำนวน 20 ไมโครลิตร ลงไปในแต่ละหลอด

2. เปิดเครื่อง nano drop เช็ดหัวด้วยกระดาษเช็ดเฉพาะ จากนั้นดูด TE buffer ไปใส่ที่หัววัดเพื่อ set bank

3. เช็ดหัวด้วยกระดาษเช็ดเฉพาะ จากนั้นดูดปริมาณ 1 ไมโครลิตร ในหลอดไปใส่หัววัดเพื่อวัดค่าดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 260 นาโนเมตร และ 280 นาโนเมตร จากนั้นอ่านค่าที่แสดงในเครื่องคำนวณหาความเข้มข้นโดยใช้สูตร $C_1V_1 = C_2V_2$

4. ถ้าดีเอ็นเอมีความเข้มข้นมากเกินไปสามารถทำให้เจือจางได้ โดยการเพิ่ม TE buffer เพื่อปรับความเข้มข้นของดีเอ็นเอแต่ละหลอดให้มีปริมาณความเข้มขนเท่ากันทุกหลอด (ดาวรุ่ง และคณะ, 2546)

3.2.6 การเพิ่มปริมาณ DNA ในหลอดทดลองด้วยวิธี PCR (polymerase chain reaction)

เทคนิค PCR มี 3 ขั้นตอน ในการควบคุมอุณหภูมิ ซึ่งทำซ้ำๆ กันเป็นอนุกรม 25 - 50 รอบ ขึ้นอยู่กับความเหมาะสม และความบริสุทธิ์ของดีเอ็นเอ (นภา ศิวรังสรรค์, 2547) ซึ่ง มีองค์ประกอบต่างๆ ของสารที่ใช้ในการทำให้เกิดปฏิกิริยาประกอบด้วย เครื่อง DNA thermal cycler, ดีเอ็นเอต้นแบบ (DNA template), PCR buffer, Thermostable DNA polymerase (taq DNA polymerase) เป็นเอนไซม์ที่จะเร่งปฏิกิริยา, Deoxynucleotide 4 ชนิด (dNTP) คือ dATP, dCTP, dGTP และ dTTP, น้ำกลั่นไร้เชื้อ และ Primers 2 ชนิด คือ Forward / Reverse primer สำหรับยีน IGF-2 (แพรว เที่ยงพิมล และคณะ, 2552 ; เกศรา อำพาภรณ์ และคณะ, 2558) โดยมีลำดับเบสดังนี้

Primer 1 Forward: 5´ CACAGCAGGTGCTCCATCGG 3´

Primer 2 Reverse: 5´ GACAGGCTGTCATCCTGTGGG 3´

ขั้นตอนการทำปฏิกิริยา PCR เพื่อเพิ่มปริมาณยีน IGF-2 (แพรว เที่ยงพิมล และคณะ, 2552 ; เกศรา อำพาภรณ์ และคณะ, 2558) โดยการผสมสารละลายต่างๆ ในหลอด PCR ประกอบด้วย DNA template ปริมาตร 20 ไมโครลิตร, 2.0 mM $MgCl_2$, 1.0 U Taq DNA polymerase, 200 µM

dNTP และ 10 pmol primer จากนั้นนำหลอด PCR ที่มีสารละลายผสมในข้างต้น ใส่ลงในเครื่อง DNA thermal cycler ตั้งโปรแกรมดังนี้

Initial denaturation	ที่อุณหภูมิ 95°C เป็นเวลา 3 นาที
Denaturation	ที่อุณหภูมิ 95°C เป็นเวลา 30 วินาที
Primer annealing	ที่อุณหภูมิ 60°C เป็นเวลา 1 นาที
Final extension	ที่อุณหภูมิ 72°C เป็นเวลา 5 นาที
ทำทั้งหมดจำนวน	30 รอบ

3.2.7 การตรวจหารูปแบบจีโนไทป์ของยีน IGF-2 ด้วยวิธี Restriction Fragment Length Polymorphism (RFLP)

ใช้เทคนิค Restriction Fragment Length Polymorphism (RFLP) ในการตรวจวิเคราะห์รูปแบบจีโนไทป์ของยีน IGF-2 โดยใช้ PCR product ที่ได้จากการเพิ่มจำนวนดีเอ็นเอ ตัดด้วยเอ็นไซม์จำเพาะ (restriction enzyme) 1 ชนิด คือ เอนไซม์ *Bcnl* จากนั้นตรวจสอบขนาดของชิ้นดีเอ็นด้วยโปรแกรม Gene Snap และ Gene Tool เพื่อดูรูปแบบและขนาดของชิ้นส่วนดีเอ็นเอ จะพบชิ้นส่วนดีเอ็นเอของยีน IGF-2 ขนาด 308 bp นำชิ้นส่วนดีเอ็นเอ มาตัดด้วยเอ็นไซม์ตัดจำเพาะ *Bcn*I โดยมีขั้นตอนดังนี้ เติมน้ำบริสุทธิ์ที่ผ่านการนึ่งฆ่าเชื้อปริมาตร 6.7 ไมโครลิตร, 10X buffer ปริมาตร 1 ไมโครลิตร, เอนไซม์ *Bcn*I 0.3 ไมโครลิตร และ PCR-product ปริมาตร 2 ไมโครลิตร ปริมาตรรวมทั้งหมด 10 ไมโครลิตร นำไปอุ่นที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 6 - 8 ชั่วโมง ตรวจสอบรูปแบบจีโนไทป์ยีน IGF-2 หลังตัดด้วยเอ็นไซม์ตัดจำเพาะ ด้วย 2% agarose gel ใช้ความต่างศักย์ไฟฟ้าที่ 100 โวลต์ เป็นเวลา 35 นาที ทำการบันทึกภาพแถบดีเอ็นเอภายใต้แสงยูวีด้วยโปรแกรม Gene Snap และ Gene Tool

3.2.8 การวิเคราะห์ความถี่อัลลีล และความถี่จีโนไทป์

หลังจากตรวจวิเคราะห์รูปแบบจีโนไทป์ของยีน IGF-2 ในสุกรทุกตัววิเคราะห์ความถี่อัลลีลและความถี่จีโนไทป์ของยีน IGF-2 ตามวิธีของ Falconer and Mackay, (1996) ดังสมการ

$$\text{ความถี่จีโนไทป์ (genotype frequency)} = \frac{\text{จำนวนสัตว์ที่มีจีโนไทป์ (genotype) ที่กำหนด}}{\text{จำนวนสัตว์ทั้งหมด}}$$

ความถี่อัลลีล (allele frequency) f(A) = ((จำนวน f (AA) x 2) + (จำนวน f (AB))

(จำนวนอัลลีลทั้งหมด x 2)

3.2.9 การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของรูปแบบจีโนไทป์ของยีน IGF-2 ต่อการเจริญเติบโต

วิเคราะห์ความสัมพันธ์ของรูปแบบจีโนไทป์ของยีน IGF-2 ต่อการเจริญเติบโต (growth performance) ในสุกร ด้วยวิธี General Linear Model (GLM) โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SAS (SAS, 2002) โมเดลทางสถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์อิทธิพลของจีโนไทป์ของยีน IGF-2 ต่อลักษณะการเจริญเติบโต ดังสมการ

$$y_i = \mu + Gene_i + e_{ij}$$

เมื่อ

y_{ij}	คือ	ค่าสังเกตของลักษณะสมรรถนการเจริญเติบโต ประกอบด้วย ลักษณะน้ำหนักหย่านม ลักษณะน้ำหนักสุดท้ายก่อนฆ่า วันในการเลี้ยง และการเจริญเติบโตต่อวัน
μ	คือ	ค่าเฉลี่ยรวมของลักษณะสมรรถนการเจริญเติบโต
$Gene_i$	คือ	อิทธิพลเนื่องจากรูปแบบจีโนไทป์ของยีน IGF-2
e_{ij}	คือ	ความคลาดเคลื่อน

3.2.10 การวิเคราะห์ความหลากหลายทางพันธุกรรมของยีน IGF-2 ในสุกรลูกผสม

วิเคราะห์ความหลากหลายของรูปแบบจีโนไทป์ของยีน IGF-2 ในสุกรลูกผสม การคำนวณ averaged number of alleles (N_a) และ effective number of alleles (N_e) รวมถึงค่าเฮเทอโรไซโกซิตีสังเกต (observed heterozygosity, H_o) และค่าเฮตเทอโรไซโกซิตีที่คาดหมาย (expected heterozygosity, H_e) รวมทุกตำแหน่งที่สำรวจในแต่ละประชากร ด้วยวิธี Chi-square test (Smouse, 1982) และค่า PIC (polymorphism information content) ของยีน IGF-2 ด้วยวิธีการของ Brouillette (Broillette et al., 2002) ดังสมการ

Effective number of alleles (N_E) = $\frac{1}{\sum_{i=1}^{n} p_i^2}$

ค่าเฮตเทอโรไซโกซิตีที่คาดหมาย (H_E) = $1 - \sum_{i=1}^{n} p_i^2$

Polymorphism information content (PIC) = $1 - \sum_{i=1}^{n} p_i^2 - 2\left[\sum_{i=1}^{n-1} \sum_{j=i+1}^{n} p_i^2 p_j^2\right]$

บทที่ 4
ผลการทดลอง และการอภิปราย

4.1 งานทดลองที่ 1 อิทธิพลของสายพันธุ์ต่อประสิทธิภาพการเจริญเติบโตและคุณภาพเนื้อในสุกร

4.1.1 ประสิทธิภาพการเจริญเติบโต และคุณภาพเนื้อของสุกร

ตารางที่ 5 แสดงค่าฉลี่ย (means) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) ค่าต่ำสุด(Min) และค่าสูงสุด (Max) ของประสิทธิภาพการเติบโตและคุณภาพเนื้อในสุกรสามสายพันธุ์ จากการศึกษาครั้งนี้พบว่าค่าเฉลี่ยของลักษณะ LW, ADG และ ADG 104 d ในสุกร ทั้งหมด (ดูร็อค, เปียแตรง และ สุกรลูกผสม) มีค่าเท่ากับ 105.15 กิโลกรัม, 143.58 กรัม/วัน และ 736.04 กรัม/วัน ตามลำดับ ค่าเฉลี่ยของ BF ของสุกรสายพันธุ์ดูร็อคมีค่า 0.91 เซนติเมตร สุกรสายพันธุ์เปียแตรงมีค่า 0.87 เซนติเมตร และสุกรลูกผสมมีค่า 0.87 เซนติเมตร ค่าเฉลี่ยลักษณะ PL ของสุกรสายพันธุ์ดูร็อคมีค่า 55.44% สุกรสายพันธุ์เปียแตรงมีค่า 56.15% และสุกรลูกผสมมีค่า 56.12% ค่าเฉลี่ยลักษณะ LEA ของสุกรสายพันธุ์ดูร็อคมีค่า 55.44% สุกรสายพันธุ์เปียแตรงมีค่า 56.15% และสุกรลูกผสมมีค่า 56.12% ใกล้เคียงกับค่าเฉลี่ย ADG 100 d ของสุกรสายพันธุ์ดูร็อคในประเทศแคนนาดาซึ่งมีค่าเท่ากับ 880 กรัม/วัน (Johnson et al., 2002) และสอดคล้องกับรายงานของ Hoque et al. (2007) ที่พบว่าค่าเฉลี่ยของ ADG 105 d ของสุกรสายพันธุ์ดูร็อคมีค่าอยู่ที่ 870 ± 110 กรัม/วัน แต่ยังขัดแย้งกับ Choi et al. (2014) ที่ได้รายงานค่าเฉลี่ยของ BF ของสุกรสายพันธุ์ดูร็อคมีค่า 2.249 เซนติเมตร แต่สอดคล้องกับรายงานของ Rybarczyk et al. (2011) และ Goran et al. (2004) รายงานค่าเฉลี่ยลักษณะ PL ของสุกรพันธุ์เปียแตรง และสุกรสายพันธุ์ดูร็อคเท่ากับ 55.20% และ 56.86% ตามลำดับ นอกจากนี้การศึกษาของ Suzuki et al. (2005) และ (Hoque et al., 2009) ได้รายงานค่าเฉลี่ยลักษณะ LEA ในสุกรสายพันธุ์ดูร็อคมีค่า 37.00 ตารางเซนติเมตร และ 36.99 ตารางเซนติเมตร ตามลำดับ แต่ขัดแย้งกับ Edwards et al. (2003) ที่พบว่าค่าเฉลี่ยลักษณะ LEA ในสุกรสายพันธุ์ เปียแตรง และสุกรสายพันธุ์ดูร็อคมีค่าเท่ากับ 53.2 ตารางเซนติเมตร และ 50.2 ตารางเซนติเมตร ตามลำดับ

ตารางที่ 5 ข้อมูลของประสิทธิภาพการเจริญเติบโต และคุณภาพเนื้อสัตว์ในสุกรสามสายพันธุ์

Breed	Number	Variable	Mean	SD	Minimum	Maximum
Duroc	855	LW; kg	105.28	5.36	92.00	125.00
		ADG, g/d	143.26	8.08	123.28	172.92
		ADG 104 d, g/d	738.02	66.5	531.95	968.03
		BF, cm	0.91	0.14	0.58	1.47
		PL, %	55.44	0.99	52.10	58.46
		LEA, cm^2	34.96	1.84	30.12	42.52
Pietrain	217	LW; kg	103.43	4.49	90.00	118.00
		ADG, g/d	147.92	9.46	125.41	173.20
		ADG 104 d, g/d	702.90	63.81	563.17	887.15
		BF, cm	0.87	0.15	0.52	1.39
		PL, %	56.15	1.03	51.52	59.22
		LEA, cm^2	36.36	2.20	30.12	43.61
Crossbreed	1935	LW, kg	105.29	5.43	90.00	125.00
		ADG, g/d	143.24	8.90	109.92	177.43
		ADG 104 d, g/d	738.89	71.50	525.06	994.93
		BF, cm	0.87	0.14	0.58	1.57
		PL, %	56.12	0.95	52.52	59.60
		LEA, cm^2	36.12	2.04	30.48	43.51
Total	3,007	LW; kg	105.15	5.36	90.00	125.00
		ADG, g/d	143.58	8.79	109.92	177.43
		ADG 104 d, g/d	736.04	70.17	525.06	994.93
		BF, cm	0.88	0.14	0.52	1.57
		PL, %	55.92	1.01	51.52	59.60
		LEA, cm^2	35.80	2.06	30.12	43.61

4.1.2 อิทธิพลของสายพันธุ์ต่อประสิทธิภาพการเจริญเติบโต และคุณภาพเนื้อของสุกร 3 สายพันธุ์

อิทธิพลของสายพันธุ์ต่อประสิทธิภาพการเจริญเติบโต และคุณภาพเนื้อของสุกร 3 สายพันธุ์ แสดงให้เห็นว่า สุกรสายพันธุ์ดูร็อค และสุกรลูกผสม มีค่า LW (105.28 กิโลกรัม และ 105.29 กิโลกรัม ตามลำดับ) ซึ่งสูงกว่าสุกรสายพันธุ์เปียแตรง (103.43 กิโลกรัม) แต่สุกรสายพันธุ์เปียแตรงมีค่า ADG (147.91 กรัม/วัน) ที่สูงกว่าสุกรสายพันธุ์ดูร็อค และสุกรลูกผสม (143.26 กรัม/วัน และ 143.24 กรัม/วัน ตามลำดับ) แต่อย่างไรก็ตาม สุกรสายพันธุ์ดูร็อค และสุกรลูกผสม มีค่า ADG 104 d (738.02 กรัม/วัน และ 738.89 กรัม/วัน ตามลำดับ) ที่สูงกว่าสุกรสายพันธุ์เปียแตรง (702.90 กรัม/วัน ตามลำดับ) ในสุกรสายพันธุ์ดูร็อคมีค่า BF เท่ากับ 0.91 เซนติเมตร ซึ่งมากกว่าสุกรสายพันธุ์เปียแตรง และสุกรลูกผสมที่มีค่าอยู่ที่ 0.87 เซนติเมตร และ 0.86 เซนติเมตร ตามลำดับ แต่สุกรสายพันธุ์เปียแตรง และสุกรลูกผสมมีค่า PL (56.14% และ 56.11% ตามลำดับ) และ LEA (36.36 ตารางเซนติเมตร และ 36.12 ตารางเซนติเมตร ตามลำดับ) ที่สูงกว่าสุกรสายพันธุ์ดูร็อค (55.44% และ 34.96 ตารางเซนติเมตร ตามลำดับ) (ตารางที่ 6) ทั้งนี้เนื่องจากสุกรสายพันธุ์เปียแตรงเป็นสุกรที่มีการสะสมไขมันน้อย (Kaic et al., 2009) สอดคล้อง Edward et al. (2003) ที่รายงานว่าสุกรสายพันธุ์ดูร็อคมีค่า BF ที่สูงกว่าสุกรสายพันธุ์เปียแตรง (2.55 เซนติเมตร และ 2.30 เซนติเมตร ตามลำดับ) นอกจากนี้การศึกษาของ Goran et al. (2004) ได้รายงานว่าค่า PL ของสุกรสายพันธุ์เปียแตรง (62.11%) สูงกว่าสุกรสายพันธุ์ดูร็อค (56.86%) แต่ขัดแย้งกับ Edward et al. (2003) ได้รายงานค่า LEA ของสุกรสายพันธุ์เปียแตรง (53.2 ตารางเซนติเมตร) มีค่ามากกว่าสุกรสายพันธุ์ดูร็อค (50.02 ตารางเซนติเมตร)

พหุน ปณฺฑิโต ชีเว

ตารางที่ 6 อิทธิพลของสายพันธุ์ต่อประสิทธิภาพการเจริญเติบโตและคุณภาพเนื้อของสุกร 3 สายพันธุ์

Traits	Breeds						P- Value
	Duroc		Pietrain		Crossbreed		
	Mean	SE	Mean	SE	Mean	SE	
LW; kg	105.27[a]	0.18	103.43[b]	0.36	105.28[a]	0.12	**
ADG, g/d	143.26[b]	0.29	147.91[a]	0.59	143.24[b]	0.19	**
ADG 104 d, g/d	738.02[a]	2.37	702.90[b]	4.72	738.9[a]	1.58	**
BF, cm	0.91[a]	0.004	0.87[b]	0.00	0.86[b]	0.003	**
PL, %	55.44[b]	0.03	56.14[a]	0.06	56.11[a]	0.02	**
LEA, cm^2	34.95[b]	0.06	36.36[a]	0.13	36.12[a]	0.04	**

** แสดงถึงค่าความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญถามสถิติที่ความน่าเชื่อถือ 0.01 ($P<0.01$)

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

4.1.3 การสร้างสมการทำนายเปอร์เซ็นต์เนื้อแดงจากประสิทธิภาพการเจริญเติบโตและคุณภาพเนื้อของสุกร 3 สายพันธุ์

การสร้างสมการ multiple linear regression เพื่อทำนาย PL โดยใช้ข้อมูลประสิทธิภาพการเจริญเติบโต และคุณภาพเนื้อของสุกร 3 สายพันธุ์ พบว่าโมเดลที่ 1 มีค่า R^2 ต่ำที่สุด (0.66) โดยมีตัวแปรอิสระคือ LEA ส่วนโมเดลที่ 2 มีตัวแปรอิสระคือ BF และ LEA ทำให้ค่า R^2 เท่ากับ 0.93 และโมเดลที่ส่งผลให้ค่า R^2 สูงที่สุด (0.94) คือโมเดลที่ 3 และโมเดลที่ 4 โดยที่โมเดลที่ 3 มี ตัวแปรอิสระคือ LW, BF และ LEA โมเดลที่ 4 มี ADG 104 d เป็นตัวแปรอิสระเพิ่มเข้ามา (ตารางที่ 7) ใกล้เคียงกับการรายงานของ Marchello et al. (1999) ที่ได้ทำนายน้ำหนักสด และน้ำหนักซากของสุกร พบค่า R^2 เท่ากับ 0.844 นอกจากนี้ยังมี Ayuso et al. (2013) ทำการทำนายน้ำหนักซากตัดแต่งเชิงพาณิชย์มีค่า R^2 ที่สูงที่สุดเท่ากับ 0.62

พหุน ปณ ฑิโต ชีเว

ตารางที่ 7 การวิเคราะห์ multiple linear regression

Model	Dependent variables	Independent Variables	β	P- Value	R^2	MSE
1	PL, %	Intercept = 41.60			0.66	0.34
		LEA, cm^2	0.39	**		
2		Intercept = 44.52			0.93	0.06
		BF, cm	-3.72	**		
		LEA, cm^2	0.41	**		
3		Intercept = 45.65			0.94	0.06
		LW; kg	-0.008	**		
		BF, cm	-3.76	**		
		LEA, cm^2	0.40	**		
4		Intercept = 45.81			0.94	0.06
		LW; kg	-0.01	**		
		ADG 104 d, g/d	0.0001	**		
		BF, cm	-3.76	**		
		LEA, cm^2	0.40	**		

** แสดงถึงค่าความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญถามสถิติที่ความน่าเชื่อถือ 0.01 ($P<0.01$)

4.1.4 การวิเคราะห์ค่าสหสัมพันธ์ของประสิทธิภาพการเจริญเติบโตและคุณภาพเนื้อของสุกร 3 สายพันธุ์

จากตารางที่ 8 แสดงถึงค่าสัมพันธ์ของการเจริญเติบโต และคุณภาพเนื้อของสุกร 3 สายพันธุ์ ค่าสหสัมพันธ์ของประสิทธิภาพการเจริญเติบโต และคุณภาพเนื้อมีค่าอยู่ระหว่าง -0.86 ถึง 0.82 ค่าสหสัมพันธ์ระหว่าง LW กับ ADG 104 d มีค่าสูงสุด (0.82) จากค่าสหสัมพันธ์ดังกล่าวสามารถกล่าวได้ว่าสุกรที่มี LW ค่าสูง จะส่งผลให้ค่า ADG 104 d สูงตามไปด้วย นอกจากนี้ค่าสหสัมพันธ์ระหว่าง PL กับ LEA มีค่าเท่ากับ 0.81 แต่ค่าสหสัมพันธ์ระหว่าง BF กับ PL มีค่าสหสัมพันธ์เชิงลบเท่ากับ -0.48 และค่าสหสัมพันธ์ระหว่าง BF กับ LEA มีค่าเท่ากับ 0.04 ซึ่งสอดคล้องกับ (Bressan et al., 2016) ได้รายงานค่าสหสัมพันธ์ระหว่าง BF กับ PL มีค่าสหสัมพันธ์เชิงลบ (-0.20) นอกจากหนี้ Smith et al. (2011) ได้รายงาน BF มีค่าสหสัมพันธุ์เชิงลบกับ PL (–0.960) และ BF มีค่าสหสัมพันธ์เชิงบวกกับ LEA (0.350) แต่ขัดแย้งกับ Schwab et al. (2006) ที่รายงานว่า BF มีค่าสหสัมพันธ์เชิงลบกับ LEA คือ -0.23

ตารางที่ 8 ค่าสหสัมพันธ์ของประสิทธิภาพการเจริญเติบโต และคุณภาพเนื้อของสุกรสามสายพันธุ์

Traits	LW; kg	ADG, g/d	ADG 104 d, g/d	BF, cm	PL, %	LEA, cm^2
LW; kg	1.00	-0.43**	0.82**	-0.11**	-0.24**	-0.31**
ADG, g/d		1.00	-0.86**	0.06*	-0.43**	0.01
ADG 104 d, g/d			1.00	-0.10**	-0.12**	-0.17**
BF, cm				1.00	-0.48**	0.04*
PL, %					1.00	0.81**
LEA, cm^2						1.00

* แสดงถึงค่าความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญถามสถิติที่ความน่าเชื่อถือ 0.05 ($P<0.05$)

** แสดงถึงค่าความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญถามสถิติที่ความน่าเชื่อถือ 0.01 ($P<0.01$)

4.2 งานทดลองที่ 2 ความหลากหลายของยีน insulin-like growth factor 2 (IGF-2) ต่อการเจริญเติบโตในสุกร

4.2.1 ลักษณะการเจริญเติบโตของประชากรสุกรลูกผสม

จากการเก็บข้อมูลลักษณะการเจริญเติบโตของประชากรลูกผสมจำนวน 303 ตัว (เพศผู้ 166 ตัว และเพศเมีย 137 ตัว) พบว่าสุกรมีน้ำหนักหย่านม (Weaning weight, WW) เฉลี่ยเท่ากับ 5.64 กิโลกรัม ค่า WW น้อยที่สุดมีค่าเท่ากับ 3.20 กิโลกรัม และสูงสุดเท่ากับ 8.70 กิโลกรัม ซึ่งใกล้เคียงกับการรายงานของ เกศรา อำพาภรณ์ และคณะ (2558) ซึ่งรายงานในประชากรสุกรพันธุ์กระโดนมีน้ำหนักหย่านม (weaning weight, WW) เฉลี่ย 5.40±1.44 กิโลกรัม แต่มีค่าน้อยกว่าการรายงานของ Estany et al. (2002) ที่ได้ทำการศึกษาเปลี่ยนแปลงยีนของ microsatellite alleles ในยีน IGF-2 ของสุกรในประเทศสเปนพบว่าค่าเฉลี่ยน้ำหนักหย่านมมีค่าเท่ากับ 7.21 กิโลกรัม น้ำหนักตัวสุดท้ายก่อนฆ่า (Final weight, FW) เฉลี่ยเท่ากับ 111.39 กิโลกรัม FW ต่ำสุดมีค่าเท่ากับ 100 กิโลกรัม และสูงสุดมีค่าเท่ากับ 120 กิโลกรัม ซึ่งมีความใกล้เคียงกับ Lamberson et al. (1996) ที่ได้รายงานว่าน้ำหนักตัวสุดท้ายของสุกรคือ 109.7 กิโลกรัม และสอดคล้องกับ Gardan et al. (2006) ได้ศึกษาผลของยีน IGF-2 ต่อโครงสร้างกล้ามเนื้อและไขมันใต้ผิวหนัง ได้รายงานว่าน้ำหนักตัวสุดท้ายของสุกรมีค่าอยู่ที่ 106±3 กิโลกรัม วันในการเลี้ยง (DAY) เฉลี่ย 142.72 วัน ซึ่งขัดแย้งกับการรายงานของ Scheckel and Ryan (2002) และ Craig and Schinckel (2002) ที่ได้รายงานวันในการเลี้ยงสุกร เฉลี่ยอยู่ที่ 132 วัน และ 138 วัน ตามลำดับ และ

อัตราการเจริญเติบโตต่อวัน (Average Daily Gain, ADG) เฉลี่ยอยู่ที่ 740 กรัม/วัน ADG มีค่าต่ำสุดอยู่ที่ 630 กรัม/วัน และค่าสูงสุดอยู่ที่ 830 กรัม/วันสอดคล้องกับ Piao et al. (2004) ที่ได้รายงานว่าอัตราการเจริญเติบโตต่อวัน (ADG) เฉลี่ยเท่ากับ 697.5 กรัมวัน

ตารางที่ 9 ข้อมูลพื้นฐานลักษณะการเจริญเติบโตของสุกรลูกผสม

Traits	Mean	Min	Max	SD
WW, kg	5.64	3.20	8.70	0.95
FW, kg	111.39	100.00	120.00	6.33
DAY, day	142.72	136.00	153.00	3.48
ADG, g/day	740.00	630.00	830.00	0.05

4.2.2 การศึกษาอิทธิพลของเพศต่อการเจริญเติบโต

การศึกษาอิทธิพลของเพศต่อลักษณะการเจริญเติบโตของสุกร พบว่าเพศมีอิทธิพลต่อน้ำหนักหย่านม (WW) น้ำหนักตัวสุดท้ายก่อนฆ่า (FW) จำนวนวันที่ใช้ในการเลี้ยง (Day) และอัตรการเจริญเติบโตต่อวัน (ADG) โดยสุกรเพศเมียมีอิทธิพลของลักษณะน้ำหนักหย่านม ที่สูงกว่าสุกรเพศผู้ ซึ่งมีค่าเท่ากับ 5.760 กรัม/วัน และ 5.540 กรัม/วัน ตามลำดับ ($P<0.05$) แต่สุกรเพศผู้มีน้ำหนักตัวสุดท้ายก่อนฆ่าที่สูงกว่าสุกรเพศเมียมีค่า 112.060 กิโลกรัม และ 110.580 กิโลกรัม ตามลำดับ ($P<0.05$) จำนวนวันในการเลี้ยงของสุกรเพศผู้ (141.57 วัน) มีค่าน้อยน้อยกว่าสุกรเพศเมีย (144.11 วัน) ($P<0.05$) รวมไปถึงอัตราการเจริญเติบโตต่อวันของสุกรเพศผู้ (112.020 กรัม/วัน) สูงกว่าสุกรเพศเมีย (110.540 กรัม/วัน) ($P<0.05$) (ตารางที่ 10) สอดคล้องกับการศึกษาของ Piao et al. (2004) ได้ศึกษาอิทธิพลของเพศต่อลักษณะการเจริญเติบโต และคุณภาพเนื้อของสุกร พบว่าสุกรเพศผู้มีอัตราการเจริญเติบโตต่อวันสูงกว่าสุกรเพศเมีย แต่ขัดแย้งกับ Bocian et al. (2012) ที่ศึกษาเรื่องความแตกต่างของเพศในลูกสุกรต่อน้ำหนักแรกคลอด และน้ำหนักหย่านม พบว่าน้ำหนักหย่านมที่ 28 วัน ของสุกรเพศผู้ (6.900 ± 1.210 กก.) ไม่มีความแตกต่างกับสุกรเพศเมีย (6.680 ± 1.310 กก.) รวมไปถึงจำนวนวันในการเลี้ยงของสุกเพศผู้ และเพศเมียไม่มีความแตกต่างกัน (153.47 ± 2.64 วัน และ 154.22 ± 2.63 วัน ตามลำดับ)

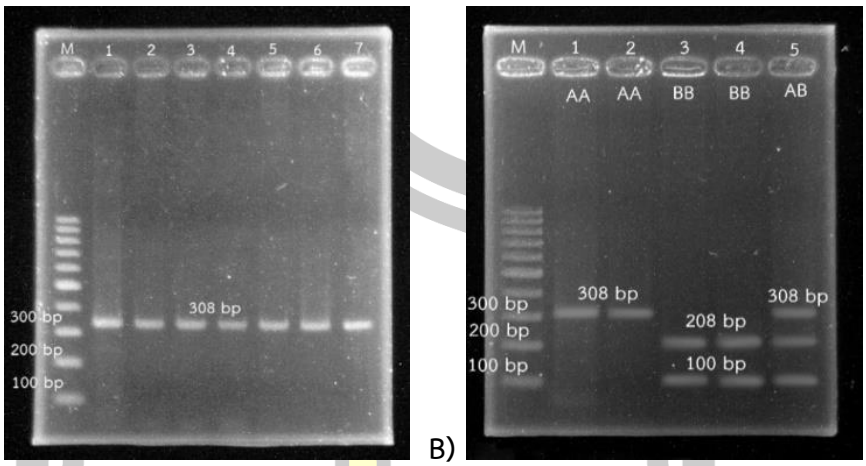
ตารางที่ 10 อิทธิพลของเพศต่อลักษณะการเจริญเติบโตของสุกร

Traits	Sex				P-Vale
	Male		Female		
	Mean	SE	Mean	SE	
WW, kg	5.540[b]	0.073	5.760[a]	0.081	0.049
FW, kg	112.060[a]	0.489	110.580[b]	0.537	0.042
DAY, day	141.57 [a]	0.249	144.11 [b]	0.274	0.010
ADG, g/day	750.00[a]	0.004	730.00[b]	0.004	0.010

หมายเหตุ : [a,b] Least square means within the rows with different superscripts differ (P<0.05)

4.2.3 การตรวจสอบรูปแบบจีโนไทป์ของยีน IGF-2

ตรวจสอบยีน IGF-2 ของสุกรลูกผสม จำนวน 303 ตัว จากการเพิ่มจำนวนยีน IGF-2 ด้วยวิธี PCR พบว่ายีน IGF-2 มีขนาด 308 bp เมื่อนำไปจำแนกรูปแบบจีโนไทป์ โดยการตัดด้วยเอนไซม์ตัดจำเพาะ *Bnc*I พบว่ายีน IGF-2 สามารถจำแนกลักษณะพันธุกรรมของสุกรได้ 3 รูปแบบ คือ จีโนไทป์ AA จีโนไทป์ AB และจีโนไทป์ BB โดยจีโนไทป์ AA พบชิ้นส่วนดีเอ็นเอ 1 ขนาด (308 bp) จีโนไทป์ AB พบชิ้นส่วนดีเอ็นเอ 3 ขนาด (308, 208 และ 100 bp) และจีโนไทป์ BB พบชิ้นส่วนดีเอ็นเอ 2 ขนาด (208 และ 100 bp) ดังแสดงในภาพประกอบที่ 4



ภาพประกอบ 4 A) PCR-Product of IGF-2 gene Lanes M = 100 bp maker, Lanes 1 - 7= PCR-Product of IGF-2 gene (308 bp); B) Genotype of IGF-2 gene: genotype AA (308 bp) genotype BB (208 และ 100 bp) and genotype AB (308, 208 และ 100 bp)

4.2.4 ความถี่จีโนไทป์และความถี่อัลลีลของยีน IGF-2

จากการศึกษารูปแบบจีโนไทป์ ของยีน IGF-2 ในประชากรสุกรลูกผสม จำนวน 303 ตัว พบรูปแบบจีโนไทป์ 3 รูปแบบ คือ จีโนไทป์ AA จีโนไทป์ AB และ จีโนไทป์ BB โดยมีความถี่จีโนไทป์เท่ากับ 0.191, 0.789 และ 0.020 ตามลำดับ และค่าความถี่อัลลีล A สูงกว่าอัลลีล B โดยมีค่า 0.586 และ 0.414 ตามลำดับ ค่า PIC (polymorphism information content) ของยีน IGF-2 มีค่าเท่ากับ 0.368 (ตารางที่ 11) ซึ่งความหลากหลายของยีน IGF-2 ในประชากรสุกรลูกผสม 3 สายพันธุ์ มีค่าปานกลาง ตามการศึกษาของ Yue et al. (2014) ที่รายงานค่า PIC > 0.5 จะบ่งชี้ถึงความหลากหลายที่สูง แต่ถ้าค่า PIC < 0.25 จะแสดงถึงความหลากหลายที่ต่ำ และค่าความผันแปรทางพันธุกรรมของยีน IGF-2 ในสุกรมีค่า average number of alleles (N_A= 2.000), effective number of alleles (N_E =1.943), observed heterozygosity (H_O = 0.789) และ expected heterozygosity (H_E = 0.485) (ตารางที่ 12) ซึ่งแตกต่างจากการศึกษาของ Kolarikova et al. (2003) ได้รายงานว่าในสุกรพันธุ์ลาร์จไวท์ในสาธารณรัฐเช็ก มีความถี่จีโนไทป์ BB (0.64) และ AB (0.34) สูงกว่าจีโนไทป์ AA (0.02) รวมไปถึงความถี่อัลลีล A (0.18) ต่ำกว่าอัลลีล B (0.82) จากค่าความถี่จีโนไทป์ และความถี่อัลลีลจะเห็นได้ว่ามีความแปรปรวนค่อนข้างสูงในประชากรสุกรที่ศึกษาค่าความแปรปรวนของอัลลีลและความแปรปรวนของรูปแบบจีโนไทป์ เป็นค่าที่บ่งบอกถึงความหลากหลายของพันธุกรรมในประชากรที่ศึกษาหากประชากรมีความหลากหลายของพันธุกรรมสูง

ย่อมส่งผลให้สามารถคัดเลือกสัตว์ได้ ซึ่งสามารถนำมาเป็น genetic maker เพื่อช่วยในการคัดเลือกสุกรให้มีการเจริญเติบโตที่ดีได้ต่อไป

ตารางที่ 11 ความถี่อัลลีล และความถี่จีโนไทป์ของยีน IGF-2 ในสุกรลูกผสม

Gene	genotype frequency			Totel	allele frequency		totel	PIC
	AA	AB	BB		A	B		
IGF-2	0.191	0.789	0.020	1	0.586	0.414	1	0.368
Number	58	239	6	303	176	124	303	

ตารางที่ 12 ความหลากหลายทางพันธุกรรมของยีน IGF-2 ในสุกรลูกผสม

Gene	Number	N_A	N_E	H_O	H_E
IGF-2	303	2.000	1.943	0.789	0.485

หมายเหตุ : N_A = average number of alleles, N_E = effective number of alleles, H_O = observed heterozygosity, H_E = expected heterozygosity.

4.2.5 ความสัมพันธ์ของรูปแบบจีโนไทป์ของยีน IGF-2 ต่อลักษณะการเจริญเติบโต

จากการศึกษาความสัมพันธ์ของรูปแบบจีโนไทป์ของยีน IGF-2 ต่อลักษณะการเจริญเติบโตของสุกร ทำให้ทราบว่ารูปแบบของจีโนไทป์ AA จีโนไทป์ AB และ จีโนไทป์ BB ไม่พบความสัมพันธ์กับน้ำหนักหย่านม (WW, kg) น้ำหนักตัวสุดท้ายก่อนฆ่า (FW, kg) จำนวนวันที่ใช้ในการเลี้ยง (Day, วัน) แต่พบความสัมพันธ์กับอัตราการเจริญเติบโตต่อวัน (ADG, g/d) โดยรูปแบบจีโนไทป์ AA มีความสัมพันธ์กับค่า ADG ที่สุด (744.14 กรัม/วัน) แต่ไม่มีความแตกต่างกับรูปแบบจีโนไทป์ AB (741.59 กรัม/วัน) รูปแบบจีโนไทป์ BB (708.33 กรัม/วัน) มีความสัมพันธ์กับค่า ADG ต่ำสุด (ตารางที่ 12) ซึ่งสอดคล้องกับการรายงานของ Kolaoikova et al. (2003) ได้ทำการศึกษาความสัมพันธ์ของยีน IGF-2 กับประสิทธิภาพการเจริญเติบโตและคุณภาพเนื้อในสุกรพันธุ์ลาจไวท์ พบว่ามีรูปแบบจีโนไทป์ 3 รูปแบบ คือ AA, AB, และ BB แต่ไม่พบความสัมพันธ์กับน้ำหนักตัวสุดท้ายก่อนฆ่า และอัตราการเจริญเติบโตต่อวัน นอกจากนี้รายงานของ Hou et al. (2010) ที่ได้ศึกษาความสัมพันธ์ของยีน IGF-2 ตำแหน่ง exon 8 ต่อลักษณะการเจริญเติบโตในสุกรสายพันธุ์ Wuzhishan พบว่ารูปแบบจีโนไทป์ของยีน IGF-2 ไม่มีความสัมพันธ์กับน้ำหนักตัวสุดท้ายก่อนฆ่า ขัดแย้งกับ Oczkowicz et al. (2009) ที่ได้ศึกษาความสัมพันธ์ของยีน IGF-2 กับการเจริญเติบโต

และคุณภาพซากในสุกรในประเทศโปแลนด์ ได้รายงานรูปแบบจีโนไทป์ของยีน IGF-2 ไม่มีความสัมพันธ์กับค่า ADG แต่รูปแบบจีโนไทป์ AA (36.01 ± 3.05 กิโลกรัม) ส่งผลต่อค่าน้ำหนักหย่านมที่สูงที่สุด และมีจำนวนวันในการเลี้ยงต่ำที่สุด

Niu et al. (2013) ได้ศึกษาสุกรลูกผสมในประเทศเกาหลี โดยมีสุกรพันธุ์พื้นเมืองผสมกับพ่อพันธุ์ 2 สายพันธุ์คือ สุกรพันธุ์ยอร์คเชียร์ และสุกร พันธุ์แลนด์เรซ พบว่าสุกรลูกผสพันธุ์พื้นเมืองกับสุกรพันธุ์ยอร์คเชียร์มีความสัมพันธ์กับน้ำหนักตัวสุดท้าย โดยสุกรที่มีรูปแบบจีนโนไทป์ GA มีน้ำหนักตัวสุดท้าย (FW) สูงสุดคือ 93.9±4.2 กิโลกรัม ซึ่งแตกต่างกับสุกรที่มีรูปแบบจีโนไทป์ GG (91.4±5.5 กิโลกรัม) และสุกรที่มีรูปแบบจีโนไทป์ AA (90.4±3.1 กิโลกรัม) แต่สุกรที่มีรูปแบบจีโนไทป์ GG และสุกรที่มีรูปแบบจีโนไทป์ AA ไม่มีความแตกต่างกัน ส่วนสุกรลูกผสมพันธุ์พื้นเมืองกับสุกรพันธุ์แลนด์เรซมีความสัมพันธ์กับน้ำหนักตัวสุดท้าย พบว่าสุกรที่มีรูปแบบจีนโนไทป์ GA มีน้ำหนักตัวสุดท้าย (FW) สูงสุดคือ 9434±5 กิโลกรัม ซึ่งแตกต่างกับสุกรที่มีรูปแบบจีโนไทป์ GG (91.4±4.2 กิโลกรัม) และสุกรที่มีรูปแบบจีโนไทป์ AA (88.8±6.5 กิโลกรัม) รวมไปถึงสุกรที่มีรูปแบบจีโนไทป์ GG มีค่า FW แตกต่างกับสุกรที่มีรูปแบบ จีโนไทป์ AA นอกจากนี้ยังพบว่าสุกรลูกผสพันธุ์พื้นเมืองกับสุกรพันธุ์ยอร์คเชียร์ มีความสัมพันธ์กับอัตราการเจริญเติบโตต่อวัน (ADG) โดยที่สุกรที่มีรูปแบบจีนโนไทป์ GG (240±100 กรัม/วัน) สูงที่สุด และแตกต่างกับสุกรที่มีรูปแบบจีโนไทป์ GA (220±100 กรัม/วัน) และสุกรที่มีรูปแบบจีโนไทป์ AA (180±100 กรัม/วัน) และสุกรที่มีรูปแบบจีโนไทป์ GA มีค่า ADG แตกต่างกับสุกรที่มีรูปแบบจีโนไทป์AA ในสุกรลูกผสมพันพื้นเมืองกับสุกรพันธุ์แลนด์เรซ พบว่ามีความสัมพันธ์กับอัตราการเจริญเติบโตต่อวัน (ADG) สุกรที่มีรูปแบบจีโนไทป์ GG มีค่า ADG สูงที่สุดดเท่ากับ 490±100 กรัม/วัน แต่ไม่มีความแตกต่างกับสุกรที่มีรูปแบบจีโนไทป์ GA (480±100 กรัม/วัน) และสุกรที่มีรูปแบบจีโนไทป์ GG กับสุกรที่มีรูปแบบจีโนไทป์ GA แตกต่างกับสุกรที่มีรูปแบบจีโนไทป์ AA (460±100 กรัม/วัน)

พหูน ปณฺฑิโต ชีเว

ตารางที่ 13 ความสัมพันธ์ของรูปแบบจีโนไทป์ของยีน IGF-2 ต่อลักษณะการเจริญเติบโตของสุกรลูกผสม

Genotype	Growth Trait			
	WW (kg)	FW (kg)	Day (day)	ADG (g/d)
AA	5.64	111.19	141.93	744.14[a]
AB	5.63	111.55	142.92	741.59[ab]
BB	5.83	107.00	142.67	708.33[b]
P- Value	0.88	0.21	0.15	0.02

4.2.6 ความสัมพันธ์ของรูปแบบจีโนไทป์ของยีน IGF-2 ต่อลักษณะการเจริญเติบโตในสุกรเพศผู้และเพศเมีย

จากตารางที่ 14 แสดงความสัมพันธ์ของรูปแบบจีโนไทป์ของยีน IGF-2 ต่อลักษณะการเจริญเติบโตในสุกรเพศผู้ และเพศเมีย พบว่ารูปแบบจีโนไทป์ของยีน IGF-2 ในสุกรเพศผู้พบความสัมพันธ์กับวันในการเลี้ยง โดยที่สุกรที่มีรูปแบบจีโนไทป์ AA (140.21 วัน) มีความสัมพันธ์กับจำนวนวันในการเลี้ยงน้อยที่สุด แต่ไม่มีความแตกต่างกับสุกรที่มีรูปแบบจีโนไทป์ AB (141.81 วัน) สุกรที่มีรูปแบบจีโนไทป์ BB มีความสัมพันธ์กับจำนวนวันที่การเลี้ยงสูงที่สุด (144.33 วัน) รูปแบบจีโนไทป์ของยีน IGF-2 ไม่มีความสัมพันธ์กับลักษณะน้ำหนักหย่านม (WW), น้ำหนักตัวสุดท้าย (FW) และอัตราการเจริญเติบโตต่อวัน (ADG) ส่วนสุกรเพศเมียไม่พบความสัมพันธ์กับทุกลักษณะคือ WW, FW, Day และ ADG สอดคล้องกับ Seaman-Bridges et al. (2003) ที่ศึกษาอิทธิพลของระยะเวลาในการเสริมสารปฏิชีวนะต่อลักษณะการเจริญเติบโตในสุกรและอิทธิพลของยีน IGF-2 พบว่า สุกรเพศผู้และสุกรเพศเมียไม่มีความสัมพันธ์กับน้ำหนักหย่านม (WW) น้ำหนักตัวสุดท้าย (FW) และอัตราการเจริญเติบโตต่อวัน (ADG)

พหุน ปณ ฑิโต ชีเว

ตารางที่ 14 ความสัมพันธ์ของรูปแบบจีโนไทป์ของยีน IGF-2 ต่อลักษณะการเจริญเติบโตในสุกรเพศผู้และเพศเมีย

Sex	Genotype	Growth Traits			
		WW (kg)	FW (kg)	Day (day)	ADG (g/d)
Male	AA	5.51	112.69	140.21[b]	764.48
	AB	5.53	112.00	141.81[ab]	751.42
	BB	6.20	108.67	144.33[a]	710.00
P- Value		0.45	0.57	0.03	0.11
Female	AA	5.78	109.69	143.65	723.79
	AB	5.76	110.97	144.33	729.05
	BB	5.47	105.33	141.00	706.67
P- Value		0.87	0.20	0.10	0.63

บทที่ 5
สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

5.1 งานทดลองที่ 1 อิทธิพลของสายพันธุ์ต่อประสิทธิภาพการเจริญเติบโตและคุณภาพเนื้อในสุกร

งานทดลองที่ 1 พบว่าสายพันธุ์สุกรมีอิทธิพลต่อประสิทธิภาพการเจริญเติบโต และคุณภาพเนื้อ โดยสุกรสายพันธุ์ดูร็อค และสุกรลูกผสมมีอิทธิพลกับประสิทธิภาพการเจริญเติบโต คือ น้ำหนักตัวสุดท้ายก่อนฆ่า (LW) และ อัตราการเจริญเติบโตต่อวันเมื่อวันที่น้ำหนัก 104 กิโลกรัม (ADG 104 d) สูงกว่าสุกรสายพันธุ์เปียแตรง นอกจากนี้สุกรลูกผสม และสุกรสายพันธุ์เปียแตรงมีอิทธิพลต่อค่า เปอร์เซ็นเนื้อแดง (PL) และ พื้นที่หน้าตัดเนื้อสัน (LEA) ที่สูงกว่าสุกรสายพันธุ์ดูร็อค แต่มีอิทธิพลต่อค่าความหนาไขมันสันหลัง (BF) ที่น้อยกว่าสุกรสายพันธุ์ดูร็อค นอกจากนี้ สามารถสร้างสมการทำนาย เปอร์เซ็นเนื้อแดง (PL) จากข้อมูลประสิทธิภาพการเจริญเติบโต และคุณภาพเนื้อสุกรได้ โดยที่สมการมีความแม่นยำ (R^2) อยู่ระหว่าง 0.66 – 0.94 ค่าสหสัมพันธ์ระหว่างค่าน้ำหนักมีชีวิต (LW) และอัตราการเจริญเติบโตต่อวันเมื่อวันที่น้ำหนัก 104 กิโลกรัม (ADG 104 d) มีค่าความสัมพันธ์สูงที่สุด คือ 0.82

5.2 งานทดลองที่ 2 ความหลากหลายของยีน insulin-like growth factor 2 (IGF-2) ต่อการเจริญเติบโตในสุกร

การศึกษาความหลากหลายของยีน Insulin-like growth factor 2 (IGF-2) ต่อการเจริญเติบโตในสุกรลูกผสม 3 สายพันธุ์ (ลาร์จไวท์ x แลนด์เรซ x ดูร็อคเจอร์ซี่) เมื่อศึกษาอิทธิพลของเพศต่อการเจริญเติบโต พบว่าเพศเมียมีอิทธิพลต่อค่าน้ำหนักหย่านม (WW) และจำนวนวันที่เลี้ยง (day) สูงกว่าเพศผู้ ($P<0.05$) นอกจากนั้นสุกรเพศผู้มีน้ำหนักตัวสุดท้าย (FW) และการเจริญเติบโตต่อวัน (ADG) สูงกว่าเพศเมีย ($P<0.05$)

ยีน IGF-2 มีขนาด 308 bp และมีรูปแบบจีโนไทป์ 3 รูปแบบ : จีโนไทป์ AA (308 bp), จีโนไทป์ AB (308, 208 และ 100 bp) และจีโนไทป์ BB (208 และ 100 bp) จากการศึกษาความถี่จีโนไทป์ และความถี่ยีนของยีน IGF-2 พบว่า ความถี่จีโนไทป์ AB มีค่าสูงกว่าความถี่จีโนไทป์ AA และจีโนไทป์ BB โดยมีค่า 0.789, 0.191 และ 0.020 ตามลำดับ ความถี่อัลลีล A (0.586) สูงกว่าความถี่อัลลีล B (0.414) ค่า polymorphism information content (PIC) ของยีน IGF-2 ในประชากรสุกรลูกผสม 3 สายพันธุ์ มีค่า 0.368

จากการศึกษาความหลากหลายของ ยีน IGF-2 ต่อลักษณะการเจริญเติบโต พบว่ารูปแบบจีโนไทป์ของยีน IGF-2 มีความสัมพันธ์กับอัตราการเจริญเติบโตต่อวัน (ADG, กรัม/วัน) โดยที่รูปแบบจีโนไทป์ AA มีค่าสูงที่สุด (744.14 กรัม/วัน) แต่จีโนไทป์ BB มีความสัมพันธ์กับการเจริญเติบโตต่ำที่สุด (708.33 กรัม/วัน)

เมื่อพิจารณาความหลากหลายของยีน IGF-2 ต่อการเจริญเติบโตในสุกรทั้ง 2 เพศ พบว่าเพศผู้มีความสัมพันธ์กับวันในการเลี้ยง โดยที่สุกรที่มีรูปแบบจีโนไทป์ AA (140.21 วัน) มีวันในการเลี้ยงน้อยที่สุด ซึ่งไม่มีความแตกต่างกับสุกรที่มีรูปแบบจีโนไทป์ AB (141.81 วัน)

5.3 ข้อเสนอแนะ

1. จากการศึกษาความสัมพันธ์ของยีน IGF-2 ต่อการเจริญเติบโต ในสุกรลูกผสม 3 สายพันธุ์ ควรคัดเลือกสุกรที่มีรูปแบบจีโนไทป์ AA และจีโนไทป์ AB เนื่องจากมีความสัมพันธ์กับการเจริญเติบโตต่อวัน (ADG) สูงกว่าสุกรที่มีรูปแบบจีโนไทป์ BB
2. ลักษณะการเจริญเติบโตเป็นลักษณะเชิงปริมาณ จึงถูกควบคุมด้วยยีนหลายคู่ (polygene) ดังนั้นจึงควรมีการศึกษายีนตำแหน่งอื่นที่ควบคุมลักษณะการเจริญเติบโตร่วมด้วย

พหูน ปณฺฑิโต ชีเว

บรรณานุกรม

บรรณณานุกรม

กมล ฉวีวรรณ, วิศาล ศรีสุริยะวโรชา, จำปารัตน์, แสนศักดิ์ นาคะวิสุทธิ์. (2555) ความสัมพันธ์ของยีน MC4R ต่อลักษณะทางเศรษฐกิจในสุกร. *แก่นเกษตร*, 40(2): 343–350.

กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. (2559) *กระทรวงเกษตรฯเผยสถานการณ์ต้นทุนการผลิตและการตลาดสุกรปี 2559*. [ออนไลน์]. ได้จาก: https://www.moac.go.th/ewt_news.php?nid=18771&filename=. (สืบค้นเมื่อ 28 มีนาคม 2559).

เกศรา อำพาภรณ์, มนต์ชัย ดวงจินดา และชเวง สารคล่อง. (2558) ความสัมพันธ์ของรูปแบบยีน IGF-II กับลักษณะการเจริญเติบโตในสุกรพันธุ์กระโดน. *แก่นเกษตร*, 43 (2): 239–244.

คมสัน ตวงสิทธิตานนท์. (2552). *อิทธิพลของรูปแบบยีน IGF2 ต่อสมรรถนะการเจริญเติบโตและลักษณะซากในสุกร*. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

ดวงนภา พรมเกตุ. “พันธุศาสตร์ประชากร”. มหาวิทยาลัยมหาสารคาม, พฤษภาคม 2556.

ดาวรุ่ง กังวานพงศ์, ทิพย์มณี ภะรตะศิลปิน, ปริศนา จริยวิทยาวัฒน์, ศรีวุลักษณ์ ธีรานุพัฒนา และหัทยา กาวีวงศ์. (2546). *พันธุศาสตร์* .พิมพ์ครั้งที่ 1. เชียงใหม่, บุญไชยการพิมพ์.

ตรีทิพย์ รัตนวรชัย. (2552). *เทคโนโลยีการศึกษาดีเอ็นเอ และ การนำความรู้เกี่ยวกับดีเอ็นเอมาประยุกต์ใช้ใน:อณูพันธุศาสตร์:มหัศจรรย์ของดีเอ็นเอ*. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพมหานคร, สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

นภา ศิวรังสรรค์. (2557). *ชีวเคมีประยุกต์*. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพมหานคร, สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

แพรว เที่ยงพิมล, ธนาทิพย์ สุวรรณโสภีศุภมิตร เมฆฉาย และศกร คุณวุฒิฤทธิรณ. (2555). ความสัมพันธ์ของความแตกต่างทางพันธุกรรมของยีน Insulin-like growth factor 2 (IGF-2) ต่อลักษณะการเจริญเติบโตและ ขนาดร่างกายในประชากรสุกรเชิงการค้าแห่งหนึ่ง. *แก่นเกษตร*, 37(2), 319–330.

ศุภมิตร เมฆฉาย. (2555). การประยุกต์ใช้เครื่องหมายทางพันธุกรรมในการปรับปรุงพันธุ์สัตว์. *แก่นเกษตร*, 40(2), 51–54.

สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ (2547) *มาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติเนื้อสุกร*. [ออนไลน์] ได้จาก: http://certify.dld.go.th/certify/index.php/th/2016-05-01-14-47-42/2016-05-03-02-03-31/112-2016-05-27-02-47-13 (สืบค้นเมื่อ 28 มีนาคม 2559).

สุพล เลื่องยศลือชำกุล. (2555). *คำแนะนำการเลี้ยงสุกรในเชิงพาณิชย์และเพื่อเป็นอาชีพเสริมให้กับครัวเรือน*. กรุงเทพฯ คณะสัตวแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

สุรินทร์ ปิยะโชคณากุล. (2545). *จีโนมและเครื่องหมายดีเอ็นเอปฏิบัติการอาร์เอฟพีดีและเอเอฟแอลพี*. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ, สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

หริพันธุ์สมนิล และ ธันวา ไวยบท. (2552). การศึกษาสมรรถการเจริญเติบโตสุกรเพศผู้ตอนโดยวิธีผ่าลูกอัณฑะ ในระยะหลังหย่านมของฟาร์มรายย่อย. *แก่นเกษตร*, 37, 239–241.

อมรรัตน์ โมฆ. (2557). *ยีน Insulin – like growth factor I, II เพื่อการเจริญเติบโตและประสิทธิภาพ การใช้อาหารในไก่พื้นเมืองไทย*. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี.

Ayuso, D., Gonzalez, A., Hernandez, F., Corral, J. M. and Izquierdo, M. (2013). Prediction of carcass composition, ham and foreleg weights, and lean meat yields of Iberian pigs using ultrasound measurements in live animals. *Journal of Animal Science*, 91(4), 1884–1892.

Bocian, M., Jankowiak, H., Cebulska, A., Wisniewska, J., Fratczak, K., Wlodarski, W. and Kapelanski, W. (2012). Differences in piglets sex proportion in litter and in body weight at birth and weaning and fattening results. *Journal of Central European Agriculture*, 13(3), 475–482.

Bressan, M. C., Almeida, J., Santos Silva, J., Bettencourt, C., Francisco, A., and Gama, L. T. (2016). Carcass characteristics and fat depots in Iberian and F1Large White × Landrace pigs intensively finished or raised outdoors in oak-tree forests. *Journal of Animal Science*, 94(6), 2592–2602.

Broillette, J. A. and Venta, P. J. (2002). Within-breed heterozygosity of canine single nucleotide polymorphisms identified by across-breed comparison. *Animal Genetics*, 33, 464–467.

Choi, J., Hyun-Jin, L., Sang-Keun, J., Yang-Il, C., and Jae-Joon, L. (2014). Comparison of carcass characteristics and meat quality between duroc and crossbred pigs. *Korean Journal for Food Science of Animal Resources*, 34(2), 238–244.

Craig, B.A. and Schinckel, A. P. (2002). Evaluation of Alternative Nonlinear Mixed Effects Models of Swine Growth. *Journal of Animal Science*, 18(3), 219–226.

Duclos, M. J. (2005). Insulin-like growth factor-i (IGF-1) mRNA levels. *Journal of Physiology and Pharmacology*, 56, 25–35.

Edwards, D. B., Bates, R. O. and Osburn, W. N. (2003). Evaluation of Duroc- vs. Pietrain-sired pigs for carcass and meat quality measures. *Journal of Animal Science*, 81(8), 1895–1899.

Estany, J., Tor, M., Amills, M., Villalba, D., Jimenez, N., Noguera, J. L. and Sanchez, A. (2002). Relationship of IGF1, IGF2, LEP and LEPRgenotypes with plasma IGF-1 and Leptinconcentrations and production traits in pigs. 7th World Congress OnGenetics Applied to Livestock Production, 3–6.

Felsenfeld, G. and Adam, C. Bell. (2000). Methylation of a CTCF-dependent boundary controls imprinted expression of the Igf2 gene. *Nature*, 45, 482–485.

Fontanesi, L., Speroni, C., Buttazzoni, L., Scotti, E., Dall Olio, S., Costa, L. N. and Russo, V. (2010). The insulin-like growth factor 2 (IGF2) gene intron3-g.3072g>A polymorphism is not the only sus scrofa chromosome 2p mutation affecting meat production and carcass traits in pigs: Evidence from the effects of a cathepsin D (CTSD) gene polymorphism. *Journal of Animal Science*, 88(7), 2236–2245.

Francia, E., Taccon,i G., Crosatti, C., Barabaschi, D., Bulgarelli, D., DallAglio, E., and Vale, G. (2005). Marker assisted selection in crop plants. *Plant Cell Tissue and Organ Culture*, 82(3), 317–342.

Goran, K., Gordana, K., Antun, P., Vladimir, M., Zlata, G., Drazenka, G. and Mario, P. (2004). Differences in slaughtering characteristics between crossbred pigs with pietrain and duroc as terminal sire. *Animal Science Days*, 1(august), 121–127.

Hoque, M. A., Kadowaki, H., Shibata, T., Oikawa, T.and Suzuki, K. (2007). Genetic parameters for measures of the efficiency of gain of boars and the genetic relationships with its component traits in Duroc pigs. *Journal of Animal Science*, 85(8), 1873–1879.

Hoque, M. A., Kadowaki, H., Shibata, T., Oikawa, T. and Suzuki, K. (2009). Genetic parameters for measures of residual feed intake and growth traits in seven generations of Duroc pigs. *Livestock Science*, 121(1), 45–49.

Hou, G., Wang, D., Guan, S., Zeng, H., Huang, X. and Ma, Y. (2010). Associated analysis of single nucleotide polymorphisms of IGF2 gene's exon 8 with growth traits in Wuzhishan pig. *Molecular Biology Reports*, 37(1), 497–500.

Johnson, Z. B., Chewning, J. J. and Nugent, R. A. (2002). Maternal effects on traits measured during postweaning performance test of swine from four breeds. *Journal of Animal Science*, 80(6), 1470–1477.

Kaic, A., Skorput, D. and Lukovic, Z. (2009). Carcass quality of crossbred pigs with Pietrain as a terminal sire. *Italian Journal of Animal Science*, 8, 252–254.

Knoll, A., Putnova, L., Dvorak, J. and Cepica, S. (2000). A NciI PCR-RFLP within intron 2 of the porcine insulin-like growth factor 2b (IGF2) gene. *Animal Genetics*, 31(2), 150–150.

Kolaoikova, O., Putnova, L., Urban, T., Adamek, A. K. and Dvorak, J. (2003). Associations of the IGF2 gene with growth and meat efficiency in Large White pigs. *Journal of applied genetics*, 44(4), 509–513.

Lamberson, W. R., Safranski, T. J., Bates, R. O., Keisler, D. H. and Matteri, R. L. (1996). Relationships of Serum Insulin-Like Growth Factor I Concentrations to Growth, Composition, and Reproductive Traits of Swine. *Journal of Animal Science*, 74, 3241–3245.

Marchello, M. J., Berg, P. T., Swantek, P. M. and Tilton, J. E. (1999). Predicting live and carcass lean using bioelectrical impedance technology in pigs. *Livestock Production Science*, 58(2), 151–157.

Niu, P., Kim, S. W., Choi, B. H., Kim, T. H., Kim, J. J. and Kim, K. S. (2013). Porcine insulin-like growth factor 1 (IGF1) gene polymorphisms are associated with body size variation. *Genes and Genomics*, 35(4), 523–528.

Oczkowicz, M., Tyra, M., Walinowicz, K., Rozycki, M. and Rejduch, B. (2009). Known mutation (A3072G) in intron 3 of the IGF2 gene is associated with growth and carcass composition in Polish pig breeds. *Journal of Applied Genetics*, 50(3), 257–259.

Ovilo, C. (2005). Efectos delgen MC4R sobre rendimientos en piezas nobles y calidad de carne en cerdos. *ITEA Journal*, Extra, 6–8.

Piao, J. R., Tian, J. Z., Kim, B. G., Cho,i Y. I., Kim, Y. Y. and Han, I. K. (2004). Effects of sex and market weight on performance, carcass characteristics and pork quality of market hogs. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 17(10), 1452–1458.

Pinta, W., Toojinda, T., Thummabenjapone, P. and Sanitchon, J. (2013). Pyramiding of blast and bacterial leaf blight resistance genes into rice cultivar RD6 using marker assisted selection. *African Journal of Biotechnology*, 12(28), 4432–4438.

Piorkowska, K., Tyra, M., Rogoz, M., Ropka-Molik, K., Oczkowicz, M. and Rozycki, M. (2010). Association of the melanocortin-4 receptor (MC4R) with feed intake growth fatness and carcass composition in pigs raised in Poland. *Meat Science*, 85(2), 297–301.

Ratajczak, J., Dong-Myung, S., Wu, W., Rui, L., Michal, Masternak, M., Katarzyna, P., Barbara, W., Magda, K., Andrzej, B., and Mariusz, Z. Ratajczak (2011). Higher number of stem cells in bone marrow of circulating Igf-1 level low Laron dwarf mice - novel view on Igf-1 stem cells and aging. *Leukemia.* 25(4), 729–733.

Rybarczyk, A., Pietruszka, A., Jacyno, E. and Dvorak, J. (2011). Carcass and meat quality traits of pig reciprocal crosses with a share of Pietrain breed. *Czech Journal of Animal Science*, 56(2), 47–52.

SAS Institute Incorporation Carry, North Carolina, U. S. (2002). The SAS system for windows v9.0.

Scheckel, K. G. and Ryan, J. A. (2002). Effects of aging and pH on dissolution kinetics and stability of chloropyromorphite. *Environmental Science and Technology*, 36(10), 2198–2204.

Schrager, M. A., Roth, S. M., Ferrell, R. E., Metter, E. J., Russek-Cohen, E., Lynch, N. A. and Hurley, B. F. (2004). Insulin-like growth factor-2 genotype fat-free mass and muscle performance across the adult life span. *Journal of Applied Physiology*, 97(6), 2176–2183.

Schwab, C. R., Baas, T. J., Stalder, K. J and Mabry, J. W. (2006). Effect of long-term selection for increased leanness on meat and eating quality traits in Duroc swine. *Journal of Animal Science*, 8 (6), 1577–1583.

Seaman-Bridges, J. S., Carroll, J. A., Safranski, T. J. and Berg, E. P. (2003). Short- and long-term influence of perinatal dexamethasone treatment on swine growth. *Domestic Animal Endocrinology*, 24(3), 193–208.

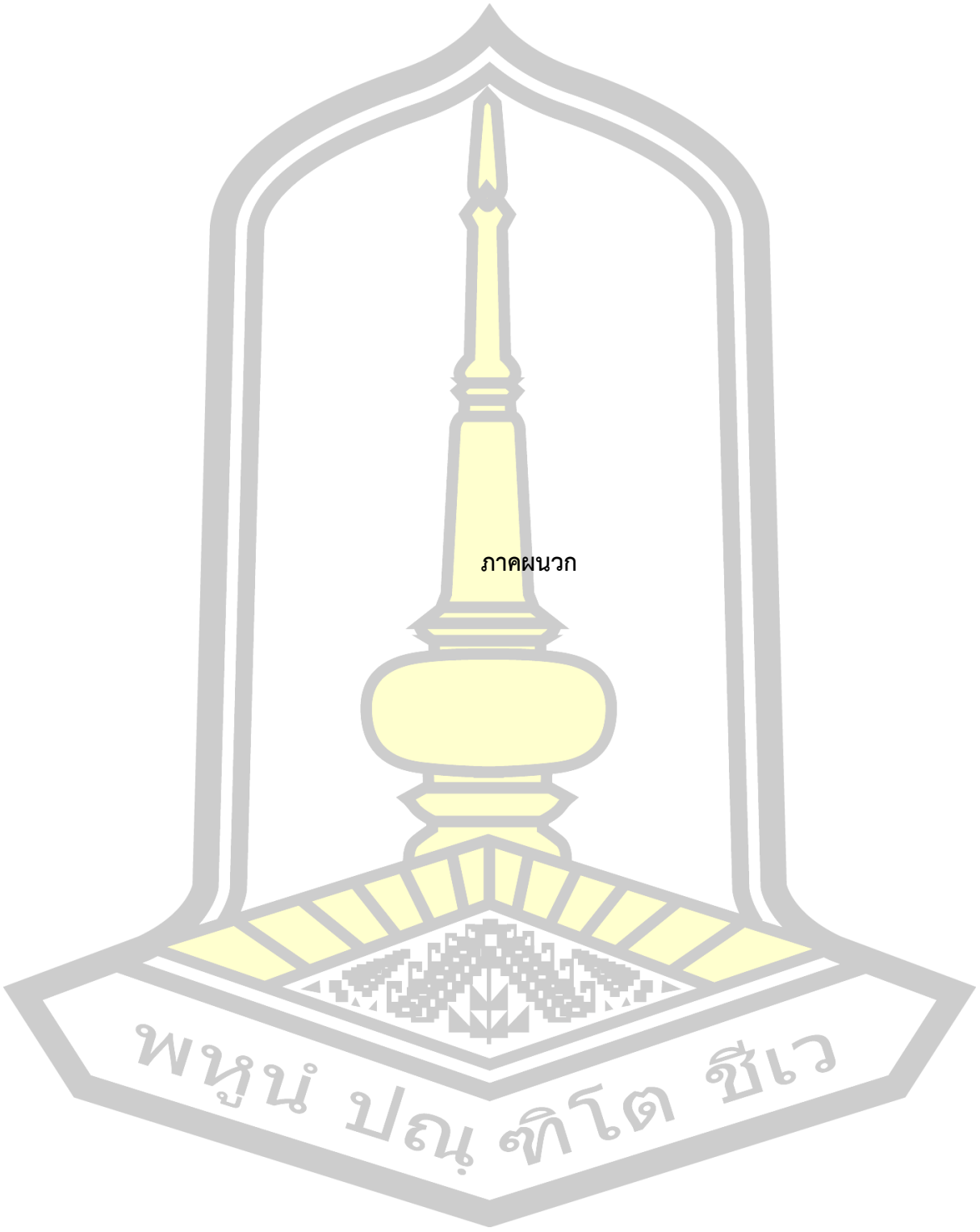
Smith, R. M., Gabler, N. K., Young, J. M., Cai, W., Boddicker, N. J., Anderson, M. J. and Lonergan, S. M. (2011). Effects of selection for decreased residual feed intake on composition and quality of fresh pork. *Journal of Animal Science*, 89(1), 192–200.

Smouse, P. E. (1982). *Genetic Architecture of Swidden Agricultural Tribes from the Lowland Rain Forests of South America. In Current Developments in Anthropological Genetics* (pp. 139–178). Boston, MA: Springer US.

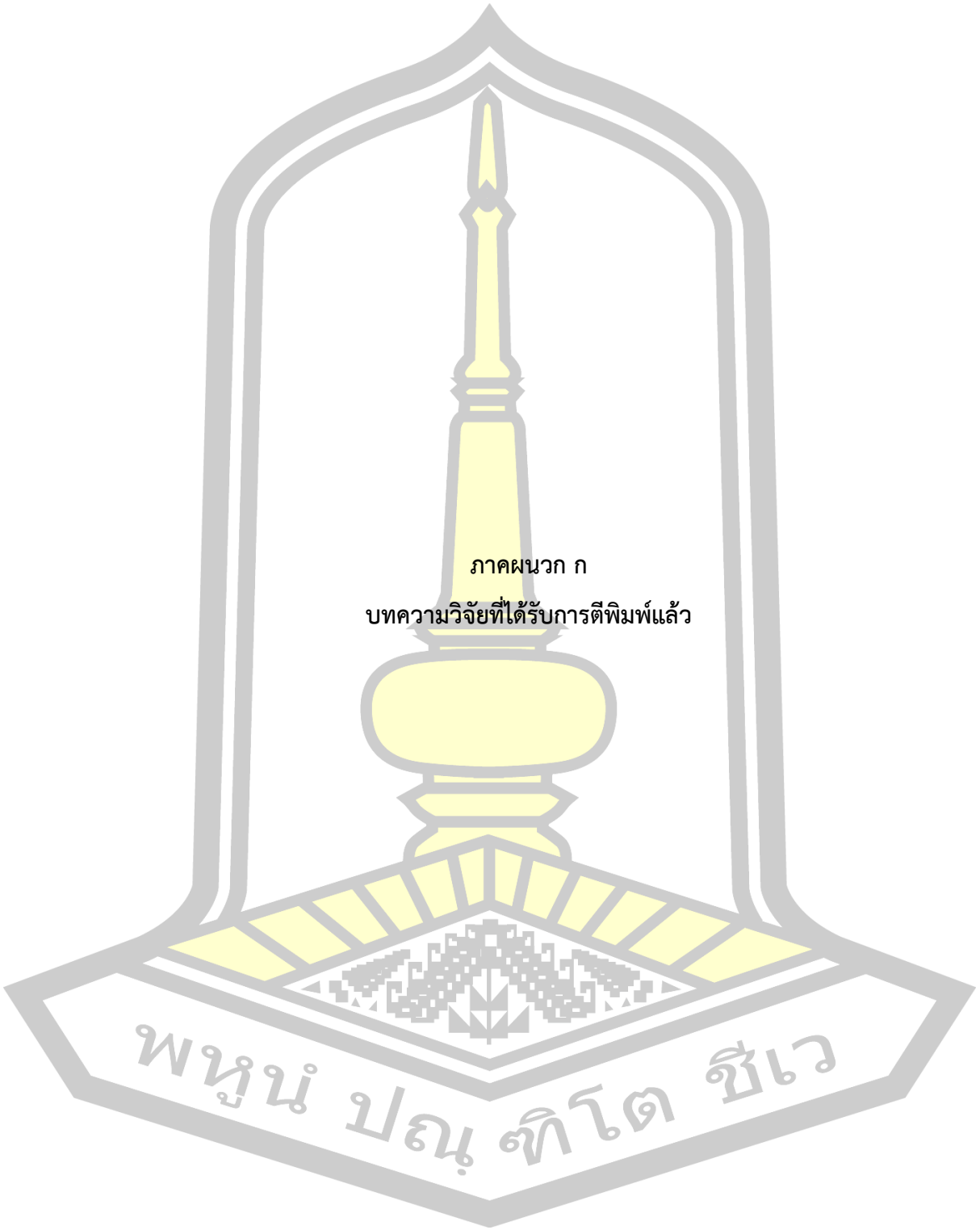
Suzuki, K., Irie, M., Kadowaki, H., Shibata, T., Kumagai, M. and Nishida, A. (2005). Genetic parameter estimates of meat quality traits in Duroc pigs selected for average daily gain, longissimus muscle area, backfat thickness, and intramuscular fat content the online version of this article along with updated information and services. *Journal of Animal Science*, 83, 2058–2065.

Tomas, F. M., Pym, R. A., McMurtry, J. P. and Francis, G. L. (1998). Insulin-like growth factor (IGF)-I but not IGF-II promotes lean growth and feed efficiency in broiler chickens. *General and Comparative Endocrinology*, 110(3), 262–275.

Yue, M., Tian, Y. G., Wang, Y. J., Gu, Y., Bayaer, N., Hu, Q. and Gu, W. W. (2014). Associated analysis of single nucleotide polymorphisms found on exon 3 of the IGF-1 gene with Tibetan miniature pig growth traits. *Genetics and Molecular Research*, 13(1), 1263–1269.



ภาคผนวก



ภาคผนวก ก

บทความวิจัยที่ได้รับการตีพิมพ์แล้ว

วารสารวิจัยและส่งเสริมวิชาการเกษตร

JOURNAL OF AGRICULTURAL RESEARCH AND EXTENSION

ปีที่ 35 ฉบับที่ 2 (พิเศษ 2) พฤษภาคม – สิงหาคม 2561 Vol. 35 No. 2 (Suppl. 2) May – August 2018

งานประชุมวิชาการสัตวศาสตร์แห่งชาติ ครั้งที่ 7

The 7th National Animal Science Conference of Thailand 2018

(NASCoT 2018)

วันที่ 22-24 สิงหาคม 2561

22-24 August 2018

"โอกาสและความท้าทายในการผลิตสัตว์อย่างชาญฉลาดสู่ประเทศไทย 4.0"

Chances and challenges of smart animal production for Thailand

Agri. RESEARCH & EXTENSION

มหาวิทยาลัยแม่โจ้

Maejo University

ISSN 0125-8850

Effect of *Lasia spinosa* Supplementation on Nutrients Digestibility and Microbial Protein Synthesis in Thai Native Beef Cattle

Kampanat Phesatcha, Suban Foiklang and Metha Wanapat..... 160-168

Effects of Bamboo Grass (*Tiliacora triandra*, Diels) Pellet Supplementation on Rumen Ecology and Fermentation in Swamp Buffaloes

Chaichana Suriyaph and Metha Wanapat..... 169-178

ผลของระดับโปรตีนในอาหารผสมครบส่วนแบบหมักต่อสมรรถภาพการเจริญเติบโตของแพะเพศเมียในพื้นที่โครงการหลวงแม่ทาเหนือ อ.แม่ออน จ.เชียงใหม่

สิริพร อ่ำสุข ทศพล มูลมณี และเสาวลักษณ์ แย้มหมื่นอาจ..... 179-186

ผลของ *Lactobacillus plantarum* BCC 65951 ต่อคุณภาพและองค์ประกอบทางเคมีของหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 หมักที่ระยะการหมักแตกต่างกัน

ปริชาติ ช่างสัก ศิวัช สังข์ศรีทวงษ์ และเสาวลักษณ์ แย้มหมื่นอาจ..... 187-194

ความหลากหลายทางพันธุกรรมของแพะเนื้อลูกผสม "ทรัพย์-ม.อ. 1" โดยใช้ไมโครแซทเทลไลท์

ศิริวัตน์ นอสูงเนิน ปรัชญาพร เอกบุตร และไชยวรรณ วัฒนจันทร์..... 195-201

ความถี่จีโนไทป์และความถี่อัลลีลของยีน insulin-like growth factor 2 (IGF-2) ในสุกรลูกผสม

เสกรร เตชะพันธ์รัตนกุล ดวงนภา พรมเกตุ และทรงศักดิ์ จำปาวะดี..... 202-209

ความสัมพันธ์ระหว่างยีน bGH กับน้ำหนักตัวในโคลูกผสมวากิว-กำแพงแสน วากิว-บราห์มัน และโคพันธุ์กำแพงแสน

พิชานีย์ แจ่มจำรัส ศิริวัตน์ บัวผัน ทวีพร เรืองพริ้ม วิสูตร ไมตรีจิตต์ และสุกัญญา ยุงระแหง..... 210-215

รูปแบบจีโนไทป์ของยีน *GHR* ในโคลูกผสมพื้นเมืองไทย

มนต์ดนัย ชานันโท วัชรวิทย์ มีหนองใหญ่ และปิยมาศ ผองแก้ว..... 216-223

ระดับการแสดงออกของยีน *HSP70* ต่อลักษณะการให้ผลผลิตไข่ในไก่ไข่ที่เลี้ยงภายใต้สภาพแวดล้อมที่แตกต่างกัน

นิทัศน์ วิชาสิทธิ์ ธิติมา เพ็ชรคง ทศพร อินเจริญ สนธยา นุ่มท้วม วันดี ทาตระกูล และรังสรรค์ เจริญสุข..... 224-232

ผลของการเสริมโปรตีนไหมในน้ำยาเจือจางน้ำเชื้อกระต่ายที่เก็บรักษาด้วยวิธีการแช่แข็ง

กษมา ตั้งมุทุทาภัทรกุล และณปภัช ช่วยชูหนู..... 233-240

การเก็บรักษาน้ำเชื้อแพะแบบแช่แข็งในน้ำยาเจือจางที่เสริมโปรตีนจากไหมและกลูตาไธโอน

ยศพนธ์ ยางงาม กษมา ตั้งมุทุทาภัทรกุล อติชาต ทองนำ ณรงค์ อินพิลึก และเทวินทร์ วงษ์พระลับ..... 241-248

ผลของการเสริมเบต้า-แคโรทีนต่อปริมาณน้ำนมและวันตกไข่ครั้งแรกในโคหลังคลอด

โสภารักษ์ เชมราช ศิวัช สังข์ศรีทวงษ์ ทศพล มูลมณี และ เสาวลักษณ์ แย้มหมื่นอาจ..... 249-256

วารสารวิจัยและส่งเสริมวิชาการเกษตร 35(2) (พิเศษ 2): 202-209

ความถี่จีโนไทป์และความถี่อัลลีลของยีน insulin-like growth factor 2 (IGF-2) ในสุกรลูกผสม

Genetic and Alleles Frequency of Insulin-like Growth Factor 2 (IGF-2) in Swine

เสกรร เตชะพันธ์รัตนกุล[1] ดวงนภา พรมเกตุ[2]* และทรงศักดิ์ จำปาวะดี[2]

Sagesan Techepenrattanakul[1], Doungnapa Promket[2]* and Songsak Chumpawadee[2]

[1]นักศึกษาระดับบัณฑิตศึกษา สาขาวิชาสัตวศาสตร์ ภาควิชาเทคโนโลยีการเกษตร คณะเทคโนโลยีมหาวิทยาลัยมหาสารคาม มหาสารคาม 44000

[1]Graduate student of Animal science, Department of Agriculture Technology, Faculty of Technology, Mahasarakham University, Mahasarakham, Thailand, 44000.

[2]สาขาวิชาสัตวศาสตร์ ภาควิชาเทคโนโลยีการเกษตร คณะเทคโนโลยีมหาวิทยาลัยมหาสารคาม มหาสารคาม 44000

[2]Department of Animal Science, Faculty of Technology, Mahasalakham University, Mahasakham, 44000.

*Corresponding author: napakan@hotmail.com

Abstract

The objective of this research was to evaluate genotype and alleles frequencies of IGF-2 gene in 303 crossbreeds (large white x landrace x duroc). The average body weight of pigs before slaughter was 111.390 kg. PCR-RFLP protocols were used to identify polymorphisms of IGF-2. The effect of different sex on growth performance was found for weaning weight (WW) of females (5.757 kg.) which was higher than males (5.542 kg) ($P<0.05$). Moreover, the final weight (FW) and average daily growth (ADG) of male were higher than females ($P<0.05$). Using the PCR-RFLP found size of IGF-2 gene was 308 bp. Genotype of IGF-2 were AA (308 bp), AB (308, 208 and 100 bp) and BB (208 and 100 bp). Genotype frequencies of AA, AB and BB were 0.193, 0.787 and 0.020, respectively. Frequency of A alleles (0.587) was higher than B alleles (0.413). The PIC of IGF-2 gene in 3 crossbred pig populations was 0.368, it showed that the gene IGF-2 in this population is moderate polymorphism. The results of this study indicated that IGF-2 gene polymorphism potentially used as the genetic marker for body weight in pig selection.

Keywords: genotype frequency, allele frequency, swine

บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์ของงานวิจัยครั้งนี้เพื่อตรวจหาความถี่จีโนไทป์ และความถี่อัลลีล ของยีน IGF-2 ในประชากร สุกรลูกผสม 3 สายพันธุ์ (ลาร์จไวท์ x แลนด์เรซ X ดูร็อค) จำนวน 303 ตัว โดยประชากรสุกรมีน้ำหนักมีชีวิตเฉลี่ย 111.390 กิโลกรัม ใช้เทคนิค PCR- RFLP ในการตรวจสอบรูปแบบจีโนไทปร์ ของยีน IGF-2 เมื่อวิเคราะห์อิทธิพลของเพศ ต่อการเจริญเติบโต พบว่าสุกรเพศเมีย (5.757 กก.) มีอิทธิพลของค่าน้ำหนักหย่านมสูงกว่าเพศผู้ (5.542 กก.) และนอกจากนั้นสุกรเพศผู้มีอิทธิพลต่อค่าน้ำหนักตัวสุดท้ายก่อนฆ่า และ ADG สูงกว่า

Journal of Agri. Research & Extension 35(2) (Suppl. 2): 202-209

สุกรเพศเมีย PCR จาก ยีน IGF-2 มีขนาด 308 bp และเมื่อทำการ Genotype สามารถแยกได้เป็น 3 รูปแบบ คือ AA (308 bp), AB (308, 208 และ 100 bp) และ BB (208 และ 100 bp) โดยมีความถี่จีโนไทป์เท่ากับ 0.191, 0.789 และ 0.020 ตามลำดับ ส่วนความถี่อัลลีล A (0.586) มีความถี่สูงกว่าอัลลีล B (0.414) ค่า PIC ของยีน IGF-2 ในประชากรสุกรลูกผสม 3 สายพันธุ์มีค่า 0.368 แสดงให้เห็นว่ายีน IGF-2 ในกลุ่มประชากรสุกรลูกผสม 3 สายพันธุ์มีความหลากหลายปานกลาง จากผลการศึกษาชี้ให้เห็นได้ว่ายีน IGF-2 มีความหลากหลาย ดังนั้นยีน IGF-2 จึงมีศักยภาพพอที่จะนำไปใช้เป็น genetic marker ในการคัดเลือกสุกร

คำสำคัญ: ความถี่จีโนไทป์ ความถี่อัลลีล สุกร

คำนำ

สุกรเป็นสัตว์เศรษฐกิจที่สำคัญของประเทศไทยอีกชนิดหนึ่งที่มีการเลี้ยงเป็นจำนวนมาก เนื่องจากเป็นที่ต้องการของผู้บริโภค การผลิตสุกรของประเทศไทยนั้นเป็นการผลิตเพื่อบริโภคภายในประเทศเป็นหลัก ส่วนการส่งออกต่างประเทศ มีบ้างในลักษณะเนื้อสุกรสดและเนื้อสุกรแปรรูป (หริพันธุ์ และคณะ, 2552) ลักษณะการเจริญเติบโตเป็นลักษณะที่สำคัญทางเศรษฐกิจ (economic trade) (สุพล, 2555) สุกรที่มีการเจริญเติบโตที่ดี และมีประสิทธิภาพการใช้อาหารสูงจะทำให้ต้นทุนการผลิตลดลงตามไปด้วย ปัจจัยที่มีผลต่อการเจริญเติบโต คือ ปัจจัยทางด้านอาหาร ปัจจัยทางด้านการจัดการ และปัจจัยทางด้านพันธุกรรม การปรับปรุงพันธุกรรมให้สุกรมีการเจริญเติบโตที่ดีนั้นเป็นอีกแนวทางหนึ่งในการพัฒนาอุสาหกรรมการผลิตสุกร การปรับปรุงพันธุ์สัตว์นั้นจะเน้นระบบการผสมพันธุ์ (mating system) และระบบการคัดเลือก (selection system) โดยใช้ข้อมูลการแสดงออกของลักษณะปรากฏ (phenotype) และข้อมูลพันธุประวัติมาร่วมประเมินเพื่อให้ได้ค่าการผสมพันธุ์ของสัตว์แต่ละตัว (Estimated breeding value, EBV) จากนั้นจึงคัดเลือกสัตว์แต่ละตัวจากค่าดังกล่าว ซึ่งสัตว์จะถ่ายทอดพันธุกรรมที่ดีไปยังสัตว์รุ่นต่อไป (กมล และคณะ, 2555) จากความก้าวหน้าทางด้านอณุพันธุศาสตร์จึงมีการคัดเลือกสุกรโดยการตรวจหา genetic marker ซึ่งเป็นข้อมูล ในระดับพันธุกรรมของสัตว์มาร่วมในการคัดเลือก ข้อดีของการใช้ genetic maker ในการคัดเลือกคือ ช่วยให้การปรับปรุงพันธุ์เป็นไปอย่างรวดเร็ว และมีประสิทธิภาพ (อมรรัตน์, 2554; ศุภมิตร, 2555) ยีน insulin-like growth factor 2 (IGF-2) มีความสัมพันธ์กับลักษณะการเจริญเติบโตในสุกร โดยมีการศึกษาความสัมพันธ์ของยีน IGF-2 ต่อประสิทธิภาพการเจริญเติบโต และคุณภาพเนื้อ พบว่ายีน IGF-2 มีรูปแบบจีโนไทป์ 3 รูปแบบ คือ AA, AB, และ BB และมีความสัมพันธ์ต่อน้ำหนักมีชีวิต และน้ำหนักเริ่มต้นของสุกร (Olga et al., 2003) นอกจากนี้มีการศึกษาความสัมพันธ์ของยีน IGF-2 กับลักษณะการเจริญเติบโตของสุกรพันธุ์กระโดนของประเทศไทย (เกศรา และคณะ, 2558) ยีน IGF-2 จึงเป็นอีกยีนที่น่าสนใจเพราะมีความสัมพันธ์กับกลไกการเจริญเติบโตของสิ่งมีชีวิต และยีน IGF-2 ยังเป็น candidate gene ที่เกี่ยวข้องกับการสร้างเนื้อแดง การเจริญเติบโต และการพัฒนาของเซลล์กล้ามเนื้อของสุกร (Matthew *et al.*, 2004; Hou *et al.*, 2010) ดังนั้นการตรวจหา genetic marker ที่มีความสัมพันธ์กับลักษณะการเจริญเติบโตในสุกร จึงมีความสำคัญต่ออุตสาหกรรมการผลิตสุกรในประเทศไทยเป็นอย่างยิ่ง เพราะสามารถนำเอา genetic marker ดังกล่าวไปคัดเลือกสุกรให้มีลักษณะการเจริญเติบโตที่ดี การศึกษาความถี่จีโนไทป์และความถี่อัลลีล มีความสำคัญเป็นอย่างมาก เนื่องจากการใช้ genetic marker เพื่อคัดเลือกสัตว์ genetic marker นั้นจะต้องมีความหลากหลายของรูปแบบจีโนไทป์และรูปแบบอัลลีลสูง เพื่อนำไปใช้ในการคัดเลือกได้ ดังนั้นวัตถุประสงค์ของงานวิจัยฉบับนี้เพื่อตรวจหาความถี่จีโนไทป์และความถี่อัลลีลของยีน IGF-2 ในประชากรสุกรลูกผสม 3 สายพันธุ์ของประเทศไทย

วารสารวิจัยและส่งเสริมวิชาการเกษตร 35(2) (พิเศษ 2): 202-209

วิธีการดำเนินการวิจัย

ในการศึกษาในครั้งนี้ใช้ประชากรสุกรลูกผสม 3 สายพันธุ์ (ลาร์จไวท์x แลนด์เรซ x ดูร็อคเจอร์ซี่) จำนวน 303 ตัว คละเพศที่เลี้ยงภายใต้ระบบของบริษัทเอกชนแห่งหนึ่งในประเทศไทย โดยน้ำหนักสุกรก่อนฆ่าอยู่ระหว่าง 100 - 120 กิโลกรัม เก็บข้อมูลการเจริญเติบโต คือ น้ำหนักหย่านม (WW) น้ำหนักตัวสุดท้ายก่อนฆ่า (FW) ค่าการเจริญเติบโตต่อวันช่วงหย่านมถึงก่อนฆ่า (ADG_{WW-FW}) และเก็บตัวอย่างเลือดสุกรจากฟาร์มเลี้ยงสุกรโดยเจาะเลือดใส่หลอดเก็บตัวอย่าง (test tube) ที่มี 0.5 M EDTA (Ethylene diamine tetrameric acid) อยู่ 1 มล. เก็บตัวอย่างเลือดปริมาณ 10 มล. /ตัว และนำไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 °C เพื่อรอการสกัด genomic DNA

การเพิ่มปริมาณ DNA และการตรวจรูปแบบจีโนไทป์ของยีน IGF-2

ก่อนการเพิ่มปริมาณ DNA ของยีน IGF-2 ได้ทำการตรวจสอบคุณภาพของ DNA ที่สกัดได้โดยใช้เครื่อง nano drop หลังจากนั้นเพิ่มปริมาณยีน IGF-2 โดยใช้ primer ดังนี้ Primer forward: 5´CACAGCAGGTGCTCCATCGG 3´ และ Primer Reverse: 5´ GACAGGCTGTCATCCTGTGGG 3´ สำหรับขั้นตอนการทำปฏิกิริยา PCR ของยีน IGF-2 ใช้อุณหภูมิ Primer annealing ที่อุณหภูมิ 60°C จากนั้นตรวจสอบรูปแบบจีโนไทป์ โดยใช้เทคนิค Restriction Fragment Length Polymorphism (RFLP) ตัดด้วยเอ็นไซม์ตัดจำเพาะ คือเอนไซม์ *BcnI* และนำไปบ่มที่อุณหภูมิ 37 °C เป็นเวลา 6 - 8 ชั่วโมง (เกศรา และคณะ, 2558) หลังจากนั้นนำมาตรวจสอบจีโนไทป์ ของยีน IGF-2

การวิเคราะห์ความถี่จีโนไทป์และความถี่อัลลีล

วิเคราะห์ความถี่จีโนไทป์และความถี่อัลลีลของยีน IGF-2 ในประชากรสุกรลูกผสม ตามวิธีของ falconer and Mackey, (1996) ด้วยสูตรดังนี้

$$\text{ความถี่จีโนไทป์ (genotype frequency)} = \frac{\text{จำนวนสัตว์ที่มีจีโนไทป์ (genotype) ที่กำหนด}}{\text{จำนวนสัตว์ทั้งหมด}}$$

$$\text{ความถี่อัลลีล (allele frequency)} = \frac{\text{จำนวนสัตว์ที่มีอัลลีล (allele) ที่กำหนด}}{\text{จำนวนสัตว์ทั้งหมด}}$$

ผลการศึกษาและวิจารณ์

จากการศึกษาครั้งนี้พบว่า ค่าเฉลี่ย WW เพศผู้และเพศเมียมีค่าเท่ากับ 5.540 กก. และ 5.760 กก. ตามลำดับ ค่าเฉลี่ย FW คือ 111.390 กก. และค่าเฉลี่ย $ADG_{(WW-FW)}$ มีค่าอยู่ที่ 111.350 กรัม/วัน ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาเรื่องผลของน้ำหนักแรกเกิดของลูกสุกรต่อน้ำหนักหย่านม ที่พบว่าค่าเฉลี่ยของน้ำหนักหย่านมของสุกรมีค่าอยู่ระหว่าง 5.370 – 5.740 กก. (Smit *et al.*, 2007) และการศึกษาของ Wolter and Ellis. (2001) รายงานน้ำหนักตัวสุดท้ายของสุกรเพศผู้ และเพศเมียมีค่าเท่ากับ 109.600 กก. และ 109.400 กก. ตามลำดับ

การศึกษาอิทธิพลของเพศต่อการเจริญเติบโต

การศึกษาอิทธิพลของเพศต่อลักษณะการเจริญเติบโตของสุกร พบว่าเพศมีอิทธิพลต่อน้ำหนักหย่านม น้ำหนักตัวสุดท้ายก่อนฆ่า และอัตรการเจริญเติบโตต่อวัน โดยสุกรเพศเมียมีอิทธิพลต่อน้ำหนักหย่านมที่สูงกว่าสุกรเพศผู้ ซึ่งมีค่า5.760 กรัม/วัน และ 5.540 กรัม/วัน ตามลำดับ ($P<0.05$) แต่สุกรเพศผู้มีน้ำหนักตัว

Journal of Agri. Research & Extension 35(2) (Suppl. 2): 202-209

สุดท้ายก่อนฆ่าที่สูงกว่าสุกรเพศเมียมีค่า 112.060 กก. และ 110.580 กก. ตามลำดับ (P<0.05) รวมไปถึงอัตราการเจริญเติบโตต่อวันของสุกรเพศผู้ (112.020 กรัม/วัน) ที่สูงกว่าสุกรเพศเมีย (110.540 กรัม/วัน) (P<0.05) (Table 1) ยังสอดคล้องกับการศึกษาของของ Piao *et al.* (2004) เรื่องอิทธิพลของเพศต่อลักษณะคุณภาพซากและคุณภาพเนื้อของสุกร พบว่าสุกรเพศผู้มีอัตราการเจริญเติบโตต่อวันสูงกว่าสุกรเพศเมีย แต่ขัดแย้งกับ Maria *et al.* (2012) ที่ศึกษาเรื่อง ความแตกต่างของเพศในลูกสุกรต่อ ขนาดครอกน้ำหนักแรกคลอด และน้ำหนักหย่านม พบว่าน้ำหนักหย่านมที่ 28 วัน ของสุกรเพศผู้ (6.900 ± 1.210 กก.) ไม่มีความแตกต่างกับสุกรเพศเมีย (6.680 ± 1.310 กก.)

Table 1 Effect of sex on growth performance in crossbreed swine

Traits	Sex				P-Vale
	Male		Female		
	Mean	SE	Mean	SE	
WW, kg	5.540[b]	0.073	5.760[a]	0.081	0.049
FW, kg	112.060[a]	0.489	110.580[b]	0.537	0.042
ADG, g/d	112.020[a]	0.488	100.540[b]	0.538	0.042

Note: WW = Weaning weight, FW = Final weight, ADG = Average Daily Gain $_{WW-FW}$

[a,b] Least square means within the rows with different superscripts differ (P<0.05)

การตรวจสอบรูปแบบจีโนไทป์ของยีน IGF-2

จากการเพิ่มจำนวนยีน IGF-2 ด้วยวิธี PCR พบว่ายีน IGF-2 มีขนาด 308 bp เมื่อนำไปจำแนกรูปแบบจีโนไทป์ โดยการตัดด้วยเอนไซม์ตัดจำเพาะ *Bnd*I ยีน IGF-2 สามารถจำแนกลักษณะพันธุกรรมของสุกรได้ 3 รูปแบบ คือ จีโนไทป์ AA, AB, และ BB โดยจีโนไทป์ AA พบชิ้นส่วนดีเอ็นเอ 1 ขนาด (308 bp) จีโนไทป์ AB พบชิ้นส่วนดีเอ็นเอ 3 ขนาด (308, 208 และ 100 bp) และจีโนไทป์ BB พบชิ้นส่วนดีเอ็นเอ 2 ขนาด (208 และ 100 bp) ดังแสดงใน Figure 1

ความถี่จีโนไทป์และความถี่อัลลีลของยีน IGF-2

จากการศึกษารูปแบบจีโนไทป์ ของยีน IGF-2 ในประชากรสุกรลูกผสม จำนวน 303 ตัว พบรูปแบบจีโนไทป์ 3 รูปแบบ คือ AA, AB และ BB มีความถี่จีโนไทป์ เท่ากับ 0.191, 0.789 และ 0.020 ตามลำดับ และค่าความถี่อัลลีล A สูงกว่าอัลลีล B โดยมีค่า 0.586 และ 0.414 ตามลำดับ ค่า PIC (polymorphism information content) ของยีน IGF-2 มีค่าเท่ากับ 0.368 (Table 2) ซึ่งความหลากหลายของยีน IGF-2 ในประชากรสุกรลูกผสม 3 สายพันธุ์ มีค่าปานกลางตามการศึกษาของ Yue *et al.* (2014) ที่รายงานค่า PIC > 0.5 จะบ่งชี้ถึงความหลากหลายที่สูง แต่ถ้าค่า PIC < 0.25 จะแสดงถึงความหลากหลายที่ต่ำ และค่าความผันแปรทางพันธุกรรมของยีน IGF-2 ในสุกรมีค่า average number of alleles (N_A = 2.000), effective number of alleles (N_E =1.943), observed heterozygosity (H_O = 0.789) และ expected heterozygosity (H_E = 0.485) (Table 3) ซึ่งแตกต่างจากการศึกษา ของ Kolarikova *et al.* (2003) ได้รายงานว่า ในสุกรพันธุ์ลาร์จไวท์ในสาธารณรัฐเช็กมีความถี่จีโนไทป์ BB (0.64) และ AB (0.34) สูงกว่าจีโนไทป์ AA (0.02) รวมไปถึงความถี่อัลลีล A (0.18) ต่ำกว่าอัลลีล B (0.82) จากค่าความถี่จีโนไทป์และความถี่อัลลีลจะเห็นได้ว่ามีความ

วารสารวิจัยและส่งเสริมวิชาการเกษตร 35(2) (พิเศษ 2): 202-209

แปรปรวนค่อนข้างสูงในประชากรสุกรที่ศึกษา ค่าความแปรปรวนของอัลลีลและความแปรปรวนของรูปแบบจีโนไทป์ เป็นค่าที่บ่งบอกถึงความหลากหลายของพันธุกรรมในประชากรที่ศึกษา หากประชากรมีความหลากหลายของพันธุกรรมสูง ย่อมส่งผลให้สามารถคัดเลือกสัตว์ได้ ซึ่งสามารถนำมาเป็น genetic maker เพื่อช่วยในการคัดเลือกสุกรให้มีการเจริญเติบโตที่ดีได้ต่อไป

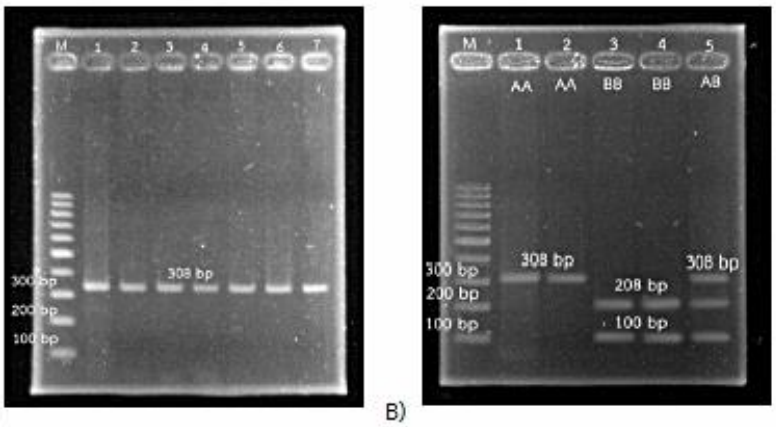


Figure 1 A) PCR-Product of IGF-2 gene Lanes M = 100 bp maker, Lanes 1 - 7 = PCR-Product of IGF-2 gene (308 bp); B) Genotype of IGF-2 gene: genotype AA (308 bp) genotype BB (208 และ 100 bp) and genotype AB (308, 208 และ 100 bp)

Table 2 Genotype and allele frequency of IGF-2 gene in swine

Gene	Genotype frequency			Total	Allele Frequency		Total	PIC
	AA	AB	BB		A	B		
IGF-2	0.191	0.789	0.020	1	0.586	0.414	1	0.368
Number	58	239	6	303	176	124	303	

Table 3 Genetic diversity of IGF-2 gene in swine

Gene	Number	N_A	N_E	H_O	H_E
IGF-2	303	2.000	1.943	0.789	0.485

Note: N_A = average number of alleles, N_E = effective number of alleles, H_O = observed heterozygosity, H_E = expected heterozygosity.

Journal of Agri. Research & Extension 35(2) (Suppl. 2): 202-209

สรุปและข้อเสนอแนะ

การศึกษาความถี่จีโนไทป์ และความถี่อัลลีลของยีน IGF-2 ในประชากรสุกรลูกผสม 3 สายพันธุ์ พบว่าค่าเฉลี่ย WW, FW และ ADG มีค่าเท่ากับ 5.640 กก., 111.390 กก. และ 111.350 กรัม/วัน ตามลำดับ เมื่อวิเคราะห์อิทธิพลของเพศต่อการเจริญเติบโต พบว่าสุกรเพศผู้มีอิทธิพลต่อค่า FW และ ADG ที่สูงกว่าสุกรเพศเมีย แต่สุกรเพศเมียมีอิทธิพลต่อค่า WW สูงกว่าสุกรเพศผู้ ยีน IGF-2 มีขนาด 308 bp และมีรูปแบบจีโนไทป์ 3 รูปแบบ คือ AA (308 bp), AB (308, 208 และ 100 bp) และ BB (208 และ 100 bp) โดยรูปแบบ AA มีความถี่จีโนไทป์เท่ากับ 0.191 รูปแบบ AB มีความถี่จีโนไทป์เท่ากับ 0.789 และรูปแบบ BB มีความถี่จีโนไทป์เท่ากับ 0.020 ส่วนความถี่อัลลีล A และ B มีค่า 0.586 และ 0.414 ตามลำดับ ค่า PIC ของยีน IGF-2 ในประชากรสุกรลูกผสม 3 สายพันธุ์มีค่า 0.368 ซึ่งบ่งบอกถึงว่ายีน IGF-2 ในกลุ่มประชากรสุกรลูกผสม 3 สายพันธุ์มีความหลากหลายปานกลาง

คำขอบคุณ

ขอขอบพระคุณทุนสนับสนุนการวิจัยระดับบัณฑิตศึกษา ปีงบประมาณ พ.ศ. 2560 มหาวิทยาลัยมหาสารคาม บริษัทเบทาโกรจำกัด มหาชน และ คุณคมสัน ตวงสิทธิตานนท์ ที่สนับสนุนข้อมูลการเจริญเติบโตและตัวอย่างเลือดในการศึกษาครั้งนี้ ขอขอบพระคุณ รศ.ดร. มนต์ชัย ดวงจินดา และห้องปฏิบัติการกลางด้านปรับปรุงพันธุ์สัตว์ (Animal Genomics Unit) คณะเกษตรศาสตร์มหาวิทยาลัยขอนแก่น ที่เอื้อเฟื้อสถานที่ในการทำวิจัยในครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

กมล ฉวีวรรณ วิศาล ศรีสุริยะ วโรชา จำปารัตน์ และแสนศักดิ์ นาคะวิสุทธิ์. 2555. ความสัมพันธ์ของยีน MC4R ต่อลักษณะทางเศรษฐกิจในสุกร. **แก่นเกษตร** 40(2): 343-350.

เกศรา อำพาภรณ์ มนต์ชัย ดวงจินดา และชเวง สารคล่อง. 2558. ความสัมพันธ์ของรูปแบบยีน IGF-II กับลักษณะการเจริญเติบโตในสุกรพันธุ์กระโดน. **แก่นเกษตร** 43(2): 239-244.

ศุภมิตร เมฆฉาย. 2555. การประยุกต์ใช้เครื่องหมายทางพันธุกรรมในการปรับปรุงพันธุ์สัตว์. **แก่นเกษตร** 40(2): 51-54.

สุพล เลื่องยศลือชำกุล. 2555. **คำแนะนำการเลี้ยงสุกรในเชิงพาณิชย์ และเพื่อเป็นอาชีพเสริมให้กับครัวเรือน**. ห้องสมุดและศูนย์เอกสารการสัตว์คณะสัตวแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.กรุงเทพมหานคร.

หริพันธุ์สมนิล และ ธันวา ไวยบท. 2552. การศึกษาสมรรถการเจริญเติบโตสุกรเพศผู้ตอนโดยวิธีผ่าลูกอัณฑะในระยะหลังหย่านมของฟาร์มรายย่อย. **แก่นเกษตร** 37: 239-241.

อมรวัตน์ โมพี. 2554. **ยีน Insulin – like growth factor I, II เพื่อการเจริญเติบโตและประสิทธิภาพการใช้อาหารในไก่พื้นเมืองไทย**. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี. นครราชสีมา.

Falconer, D.S., and T. F. C. Mackay. 1996. **Introduction to quantitative genetics**. 4th Edition. Longman publis, Oxford.

วารสารวิจัยและส่งเสริมวิชาการเกษตร 35(2) (พิเศษ 2): 202-209

Fontanesi L. C. Speroni, L. Buttazzoni, E. Scotti, S. Dall'Olio, L. Nanni Costa,R. Davoli, and V. Russo. 2010. The insulin-like growth factor 2 (*IGF2*) gene intron3-g.3072G> A polymorphism is not the only *Sus scrofa* chromosome 2p mutation affecting meat production and carcass traits in pigs: Evidence from the effects of a cathepsin D (*CTSD*) gene polymorphism. **Journal of Animal Science** 88(7): 2235–2245.

Hou, G., D. Wang, S. Guan, H. Zeng, X. Huang and Y. Ma. 2010. Associated analysis of single nucleotide polymorphisms of IGF2 gene's exon 8 with growth traits in Wuzhishan pig. **Molecular Biology Reports** 37(1): 497–500.

Jose, A.C., C. Burgos, C. Moreno, A.C. Sanchez, S. Ventanas, L. Tarrafeta, J.A. Barcelona, M.O. Lopez, R. Oria and P. Lopez-Buesa. 2005. Incidence in diverse pig populations of an IGF2 mutation with potential influence on meat quality and quantity: An assay based on real time PCR (RT-PCR). **Meat Science** 71(3): 577–582.

Kolarikova, O., L. Putnova, T. Urban, J. Adamek, A. Knoll, and J. Dvorak. 2003. Associations of the IGF2 gene with growth and meat efficiency in Large White pigs. **Journal of Applied Genetics** 44(4): 509-513.

Maria, B., H. Jankowiak, A. Cebulska, J. Wisniewska, K. Fratczak, W. Wlodarski and W. Kapelanski. 2012. Differences in piglets sex proportion in litter and in body weight at birth and weaning and fattening results. **Journal of Central European Agriculture** 13(3): 475-482.

Matthew, A.S., S.M. Roth, R.E. Ferrell, E.J. Metter, E. Russek-Cohen, N.A. Lynch, R.S. Lindle and B.F. Hurley. 2004. Insulin-like growth factor-2 genotype, fat-free mass, and muscle performance across the adult life span. **Journal of Applied Physiology** 97(6): 2176–2183.

Olga, K., L. Putnova, T. Urban, J. Adamek, A. Knoll and J. Dvooak. 2003. Associations of the IGF2 gene with growth and meat efficiency in Large White pigs. **Journal of Applied Genetics** 17(44): 509–513.

Piao J.R., J.Z. Tian, B.G. Kim, Y.I. Choi, Y.Y. Kim and K. Han. 2004. Effects of Sex and Market Weight on Performance, Carcass Characteristics and Pork Quality of Market Hogs. **Journal of Animal Science** 17(10): 1452–1458.

Smith, A.L., K.J. Stalder, T.V. Serenius, T.J. Baas and J.W. Mabry. 2007. Effect of piglet birth weight on weights at weaning and 42 days post weaning. **Journal of Swine Health and Production** 15(4): 213–218.

Journal of Agri. Research & Extension 35(2) (Suppl. 2): 202-209

Wolter, B.F. and M. Ellis. 2001. The effects of weaning weight and rate of growth immediately after weaning on subsequent pig growth performance and carcass characteristics. Journal of Animal Science 81(3): 363–369.

Yue, M., Y.G. Tian, Y.J. Wang, Y. Gu, N. Bayaer, Q. Hu and W.W. Gu. 2014. Associated analysis of single nucleotide polymorphisms found on exon 3 of the IGF-1 gene with Tibetan miniature pig growth traits. Genetics and Molecular Research 13(1): 1263-1269.

Proceedings
August 30-31
IPSFAB 2017

Content

Full papers: **Page**

1: Effect of breeds on growth performance in swine 1
Sagesan Techepenrattanakul

2: Effect of pre-treatment processes and stability testing of lemongrass 10
(*Cymbopogon citratus*) extract on α-glucosidase inhibitor (AGI)
and α-amylase inhibitor (AAI) activities
Diah Widiputri

3: Evaluation of cookies quality enriched with resistant starch type 2 (RS2) and ... 21
resistant starch type 3 (RS3) from banana (*Musa paradisiaca formatypica*)
Mutiara Pratiwi

4: Potential application of overripe tempe dried powder as plant-based instant 34
stock
Maria Dewi Puspitasari Tirtaningtyas Gunawan-Puteri

5: Extraction and stability analysis of antioxidant activity from *Stenochlaena* 45
palustris
Della Rahmawati

6: Prevalence of foodborne pathogens in ready-to-eat foods in the markets in 53
Khon Kaen, Thailand
Pitchayapa Pholkaw

7: Survival of probiotic bacteria in fruit juice jelly products 63
Warangkanang Ampornpat

8: Chemical composition, physical properties, and sensory evaluation of 71
an instant powder beverage containing melatonin prepared from vegetables
Wariya Hochin

9: Effect of thermal processings on physical, chemical properties and volatile 80
compounds of coconut (*Cocos nucifera* L.) sugar
Araya Rakphon

10: Species composition of fish in rice fields of That Phanom District, Nakhon 92
Phanom Province, Northeast Thailand
Nattanan Tiengtam

IPSFAB-2017
International Postgraduate Symposium on Food, Agriculture and Biotechnology 2017

Received: 20 Aug 2017 Revised: 15 Sep 2017 Accepted: 20 Sep 2017 doi: 10.10.14457/MSU.res.2017.25

Effect of breeds on growth performance and meat quality in swine

Sagesan Techepenrattanakul[1], Doungnapa Promket[2,*], Songsak Chumpawadee[2]

[1] Graduate student, Animal Science, Department of Agricultural Technology, Faculty of Technology, Mahasalakham University, Mahasakham, Thailand, 44000.

[2] Animal Science, Department of Agricultural Technology, Faculty of Technology, Mahasalakham University, Mahasakham, Thailand, 44000.

*Corresponding author: napakran@hotmail.com

Abstract:

The objective of this research was to evaluate the effect of different breeds on growth performance and meat quality in swine. Swine is another important economic animal. Growth performance and meat quality traits are economic traits in swine production. If pigs thrive can sell quickly, reduce production costs. The breed is one of the important factors for growth performance and meat quality. This study used growth performance and meat quality data from the commercial farm in different 3 breed pigs (Duroc, Pietrain and Crossbreed). The analysis effect of breeds on growth performance and meat quality using PROC GLM, predicted regression linear model using PROC STEPWISE and correlation among growth performance and meat quality traits using PROC CORR by SAS (1998). The result found that, means of percent lean (PL, %) and average daily gain (ADG, g/d) were 55.92% and 143.58 g/d, respectively. The effect of different breeds on growth performance and meat quality was found for PL, ADG, back fat (BF, cm), loin eye area (LEA, cm^2), live weight (LW; kg), and average daily gain at 104 days (ADG 104 d, g/d) ($P<0.01$). Breed of Pietrain and Crossbreed pigs were PL, BF and LEA higher more than Duroc pig. Moreover, Pietrain pig was higher ADG (147.91 g/d) more than Duroc (143.26 g/d) and crossbreed (143.24 g/d). The LW and ADG 104 d found that Duroc and Crossbreed pigs were higher than Pietrain pig. The result of regression linear model address that, LW, BF, ADG 104 d and LEA accounted for the greatest amount of variation of PL ($R^2 = 0.93$). The correlation between ADG 104 d and LW was higher ($r = 0.82$, $P<0.001$). Moreover, the correlation of LEA and PL was ($r = 0.81$, $P<0.01$). The conclusion of this research showed that crossbreed pig was high growth performance.

Keywords: breeds, growth performance, swine

Introduction

The swine is another important economic animals. Growth traits and meat quality are the importance economic trait in swine production. If pigs thrive can sell quickly, reduce production costs. The breeds is one of factor important for the growth. Cause crossbreeding is extensively used in pig production to increase the total efficiency of pig production. Accordingly, when choosing the best animal crossbreeding strategy, it is important to recognize that growth and meat quality traits depend on the crossbreed [1, 2, 3]. A number of research has the objective for improving growth performance and meat quality in swine. [2], study carcass and meat quality traits of for commercial pig in China show that the DLY (Duroc x (Landrace x Yorkshire)) and PIC (foreign five-way crossbreed) had heavier live weights more than LM (Landrace x Meishan) and DLM (Duroc x (Landrace x Meishan)). Evaluation of Duroc and Pietrain pigs on carcass and meat quality, the result found that Pietrain progeny had a higher percentage of lean at slaughter more than Duroc pig (52.6 vs. 50.7, $P < 0.05$) [4]. Moreover, Pietrain progeny had more loin muscle area when compared with the crossbreed pig (Duroc x Pietrain) [5]. Duroc boars appropriate with a valuable source of genetic material for improving the carcass and meat quality of finisher pigs [6]. Therefore, our objective of this study was analysis the effect of breed on growth performance and meat quality in swine.

Materials and methods

Animals

For this study, 3,007 pigs (855 Duroc, 217 Pietrain and 1,935 Crossbreed pigs) from the commercial farm in Thailand were used in this study. Pig was standard managed according to commercial conditions until achieved a body weight of approximately 104 kg. All pig was fed and water *ad libitum* until slaughtered at the commercial slaughter house.

Growth performance and meat quality traits

The individual pig (year of birth between 2012 - 2016) was weighted (LW) before slaughter, average daily gain (ADG) and average daily gain at 104 days (ADG 104 d, g/d) were calculated. Within 45 min post – mortem, back fat thickness (BF, cm) were a measurement of the first rib and percent lean (PL, %). After chilling at 4 °C, loin eye area (LEA, cm^2) were

place a plastic grid over the loin eye and count the dots or square the fall within the boundaries of the *longissimus* muscle convert to square inches by dividing the number of dots or squares by the appropriate conversion factor on the grid.

Statistical analysis

The means of growth performance and meat quality traits were analyzed using PROC MEANS [7]. Multiple linear regressions using to predict the equation model by PROC Stepwise. The prediction model selected was the most right best fit model with a maximum R^2 and minimum mean square error (MSE).The correlation among traits used PROC CORR. The effect of breeds on growth performance and meat quality using the GLM procedure [7]. The means between variables were considered significantly different at $p < 0.05$

$$y_{ij} = \mu + breed_i + e_{ij}$$

where:

y_{ij} *is the Growth preformance and meat quality*
μ *is the mean*
breed *is the fixed effect of breed (Duroc, Pietrain and Crossbreed)*
e *is random residual effect*

Results and discussion

Table 1 shows the means standard deviation (SD) minimum and maximum for growth performance and meat quality in three breeds pig. This study showed the means of PL in three breeds pig (Duroc, Pietrain and Crossbreed) were 55.44%, 56.15% and 56.12%, respectively. Means of ADG in all pig was 143.58 g/d. Moreover, means of BF, LEA, LW and ADG 104 d were 0.88 cm, 35.80 cm^2, 105.15 kg and 736.04 g/d, respectively. Mean of ADG 100 d in Canada Duroc pig was 880 g/d. [8]. [5, 9] report mean of PL of Pietrain and Duroc pig was 55.20% and 56.86 %, which similarly with this study. [10, 11] showed mean of LEA in Duroc pig were 37.00 cm^2 and 36.99 cm^2, respectively. Contradictory [4] report mean of LEA in Pietrain and Duroc pig was 53.2 cm^2, 50.2 cm^2 respectively. The LEM higher more than referent [10, 11] because of pig high LW (150 kg). Moreover [12] report mean of ADG 105d, g/d in Duroc pig was 870 ± 110 g/d. But [13] report mean of BF in Duroc pig was 2.249 cm.

The effect of breeds shown the follows Pietrain and Crossbreed pig were PL, BF and LEA higher than Duroc pig. The Pietrain breed is known for its high of lean meat [14].

Moreover, Pietrain pig was higher ADG more than Duroc and Crossbreed pigs (147.91 g/d, 143.26 g/d and 143.24 g/d, respectively). Duroc and Crossbreed pig were LW and ADG 104 d higher than Pietrain pig (Table2). [9] reported a similar result for carcasses of Pietrain group had significantly higher percent lean than the Duroc ($P<0.001$). Duroc pigs had more back fat than Pietrain pigs. Furthermore, Pietrain had more loin muscle area when compare with Duroc pig, similar to results from this study [4].

Table 1 The descriptive data of growth performance and meat quality in three breeds pig

Breed	Number	Variable	Mean	SD	Minimum	Maximum
Duroc	855	LW; kg	105.28	5.36	92.00	125.00
		ADG, g/d	143.26	8.08	123.28	172.92
		ADG 104 d, g/d	738.02	66.5	531.95	968.03
		BF, cm	0.91	0.14	0.58	1.47
		PL, %	55.44	0.99	52.10	58.46
		LEA, cm^2	34.96	1.84	30.12	42.52
Pietrain	217	LW; kg	103.43	4.49	90.00	118.00
		ADG, g/d	147.92	9.46	125.41	173.20
		ADG 104 d, g/d	702.90	63.81	563.17	887.15
		BF, cm	0.87	0.15	0.52	1.39
		PL, %	56.15	1.03	51.52	59.22
		LEA, cm^2	36.36	2.20	30.12	43.61
Crossbreed	1935	LW, kg	105.29	5.43	90.00	125.00
		ADG, g/d	143.24	8.90	109.92	177.43
		ADG 104 d, g/d	738.89	71.50	525.06	994.93
		BF, cm	0.87	0.14	0.58	1.57
		PL, %	56.12	0.95	52.52	59.60
		LEA, cm^2	36.12	2.04	30.48	43.51
Total	3,007	LW; kg	105.15	5.36	90.00	125.00
		ADG, g/d	143.58	8.79	109.92	177.43
		ADG 104 d, g/d	736.04	70.17	525.06	994.93
		BF, cm	0.88	0.14	0.52	1.57
		PL, %	55.92	1.01	51.52	59.60
		LEA, cm^2	35.80	2.06	30.12	43.61

Table 2 The effect of breeds on growth performance and meat quality in swine

Traits	Breeds						P-Value
	Duroc		Pietrain		Crossbreed		
	Mean	SE	Mean	SE	Mean	SE	
LW; kg	105.27[a]	0.18	103.43[b]	0.36	105.28[a]	0.12	**
ADG, g/d	143.26[b]	0.29	147.91[a]	0.59	143.24[b]	0.19	**
ADG 104 d, g/d	738.02[a]	2.37	702.90[b]	4.72	738.9[a]	1.58	**
BF, cm	0.91[a]	0.004	0.87[b]	0.00	0.86[b]	0.003	**
PL, %	55.44[b]	0.03	56.14[a]	0.06	56.11[a]	0.02	**
LEA, cm^2	34.95[b]	0.06	36.36[a]	0.13	36.12[a]	0.04	**

** significant different the 0.01 level of probability ($P<0.01$)

[a,b] row means with common superscripts do not differ

Multiple linear regression analysis was performed to predict the PL using the data of growth performance and meat quality in three breeds pig. The highly significant model ($R^2 = 0.94$) were 2 models (model 3 and model 4), could be obtained by a combination of LW, BF, ADG 104 d and LEA. While, model 2 prediction equations of PL were shown as the dependent variable and independent variables were BF and LEA ($R^2 = 0.93$). The lowest R^2 was model 1 and showed the independent variables was LEA (Table3). [15], predicted live and carcass lean weight in pig, the result showed the greatest accountability model length R^2 was 0.844. Moreover, in the presence of [16] investigation multiple regression models using theses parameter resulted showed good predictability of commercial lean cuts weight ($R^2 = 0.62$).

Table 4 shows the correlation of growth performance and meat quality in swine. The correlation on growth performance and meat quality between -0.86 to 0.82. The result showed the correlation between LW and ADG 104 d was found the highest correlation (0.82). The highest correlation of this study showed that, the swine high LW and high ADG 104 d also. In addition, to high relationship correlation between PL and LEA was 0.81. [17], report 10th-rib back fat was negative correlated with loin muscle area (-0.23). Moreover, the correlations between percentage composition in lean and Back fat was negatively relationship (-0.20) [18]. [19], report percentage lean was negatively correlated with back fat depth and positively correlated with loin eye depth.

Table 3 The regression linear model of growth performance and meat quality in swine

Model	Dependent variables	Independent Variables	β	P- Value	R^2	MSE
1	PL, %	Intercept = 41.60			0.66	0.34
		LEA, cm^2	0.39	**		
2		Intercept = 44.52			0.93	0.06
		BF, cm	-3.72	**		
		LEA, cm^2	0.41	**		
3		Intercept = 45.65			0.94	0.06
		LW; kg	-0.008	**		
		BF, cm	-3.76	**		
		LEA, cm^2	0.40	**		
4		Intercept = 45.81			0.94	0.06
		LW; kg	-0.01	**		
		ADG 104 d, g/d	0.0001	**		
		BF, cm	-3.76	**		
		LEA, cm^2	0.40	**		

** Significant different the 0.01 level of probability (P<0.01)

Table 4 The correlation of growth performance and meat quality in swine

Traits	LW; kg	ADG, g/d	ADG 104 d, g/d	BF, cm	PL, %	LEA, cm^2
LW; kg	1.00	-0.43**	0.82**	-0.11**	-0.24**	-0.31**
ADG, g/d		1.00	-0.86**	0.06*	-0.43**	0.01
ADG 104 d, g/d			1.00	-0.10**	-0.12**	-0.17**
BF, cm				1.00	-0.48**	0.04*
PL, %					1.00	0.81**
LEA, cm^2						1.00

* significant different the 0.05 level of probability (P<0.05)

** significant different the 0.01 level of probability (P<0.01)

Conclusions

Results of this study indicate that breed was affected on growth performance and meat quality in swine. Duroc and Crossbreed pig are appropriate for growth performance, such as LW and ADG 104 d. Pietrain and Crossbreed pig were high meat quality (BF, PL and LEA). Crossbreed pigs showed good of the growth performance and meat quality.

Acknowledgements

I would like to thank the faculty of technology Mahasalakham University, Mahasakham, Thailand for financial support. Betagro Company Limited, Thailand, for data of growth performance and meat quality, which were the main information of this research.

References

[1] Lebret B. Effects of feeding and rearing systems on growth, carcass composition and meat quality in pigs. Animal. 2008; 2:10, 1548-1558

[2] Jiang Y.Z., Zhu L., Tang G.Q., Li M.Z., Jiang A.A., Cen W.M., Xing S.H., Chen J.N., Wen A.X., He T., Wang Q., Zhu G.X., Xie M.and Li X.W. Carcass and meat quality traits of four commercial pig crossbreeds in China. Genet. Mol. Res. 2012

[3] Bennett G. L., Tess M. W., Dickerson G. E. and Johnson R. K. Simulation of heterosis effects on costs of pork production. J. Anim. Sci. 1983; 56, 1983

[4] Edward D. B., Bates R. O. and Osburn W. N. Evaluation of Duroc- vs. Pietrain-sired pigs for carcass and meat quality measures. J. Anim. Sci. 2003; 81, 1895–1899

[5] Rybarczyk A., Pietruszka A., Jacyno E., Dvorak J. Carcass and meat quality traits of pig reciprocal crosses with a share of Pietrain breed. J. Anim. Sci. 2011; 56, 47–52

[6] Poldvere A., Tanavots A., Saar R., Torgal T., Kaart T., Soidlal R., Mahlal T., Andreson H. and Lepasalu L. Effect of imported Duroc boars on meat quality of finishing pigs in Estonia. Agronomy Research. 2005, 13; 1040–1052

[7] SAS. 1998. SAS User's Guide. Version 6.12. SAS. Inst., Cary, NC.

[8] Johnson Z. B., Chewning J. J. and Nugent R. A. Maternal effects on traits measured during post weaning performance test of swine from four breeds. J. Anim. Sci. 2002; 80, 1470–1

[9] Goran KUŠEC, Gordana KRALIK, Antun PETRIČEVIĆ, Vladimir MARGETA, Zlata GAJČEVIĆ, Draženka GUTZMIRTL and Mario PEŠO. Different in slaughtering characteristics between crossbreed pig with pietrain and Duroc as terminal sire. Acta agriculturae slovenica. 2004, 121–127.

[10] Suzuki K., Irie M., Kadowaki H, Shibata T., Kumagai M. and Nishida A. Genetic parameter estimates of meat quality traits in Duroc pigs selected for average daily gain, longissimus muscle area, backfat thickness, and intramuscular fat content. J. Anim. Sci. 2005, 83; 2058–2065

[11] Hoque M.A., Kadowaki H., Shibata T., Oikawa T. and Suzuki K.. Genetic parameters for measures of residual feed intake and growth traits in seven generations of Duroc pigs. Livestock Science. 2009, 121; 45–49

[12] Hoque M. A., Kadowaki H., Shibata T., Oikawa T. and Suzuki K. Genetic parameters for measures of the efficiency of gain of boars and the genetic relationships with its component traits in Duroc pigs. J. Anim. Sci. 2007, 85; 1873–1879

[13] Jung-Seok Choi, Hyun-Jin Lee, Sang-Keun Jin, Yang-Il Choi, and Jae-Joon Lee. Comparison of Carcass Characteristics and Meat Quality between Duroc and Crossbred Pigs. J. Food Sci. 2014, 34; 238-244

[14] Ana Kaić, Dubravko Škorput, Zoran Luković. Carcass quality of crossbred pigs with Pietrain as a terminal sire. J. Anim. Sci. 2009, 8; 252-254

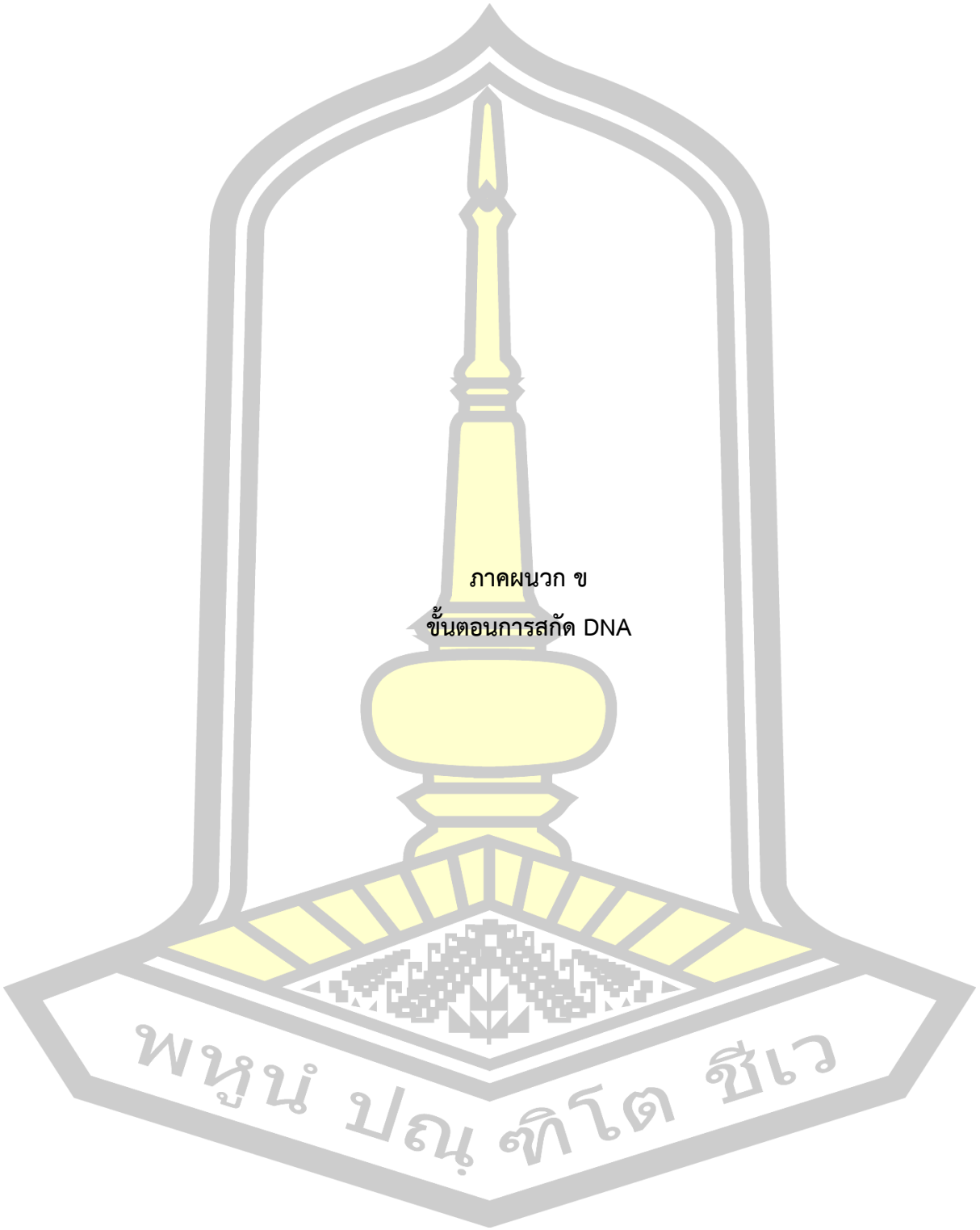
[15] Marchello M.J., Berg P.T., Swantek1 P.M., Tilton J.E. Predicting live and carcass lean using bioelectrical impedance technology in pigs. Livestock Production Science.1999, 58; 151–157

[16] Ayuso D., González A., Hernández F., Corral J. M. and Izquierdo M. Prediction of carcass composition, ham and foreleg weights, and lean meat yields of Iberian pigs using ultrasound measurements in live animals. J. Anim. Sci. 2013, 91; 1884–1892

[17] Schwab C. R., Baas T. J., Stalder K. J. and Mabry J. W.. Effect of long-term selection for increased leanness on meat and eating quality traits in Duroc swine. J. Anim. Sci. 2006, 84; 1577–1583

[18] Bressan M. C., Almeida J., Santos Silva J., Bettencourt C., Francisco A. and Gama L. T. Carcass characteristics and fat depots in Iberian and F1 Large White × Landrace pigs intensively finished or raised outdoors in oak-tree forests. J. Anim. Sci. 2016, 94; 2592–2602

[19] Smith R. M., Gabler N. K., Young J. M., Cai W., Boddicker N. J., Anderson M. J., Huff-Lonergan E., Dekkers J. C. M. and Lonergan S. M. Effects of selection for decreased residual feed intake on composition and quality of fresh pork. J. Anim. Sci. 2011, 89; 192–200

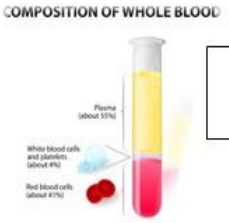


ภาคผนวก ข

ขั้นตอนการสกัด DNA

DNA Extraction

Blood 10 ml + EDTA 1 ml



In mammals, DNA is present in white blood cells.

White blood cell 100 µl
0.9% NaCl 1,000 µl

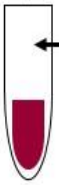
Centrifuge 10,000 rpm, 5 min

Pour off the solution

Make 2 times

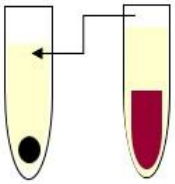
Warm up at 60 °C for overnight

Add
20% SDS 70 µl
1% PrpteinaseK 25 µl
7.5 M Na-acetale 50 µl
5 M Guanidine HCl 625 µl



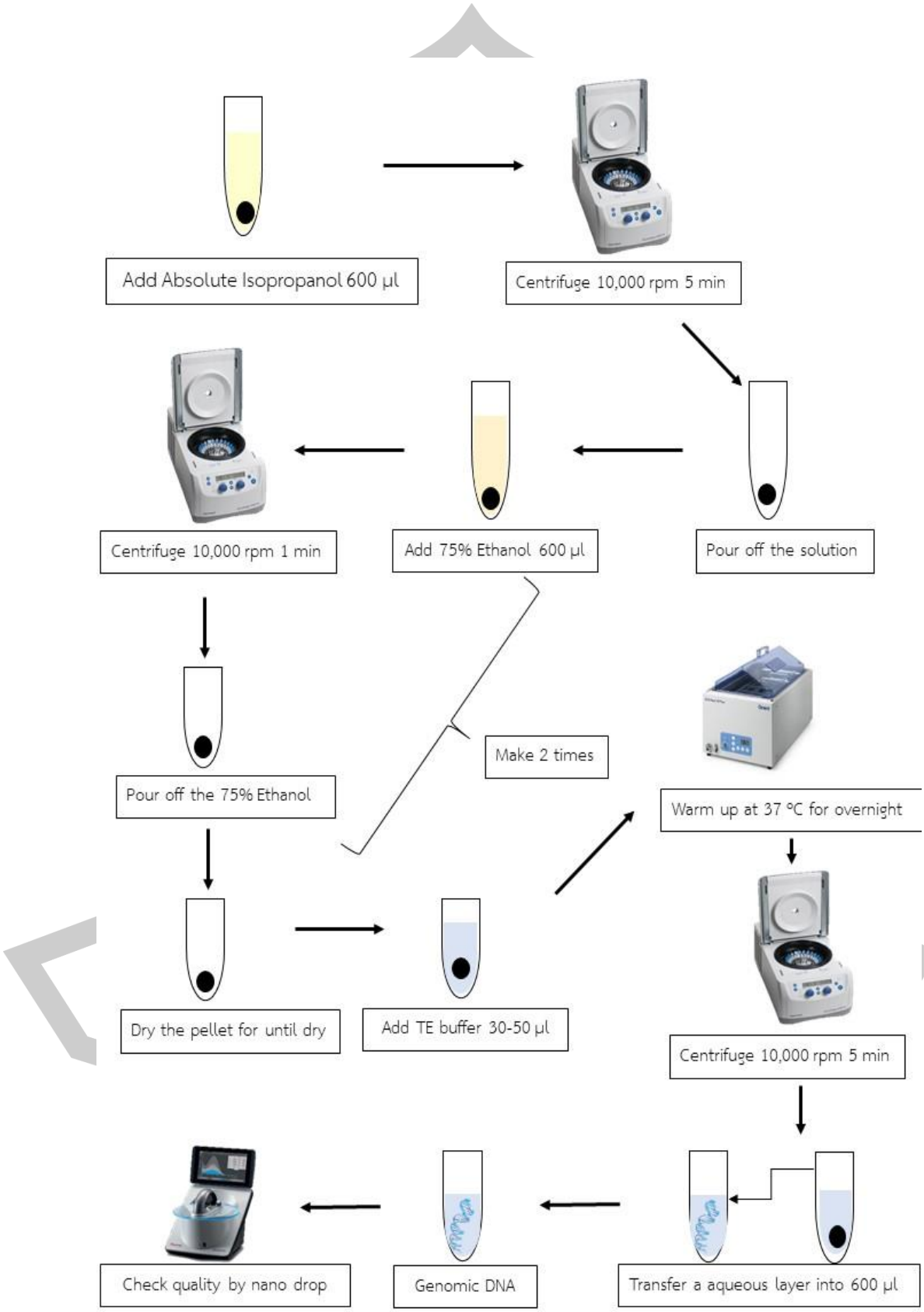
Centrifuge 10,000 rpm, 5 min

Transfer a aqueous layer into 600 µl



Add Absolute Isopropanol 600 µl

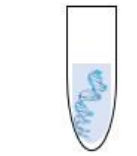
DNA Extraction



ภาคผนวก ค

การเพิ่มปริมาณ DNA ในหลอดทดลอง (polymerase chain reaction; PCR)

Polymerase chain reaction (PCR)



DNA Template

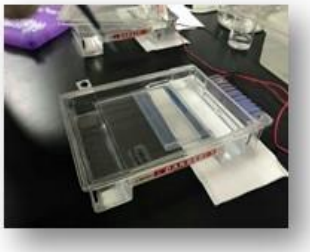
PCR Mixed

Add	
DNA Template	2 µl
10X PCR-Buffer	
- $MgCl_2$	0.8 µl
- dNTPs (10mM/each)	1 µl
- Primer forward (5´CACAGCAGGTGCTCCATCGG 3´)	1 µl
- Primer reward (5´ GACAGGCTGTCATCCTGTGGG 3´)	1 µl
- Buffer Tag	1 µl
- Taq DNA Polymerase	1 µl
- sterile water	3.1 µl
total	10 µl

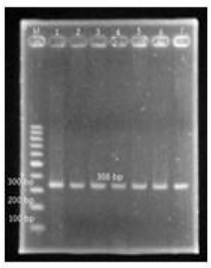
Initial denaturation	at 95°C for 3 min
Denaturation	at 95°C for 30 sec
Primer annealing	at 60°C for 1 min
Final extension	at 72°C for 5 min

30 times

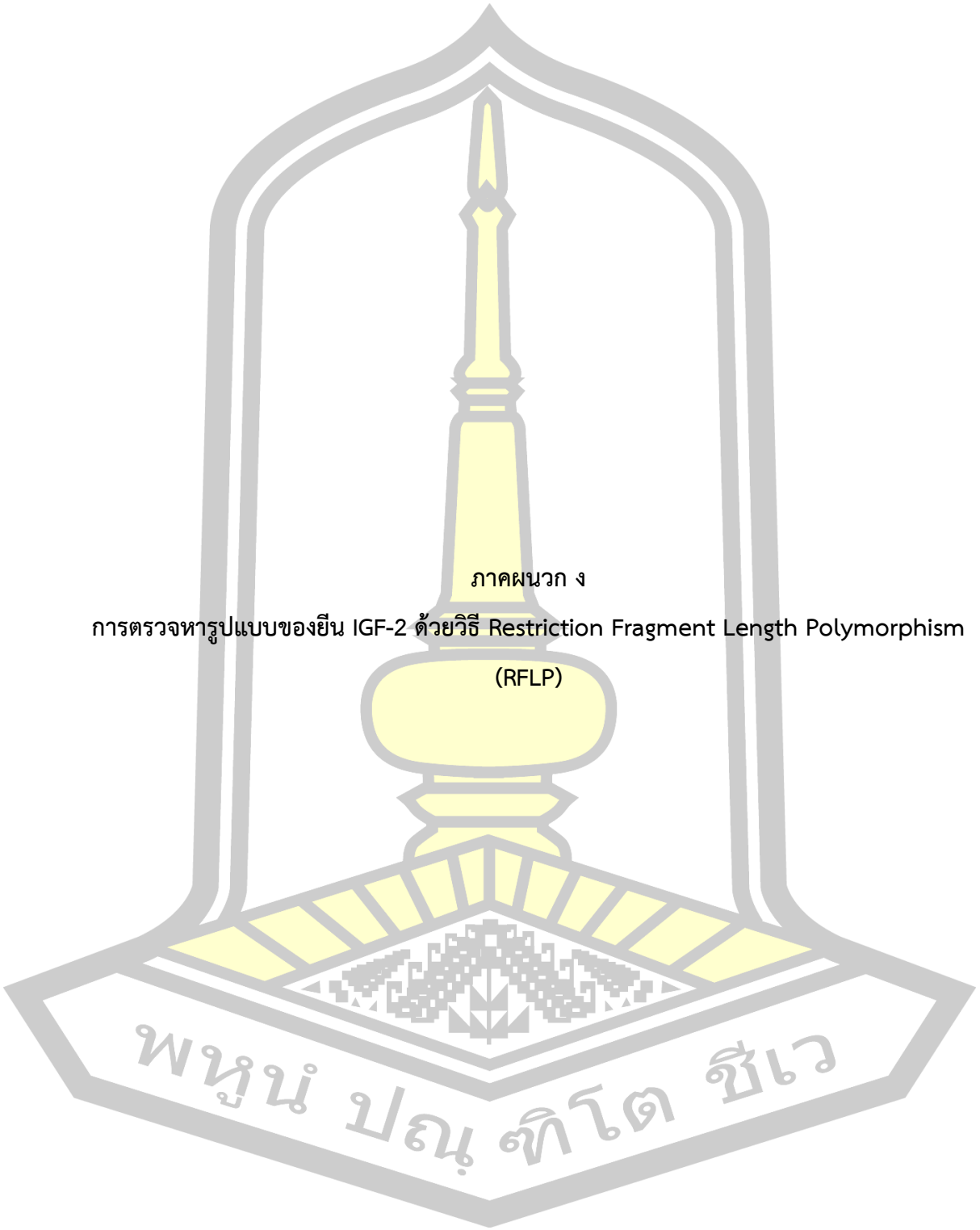
PCR-Product +
1X loading dye 4 µl



2% agarose gel



Dye with Gelstar for 5-10 min and recorded DNA bands of the IgF-2 gene under the UV light of 308 bp



ภาคผนวก ง

การตรวจหารูปแบบของยีน IGF-2 ด้วยวิธี Restriction Fragment Length Polymorphism (RFLP)

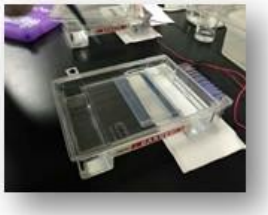
Restriction Fragment Length Polymorphism (RFLP)

PCR-Product

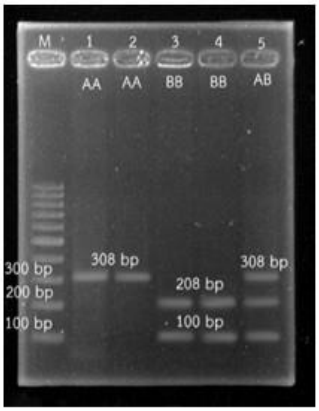
Restriction Enzyme : *NciI*

Add	
PCR-Product	2 µl
10X PCR-Buffer	1 µl
Enzyme *BcnI*	0.3 µl
sterile water	6.7 µl
total	10 µl

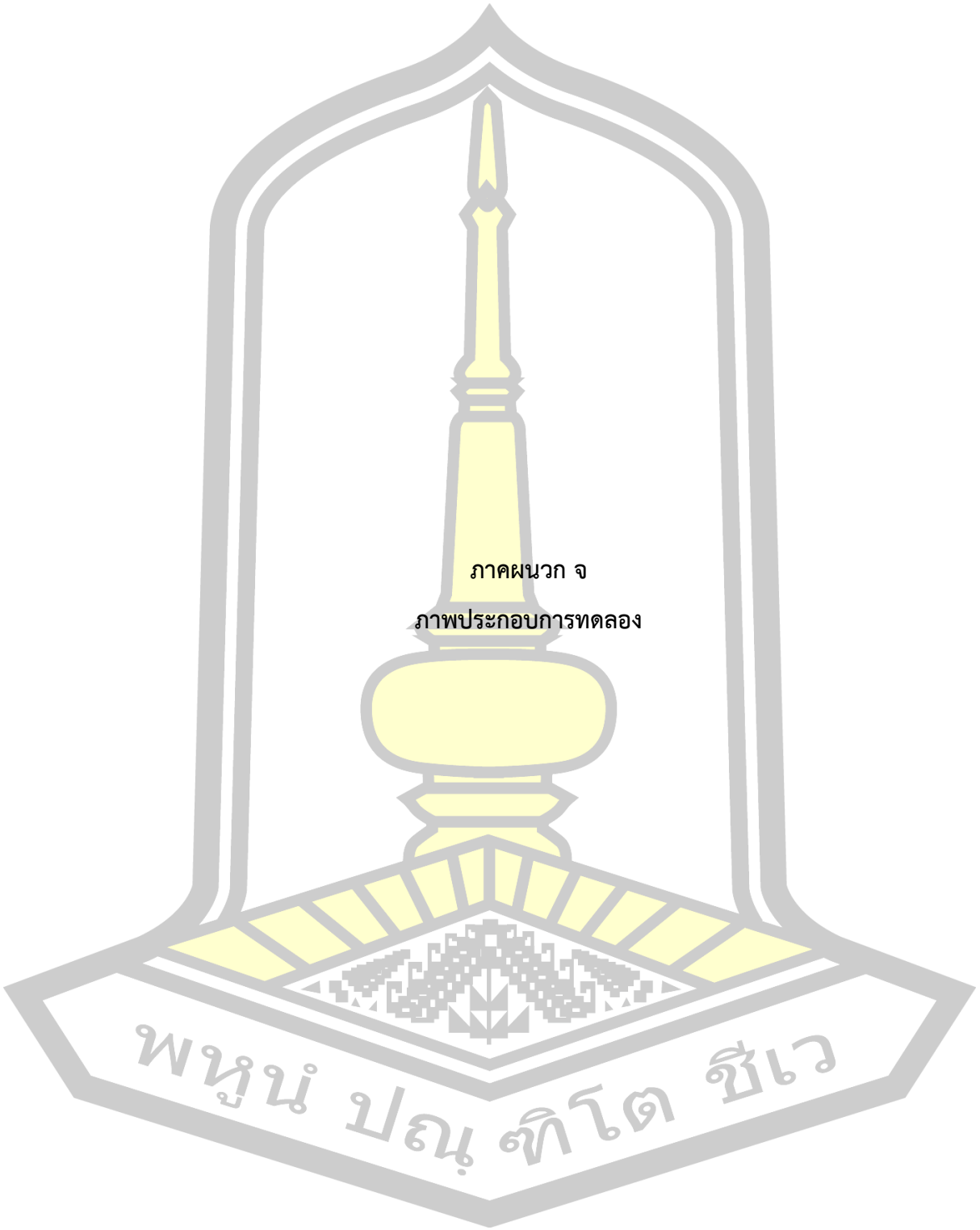
Warm up at 37 °C for overnight



2% agarose gel and Dye with Gelstar for 5-10 min



Genotype of IGF-2 gene:
genotype AA (308 bp)
genotype BB (208 และ 100 bp) andgenotype AB (308, 208 และ 100 bp)



ภาคผนวก จ

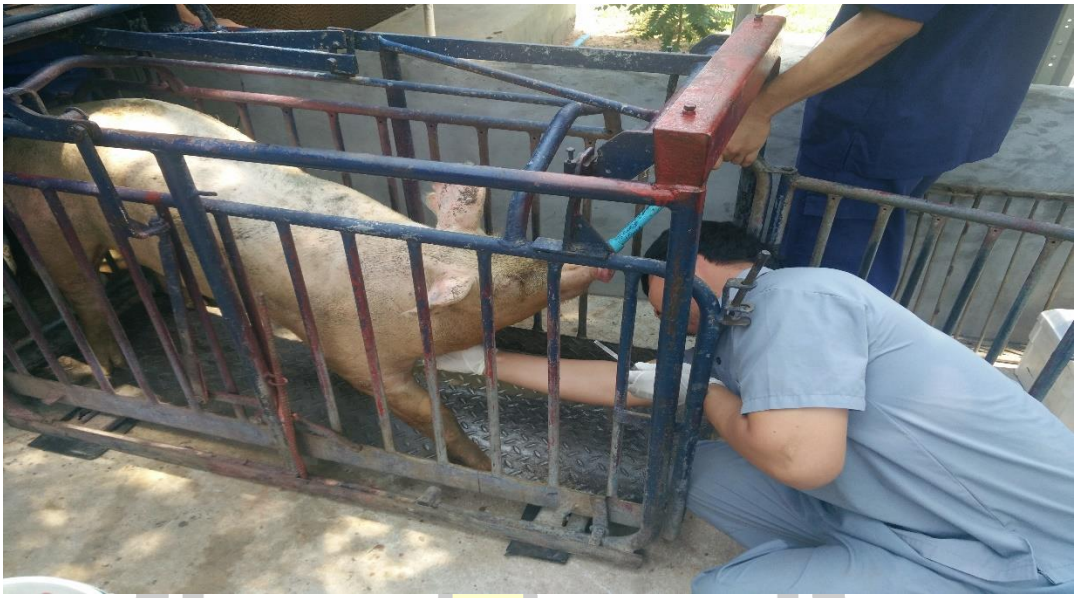
ภาพประกอบการทดลอง

ภาพประกอบที่ ข.1 เครื่องชั่งน้ำหนักสุกรแรกคลอดและหย่านม

ภาพประกอบที่ ข.2 การชั่งน้ำหนักสุกรหย่านม

ภาพประกอบที่ ข.3 สุกรหย่านมหลังชั่งน้ำหนัก

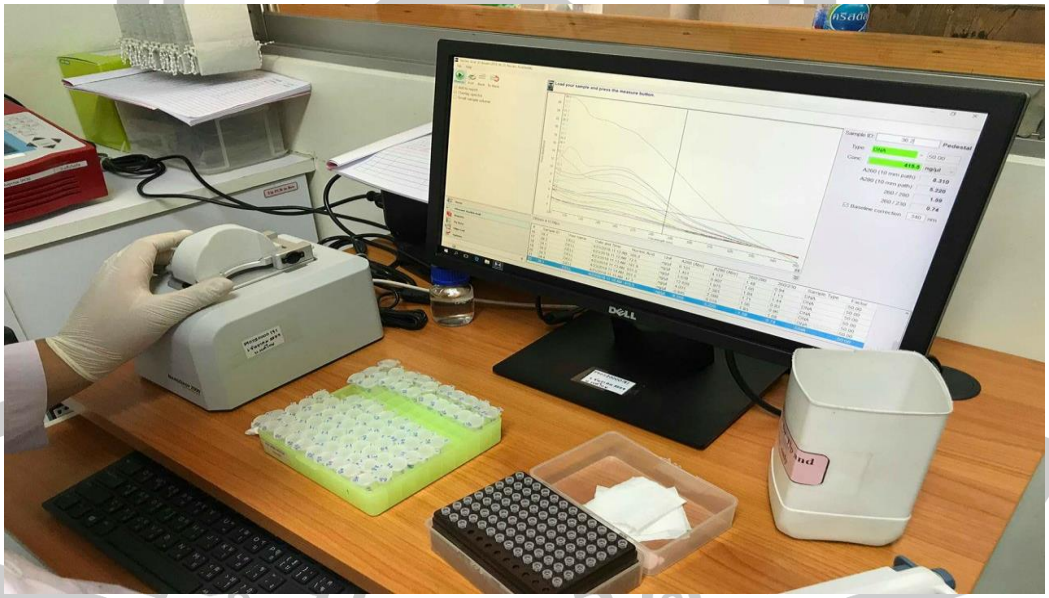
ภาพประกอบที่ ข.4 สุกรก่อนหย่านม



ภาพประกอบที่ ข.4 การเก็บตัวอย่างเลือด

ภาพประกอบที่ ข.5 การทำ polymerase chain reaction (PCR)

ภาพประกอบที่ ข.6 การบ่มตัวอย่าง



ภาพประกอบที่ ข.7 การตรวจคุณภาพของ DNA

ภาพประกอบที่ ข.8 การตรวจสอบรูปแบบจีโนไทป์

พหุน ปณ ฑิโต ชีเว

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ	นายเสกสรร เตชะพันธ์รัตนกุล
วันเกิด	วันที่ 6 มิถุนายน พ.ศ. 2534
สถานที่เกิด	อำเภอวังทอง จังหวัดพิษณุโลก
สถานที่อยู่ปัจจุบัน	บ้านเลขที่ 600 หมู่ 7 ตำบลแก่งโสภา อำเภอวังทอง จังหวัดพิษณุโลก รหัสไปรษณีย์ 65220
ประวัติการศึกษา	พ.ศ. 2549 มัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนพิษณุโลกพิทยาคม อำเภอเมือง จังหวัดพิษณุโลก พ.ศ. 2553 มัธยมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนพิษณุโลกพิทยาคม อำเภอเมือง จังหวัดพิษณุโลก พ.ศ. 2556 ปริญญาบัณฑิต วิทยาศาสตรบัณฑิต (วท.บ.) สาขาวิชาสัตวศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม พ.ศ. 2562 ปริญญามหาบัณฑิต วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (วท.ม.) สาขาวิชาสัตวศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
ทุนวิจัย	ทุนอุดหนุนการวิจัยสำหรับนิสิตปริญาโท งบประมาณรายได้คณะ ประจำปีงบประมาณ 2560 ทุนสนับสนุนการวิจัยระดับบัณฑิตศึกษา ปีงบประมาณ พ.ศ. 2560 มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
ผลงานวิจัย	Techepenrattanakul, S., Promket, D. and Chumpawadee, S. (2017). Effect of breeds on growth performance and meat quality in swine. IPSFAB, 10; 1-9 เสกรร เตชะพันธ์รัตนกุล, ดวงนภา พรมเกตุ และทรงศักดิ์ จาปาวะดี. (2561). ความถี่จีโนไทป์และความถี่อัลลีลของยีน insulin-like growth factor 2 (IGF-2) ในสุกรลูกผสม. วารสารวิจัยและส่งเสริมวิชาการเกษตร 35(2); 202-209