

ความสัมพันธ์ของไพรเมอร์ CSRM60 และ INRA063  
กับลักษณะซากของโคขุนลูกผสม

ASSOCIATION OF CSRM60 AND INRA063 PRIMERS  
WITH CARCASS TRAITS IN CROSSBRED BEEF CATTLE

ปภาวรินทร์ พยัคเดชาชัย  
PAPHAWARIN PAYAKDACHACHAI

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาครุศาสตร์เกษตร

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ. 2562

KMITL-2019-ED-M-241-090

ความสัมพันธ์ของไพรเมอร์ CSRM60 และ INRA063  
กับลักษณะซากของโคขุนลูกผสม

ASSOCIATION OF CSRM60 AND INRA063 PRIMERS  
WITH CARCASS TRAITS IN CROSSBRED BEEF CATTLE

ปภาวรินทร์ พัยคเดชาชัย  
PAPHAWARIN PAYAKDACHACHAI

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต  
สาขาวิชาครุศาสตร์เกษตร  
คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี  
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง  
พ.ศ. 2562  
KMITL-2019-ED-M-241-090

ASSOCIATION OF CSRM60 AND INRA063 PRIMERS  
WITH CARCASS TRAITS IN CROSSBRED BEEF CATTLE

PAPHAWARIN PAYAKDACHACHAI

A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT OF  
THE REQUIREMENTS FOR THE DEGREE OF  
MASTER OF SCIENCE PROGRAM IN AGRICULTURAL EDUCATION  
FACULTY OF INDUSTRIAL EDUCATION AND TECHNOLOGY  
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

2019

KMITL-2019-ED-M-241-090

COPYRIGHT 2019

FACULTY OF INDUSTRIAL EDUCATION AND TECHNOLOGY

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

|                             |  |
|-----------------------------|--|
| หัวข้อวิทยานิพนธ์           | ความสัมพันธ์ของไพรเมอร์ CSRM60 และ INRA063<br>กับลักษณะซากของโคขุนลูกผสม |
| นักศึกษา                    | นางสาวภาวรินทร์ พยัคเดชาชัย  |
| รหัสประจำตัว                | 57603225   |
| ปริญญา                      | วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต   |
| สาขาวิชา                    | ครุศาสตร์เกษตร   |
| พ.ศ.                        | 2562   |
| อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ | รศ.ดร.กัญญา ตันตวิสุทติกุล   |

### บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์ของการวิจัยนี้เพื่อ ศึกษาจำนวน ขนาด ความถี่อัลลีล จำนวนและความถี่ จีโนไทป์ของไพรเมอร์ CSRM60 และ INRA063 และศึกษาความสัมพันธ์ของไพรเมอร์ทั้งสองกับ คุณภาพซากโคขุนลูกผสม กลุ่มตัวอย่างเป็นโคขุนลูกผสม จำนวน 140 ตัว ที่เลี้ยงด้วยระบบการขุน ของสหกรณ์การเลี้ยงปศุสัตว์ กรป.กลาง โพนยางคำ จำกัด บันทึกข้อมูลลักษณะซาก และเก็บ ตัวอย่างเลือดในขณะเข้าฆ่า 15 มิลลิลิตรต่อตัว จากนั้นสกัดดีเอ็นเอโดยการใช้ชุดสกัดดีเอ็นเอจาก เลือดสำเร็จรูป เพิ่มปริมาณดีเอ็นเอโดยใช้เทคนิคปฏิกิริยาลูกโซ่พอลิเมอเรส แยกชิ้นส่วนของ ดีเอ็นเอโดยใช้เทคนิค 4.5% Denaturing PAGE SLP และอ่านขนาดอัลลีลจากการประเมินค่าด้วย สายตา สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ คือ ความถี่และ General linear model ผลการศึกษาพบว่า CSRM60 และ INRA063 มีอัลลีล 8 และ 7 อัลลีล ตามลำดับ CSRM60 มีขนาด 94 96 97 100 103 105 112 และ 116 คู่เบส ตามลำดับ และมีความถี่ 0.0625 0.2169 0.0882 0.1102 0.2279 0.1544 0.1323 และ 0.0073 ตามลำดับ ในขณะที่ขนาดของ INRA063 เท่ากับ 171 176 178 179 183 185 และ 187 คู่เบส ตามลำดับ และมีความถี่ 0.0109 0.2727 0.2472 0.0436 0.3963 0.0290 และ 0.0036 ตามลำดับ CSRM60 และ INRA063 มี 22 และ 11 จีโนไทป์ตามลำดับ

ผลการศึกษาความสัมพันธ์ของไพรเมอร์ทั้งสองชนิดกับลักษณะซากนั้น ไม่พบความสัมพันธ์ ระหว่างไพรเมอร์ CSRM60 และ INRA063 กับลักษณะซากที่ศึกษาทุกลักษณะ ( $P>0.05$ ) อย่างไรก็ตาม ปัจจัยของครั้งที่เข้าฆ่ามีอิทธิพลต่อพื้นที่หน้าตัดเนื้อสันของไพรเมอร์ CSRM60 ( $P<0.05$ ) โดยพื้นที่หน้าตัดเนื้อสันเฉลี่ยของครั้งที่เข้าฆ่าครั้งที่ 1 (86.541 ตร.ซม.) และครั้งที่เข้าฆ่าครั้งที่ 2 (85.860 ตร.ซม.) มากกว่าครั้งที่เข้าฆ่าครั้งที่ 3 (81.067 ตร.ซม.) การศึกษาไพรเมอร์ INRA063 พบว่า ปัจจัยของครั้งที่เข้าฆ่ามีอิทธิพลต่อความหนาไขมันสันหลังบริเวณซี่โครง ( $P<0.05$ ) โดยไขมันสันหลังบริเวณ ซี่โครงของโคครั้งที่เข้าฆ่าครั้งที่ 1 จะมีค่าเฉลี่ยบางที่สุด (0.735 ซม.)

ปภาวรินทร์ พยัคเดชาชัย

|                       |  |
|-----------------------|--|
| <b>Thesis Title</b>   | Association of CSRM60 and INRA063 Primers with Carcass Traits in Crossbred Beef Cattle |
| <b>Student</b>        | Miss Paphawarin Payakdachachai   |
| <b>Student ID.</b>    | 57603225   |
| <b>Degree</b>         | Master of Science Program  |
| <b>Program</b>        | Agricultural Education   |
| <b>Year</b>           | 2019   |
| <b>Thesis Advisor</b> | Assoc. Prof.Dr. Kunya Tuntivisoottikul   |

## **ABSTRACT**

The objectives of this research were to study the quantity, sizes, and frequencies of alleles and the quantity and frequencies of genotypes, and to study the association of the CSRM60 and INRA063 primer with the beef carcass traits. A total of one hundred and forty crossbred beef cattle was used as a sample. All beef cattle were intensively fed and raised by farmers, who are the members of Pon Yang Kham Livestock Cooperative. Data of carcass traits were recorded. Blood samples, 15 ml each, were collected during the bleeding process. Blood DNA was extracted by using the blood DNA Kit. Then DNA was amplified using polymerase chain reaction (PCR). DNA bands were separated with 4.5 % Denaturing PAGE SSCP technique. Sizes of alleles were manually read. Frequency and general linear model were used to analyze the data. The results found that CSRM60 and INRA063 primer showed 8 and 7 alleles, respectively. The sizes of CSRM60 were 94, 96, 97, 100, 103, 105, 112, and 116 bp, which their frequencies were 0.0625, 0.2169, 0.0882, 0.1102, 0.2279, 0.1544, 0.1323, and 0.0073, respectively, while those of INRA063 were 171, 176, 178, 179, 183, 185, and 187 bp, which their frequencies were 0.0109, 0.2727, 0.2427, 0.0436, 0.3963, 0.0290, and 0.0036, respectively. The CSRM60 and INRA063 showed 22 and 11 genotypes, respectively. For the relationship study, it found that there was no association between the both primer with all studied traits ( $p>0.05$ ).

However, the factor of slaughtering days had influenced rib eye area (REA) of the primer CSRM60 ( $P < 0.05$ ). The average of REA in the 1<sup>st</sup> day (86.541 sq.cm.) and 2<sup>nd</sup> day (85.609 sq.cm.) of slaughtering were higher than that slaughtered in the 3<sup>rd</sup> day (81.067 sq.cm.). Furthermore, the factor of slaughtering day also affected rib fat thickness of the INRA063 ( $P < 0.05$ ). The average of rib fat thickness in the 1<sup>st</sup> day was the lowest (0.735 cm).

## กิตติกรรมประกาศ

การทำวิทยานิพนธ์ในครั้งนี้ ข้าพเจ้าขอขอบพระคุณอย่างสูงต่อ รศ.ดร. กัญญา ตันติวิสุทธิกุล ที่ได้กรุณาให้คำปรึกษาและชี้แนะแนวทางข้อมูลในการทำวิจัยให้เสร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี ตลอดจน สหกรณ์การเลี้ยงปศุสัตว์ grp. กลาง โพนยางคำ จำกัด ที่ให้ความอนุเคราะห์การเก็บตัวอย่างงานวิจัย ขอขอบคุณเจ้าของเอกสารที่ข้าพเจ้าได้ทำการศึกษาและค้นคว้าข้อมูล ในเรื่องของไพรเมอร์กับความสัมพันธ์ของลักษณะซาก ขอขอบพระคุณคณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ทุกท่าน ผศ.ดร.ชัยรัตน์ เตชะวุฒิพร รศ.ดร.พรรณิภา ศิวะพิรุฬห์เทพ และรศ.ดร.จินตนา บุณนาค และขอขอบคุณนางสาว ปัทมาพร จิตปรีดาที่คอยให้คำแนะนำและให้ความช่วยเหลือในเรื่องการลงมือปฏิบัติการ จนทำให้วิทยานิพนธ์ในครั้งนี้เสร็จสิ้นสมบูรณ์

สุดท้ายนี้ขอขอบพระคุณบิดา มารดา ที่ให้การสนับสนุนด้านการศึกษาและสนับสนุนการทำวิทยานิพนธ์ในครั้งนี้จนเสร็จสมบูรณ์ ขอขอบคุณครู อาจารย์ผู้ให้วิชาความรู้ ตลอดจนเพื่อน ๆ และผู้มีส่วนเกี่ยวข้องที่ให้ความช่วยเหลือจนปัญหาพิเศษนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

ปภาวรินทร์ พยัคเดชาชัย

# สารบัญ

|  | หน้า |
|--|------|
| บทคัดย่อภาษาไทย.....                                     | I    |
| บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....                                  | II   |
| กิตติกรรมประกาศ .....                                    | IV   |
| สารบัญ.....  | V    |
| สารบัญตาราง.....   | VII  |
| สารบัญภาพ .....  | VIII |
| บทที่ 1 บทนำ .....                                       | 1    |
| 1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....                  | 1    |
| 1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย .....                        | 2    |
| 1.3 ขอบเขตในการวิจัย .....                               | 3    |
| 1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ .....                      | 3    |
| บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง .....             | 4    |
| 2.1 ปริมาณการเลี้ยงโคเนื้อ และโคขุนภายในประเทศไทย .....  | 4    |
| 2.2 สหกรณ์การเลี้ยงปศุสัตว์ กรป.กลาง โพนยางคำ จำกัด..... | 8    |
| 2.3 เครื่องหมายทางพันธุกรรม .....                        | 10   |
| 2.4 ไพรเมอร์ .....                                       | 11   |
| 2.5 วิธีการใช้ไพรเมอร์เพื่อเพิ่มปริมาณดีเอ็นเอ.....      | 14   |
| 2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....                           | 16   |
| บทที่ 3 วิธีการดำเนินงานวิจัย.....                       | 23   |
| 3.1 สัตว์ทดลอง .....                                     | 23   |
| 3.2 วิธีการดำเนินการวิจัย.....                           | 23   |
| 3.3 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล.....                 | 31   |
| 3.4 สถานที่ทำการวิจัย .....                              | 32   |
| 3.5 ระยะเวลาที่ใช้ในงานวิจัย .....                       | 32   |

## สารบัญ (ต่อ)

|  | หน้า |
|--|------|
| บทที่ 4 ผลการวิจัยและวิจารณ์ผล.....  | 33   |
| 4.1 ผลการศึกษาจำนวน ขนาดความถี่ของอัลลิว และจำนวน ความถี่ของจีโนไทป์ .....         | 33   |
| 4.2 ผลการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างไพรเมอร์ CSRM60 และ INRA063<br>กับลักษณะซาก ..... | 36   |
| บทที่ 5 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ .....  | 39   |
| 5.1 สรุปผลการวิจัย .....   | 39   |
| 5.2 ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป .....   | 40   |
| บรรณานุกรม.....  | 41   |
| ภาคผนวก .....  | 45   |
| ภาคผนวก ก การรัน Polyacrylamide Gel .....  | 46   |
| ภาคผนวก ข การอ่านอัลลิวและจีโนไทป์.....  | 51   |
| ภาคผนวก ค ข้อมูลลักษณะซาก.....   | 53   |
| ประวัติผู้เขียน.....   | 59   |

## สารบัญตาราง

| ตารางที่   | หน้า |
|--|------|
| 2.1 จังหวัดที่มีเกษตรกรผู้เลี้ยง และจำนวนโคเนื้อมากที่สุด 5 อันดับแรก ประจำปี 2560.....  | 5    |
| 2.2 จังหวัดที่มีเกษตรกรผู้เลี้ยง และจำนวนโคเนื้อมากที่สุด 5 อันดับแรก ประจำปี 2560.....  | 5    |
| 2.3 เปรียบเทียบจำนวนเกษตรกรผู้เลี้ยงโคเนื้อ ประจำปี 2560-2561 .....  | 6    |
| 2.4 เปรียบเทียบจำนวนโคเนื้อ ประจำปี 2560-2561 .....  | 6    |
| 2.5 จังหวัดที่มีเกษตรกรผู้เลี้ยง และจำนวนโคขุนมากที่สุด 5 อันดับแรก ประจำปี 2560 .....   | 7    |
| 2.6 จังหวัดที่มีเกษตรกรผู้เลี้ยง และจำนวนโคขุนมากที่สุด 5 อันดับแรก ประจำปี 2561.....  | 7    |
| 2.7 เครื่องหมายไพรเมอร์.....   | 12   |
| 2.8 ผลการศึกษาจำนวนและขนาดของอัลลิวที่ศึกษาบนโครโมโซมคู่ที่ 1 และ 14.....  | 19   |
| 3.1 แสดงข้อมูลลักษณะซาก .....  | 24   |
| 3.2 ส่วนประกอบของชุดสำเร็จรูป 5x My Taq Reaction Buffer (BIOLINE)<br>ในการทำปฏิกิริยาลูกโซ่โพลีเมอเรส .....  | 28   |
| 3.3 ขั้นตอนการเพิ่มปริมาณดีเอ็นเอ โดยปฏิกิริยาลูกโซ่โพลีเมอเรส .....   | 29   |
| 4.1 จำนวน ขนาด และความถี่ของอัลลิวที่ได้จากไพรเมอร์ CSRM60 .....   | 33   |
| 4.2 จำนวนและความถี่ของจีโนไทป์ที่ได้จากไพรเมอร์ CSRM60 .....   | 34   |
| 4.3 จำนวน ขนาด และความถี่ของอัลลิวที่ได้จากไพรเมอร์ INRA063 .....  | 35   |
| 4.4 จำนวนและความถี่ของจีโนไทป์ที่ได้จากไพรเมอร์ INRA063 .....  | 36   |
| 4.5 ค่า P-values และค่า $R^2$ ต่อลักษณะซากเนื่องจากปัจจัยด้านจีโนไทป์ของ<br>ไพรเมอร์ CSRM60 และครั้งที่เข้าฆ่า .....   | 37   |
| 4.6 ค่า P-values และค่า $R^2$ ต่อลักษณะซากเนื่องจากปัจจัยด้านจีโนไทป์ของ<br>ไพรเมอร์ INRA063 และครั้งที่เข้าฆ่า.....   | 37   |
| 4.7 ค่าเฉลี่ยกำลังสองน้อยที่สุด (Least Squares Means) และค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน<br>ของพื้นที่หน้าตัดเนื้อสันของไพรเมอร์ CSRM60 เนื่องจากครั้งที่เข้าฆ่าต่างกัน .....                | 38   |
| 4.8 ค่าเฉลี่ยกำลังสองน้อยที่สุด (Least Squares Means) และค่าความคลาดเคลื่อน<br>มาตรฐานของความหนาไขมันสันหลังบริเวณซี่โครงของไพรเมอร์ INRA063 เนื่องจาก<br>ครั้งที่เข้าฆ่าต่างกัน ..... | 38   |

## สารบัญภาพ

| ภาพที่   | หน้า |
|--|------|
| 2.1 เกณฑ์การวัดระดับไขมันแทรก (มกอช.6001-2547).....  | 9    |
| 2.2 การตัดแบ่งชิ้นส่วน และกำหนดชื่อเรียกตามแบบฝรั่งเศส.....  | 10   |
| 2.3 ไพรเมอร์ 6 ไพรเมอร์ ที่ใช้ศึกษายีน mh ที่ตำแหน่งเซนโตรเมียร์ต่าง ๆ<br>บนโครโมโซมคู่ที่ 2 .....   | 17   |
| 2.4 ไพรเมอร์ 4 ไพรเมอร์ ที่ใช้ศึกษายีนที่ควบคุมน้ำหนักรูปร่างตัวโนโค และน้ำหนักรูปร่างเกิดของโค<br>ที่ตำแหน่งเซนโตรเมียร์ต่าง ๆ บนโครโมโซมคู่ที่ 5 ..... | 18   |
| 3.1 การวัดขนาดพื้นที่หน้าตัดเนื้อสันโดยใช้ Plastic Grid .....  | 24   |
| 3.2 การวัดความหนาไขมัน.....  | 24   |
| 3.3 แสดงแถบดีเอ็นเอหลัง PCR Product ของไพรเมอร์ CSRM60 .....   | 30   |
| 3.4 แสดงแถบดีเอ็นเอหลังการทำ PCR Product ของไพรเมอร์ INRA063 .....   | 30   |

# บทที่ 1

## บทนำ

### 1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

โคเนื้อเป็นสัตว์เศรษฐกิจอีกชนิดหนึ่งที่นิยมเลี้ยง และจำหน่ายเนื้อเพื่อการบริโภค จำนวนโคเนื้อที่เลี้ยงในประเทศไทย ปี 2560 มีจำนวน 4,876,228 ตัว โดยมีเกษตรกรผู้เลี้ยง 792,148 ราย ซึ่งพื้นที่ที่มีการเลี้ยงมากที่สุด คือ เขต 3 ได้แก่ จังหวัดนครราชสีมา สุรินทร์ และศรีสะเกษ จำนวน 1,320,613 ตัว (เกษตรกรผู้เลี้ยง 273,816 ราย) (กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 2561 : 23-37) ส่วนการเลี้ยงโคเนื้อในปี 2561 นั้น มีจำนวนเพิ่มขึ้น 11.67 เปอร์เซ็นต์ (5,445,351 ตัว) โดยมีเกษตรกรผู้เลี้ยง 828,477 ราย ส่วนการเลี้ยงโคขุนในประเทศไทย ปี 2560 มีจำนวน 158,222 ตัว โดยมีเกษตรกรผู้เลี้ยง 11,316 ราย ซึ่งพื้นที่ที่มีการเลี้ยงมากที่สุด คือ เขต 7 ได้แก่ จังหวัดกาญจนบุรี สุพรรณบุรี และประจวบคีรีขันธ์ (เกษตรกรผู้เลี้ยง 3,827 ราย) ส่วนการเลี้ยงโคขุนในปี 2561 นั้น มีจำนวนเพิ่มขึ้น 0.96 เปอร์เซ็นต์ (159,753 ตัว) โดยมีเกษตรกรผู้เลี้ยง 13,634 ราย (กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 2562 : 24-36) จากที่กล่าวมาข้างต้นจะเห็นได้ว่าการเลี้ยงโคเนื้ออยู่ในมือของเกษตรกรรายย่อย หรือการรวมกลุ่มของเกษตรกรในรูปแบบของสหกรณ์ โดยยังไม่มีการผลิตในรูปแบบอุตสาหกรรมเฉกเช่น สุกร และสัตว์ปีก ที่มีการผลิตโดยเน้นปริมาณผลผลิตและผลตอบแทน

สหกรณ์การเลี้ยงปศุสัตว์ ทรบ. กลาง โพนยางคำ จำกัด เป็นรูปแบบหนึ่งของการรวมตัวของเกษตรกรในการเลี้ยงโคขุน โดยใช้น้ำเชื้อจากพ่อพันธุ์โคตระกูลยุโรป เช่น พันธุ์ชาโรเลส์ (Charolais) พันธุ์ลิมูซิน (Limousin) หรือพันธุ์ซิมเมนทัล (Simmental) ซึ่งส่วนใหญ่เป็นน้ำเชื้อที่ผลิตภายในประเทศ โดยกรมปศุสัตว์นำเข้าโคพันธุ์ชาโรเลส์มาเลี้ยงในประเทศ และเกษตรกรสามารถซื้อน้ำเชื้อที่ผลิตในต่างประเทศ (น้ำเชื่อนอก) มาทำการผสมเทียมให้กับแม่โคซึ่งเป็นพันธุ์พื้นเมือง พันธุ์บราห์มัน หรือพันธุ์ลูกผสมระหว่างพ่อพันธุ์บราห์มันกับแม่พันธุ์พื้นเมือง จะได้ลูกโคที่มีสายเลือดยุโรปมากกว่า 50 เปอร์เซ็นต์ ทำให้ได้โคทนต่อการเลี้ยงภายใต้สภาพอากาศในประเทศไทย มีความแข็งแรง มีโครงสร้างกล้ามเนื้อและไขมันที่ดี (สุรเดช สดคมขำ. 2559) โคขุนลูกผสมชาโรเลส์ให้เปอร์เซ็นต์ซาก พื้นที่หน้าตัดเนื้อสันดีกว่าโคลูกผสมบราห์มันท์ (Waritthitham A., *et.al.* 2010 : 191-195) โดยทั่วไปสหกรณ์ ฯ จะขุนโคลูกผสมประมาณ 300-349 วัน จะให้เปอร์เซ็นต์ซาก พื้นที่หน้าตัดเนื้อสัน และคะแนนไขมันแทรกที่ดี (ญาณิน โอภาสพัฒนกิจ *และคณะ.* 2547 : 298-306)

ลักษณะซากที่ดีของโคขุนควรมีเปอร์เซ็นต์ซากเย็นสูง พื้นที่หน้าตัดเนื้อสันกว้างและมีระดับไขมันแทรกที่สูง ซึ่งส่งผลให้มีเนื้อแดงปริมาณมากและมีความนุ่มเป็นที่ต้องการของตลาดในการนำเนื้อโคมาบริโภค ดังนั้น จึงมีการคัดเลือกลักษณะซากเพื่อนำไปใช้ประโยชน์ในการปรับปรุงพันธุ์ การคัดเลือกลักษณะซากทำได้โดยการใช้เครื่องหมายทางพันธุกรรม เพื่อชี้ความจำเพาะในดีเอ็นเอที่อยู่บนโครโมโซมของสิ่งมีชีวิต ซึ่งในปัจจุบันนิยมใช้ไพรเมอร์สามารถนำมาใช้ในการค้นหาตำแหน่งของยีนที่ควบคุมลักษณะทางคุณภาพและปริมาณ เช่น การรายงานของ Kunya Tuntivisoottikul and Nattakan Fuengrod., (2017 : 1077-1086) ความสัมพันธ์ของไพรเมอร์ DIK2670 กับลักษณะของซากในโคลูกผสม โดยใช้โคลูกผสมซาโรเลส์กับบรามันท์จำนวน 201 ตัว พบจำนวนอัลลีล 6 อัลลีล มีขนาด 226 223 221 215 212 และ 210 คู่เบส โดยอัลลีลขนาด 212 มีค่าความถี่สูงสุด 0.28 อัลลีลขนาด 210 มีค่าความถี่ต่ำสุด 0.03 พบจีโนไทป์ 19 จีโนไทป์ โดยมีจีโนไทป์ BE BD และ EE มีความถี่สูงสุดตามลำดับ จีโนไทป์ที่พบไม่มีอิทธิพลต่อน้ำหนักซากเย็น เปอร์เซ็นต์ซาก พื้นที่หน้าตัดเนื้อสันและความหนาไขมันสันหลังบริเวณซี่โครง แต่มีผลต่อคะแนนไขมันแทรกอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ( $P < 0.001$ ) ไพรเมอร์ DIK2670 จึงเป็นเครื่องหมายทางพันธุกรรมที่ดีสำหรับการปรับปรุงไขมันแทรกในกล้ามเนื้อของโคลูกผสมบรามันท์-ซาโรเลส์ ซึ่งการรายงานเกี่ยวกับไพรเมอร์กับลักษณะซากภายในประเทศไทยนั้นยังมีการศึกษารายงานน้อย ผู้ทำวิจัยจึงมีความสนใจศึกษาไพรเมอร์กับความสัมพันธ์ของลักษณะซาก โดยใช้ไพรเมอร์ CSRM60 อยู่บนโครโมโซมคู่ที่ 10 และ INRA063 อยู่บนโครโมโซมคู่ที่ 18 และทั้ง 2 ไพรเมอร์อยู่ใน 30 เครื่องหมาย ที่มีการรับรองว่ามีความเหมาะสมที่จะนำมาศึกษา Molecular Genetics ในโค (International Society of Animal Genetic. 2011 : 68-69)

ดังนั้น ผู้วิจัยจึงมีวัตถุประสงค์ศึกษาจำนวน ขนาด ความถี่ของอัลลีล และจำนวน ความถี่จีโนไทป์ของไพรเมอร์ CSRM60 และ INRA063 เพื่อศึกษาหาความสัมพันธ์ของจีโนไทป์ของทั้งสองเครื่องหมายกับลักษณะซากของโคขุนลูกผสม

## 1.2 วัตถุประสงค์

1.2.1 ศึกษาจำนวน ขนาด ความถี่ของอัลลีล และศึกษาจำนวน ความถี่ของจีโนไทป์ของไพรเมอร์ CSRM60 และ INRA063

1.2.2 ศึกษาความสัมพันธ์ของจีโนไทป์จากไพรเมอร์ทั้งสอง กับลักษณะซากโคขุนลูกผสม

### 1.3 ขอบเขตงานวิจัย

ตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นโคขุนลูกผสมที่เลี้ยงโดยสมาชิกของ สหกรณ์การเลี้ยงปศุสัตว์ กรป. กลาง โพนยางคำ จำกัด จำนวน 140 ตัว โดยเริ่มขุนที่น้ำหนัก 350 กิโลกรัม ใช้ระยะเวลาในการขุน 1-2 ปี โคขุนถูกส่งเข้าโรงฆ่าที่น้ำหนัก 550-650 กิโลกรัม เก็บตัวอย่างเลือด 15 มิลลิลิตรต่อตัวและเก็บข้อมูลลักษณะซาก ได้แก่ น้ำหนักมีชีวิตก่อนฆ่า น้ำหนักซากเย็น คะแนนไขมันแทรก พื้นที่ หน้าตัดเนื้อสัน ความหนาไขมันสันหลังบริเวณซี่โครง และคิดคำนวณเปอร์เซ็นต์ซากเย็น จากนั้นสกัดดีเอ็นเอจากเลือดโคโดยใช้ไพรเมอร์ CSRM60 และ INRA063 เพิ่มปริมาณดีเอ็นเอโดยใช้เทคนิคปฏิกิริยาลูกโซ่พอลิเมอร์ส แยกแถบดีเอ็นเอให้ชัดเจนโดยใช้เทคนิค Polyacrylamide gel Electrophoresis (PAGE) เพื่อแสดงอัลลีลและจีโนไทป์ การอ่านขนาดอัลลีลและจำนวนจีโนไทป์จากการประเมินค่าด้วยสายตาจากผู้เชี่ยวชาญ 3 คน จากนั้นคำนวณความถี่ของอัลลีลและจีโนไทป์ นำจีโนไทป์มาวิเคราะห์เพื่อหาความสัมพันธ์กับลักษณะซากของโคขุนโพนยางคำกลุ่มนี้โดยวิธี General linear model

### 1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.4.1 หากพบว่าจีโนไทป์ที่ได้จากไพรเมอร์ทั้งสองมีความสัมพันธ์กับลักษณะซาก สามารถนำมาใช้ในการคัดเลือกโคขุนลูกผสมได้ว่าตัวใดมีลักษณะซากที่ดี

1.4.2 เป็นข้อมูลเบื้องต้นให้แก่กลุ่มเกษตรกรผู้สนใจ ในเรื่องของลักษณะซากโคขุนลูกผสม

1.4.3 นักวิชาการที่สนใจทางด้านนี้ สามารถนำไปทำวิจัยในเรื่องของการปรับปรุงพันธุ์ทางด้านลักษณะซากต่อไปได้



## บทที่ 2

### การศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้อง

การวิจัยความสัมพันธ์ของโรเมอร์ CSRM60 และ INRA063 กับคุณภาพซากของโคขุน  
ลูกผสม ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ดังนี้

- 2.1 ปริมาณการเลี้ยงโคเนื้อ และโคขุนภายในประเทศไทย
- 2.2 สหกรณ์การเลี้ยงปศุสัตว์ กรป.กลาง โพนยางคำ จำกัด
- 2.3 เครื่องหมายทางพันธุกรรม
- 2.4 ไพรเมอร์
- 2.5 วิธีการใช้ไพรเมอร์เพื่อเพิ่มปริมาณดีเอ็นเอ
- 2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

#### 2.1 ปริมาณการเลี้ยงโคเนื้อ และโคขุนภายในประเทศไทย

โคเนื้อเป็นสัตว์เศรษฐกิจที่เกษตรกรเลี้ยงกันอย่างแพร่หลาย สังเกตได้จากปริมาณการเลี้ยงโคเนื้อในปี 2560 มีปริมาณการเลี้ยงโคเนื้อจำนวน 4,876,228 ตัว จากเกษตรกรผู้เลี้ยงโคเนื้อทั้งหมด 792,148 ราย ซึ่งอยู่ในพื้นที่เขต 3 มากที่สุด 273,816 ราย (ร้อยละ 34.57) จำนวน 1,320,613 ตัว รองลงมา คือ เขต 4 จำนวน 214,268 ราย (ร้อยละ 27.05) 964,069 ตัว (กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 2561 : 23-37) และในปี 2561 ปริมาณการเลี้ยงโคเนื้อเพิ่มมากขึ้น มีจำนวนโคเนื้อทั้งหมด 5,445,351 ตัว จากเกษตรกรผู้เลี้ยงโคเนื้อ 828,477 ราย ซึ่งอยู่ในพื้นที่เขต 3 มากที่สุด 291,170 ราย (ร้อยละ 35.15) 1,547,769 ตัว รองลงมา คือ เขต 4 จำนวน 222,338 ราย (ร้อยละ 26.84) 1,107,613 ตัว (กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 2562 : 24-36)

ในปี 2560 จังหวัดสุรินทร์มีเกษตรกรที่เลี้ยงโคเนื้อมากที่สุด 53,656 ราย รองลงมาคือ จังหวัดอุบลราชธานี ร้อยเอ็ด ศรีสะเกษและบุรีรัมย์ จังหวัดที่มีจำนวนโคเนื้อมากที่สุด คือ จังหวัดนครราชสีมา 245,126 ตัว รองลงมาคือ จังหวัดสุรินทร์ กาญจนบุรี ศรีสะเกษและอุบลราชธานี ข้อมูลแสดงในตารางที่ 2.1 ในปี 2561 จังหวัดอุบลราชธานีมีเกษตรกรที่เลี้ยงโคเนื้อมากที่สุด 58,899 ราย รองลงมาคือ จังหวัดสุรินทร์ ศรีสะเกษ ร้อยเอ็ดและบุรีรัมย์ จังหวัดที่มีโคเนื้อมากที่สุด คือ จังหวัดนครราชสีมา 290,802 ตัว รองลงมาคือ จังหวัดสุรินทร์ อุบลราชธานี กาญจนบุรี และศรีสะเกษ ข้อมูลแสดงในตารางที่ 2.2

ตารางที่ 2.1 จังหวัดที่มีเกษตรกรผู้เลี้ยง และจำนวนโคเนื้อมากที่สุด 5 อันดับแรก ประจำปี 2560

| ลำดับที่ | จังหวัด     | เกษตรกร (ราย) |        | จังหวัด     | โคเนื้อ (ตัว) |        |
|----------|-------------|---------------|--------|-------------|---------------|--------|
|          |             | จำนวน         | ร้อยละ |             | จำนวน         | ร้อยละ |
| 1        | สุรินทร์    | 53,656        | 6.78   | นครราชสีมา  | 245,126       | 5.03   |
| 2        | อุบลราชธานี | 50,863        | 6.43   | สุรินทร์    | 241,069       | 4.94   |
| 3        | ร้อยเอ็ด    | 49,814        | 6.30   | กาญจนบุรี   | 219,618       | 4.50   |
| 4        | ศรีสะเกษ    | 47,971        | 6.06   | ศรีสะเกษ    | 205,130       | 4.21   |
| 5        | บุรีรัมย์   | 37,576        | 4.75   | อุบลราชธานี | 203,729       | 4.18   |

ที่มา : กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ 2561

ตารางที่ 2.2 จังหวัดที่มีเกษตรกรผู้เลี้ยง และจำนวนโคเนื้อมากที่สุด 5 อันดับแรก ประจำปี 2561

| ลำดับที่ | จังหวัด     | เกษตรกร (ราย) |        | จังหวัด     | โคเนื้อ (ตัว) |        |
|----------|-------------|---------------|--------|-------------|---------------|--------|
|          |             | จำนวน         | ร้อยละ |             | จำนวน         | ร้อยละ |
| 1        | อุบลราชธานี | 58,899        | 7.11   | นครราชสีมา  | 290,802       | 5.34   |
| 2        | สุรินทร์    | 55,110        | 6.65   | สุรินทร์    | 283,396       | 5.20   |
| 3        | ศรีสะเกษ    | 52,354        | 6.32   | อุบลราชธานี | 262,377       | 4.82   |
| 4        | ร้อยเอ็ด    | 49,589        | 5.99   | กาญจนบุรี   | 232,148       | 4.26   |
| 5        | บุรีรัมย์   | 38,679        | 4.67   | ศรีสะเกษ    | 231,236       | 4.25   |

ที่มา : กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ 2562

ในปี 2560-2561 เกษตรกรผู้เลี้ยงโคเนื้อเพิ่มจำนวนเพิ่มขึ้น 38,329 ราย พื้นที่เขต 3 มีจำนวนมากที่สุด 17,354 ราย รองลงมา คือ เขต 4 จำนวน 8,070 ราย และเขต 9 จำนวน 2,846 ราย ข้อมูลแสดงในตารางที่ 2.3

ในปี 2560-2561 โคเนื้อเพิ่มจำนวนเพิ่มขึ้น 569,123 ตัว พื้นที่เขต 3 มีจำนวนมากที่สุด 227,156 ตัว รองลงมา คือ เขต 4 จำนวน 143,544 ตัว และเขต 8 จำนวน 45,507 ตัว ข้อมูลแสดงในตารางที่ 2.4

ตารางที่ 2.3 เปรียบเทียบจำนวนเกษตรกรผู้เลี้ยงโคเนื้อ ประจำปี 2560-2561

| เขตปศุสัตว์ | เกษตรกร (ราย) |         | การเปลี่ยนแปลง |        |
|-------------|---------------|---------|----------------|--------|
|             | ปี 2560       | ปี 2561 | จำนวน          | ร้อยละ |
| รวม         | 792,148       | 828,477 | 36,329         | 4.59   |
| เขต 1       | 9,811         | 10,528  | 717            | 7.31   |
| เขต 2       | 10,303        | 11,501  | 1,198          | 11.63  |
| เขต 3       | 273,816       | 291,170 | 17,354         | 6.34   |
| เขต 4       | 214,268       | 222,338 | 8,070          | 3.77   |
| เขต 5       | 48,384        | 50,367  | 1,983          | 4.10   |
| เขต 6       | 30,686        | 31,637  | 951            | 3.10   |
| เขต 7       | 44,574        | 45,044  | 470            | 1.05   |
| เขต 8       | 84,729        | 87,469  | 2,740          | 3.23   |
| เขต 9       | 75,577        | 78,423  | 2,846          | 3.77   |

ที่มา : กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ 2562

ตารางที่ 2.4 เปรียบเทียบจำนวนโคเนื้อ ประจำปี 2560-2561

| เขตปศุสัตว์ | โคเนื้อ (ตัว) |           | การเปลี่ยนแปลง |        |
|-------------|---------------|-----------|----------------|--------|
|             | ปี 2560       | ปี 2561   | จำนวน          | ร้อยละ |
| รวม         | 4,876,228     | 5,445,351 | 569,123        | 11.67  |
| เขต 1       | 146,343       | 155,212   | 8,869          | 6.06   |
| เขต 2       | 103,792       | 134,382   | 30,590         | 29.47  |
| เขต 3       | 1,320,613     | 1,547,769 | 227,156        | 17.20  |
| เขต 4       | 964,069       | 1,107,613 | 143,544        | 14.89  |
| เขต 5       | 451,483       | 490,525   | 39,042         | 8.65   |
| เขต 6       | 410,252       | 435,426   | 25,174         | 6.14   |
| เขต 7       | 740,778       | 765,771   | 24,993         | 3.37   |
| เขต 8       | 423,398       | 468,905   | 45,507         | 10.75  |
| เขต 9       | 315,500       | 339,748   | 24,248         | 7.69   |

ที่มา : กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ 2562

โคเนื้อปี 2560 ทั้งหมด 4,876,228 ตัว แบ่งออกเป็นโคขุนจำนวน 158,222 ตัว (ร้อยละ 3.24) จังหวัดกาญจนบุรีมีการเลี้ยงโคขุนมากที่สุด 39,880 ตัว (ร้อยละ 25.21) รองลงมา คือ จังหวัดสุพรรณบุรี ประจวบคีรีขันธ์ เพชรบุรีและนครปฐม ข้อมูลแสดงในตารางที่ 2.5

ตารางที่ 2.5 จังหวัดที่มีเกษตรกรผู้เลี้ยง และจำนวนโคขุนมากที่สุด 5 อันดับแรก ประจำปี 2560

| ลำดับที่ | จังหวัด    | เกษตรกร (ราย) |        | จังหวัด         | โคขุน (ตัว) |        |
|----------|------------|---------------|--------|-----------------|-------------|--------|
|          |            | จำนวน         | ร้อยละ |                 | จำนวน       | ร้อยละ |
| 1        | กาญจนบุรี  | 1,844         | 16.29  | กาญจนบุรี       | 39,880      | 25.21  |
| 2        | นครพนม     | 1,279         | 11.30  | สุพรรณบุรี      | 30,808      | 19.47  |
| 3        | สกลนคร     | 710           | 6.27   | ประจวบคีรีขันธ์ | 13,311      | 8.41   |
| 4        | เพชรบุรี   | 652           | 5.76   | เพชรบุรี        | 10,577      | 6.68   |
| 5        | สุพรรณบุรี | 627           | 5.54   | นครปฐม          | 6,287       | 3.97   |

ที่มา : กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ 2561

โคเนื้อปี 2561 ทั้งหมด 5,445,351 ตัว แบ่งออกเป็นโคขุนจำนวน 159,753 ตัว (ร้อยละ 2.93) จังหวัดกาญจนบุรี มีการเลี้ยงโคขุนมากที่สุด 37,667 ตัว (ร้อยละ 23.57) รองลงมา คือ จังหวัดสุพรรณบุรี ประจวบคีรีขันธ์ เพชรบุรีและนครปฐม ข้อมูลแสดงในตารางที่ 2.6

ตารางที่ 2.6 จังหวัดที่มีเกษตรกรผู้เลี้ยง และจำนวนโคขุนมากที่สุด 5 อันดับแรก ประจำปี 2561

| ลำดับที่ | จังหวัด    | เกษตรกร (ราย) |        | จังหวัด         | โคขุน (ตัว) |        |
|----------|------------|---------------|--------|-----------------|-------------|--------|
|          |            | จำนวน         | ร้อยละ |                 | จำนวน       | ร้อยละ |
| 1        | กาญจนบุรี  | 1,771         | 12.98  | กาญจนบุรี       | 37,667      | 23.57  |
| 2        | นครพนม     | 1,618         | 11.86  | สุพรรณบุรี      | 25,006      | 15.65  |
| 3        | สกลนคร     | 964           | 7.07   | ประจวบคีรีขันธ์ | 15,738      | 9.85   |
| 4        | เพชรบุรี   | 772           | 5.66   | เพชรบุรี        | 12,822      | 8.02   |
| 5        | สุพรรณบุรี | 555           | 4.07   | นครปฐม          | 5,524       | 3.45   |

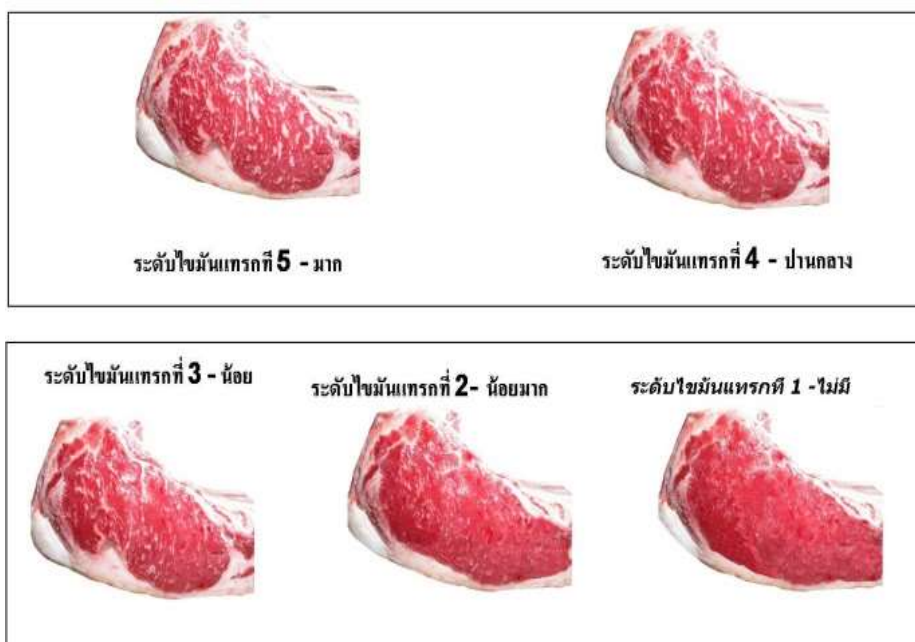
ที่มา : กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ 2562

## 2.2 สหกรณ์การเลี้ยงปลุสสัตว์ กรป.กลาง โพนยางคำ จำกัด

สหกรณ์การเลี้ยงปลุสสัตว์ กรป.กลาง โพนยางคำ จำกัด ก่อตั้งเมื่อ 3 มิถุนายน 2523 ตั้งอยู่ที่หมู่ 10 บ้านโพนยางคำ ต.โนนหอม อ.เมืองสกลนคร จ.สกลนคร 47000 ส่งเสริมให้มีอาชีพเลี้ยงโคในจังหวัดสกลนคร (ทุกอำเภอ) จังหวัดนครพนม (อำเภอเมือง อำเภอปลาปาก อำเภอธาตุพนม อำเภอนาแก อำเภอเรณูนคร และอำเภอวังยาง) และจังหวัดหนองคาย (อำเภอเซกา) ซึ่งได้รับการสนับสนุนจากศูนย์ส่งเสริมการขยายพันธุ์สัตว์ กรป.กลาง ในด้านการผสมเทียมโค ซึ่งส่วนใหญ่เป็นน้ำเชื้อที่ผลิตภายในประเทศ โดยกรมปลุสสัตว์นำเข้าโคพันธุ์ชาโรเลส์มาเลี้ยงในประเทศ และเกษตรกรสามารถซื้อน้ำเชื้อที่ผลิตในต่างประเทศ (น้ำเชื่อนอก) มาทำการผสมเทียมให้กับแม่โคซึ่งเป็นพันธุ์พื้นเมือง พันธุ์บราห์มัน หรือพันธุ์ลูกผสมระหว่างพ่อพันธุ์บราห์มันกับแม่พันธุ์พื้นเมือง จะได้ลูกโคที่มีสายเลือดยุโรปมากกว่า 50 เปอร์เซ็นต์ ทำการขึ้นทะเบียนเพื่อระบุการเกิด การเลี้ยงและชื่อเจ้าของ ฯลฯ ด้วยระบบ RFID ตามหลักสากล เลี้ยงด้วยหญ้าสด พางข้าวและอาหารผสมสูตรของสหกรณ์ที่ปลอดภัย ปลอดภัยการเจริญเติบโตและสารปฏิชีวนะทุกชนิด มีระบบการควบคุมป้องกันโรค เช่น โรคปากและเท้าเปื่อย โรคคอบวม รวมทั้งโรคจากพยาธิต่าง ๆ เริ่มเข้าสู่วิธีการขุนที่น้ำหนัก 350 กิโลกรัม เมื่ออายุโคได้ประมาณ 1-2 ปี ใช้ระยะเวลาการขุนนาน 1 ปี เอกอัครราชทูตประเทศไทยฝ่ายวัฒนธรรมและความร่วมมือร่วมมือกับรัฐบาลฝรั่งเศส ส่งนายฟรังซัว แครโฟซ์ (ผู้ประสานงาน) เข้ามาในประเทศไทย เพื่อให้การสนับสนุนด้านวิชาการให้แก่เจ้าหน้าที่ไทยด้านการผลิตเนื้อ การตัดเนื้อ การผสมเทียม การผลิตเมล็ดพืชอาหารสัตว์ การบริหารสหกรณ์และให้ผู้เชี่ยวชาญด้านเกษตรและสหกรณ์มาปฏิบัติงานที่สหกรณ์ และยังสนับสนุนทุนสร้างโรงฆ่าสัตว์พร้อมอุปกรณ์เครื่องมือ รวมทั้งรถห้องเย็นที่ใช้ในการขนส่ง รัฐบาลออสเตรเลียโดย Asian Food Handling Bureau ให้การสนับสนุนอุปกรณ์ห้องเย็นเพื่อใช้ในการบ่มซากจำนวน 1 ห้อง รัฐบาลเยอรมันให้การสนับสนุนอุปกรณ์ห้องเย็นเพื่อใช้ในการบ่มซากจำนวน 1 ห้อง (ตฤภัทร โลหะพงศธร., 2561 : [www.adaybulletin.com](http://www.adaybulletin.com))

ปัจจุบันการรวมกลุ่มของสมาชิกสหกรณ์การเลี้ยงปลุสสัตว์ กรป.กลาง โพนยางคำ จำกัด ในปี 2561 แบ่งตามกลุ่มได้ 21 กลุ่ม คือ กลุ่มคำฝักแพรว โนนหอม คองโชม นามน โพนปอหุ เมืองสกลนคร โคกนาดี หนองฮุดัง โพนนาแก้ว อากาศอำนวย วานรนิवास พรรณานิคม วาริชภูมิ กุสุมาลย์ พังโคน สว่างดินแดน ปลาปาก คำตาก้า นาแก เรณูนคร และธาตุพนม รวมสมาชิกทั้งหมด 6,299 ราย ลดลงจากปี 2560 1.59 เปอร์เซ็นต์ (6,401ราย)

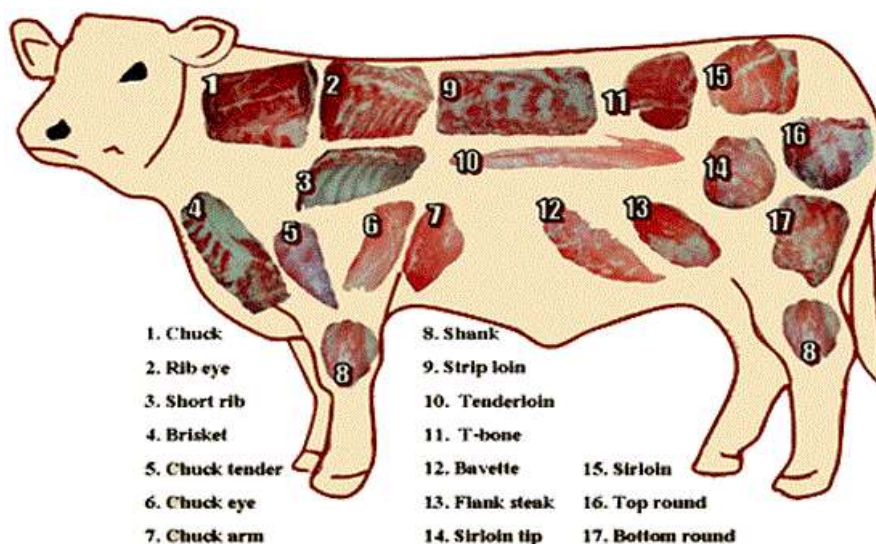
จำนวนโคขุนของสหกรณ์การเลี้ยงปศุสัตว์ กรป. กลาง โพนยางคำ จำกัด ต้นปี 2561 มีจำนวน 11,814 ตัว และสิ้นปีมีจำนวน 9,783 ตัว โดยมีโคแรกเกิด 28.80 เปอร์เซ็นต์ โคที่ซื้อมาขุน 71.20 เปอร์เซ็นต์ น้ำหนักเฉลี่ยเมื่อเริ่มขุน 393 กิโลกรัม น้ำหนักเพิ่มในระยะขุน 269 กิโลกรัม อัตราการเพิ่มน้ำหนัก 553 กรัม/วัน จำนวนโคที่ชำแหละ 6,750 ตัว โดยใช้ระยะเวลาการขุนเฉลี่ย 16 เดือน น้ำหนักเฉลี่ยเมื่อฆ่า 662 กิโลกรัม แล้วนำไปบ่มนาน 7 วัน ที่อุณหภูมิ 0-4 องศาเซลเซียส หลังจากนั้นจึงให้คะแนนไขมันแทรก (Grading) ตามมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารสัตว์แห่งชาติ มกอช. 6001- 2547 เนื้อโค (ภาพที่ 2.1) ไขมันแทรกระดับคะแนนอยู่ที่ 0-2.5 1 เปอร์เซ็นต์ และคะแนน 3-3.5 99 เปอร์เซ็นต์ (สหกรณ์การเลี้ยงปศุสัตว์ กรป. กลาง โพนยางคำ จำกัด. 2561 : 23-35) และตัดแบ่งชิ้นส่วนตามมาตรฐานของฝรั่งเศส 17 ส่วน (ภาพที่ 2.2) ปัจจุบันสามารถผลิตโคได้ 55 ตัวต่อวันชำแหละสัปดาห์ละ 2 วัน (สหกรณ์การเลี้ยงปศุสัตว์ กรป.กลาง โพนยางคำ จำกัด., 2552.)



ภาพที่ 2.1 เกณฑ์การวัดระดับไขมันแทรก

ที่มา : มาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารสัตว์แห่งชาติ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

(2547)



ภาพที่ 2.2 การตัดแบ่งชิ้นส่วน และกำหนดชื่อเรียกตามแบบฝรั่งเศส  
ที่มา : นิรนาม. (2557)

## 2.3 เครื่องหมายทางพันธุกรรม

เครื่องหมายทางพันธุกรรม คือ สิ่งที่ใช้บ่งชี้ความแตกต่างในการจัดกลุ่มหรือจำแนกความแตกต่างของสิ่งมีชีวิตในกลุ่มเดียวกันหรือต่างกลุ่มกัน เครื่องหมายทางพันธุกรรมแบ่งเป็น 4 ประเภท คือ (Wanjie Yang., *et al.* 2013)

- เครื่องหมายทางสัณฐานวิทยา (Morphological Marker)
- เครื่องหมายทางเซลล์วิทยา (Cytological Marker)
- เครื่องหมายทางชีวเคมี (Biochemical Marker)
- เครื่องหมายทางโมเลกุล (Molecular Marker)

2.3.1 เครื่องหมายทางสัณฐานวิทยา (Morphological Marker) คือ การบอกความแตกต่างของสิ่งมีชีวิตที่ประเมินได้ด้วยตาเปล่า จากลักษณะภายนอกของสิ่งมีชีวิต เช่น ลักษณะสีตา สีของผิวหนัง โครงสร้างและลักษณะทางกายวิภาค เป็นต้น

2.3.2 เครื่องหมายทางเซลล์วิทยา (Cytological Marker) คือ การประเมินพันธุกรรมจากโครโมโซมและสัณฐานวิทยาของสัตว์ อาจเกิดจากการเปลี่ยนแปลงของโครโมโซม เช่น การขาดหาย การซ้ำและการสับเปลี่ยนของโครโมโซม ซึ่งเป็นความผิดปกติของโครโมโซมอย่างหนึ่ง โดยเกิดจากการแลกเปลี่ยนชิ้นส่วนของโครโมโซมที่ไม่ใช่คู่กันจึงทำให้เกิดการกลายพันธุ์ และการกลายพันธุ์นี้สามารถใช้เครื่องหมายทางเซลล์วิทยา บ่งบอกตำแหน่งเฉพาะของยีนบนโครโมโซมและตำแหน่งที่

เกี่ยวข้องกับยีนอื่น ๆ เพื่อใช้ประเมินความหลากหลายทางพันธุกรรม โดยเปรียบเทียบกับโครโมโซมที่กลายพันธุ์และสัณฐานวิทยา

2.3.3 เครื่องหมายทางชีวเคมี (Biochemical Marker) คือ ผลผลิตที่ยีนแสดงออกมา ผลผลิตดังกล่าวคือส่วนประกอบของกรดอะมิโนของไอโซเอนไซม์และโปรตีนที่ละลายได้ ตัวอย่างเครื่องหมายทางชีวเคมีที่ใช้ คือ เลือดและไอโซเอนไซม์

2.3.4 เครื่องหมายทางโมเลกุล (Molecular Marker) คือ เครื่องหมายที่ได้จากลำดับของนิวคลีโอไทด์ที่มีความแตกต่างกัน ในแต่ละข้อมูลทางพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิตแต่ละตัว เครื่องหมายโมเลกุลใช้ในการตรวจสอบความหลากหลายของยีนในระดับของดีเอ็นเอมีความแตกต่างกันในหมู่ประชากรของแต่ละตัว

## 2.4 ไพรเมอร์

ไพรเมอร์มีลักษณะเป็นลำดับเบสเรียงกันเป็นชุดเป็นช่วงสั้น ๆ ประกอบด้วยเบส 1-6 คู่เบส ซ้ำกันต่อเนื่องที่ตำแหน่งหนึ่ง ๆ ในจีโนม มีลำดับเบสที่ซ้ำกันแต่ไม่ซับซ้อน เรียกว่า Simple sequence repeat (SSR) หรือ Short tandem repeat (STR) ลำดับเบสซ้ำ 2 เบส (CA)<sub>n</sub> เรียกว่า di nucleotide ลำดับเบสซ้ำ 3 เบส (TAA) เรียกว่า tri nucleotide และลำดับเบสซ้ำกัน 4 เบส (GGGA) เรียกว่า tetra nucleotide (พัชรี ลาโคตร., 2552 : 4) ชุดที่ซ้ำจะอยู่ติดกันโดยไม่มีลำดับเบสอื่นเข้ามาแทรกแต่ละตำแหน่งไม่เกิน 100 ครั้ง ซึ่งจะเห็นได้ว่าการซ้ำของลำดับเบสที่สูงมากสามารถนำไปใช้ในการตรวจสอบลายพิมพ์ดีเอ็นเอได้ โดยใช้ไพรเมอร์ร่วมกับเทคนิคปฏิกิริยาลูกโซ่พอลิเมอเรสเพื่อเพิ่มปริมาณดีเอ็นเอ ใช้จำแนกอัลลีลและขนาดของอัลลีลได้ที่หลายตำแหน่ง ทำให้มีความละเอียดชัดเจนและถูกต้อง ตัวอย่างที่ใช้ในการนำมาสกัดดีเอ็นเอ คือ เลือด เส้นขน น้ำเชื้อ เป็นต้น แต่ข้อจำกัด คือ ต้องเลือกใช้ไพรเมอร์ที่มีความจำเพาะ จึงจำเป็นต้องทราบข้อมูลเกี่ยวกับลำดับเบสของดีเอ็นเอเป้าหมาย (สุพิชญา เชษฐสิงห์., 2549 : 2)

มีการให้คำแนะนำไพรเมอร์ที่เป็นมาตรฐานสากล สำหรับตรวจสอบความหลากหลายทางพันธุกรรมในโค (International Society of Animal Genetic (ISAG)., 2011) แสดงในตารางที่ 2.7

## ตารางที่ 2.7 ไพรมเมอร์

| name(s)                  | Chromosome | primer sequence (5' -> 3') |                          | Annealing temperature (°c) | Genebank accession number | Allele range (bp) | Multiplex <sup>1</sup> Group |
|--------------------------|------------|----------------------------|--------------------------|----------------------------|---------------------------|-------------------|------------------------------|
|                          |            | Forward                    | reverse                  |                            |                           |                   |                              |
| INRA063<br>(D18S5)       | 18         | ATTTGCACAAGCTAAATCTAACC    | AAACCACAGAAATGCTTGAAG    | 55-58                      | X71507                    | 167-189           | 1                            |
| INRA005<br>(D12S4)       | 12         | CAATCTGCATGAAGTATAAATAT    | CTTCAGGCATACCCTACACC     | 55                         | X63793                    | 135-149           | 2                            |
| ILSTS00<br>5<br>(D10S25) | 10         | GGAAGCAATGAAATCTATAGCC     | TGTTCTGTGAGTTTGAAGC      | 54-58                      | L23481                    | 176-194           | 5                            |
| HEL5<br>(D21S15)         | 21         | GCAGGATCACTTGTTAGGGA       | AGACGTTAGTGACATTAAC      | 52-57                      | X65204                    | 145-171           | 4                            |
| HEL1<br>(D15S10)         | 15         | CAACAGCTATTTAACAAGGA       | AGGCTACAGTCCATGGGATT     | 54-57                      | X65202                    | 99-119            | 1                            |
| INRA035<br>(D16S11)      | 16         | TTGTGCTTTATGACACTATCCG     | ATCCTTTGCAGCCTCCACATTG   | 55-60                      | X68049                    | 100-124           | 5                            |
| ETH152<br>(D5S1)         | 5          | TACTCGTAGGGCAGGCTGCCTG     | GAGACCTCAGGGTTGGTGATCAG  | 55-60                      | Z14040<br>G18414          | 181-211           | 3                            |
| ETH10<br>(D5S3)          | 5          | G TTCAGGACTGGCCCTGCTAACA   | CCTCCAGCCCACTTTCTCTTCTC  | 55-65                      | Z22739                    | 207-231           | 7                            |
| HEL9<br>(D8S4)           | 8          | CCCATTGCTCTTCAGAGGT        | CACATCCATGTTCTCACACC     | 52-57                      | X65214                    | 141-173           | 3                            |
| CSSM66<br>(D14S31)       | 14         | ACACAAATCCTTTCTGCCAGCTGA   | AATTTAATGCACTGAGGAGCTTGG | 55-65                      | ...                       | 171-209           | 1                            |
| INRA032<br>(D11S9)       | 11         | AAACTGTATTCTCTAATAGCTAC    | GCAAGACATATCTCCATTCTTT   | 55-58                      | X67823                    | 160-204           | 4                            |
| ETH3<br>(D19S2)          | 19         | GAACCTGCCTCTCCTGCATTGG     | ACTCTGCCTGTGGCCAAGTAGG   | 55-65                      | Z22744                    | 103-133           | 3                            |
| BM2113<br>(D2S26)        | 2          | GCTGCCTTCTACCAAATACCC      | CTTCCTGAGAGAAGCAACACC    | 55-60                      | M97162                    | 122-156           | 7                            |

ตารางที่ 2.7 ไพรมเมอร์ (ต่อ)

| name(s)             | Chromosome | primer sequence (5' -> 3') |                             | Annealing temperature (°c) | Genebank accession number | Allele range (bp) | Multiplex <sup>1</sup> Group |
|---------------------|------------|----------------------------|-----------------------------|----------------------------|---------------------------|-------------------|------------------------------|
|                     |            | Forward                    | reverse                     |                            |                           |                   |                              |
| BM1824<br>(D1S34)   | 1          | GAGCAAGGTGTTTTCCAATC       | CATTCTCCAACCTGCTTCCTTG      | 55-60                      | G18394                    | 176-197           | 2 or 8                       |
| HEL13<br>(D11S15)   | 11         | TAAGGACTTGAGATAAGGAG       | CCATCTACCTCCATCTTAAC        | 52-57                      | X65207                    | 178-200           | 4                            |
| INRA037<br>(D10S12) | 10         | GATCCTGCTTATATTTAACCAC     | AAAATTCCATGGAGAGAGAAAC      | 57-58                      | X71551                    | 112-148           | 1                            |
| BM1818<br>(D23S21)  | 23         | AGCTGGGAATATAACCAAAGG      | AGTGCTTTCAAGGTCCATGC        | 56-60                      | G18391                    | 248-278           | 3                            |
| ILSTS006<br>(D7S8)  | 7          | TGCTGTATTTCTGCTGTGG        | ACACGGAAGCGATCTAAACG        | 55                         | L23482                    | 277-309           | 3                            |
| MM12<br>(D9S20)     | 9          | CAAGACAGGTGTTTCAATCT       | ATCGACTCTGGGGATGATGT        | 50-55                      | Z30343                    | 101-145           | 5                            |
| CSRM60<br>(D10S5)   | 10         | AAGATGTGATCCAAGAGAGAGGCA   | AGGACCAGATCGTGAAAGGCATAG    | 55-65                      | ...                       | 79-115            | 1                            |
| ETH185<br>(D17S1)   | 17         | TGCATGGACAGAGCAGCCTGGC     | GCACCCCAACGAAAGCTCCAG       | 58-67                      | Z14042                    | 214-246           | 5                            |
| HAUT24<br>(D22S26)  | 22         | CTCTCTGCCTTTGTCCCTGT       | AATACACTTTAGGAGAAAAATA      | 52-55                      | X89250                    | 104-158           | 6                            |
| HAUT27<br>(D26S21)  | 26         | AACTGCTGAAATCTCCATCTTA     | TTTTATGTTTATTTTTGACTGG      | 57                         | X89252                    | 120-158           | 2                            |
| TGLA227<br>(D18S1)  | 18         | CGAATCCAAATCTGTTAATTTGCT   | ACAGACAGAACTCAATGAAAGCA     | 55-56                      | ...                       | 75-105            | 2 or 8                       |
| TGLA126<br>(D20S1)  | 20         | CTAATTTAGAATGAGAGAGGCTTCT  | TTGGTCTCTATTCTCTGAATATTCC   | 55-58                      | ...                       | 115-131           | 8                            |
| TGLA53<br>(D16S3)   | 16         | GCTTTCAGAAATAGTTTGCATTCA   | ATCTTCACATGATATTACAGCAGA    | 55                         | ...                       | 143-191           | 7                            |
| SPS115<br>(D15)     | 15         | AAAGTGACACAACAGCTTCTCCAG   | AACGAGTGTCTAGTTTGGCTGTG     | 55-60                      | FJ828564                  | 234-258           | 8                            |
| ETH225<br>(D9S1)    | 9          | GATCACCTTGCCACTATTTCT      | ACATGACAGCCAGCTGCTACT       | 55-65                      | Z14043                    | 131-159           | 7                            |
| TGLA122<br>(D21S6)  | 21         | CCCTCCTCCAGGTAATCAGC       | AATCACATGGCAAATAAGTACATAC   | 55-58                      | ...                       | 136-184           | 7                            |
| INRA023<br>(D3S10)  | 3          | GAGTAGAGCTACAAGATAAACTTC   | TAACACTACAGGGTGTAGATGAACCTC | 55                         | X67830                    | 195-225           | 7                            |

ที่มา : International Society of Animal Genetic (ISAG). 2011

## 2.5 วิธีการใช้ไพรเมอร์เพื่อเพิ่มปริมาณดีเอ็นเอ มี 6 วิธี คือ (Wanjie Yang., *et al.* 2013)

2.5.1 Restriction Fragment Length Polymorphism (RFLP) markers คือ วิธีที่ใช้จำแนกดีเอ็นเอของสิ่งมีชีวิตแต่ละตัว หรือตรวจหาความแตกต่างของขนาดอัลลิ้วที่ตัดด้วยเอนไซม์จำเพาะและใช้เทคนิค PCR (PCR-RFLP) ร่วมด้วย เนื่องจาก RFLP มีขั้นตอนที่ยุ่งยากต้องทำการไฮบริดเซชันและติดฉลากโพรบ (ไฮบริดเซชัน คือ วิธีการเพิ่มดีเอ็นเอโดยการจับคู่ระหว่างเบสของกรนิวคลีโอไทด์ที่มีลำดับเบสเป็นคู่สมกัน และโพรบ คือ ดีเอ็นเอที่ผ่านการเพิ่มปริมาณโดยเทคนิค PCR สังเคราะห์ขึ้นจากดีเอ็นเอต้นแบบ) โดยใช้สารกัมมันตรังสีในการติดฉลากโพรบไว้กับนิวคลีโอไทด์ ซึ่งสารกัมมันตรังสีเป็นสารที่อันตรายต้องใช้ในพื้นที่ที่ถูกการควบคุมและใช้เวลานาน ดังนั้น จึงนำเทคนิค PCR มาเพิ่มปริมาณดีเอ็นเอจึงทำได้ง่ายและรวดเร็วขึ้น โดยไม่ต้องผ่านการทำไฮบริดเซชันถึงแม้จะมีปริมาณดีเอ็นเอน้อย ข้อดีของวิธี RFLP คือ บอกรวมกันและสามารถแยกโฮโมไซกัสและเฮเทอโรไซกัสออกจากกันได้

2.5.2 Random Amplification Polymorphic DNA (RAPD) markers คือ วิธีที่เพิ่มปริมาณ ดีเอ็นเอด้วยไพรเมอร์และปฏิกิริยา PCR โดยใช้ไพรเมอร์เพิ่มปริมาณดีเอ็นเอจากหลายตำแหน่งพร้อม ๆ กัน ไพรเมอร์ที่ใช้ในการทำวิธี RAPD จึงไม่จำเป็นต้องทราบข้อมูลลำดับเบสของสิ่งมีชีวิตที่ต้องการศึกษา การเพิ่มปริมาณดีเอ็นเอจะกระจายอยู่ทั่วจีโนมโดยไม่จำเพาะเจาะจงเครื่องหมาย RAPD จึงตรวจสอบดีเอ็นเอได้ครั้งละหลายตำแหน่งพร้อมกันซึ่งสะดวก ง่ายและรวดเร็วกว่าเมื่อเทียบกับ RFLP อย่างไรก็ตาม RAPD มีข้อเสีย คือ มีการทำซ้ำในจุดที่ไม่ต้องการ ไพรเมอร์บางชนิดไม่สามารถเพิ่มปริมาณดีเอ็นเอได้ และ RAPD ไม่สามารถแยกโฮโมไซกัสจากเฮเทอโรไซกัสได้

2.5.3 Amplified Fragment Length Polymorphism (AFLP) markers คือ วิธีนี้เป็นวิธีที่รวมกันของ RFLP และ PCR โดยใช้เอนไซม์ตัดจำเพาะตัดดีเอ็นเอตัวอย่าง จากนั้นใช้วิธีต่อ adapter ที่ปลายขึ้นดีเอ็นเอที่ตัดไว้ และเลือกเพิ่มปริมาณดีเอ็นเอบางส่วนด้วยไพรเมอร์ที่มีลำดับเบสเหมือนกับส่วน adapter ที่ต่อเข้าไป

2.5.4 Microsatellite DNA markers คือ วิธีการทำลำดับเบสซ้ำแบบง่าย ๆ ที่เรียกว่า Simple sequence repeat (SSRs) หรือ Short tandem repeat (STRs) SSRs มีข้อดีเหมือนวิธี RFLP แต่ไม่ต้องใช้สารกัมมันตรังสี และมีข้อดีในเรื่องการทำซ้ำและการทำให้คงที่ดีกว่าวิธี RAPDs และเมื่อเทียบกับวิธี AFLP แล้ว SSRs สามารถแยกโฮโมไซกัสจากเฮเทอโรไซกัสได้ดีกว่า

2.5.5 SNP markers and whole-genome sequencing คือ วิธีที่ดูลำดับเบสจากการเปลี่ยนแปลงนิวคลีโอไทด์เฉพาะตำแหน่งในดีเอ็นเอ ซึ่งจะต้องเกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนแปลง การตัด การใส่และการเอาออกของเบส ซึ่งข้อดีของวิธี SNP คือ ทำได้มากและทำได้ทั้งจีโนม มีความคงทนในการทำซ้ำได้ดีและมีความแม่นยำสูง สามารถเพิ่มปริมาณดีเอ็นเอได้รวดเร็ว และแยกโฮโมไซโกตออกจากเฮเทอโรไซโกตได้

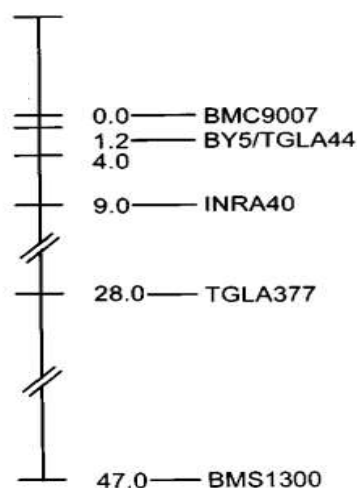
2.5.6 DNA barcoding markers เป็นเทคโนโลยีในการสแกนบาร์โค้ดอัตโนมัติด้วยคอมพิวเตอร์เพื่อใช้ระบุตัวตน บาร์โค้ดดีเอ็นเอเป็นลำดับดีเอ็นเอช่วงสั้น ๆ (short genetic loci) ใช้สำหรับระบุชนิดตำแหน่งในจีโนม โดยช่วงดีเอ็นเอที่จะระบุเป็นบาร์โค้ดนั้น เป็นช่วงดีเอ็นเอที่ผ่านการตกลงและยอมรับ (standardized genetic loci) ให้เป็นบาร์โค้ดของสิ่งมีชีวิตนั้น ๆ ซึ่งในปัจจุบันมีการคัดเลือกยีนที่ใช้เป็นบาร์โค้ดได้จำนวนมาก เพื่อกำหนดสปีชีส์และการปรับปรุงสายพันธุ์ใหม่ บาร์โค้ดดีเอ็นเอมีความแม่นยำสูง 97.9% สะดวกรวดเร็วและให้ความหลากหลายทางพันธุกรรมของสัตว์

## 2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

### 2.6.1 ความสัมพันธ์ของจีโนไทป์กับลักษณะซากของโค

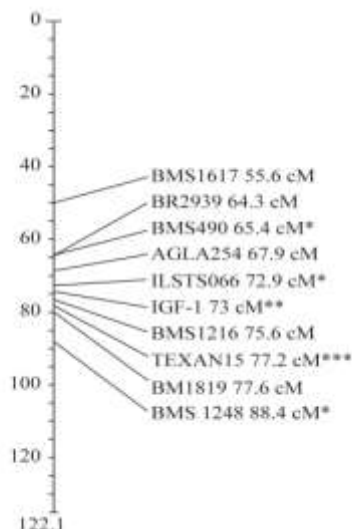
ในต่างประเทศได้มีการศึกษาถึงความสัมพันธ์ของ Obese gene ยีนที่ควบคุมการสะสมไขมันในลักษณะซากโค โดยใช้ไพรเมอร์ BM1500 เพื่อศึกษาจำนวน ขนาด และความถี่ของอัลลีลในโคพ่อพันธุ์แองกัส ชาร์โรเลส์ เฮียฟอร์ดและซิมแมนทอล ผลการศึกษาพบอัลลีลจำนวน 4 อัลลีล มีขนาด 138 140 147 และ 149 คู่เบส แต่ละขนาดมีค่าความถี่ 0.47 0.44 0.09 และ 0.003 ตามลำดับ นอกจากนี้ยังพบว่าอัลลีลขนาด 138 คู่เบส ในจีโนไทป์มีความสัมพันธ์กับการสะสมไขมันในลักษณะซากโคที่สูงในโคพ่อพันธุ์เฮียฟอร์ดและแองกัส อัลลีลขนาด 147 คู่เบส ในจีโนไทป์มีความสัมพันธ์กับการสะสมไขมันในลักษณะซากโคที่ต่ำในโคพ่อพันธุ์ชาร์โรเลส์ และซิมแมนทอล ส่วนอัลลีลขนาด 140 และ 149 ในจีโนไทป์ไม่พบความสัมพันธ์กับการสะสมไขมันในลักษณะซากโคในโคพ่อพันธุ์ใด ๆ ข้อมูลเหล่านี้เกษตรกรผู้เลี้ยงโคสามารถนำไปใช้ประโยชน์ ในการคัดเลือกโคที่มีไขมันแตกต่างกันได้ เพื่อสนองความต้องการของตลาด (Carolyn J. Fitzsimmons., *et al.* 1998 : 432-434)

Casas. E., *et al.* (1998 : 468-473) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ของยีนที่ควบคุมการเจริญเติบโตของกล้ามเนื้อ (Muscle hypertrophy, mh) ในซาก และน้ำหนักแรกเกิดของโค โดยศึกษาในโคเพศผู้ 2 กลุ่มที่เป็นพี่น้องร่วมพ่อเดียวกัน (half-sib) กัน คือกลุ่ม Belgian Blue ผสม MARC III จำนวน 246 ตัว และกลุ่ม Piedmontese ผสมกับ Angus จำนวน 209 ตัว ศึกษาตรงตำแหน่งใกล้กับเซนโตรเมียร์ของโครโมโซมคู่ที่ 2 ด้วยไพรเมอร์จำนวน 6 ไพรเมอร์ ได้แก่ ไพรเมอร์ TGLA377 ศึกษาตรงตำแหน่งเซนโตรเมียร์ที่ 28 cM ไพรเมอร์ BMS1300 ศึกษาตรงตำแหน่งเซนโตรเมียร์ที่ 47 cM ไพรเมอร์ BMC9007 ศึกษาตรงตำแหน่งเซนโตรเมียร์ที่ 0 cM ไพรเมอร์ INRA40 ศึกษาตรงตำแหน่งเซนโตรเมียร์ที่ 9 cM ไพรเมอร์ TGLA44 และไพรเมอร์ BY5 ศึกษาตรงตำแหน่งเซนโตรเมียร์ที่ 1.2 cM ดังภาพที่ 2.3 ผลการศึกษาพบว่า โคที่มียีนควบคุมการเจริญเติบโตของกล้ามเนื้อ (mh) จะมีพื้นที่หน้าตัดเนื้อสัน ผลผลิตชิ้นส่วนรอง (retail product yield) และน้ำหนักแรกเกิดสูง แต่มีเกรดซากแบบ yield grade ไขมันแทรก ไขมันช่องท้อง ไตและหัวใจต่ำ เมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มโคที่ไม่พบยีนควบคุมการเจริญเติบโตของกล้ามเนื้อ ซึ่งสามารถนำไปใช้วางแผนการผสมพันธุ์เพื่อเป็นแนวทางเลือกในการปรับปรุงคุณภาพซากโคได้



ภาพที่ 2.3 ไพรเมอร์ 6 ชนิด ที่ใช้ศึกษา ยีน mh ที่ตำแหน่ง  
เซนโตรเมียร์ต่าง ๆ บนโครโมโซมคู่ที่ 2  
ที่มา : Casas. E., *et al.* (1998 : 469)

Machado Mariana B.B., *et al.* (2003 : 259-265) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ของยีนที่ควบคุมน้ำหนักตัวในโค ซึ่งเลือกศึกษาตำแหน่งโครโมโซมคู่ที่ 5 ในโคที่เป็นพี่น้องร่วมพ่อเดียวกัน (Paternal halfsib) มาจาก 2 ครอบครัว (Families) คือ กลุ่มพื้นเมืองและกลุ่มที่นำเข้ามาใหม่ซึ่งเป็นโค Canchim (5/8ชาโรเลส์ ผสมกับ 3/8 ซีบู) ศึกษาตรงตำแหน่งใกล้กับเซนโตรเมียร์ของโครโมโซมคู่ที่ 5 ใช้ไพรเมอร์จำนวน 4 ไพรเมอร์ ได้แก่ ไพรเมอร์ ILSTS066 ศึกษาตรงตำแหน่งเซนโตรเมียร์ที่ 72.9 cM ไพรเมอร์ IGF-1 ศึกษาตรงตำแหน่งเซนโตรเมียร์ที่ 73 cM ไพรเมอร์ TEXAN15 ศึกษาตรงตำแหน่งเซนโตรเมียร์ที่ 77.2 cM และไพรเมอร์ BMS1248 ศึกษาตรงตำแหน่งเซนโตรเมียร์ที่ 88.4 cM ดังภาพที่ 2.4 ผลการศึกษาพบว่าไพรเมอร์ ILSTS066 มีขนาดอัลลิว 149-153 คู่เบส ไพรเมอร์ IGF-1 มีขนาดอัลลิว 225-231 คู่เบส ไพรเมอร์ TEXAN15 มีขนาดอัลลิว 201-217 คู่เบส ไพรเมอร์ BMS1248 มีขนาดอัลลิว 130-142 คู่เบส พบจีโนไทป์ที่ได้จาก 3 ไพรเมอร์ที่ศึกษาของโคสองกลุ่ม มีความแตกต่างกันในเรื่องน้ำหนักเมื่ออายุ 1 ปี และพบว่ามีอิทธิพลร่วมกันระหว่างจีโนไทป์ที่ได้จากไพรเมอร์ IGF-1 กับลักษณะการเจริญเติบโตของโคพันธุ์ Canchim



ภาพที่ 2.4 ไพรเมอร์ 4 ไพรเมอร์ (ILSTS066, IGF1, TEXAN15, และ BMS1219)

ที่ใช้ศึกษายีนที่ควบคุมน้ำหนักตัวในโค และน้ำหนักแรกเกิดของโคที่ตำแหน่งเซนโตรเมียร์ต่าง ๆ บนโครโมโซมคู่ที่ 5

ที่มา : Machado Mariana B.B., *et al.* (2003 : 260)

Curi. R.A., *et al.*, (2005 : 58-62) ได้ศึกษาจำนวน ขนาดและความถี่ของอัลลีลและจีโนไทป์ของไพรเมอร์ IGF1 และ GHR บนโครโมโซมที่ตั้งอยู่บนตำแหน่ง 5' ที่ควบคุมยีนการเจริญเติบโตและลักษณะซากของโคที่มีภายใต้การเลี้ยงแบบประณีต จำนวนโคที่ใช้ในการวิจัยทั้งหมด 384 ตัว โคพันธุ์ Nellore 79 ตัว พันธุ์ Canchim 30 ตัว (5/8ซาร์โรเลส์ + 3/8 ซีบู) และโคลูกผสมซิมแมนทอล 30 ตัว (1/2 ซิมแมนทอล) ลูกผสมแองกัส (1/2แองกัส) 245 ตัว พบว่า ไพรเมอร์ IGF1 พบอัลลีล 4 อัลลีล มีขนาด 225 227 229 และ 231 คู่เบส ส่วนไพรเมอร์ GHR พบอัลลีล 5 ขนาด 94 คู่เบส และอัลลีล L ขนาด 104 คู่เบส ไพรเมอร์ IGF1 พบจีโนไทป์ AA (225/225) ในโคพันธุ์ Nellore และในกลุ่มลูกผสมแองกัส (1/2แองกัส) อัลลีลเหล่านี้ไม่มีความสัมพันธ์กับลักษณะที่ศึกษาทั้งหมด

Choi. I.S., *et al.* (2006 : 927-930) ได้ศึกษาไพรเมอร์ BMS711 MCM130 BMS4032 BMS4049 BMS2263 และ URB014 บนโครโมโซมคู่ที่ 1 และไพรเมอร์ BMS1747 RM180 BL1009 BL1029 BMS4305 BMS2055 และ BM6425 บนโครโมโซมคู่ที่ 5 รวมทั้งหมด 13 ไพรเมอร์ ศึกษาความสัมพันธ์กับลักษณะซากของโค Hanwoo (โคเกาหลี) คัดเลือกโคเพศผู้มาใช้ในการศึกษาทั้งหมด 326 ตัว และวิเคราะห์ค่าคุณค่าการผสมพันธุ์ (EBV) ของลักษณะซาก ได้แก่ น้ำหนักซากเย็น (CCWBV) บริเวณพื้นที่หน้าตัดเนื้อสัน (LMABV) คะแนนไขมัน (MSBV) และความหนาไขมันบริเวณซี่โครง (BFTBV) โดยใช้ Chi-Square test ผลการศึกษาไพรเมอร์บนโครโมโซมคู่ที่ 1 และ 14 แสดงในตารางที่ 2.8

ตารางที่ 2.8 ผลการศึกษาจำนวนและขนาดของอัลลิวที่ศึกษาบนโครโมโซมคู่ที่ 1 และ 14

| ไพรเมอร์ | จำนวนอัลลิว | ขนาดคู่เบส | โครโมโซมคู่ที่ |
|----------|-------------|------------|----------------|
| BMS711   | 8           | 106-122    | 1              |
| MCM130   | 8           | 105-127    | 1              |
| BMS4032  | 9           | 92-110     | 1              |
| BMS4049  | 5           | 92-106     | 1              |
| BMS2263  | 7           | 152-166    | 1              |
| URB014   | 4           | 115-123    | 1              |
| BMS1747  | 6           | 85-97      | 14             |
| RM180    | 7           | 119-133    | 14             |
| BL1009   | 10          | 115-179    | 14             |
| BL1029   | 11          | 144-170    | 14             |
| BMS4305  | 11          | 147-169    | 14             |
| BMS2055  | 8           | 149-167    | 14             |
| BM6425   | 11          | 165-193    | 14             |

จากการศึกษาพบว่าบนโครโมโซมคู่ที่ 1 ในลักษณะซากของโค Hanwoo จีนไทป์ที่ได้จากไพรเมอร์ BMS711 มีความสัมพันธ์กับปริมาณไขมันแทรก จีนไทป์ที่ได้จากไพรเมอร์ MCM130 และ BMS4049 มีความสัมพันธ์กับน้ำหนักซากเย็น จีนไทป์ที่ได้จากไพรเมอร์ BMS4049 และ BMS2263 มีความสัมพันธ์กับพื้นที่หน้าตัดเนื้อสัน จีนไทป์ที่ได้จากไพรเมอร์ BMS2263 มีความสัมพันธ์กับความหนาไขมันสันหลังบริเวณซีโครง ผลการศึกษาบนโครโมโซมคู่ที่ 14 พบว่า จีนไทป์ที่ได้จากไพรเมอร์ RM180 และ BM4305 มีความสัมพันธ์กับพื้นที่หน้าตัดเนื้อสัน จีนไทป์ที่ได้จากไพรเมอร์ BL1029 และ BMS2055 มีความสัมพันธ์กับปริมาณไขมันแทรก และจีนไทป์ที่ได้จากไพรเมอร์ BMS4305 มีความสัมพันธ์กับความหนาไขมันสันหลังบริเวณซีโครง

Meirelles S.L., *et al.* (2011 : 1220-1226) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ของจีนไทป์ที่ได้จากไพรเมอร์กับลักษณะซาก ได้แก่ ความหนาไขมันบริเวณซีโครง (BFT) และพื้นที่หน้าตัดเนื้อสัน (REA) ในโคพันธุ์ Canchim และ โคพันธุ์ MA (ลูกผสมของซาร์โรเลส์ และCanchimผสมกับชีบู) ที่เลี้ยงแบบปล่อยทุ่ง เก็บข้อมูลจากโคทั้งหมด 7 ฝูง รวมจำนวน 987 ตัว อายุเฉลี่ย 19 เดือน ใช้ไพรเมอร์ BMS490 และ ETH10 ศึกษาบนโครโมโซมคู่ที่ 5 ไพรเมอร์ INRA133 และ ILSTS090 ศึกษาบนโครโมโซมคู่ที่ 6 และไพรเมอร์ BMS2142 ศึกษาบนโครโมโซมคู่ที่ 19 ผลการศึกษาพบว่า ไพรเมอร์ BMS490 มีความสัมพันธ์กับพื้นที่หน้าตัดเนื้อสันบนโครโมโซมคู่ที่ 5 โดยพบอัลลิวทั้งหมด 7 อัลลิว มีขนาด 170 176 180 182 184 186 และ 190 คู่เบส อัลลิวขนาด 176 คู่เบส มีความถี่ 0.024 อัลลิวขนาด 182 มีความถี่ 0.028 และอัลลิวขนาด 190 คู่เบส มีความถี่ 0.020 จีนไทป์ที่ได้จากอัลลิว

ขนาด 176 182 และ 190 มีความสัมพันธ์กับพื้นที่หน้าตัดเนื้อสันบนโครโมโซมคู่ที่ 5 คือ พื้นที่หน้าตัดเนื้อสันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P < 0.05$ ) แต่ไม่พบไพรเมอร์อื่น ๆ ที่มีความสัมพันธ์กับลักษณะซากในเรื่องความหนาไขมันสันหลังบริเวณซี่โครง และพื้นที่หน้าตัดเนื้อสันบนโครโมโซมคู่ที่ 6 และ 19

DeAtley. K.L., *et.al.* (2011 : 2031-2041) ศึกษาพันธุกรรมที่เกี่ยวข้องกับจีโนไทป์ของไพรเมอร์ ETH10 บนโครโมโซมคู่ที่ 5 ในโค ที่มีอิทธิพลต่อลักษณะการให้ผลผลิตโดยใช้ข้อมูลโค 3 กลุ่ม คือ 1) พันธุ์แองกัส (จำนวน=5,094) 2) พันธุ์แบรงกัส (3/8 บรามันท์  $\times$  5/8 แองกัส จำนวน=2,296) และ 3) ลูกผสม (จำนวน=4,426) พบว่าไพรเมอร์ ETH10 มี 13 อัลลีล ขนาด 199-225 คู่เบส และมี 38 จีโนไทป์ และจีโนไทป์ JJ ที่น้ำหนักตัวที่ 205 วัน มีความสัมพันธ์กับการเจริญเติบโต และการให้ผลผลิตของลักษณะซากในโคพันธุ์แองกัสและแบรงกัส

Kim. K.S., *et.al.* (2012 : 1521-1528) ศึกษาความสัมพันธ์ของไพรเมอร์ BM1312 บนโครโมโซมคู่ที่ 1 และไพรเมอร์ BM6506 BL4 BR2936 ETH10 และ BMS1248 บนโครโมโซมคู่ที่ 5 กับลักษณะการเจริญเติบโตและลักษณะซากของโคที่นำเข้าจากอเมริกา จำนวน 8 พันธุ์ คือ Angus, Polled, Hereford, Maine Anjou, MARC II, Salers, Shorthorn, Simmental และ Tarantaise และโคพื้นเมืองเกาหลี (Hanwoo) เก็บข้อมูลโคที่นำเข้าจากอเมริกา จำนวน 98 ตัว โคพื้นเมืองเกาหลี จำนวน 323 ตัว จากการศึกษาพบว่า ไพรเมอร์ BM1312 บนโครโมโซมคู่ที่ 1 พบยีน UPK1B-209R HRG(1)-251M และ HRG(2)-251Y มีความสัมพันธ์กับพื้นที่หน้าตัดเนื้อสัน ไขมันแทรกและไขมันสันหลังบริเวณซี่โครงในโคอเมริกัน ยีน UPK1B-146S MAGEF-300K ABCD2-251M และ SNRPF-113M มีความสัมพันธ์กับไขมันแทรกในโคพื้นเมืองเกาหลี ยีน UPK1B-146S และ SNRPF-113M มีความสัมพันธ์กับไขมันแทรกในโคอเมริกันและโคพื้นเมืองเกาหลี และยีน IL22-73R มีความสัมพันธ์กับความหนาไขมันบริเวณซี่โครงในโคอเมริกัน แต่ไพรเมอร์ที่ศึกษาบนโครโมโซมคู่ที่ 5 ไม่พบยีนมีความสัมพันธ์กับอัตราการเจริญเติบโตต่อตัวต่อวัน (ADG) แม้ว่าไพรเมอร์ BL4 BR2936 และ BMS1248 จะพบตำแหน่งยีนที่ควบคุมการเจริญเติบโตของกล้ามเนื้อ (Muscle hypertrophy, mh) บนโครโมโซมคู่ที่ 5 ที่มีค่าความถี่ ADG สูง-ต่ำแตกต่างกัน

Gisele Batista Veneroni., *et al.* (2012 : 1-5) ศึกษาความสัมพันธ์ของไพรเมอร์ CSSM066 และ ILST011 และยีน Thyroglobulin กับความหนาไขมันบริเวณซี่โครงในโค Canchim จำนวน 987 ตัว เนื่องจากโค Canchim มีการสะสมไขมันได้ไม่ดี จึงต้องการศึกษายีน Thyroglobulin ที่อยู่ในตำแหน่งควบคุมการสะสมไขมัน ผลการศึกษาพบว่าไพรเมอร์ CSSM066 มีอัลลีลจำนวน 10 อัลลีล มีขนาด 178-198 คู่เบส โดยจีโนไทป์ที่ได้จากอัลลีลขนาด 184 คู่เบส มีค่าความถี่ 0.067 มีความสัมพันธ์กับความหนาไขมันสันหลังบริเวณซี่โครงหลังอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P < 0.05$ ) ส่วนไพรเมอร์ ILSTS011 มีอัลลีลจำนวน 5 อัลลีล มีขนาด 260-266 คู่เบส โดยจีโนไทป์ที่ได้จากอัลลีลขนาด 260 คู่เบส มีความความถี่ 0.023 มีความสัมพันธ์กับความหนาไขมันสันหลัง

บริเวณซีโครงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P < 0.05$ ) แต่ทั้งสองไพรเมอร์ไม่พบความสัมพันธ์กับยีน Thyroglobulin กับไขมันในโคกลุ่มตัวอย่าง

นอกจากนี้ยังมีการศึกษาของ Kunya Tuntivisoottikul and Nattakan Fuengrod., (2017 : 1077-1086) ความสัมพันธ์ของไพรเมอร์ DIK2670 กับลักษณะของซากในโคลูกผสม โดยใช้โคลูกผสมซาโรเลสส์กับบรามันห์จำนวน 201 ตัว พบจำนวนอัลลีล 6 อัลลีล มีขนาด 226 223 221 215 212 และ 210 คู่เบส โดยอัลลีลขนาด 212 มีค่าความถี่สูงสุด 0.28 อัลลีลขนาด 210 มีค่าความถี่ต่ำสุด 0.03 พบจีโนไทป์ 19 จีโนไทป์ โดยมีจีโนไทป์ BE BD และ EE มีความถี่สูงสุดตามลำดับ จีโนไทป์ที่พบไม่มีอิทธิพลต่อน้ำหนักซากเย็น เปอร์เซ็นต์ซาก พื้นที่หน้าตัดเนื้อสันและความหนาไขมันสันหลังบริเวณซีโครง แต่มีผลต่อคะแนนไขมันแทรกอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ( $P < 0.001$ ) ไพรเมอร์ DIK2670 จึงเป็นไพรเมอร์ที่ดีที่สุดสำหรับการปรับปรุงไขมันแทรกในกล้ามเนื้อของโคลูกผสมบรามันห์-ซาโรเลสส์

## 2.6.2 ปัจจัยที่ส่งผลต่อลักษณะซาก

ปัจจุบันผู้เลี้ยงโคหันมาให้ความสำคัญกับลักษณะซากกันมากขึ้น เพราะลักษณะซากนั้นมีผลต่อการตัดสินใจเลือกซื้อของผู้บริโภคเนื้อโค และยังมีบทบาทต่อเศรษฐกิจการซื้อ-ขายเนื้อโคอีกด้วย ลักษณะซากนั้น ได้แก่ น้ำหนักมีชีวิตก่อนฆ่า น้ำหนักซากเย็น คะแนนไขมันแทรก พื้นที่หน้าตัดเนื้อสัน ความหนาไขมันสันหลังบริเวณซีโครง และเปอร์เซ็นต์ซาก ปัจจัยที่ส่งผลต่อลักษณะซากมีดังนี้

1. ปัจจัยทางด้านอายุ มีผลต่อไขมันแทรก อายุในวันที่เข้าฆ่ามากส่งผลให้มีระดับไขมันแทรกสูง (โงติกา สมถวิล และคณะ., 2560) โดยโคพันธุ์ซิมเมนทอล ซาร์โรเลสส์ เฮียฟอร์ด และ แองกัส มีอายุในวันที่เข้าฆ่า 18 เดือน จะมีระดับไขมันแทรกสูงกว่าโคที่มีอายุในวันที่เข้าฆ่า 12 เดือน และ 15 เดือน โคที่มีอายุมากในการเริ่มต้นการขุนใช้ระยะเวลาการเลี้ยง 12 เดือน จึงส่งเข้าฆ่ามีขนาดพื้นที่หน้าตัดเนื้อสันน้อย แต่จะมีระดับไขมันแทรกสูงขึ้น (Cross *et al.*, 1984)

โคที่มีอายุ 2 ปี เมื่อส่งฆ่ามีเปอร์เซ็นต์ซากอ่อนและเปอร์เซ็นต์ซากเย็นสูงกว่าโคที่มีอายุมากกว่า 2 ปี แต่ไม่ต่างกับโคที่มีอายุน้อยกว่า 2 ปี โคที่มีอายุวันที่เข้าฆ่า 2 ปี ขุน 300-500 วัน เพื่อให้ได้น้ำหนักมีชีวิตสุดท้ายส่งเข้าฆ่ามากกว่า 550 กิโลกรัม จะได้เปอร์เซ็นต์ซากอ่อนสูง แต่ไม่แตกต่างจากโคที่มีน้ำหนักตัวเมื่อส่งฆ่าน้อยกว่า 550 กิโลกรัม (ญาณิน โอภาสพัฒนกิจ และคณะ., 2550)

โคที่ส่งฆ่าเมื่ออายุน้อยกว่าสองปีมีการเจริญเติบโตที่สูง และใช้ระยะเวลาในการขุนสั้นกว่า เพื่อให้ได้น้ำหนักส่งฆ่าประมาณ 430 กิโลกรัม เมื่อเปรียบเทียบกับโคที่ส่งฆ่าเมื่ออายุ 2-3 ปี และมากกว่า 3 ปี อายุเมื่อส่งฆ่ามีผลต่ออัตราการเจริญเติบโต น้ำหนักเมื่อฆ่าและน้ำหนักซากอ่อน โดยโคที่ฆ่าเมื่ออายุมาก มีอัตราการเจริญเติบโตน้อยกว่าโคที่ฆ่าเมื่ออายุน้อย อย่างไรก็ตาม โคที่ฆ่าเมื่ออายุมาก มีน้ำหนักซากอ่อนสูงกว่าโคที่ฆ่าเมื่ออายุน้อย อายุเมื่อส่งโรงฆ่ามีอิทธิพลต่อระยะเวลาการขุน น้ำหนักมีชีวิตสุดท้าย เปอร์เซ็นต์ซากอ่อน ระดับไขมันแทรก เมื่ออายุเมื่อส่งโรงฆ่าสูงขึ้นส่งผลให้เพิ่ม

ระยะเวลาการขุน เปอร์เซ็นต์ซากอ่อน ระดับไขมันแทรก แต่ลดน้ำหนักมีชีวิตสุดท้าย โคที่ส่งโรงฆ่าเมื่ออายุ 4 และ 3 ปี (นภาพันท์ ปิยะเสถียร., 2552)

2. ปัจจัยทางด้านพันธุและการจัดการฟาร์ม การจัดการฟาร์มในแต่ละปีและฤดูกาล มีผลต่อลักษณะคะแนนไขมันแทรก และลักษณะพื้นที่หน้าตัดสันในโคพันธุ์ชาโรเลส์ (Crews *et al.*, 2004)

3. ปัจจัยทางด้านระยะเวลาการขุน ระยะเวลาการขุนมีผลต่อ อัตราการเจริญเติบโต น้ำหนักมีชีวิตสุดท้ายก่อนฆ่า เปอร์เซ็นต์ซากอ่อน ระดับคะแนนไขมันแทรก แต่ถ้าใช้ระยะเวลาการขุนนานขึ้นจะส่งผลให้ลดอัตราการเจริญเติบโต แต่เพิ่มน้ำหนักมีชีวิตสุดท้ายก่อนฆ่า เปอร์เซ็นต์ซากอ่อน ระดับไขมันแทรก โดยที่น้ำหนักมีชีวิตสุดท้ายก่อนฆ่า เปอร์เซ็นต์ซากอ่อน ระดับไขมันแทรกมีค่าสูงสุดเมื่อใช้ระยะเวลาการขุนมากกว่า 399 วัน (นภาพันท์ ปิยะเสถียร., 2552)

4. น้ำหนักมีชีวิตส่งฆ่า มีอิทธิพลต่อขนาดพื้นที่หน้าตัดเนื้อสัน และความหนาไขมันสันหลังบริเวณซี่โครง โดยน้ำหนักมีชีวิตสุดท้ายก่อนฆ่ามาก ทำให้ขนาดพื้นที่หน้าตัดเนื้อสันและความหนาไขมันสันหลังบริเวณซี่โครงมากขึ้น (ญาณิน โอภาสพัฒนกิจ และคณะ., 2550)

5. โคที่เลี้ยงแบบขังคอกมี อัตราการเจริญเติบโตสูงกว่าโคที่ปล่อยแทะเล็มในแปลงหญ้า ปล่อยแทะเล็มหญ้าและฆ่าเมื่ออายุมากให้ซากที่มีกล้ามเนื้อมากและไขมันน้อย (ศิริรัตน์ แดงก่อเกื้อ., 2560)

จากการศึกษารายงานเกี่ยวกับไพรมอร์กับลักษณะซากที่กล่าวมา แสดงให้เห็นว่าไพรมอร์อยู่บนโครโมโซมคู่ที่แตกต่างกันไป ซึ่งสามารถนำมาใช้ศึกษาความสัมพันธ์กับลักษณะซากต่าง ๆ ของโคได้ และการรายงานของ International Society of Animal Genetic. (2011 : 68-69) กล่าวว่า มีไพรมอร์จำนวน 30 เครื่องหมาย ที่มีความเหมาะสมที่จะนำมาศึกษา Molecular Genetics ในโค ซึ่งภายใน 30 เครื่องหมายนี้ ผู้วิจัยสนใจไพรมอร์ CSRM60 ที่อยู่บนโครโมโซมคู่ที่ 10 และ INRA063 อยู่บนโครโมโซมคู่ที่ 18 เพื่อศึกษาจำนวน ขนาด ความถี่ของอัลลีลและจำนวน ขนาดจีโนไทป์ของไพรมอร์ CSRM60 และ INRA063 เพื่อศึกษาหาความสัมพันธ์ของจีโนไทป์ของทั้งสองเครื่องหมายกับลักษณะซากของโคขุนลูกผสมบนโครโมโซมดังกล่าว

## บทที่ 3

# วิธีการดำเนินงานวิจัย

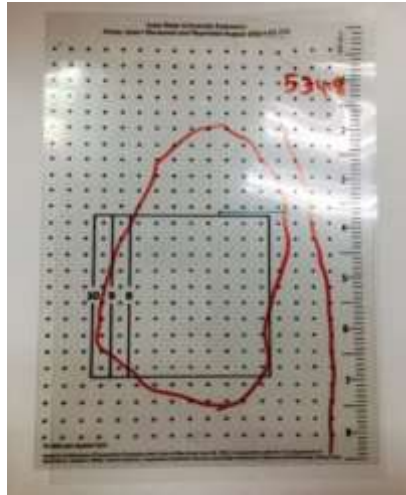
### 3.1 สัตว์ทดลอง

สัตว์ทดลองที่ใช้ในการศึกษาวิจัยครั้งนี้เป็นโคขุนลูกผสมที่เลี้ยงโดยสมาชิก ของสหกรณ์การ เลี้ยงปศุสัตว์ กรป. กลาง โพนยางคำ จำกัด จำนวน 140 ตัว เริ่มขุนโคที่น้ำหนัก 350 กิโลกรัม ใช้ ระยะเวลาในการขุน 1-2 ปี โคถูกส่งเข้าโรงฆ่าที่น้ำหนัก 550-650 กิโลกรัม

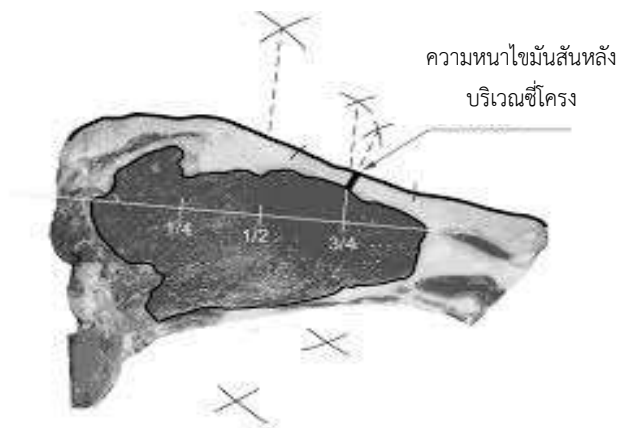
### 3.2 วิธีการดำเนินงานวิจัย

#### 3.2.1 เก็บรวบรวมข้อมูลและเก็บตัวอย่างเลือด

เมื่อสิ้นสุดระยะเวลาการขุน โคมีน้ำหนักประมาณ 550-650 กิโลกรัม จะถูกส่งเข้าโรงฆ่า ของสหกรณ์การเลี้ยงปศุสัตว์ กรป. กลาง โพนยางคำ จำกัด เก็บตัวอย่างจากโคที่ส่งเข้าโรงฆ่าจำนวน 3 ครั้ง ทำการชั่งน้ำหนักมีชีวิตก่อนฆ่าและอดอาหาร 12 ชั่วโมง โดยไม่งดน้ำ จากนั้นนำโคเข้าของฆ่า ทำให้โคสลบด้วยปืนยิงสลบและแทงคอเอาเลือด เก็บตัวอย่างเลือดโคปริมาณ 15 มิลลิลิตรต่อตัว (ในขณะที่ยังมีชีวิต) ผสมกับ 0.5% EDTA ทันทีเพื่อป้องกันเลือดแข็งตัว เก็บไว้ที่อุณหภูมิ 2-4 องศาเซลเซียส เพื่อนำไปสกัดดีเอ็นเอ จากนั้นทำการผ่าซากและบ่มซากที่อุณหภูมิ 0-4 องศาเซลเซียส นาน 7 วัน ชั่งน้ำหนักซากเย็นหลังการบ่มให้คะแนนไขมันแทรก 5 ระดับ (ดังได้กล่าวไว้ในหน้า 9) การวัดพื้นที่หน้าตัดเนื้อสันทำโดยนำแผ่นพลาสติกใส วางบนบริเวณพื้นที่หน้าตัดเนื้อสันนอกบริเวณ กระดูกซี่โครงที่ 12 และ 13 ใช้ปากกาเมจิกวาดตามรอยขอบของพื้นที่หน้าตัดเนื้อสันและไขมันสัน หลังบริเวณซี่โครง เมื่อวาดเรียบร้อยแล้วนำแผ่น Plastic Grid (Iowa State University Extension and Outreach) มาวางทับบนแผ่นพลาสติกใสที่มีรูปภาพพื้นที่หน้าตัดเนื้อสัน เพื่อวัดพื้นที่โดยการ นับจุดจากแผ่น Plastic Grid ที่อยู่บนพื้นที่หน้าตัดเนื้อสัน (ภาพที่ 3.1) การวัดความหนาไขมันสันหลัง บริเวณซี่โครงใช้ไม้บรรทัดด้านเซนติเมตร วัดความหนาไขมันบริเวณสันหลังเหนือซี่โครงซี่ที่ 12 ห่าง จากกระดูกสันหลัง ระยะ 3 ใน 4 ของหน้าตัดเนื้อสัน (ภาพที่ 3.2) และคำนวณเปอร์เซ็นต์ซากเย็น (น้ำหนักซากหลังบ่ม  $\times$  100 / น้ำหนักมีชีวิต) ข้อมูลซากได้แสดงในตารางที่ 3.1



ภาพที่ 3.1 การวัดขนาดพื้นที่หน้าตัดเนื้อสัน  
โดยใช้ Plastic Grid



ภาพที่ 3.2 การวัดความหนาไขมันสันหลังบริเวณซี่โครง  
ที่มา : ธนนันท์ ศุภกิจจานนท์ (2547)

ตารางที่ 3.1 แสดงข้อมูลลักษณะซาก (n = 140)

| ลักษณะที่ศึกษา                                       | ค่าต่ำสุด | ค่าสูงสุด | ค่าเฉลี่ย | ค่าเบี่ยงเบน<br>มาตรฐาน |
|--|-----------|-----------|-----------|-------------------------|
| น้ำหนักสุดท้ายก่อนเข้าฆ่า (กก.)                      | 399.00    | 771.00    | 564.87    | 78.99                   |
| น้ำหนักซากเย็น (กก.)                                 | 212.00    | 412.00    | 310.77    | 43.60                   |
| เปอร์เซ็นต์ซากเย็น                                   | 47.53     | 68.94     | 54.97     | 2.66                    |
| คะแนนไขมันแทรก                                       | 2.50      | 3.00      | 2.99      | 0.042                   |
| พื้นที่หน้าตัดเนื้อสัน (ตร.ซม.)                      | 60.97     | 109.36    | 83.96     | 10.29                   |
| ความหนาไขมันสันหลังบริเวณซี่โครง (ซม.) <sup>1/</sup> | 0.10      | 3.05      | 0.99      | 0.55                    |

<sup>1/</sup> n = 139

### 3.2.2 การสกัดดีเอ็นเอจากเลือดโคขุนโดยใช้ NucleoSpin Blood kit

#### 1. อุปกรณ์ที่ใช้ในการสกัดดีเอ็นเอจากเลือด

- 2 ml Microcentrifuge tube ยี่ห้อ Gen Follower และ Axygen
- 1.5 ml Microcentrifuge tube ยี่ห้อ Gen Follower และ Axygen
- Miniprep Column ยี่ห้อ Gen Follower และ Axygen
- Micropipette ยี่ห้อ Gilson ขนาด 0.2-2  $\mu$ l 10-100  $\mu$ l 50-200  $\mu$ l และ 200-1000  $\mu$ l
- Microtip ยี่ห้อ Gen Follower ขนาด 2  $\mu$ l 200  $\mu$ l และ 1000  $\mu$ l
- Microtube rack
- Vortex ยี่ห้อ Vortex Genie2
- Centrifuge ยี่ห้อ Eppendorf Centrifuge 5424
- Block heater ขนาด Stuart Scientific
- ถุงมือยาง

#### 2. สารเคมี NucleoSpin Blood kit

- B3 Buffer
- BW Buffer
- B5 Buffer
- BE Buffer
- Proteinase K
- (96-100%) Ethanol

#### 3. ขั้นตอนการสกัดดีเอ็นเอจากเลือดโคขุนโดยใช้ NucleoSpin Blood kit

ขั้นตอนที่ 1 ใช้ Micropipette ดูด BE Buffer ปริมาณ 100 ไมโครลิตร ลงใน Microcentrifuge tube ขนาด 1.5 ไมโครลิตร อุ่นด้วย Block heater ที่ตั้งไว้ที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส

ขั้นตอนที่ 2 ใช้ Micropipette ดูด ตัวอย่างเลือด ปริมาณ 200 ไมโครลิตร ลงในหลอด Microcentrifuge tube 1.5 ไมโครลิตรหลอดใหม่ และใช้ Micropipette ดูด Proteinase K ปริมาณ 25 ไมโครลิตร ลงในหลอด Microcentrifuge tube 1.5 ไมโครลิตรหลอดเดิมที่มีตัวอย่างเลือด และใช้ Micropipette ดูด B3 Buffer ปริมาณ 200 ไมโครลิตร ลงในหลอด Microcentrifuge tube 1.5 ไมโครลิตรหลอดเดิมที่มี ตัวอย่างเลือด และ Proteinase K อยู่ นำไป Vortex เป็นเวลา 10 วินาที จากนั้นทำการอุ่นด้วย Block heater ให้ได้อุณหภูมิที่ 70 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10-15 นาที

ขั้นตอนที่ 3 ใช้ Micropipette ดูด (96-100%) Ethanol ปริมาณ 210 ไมโครลิตร ลงในหลอด Microcentrifuge tube 1.5 ไมโครลิตรหลอดเดิมที่มี Proteinase K ตัวอย่างเลือดและ B3 Buffer อยู่ และนำไป Vortex เป็นเวลา 10 วินาที

ขั้นตอนที่ 4 เตรียม Miniprep column วางลงในหลอด Microcentrifuge tube ขนาด 2 มิลลิลิตร ดูตัวอย่างทั้งหมดที่มีอยู่ (ยกเว้นตะกอน) ด้วย Micropipette ปริมาณ 635 ไมโครลิตร ใส่ลง Miniprep column และนำไปปั่นเหวี่ยงที่ 11,000 รอบต่อ 1 นาที (หากตัวอย่างไหลลงจาก Miniprep column ไม่หมดให้ปั่นเหวี่ยงที่ 15,000 รอบต่อ 1 นาที อีกครั้ง)

ขั้นตอนที่ 5 นำ Miniprep column เดิมวางลงใน Microcentrifuge tube ขนาด 2 มิลลิลิตรหลอดใหม่ และใช้ Micropipette ดูด BW Buffer ปริมาณ 500 ไมโครลิตร ใส่ลงใน Miniprep column และนำไปปั่นเหวี่ยงที่ 11,000 รอบต่อ 1 นาที และเปลี่ยน Microcentrifuge tube ขนาด 2 มิลลิลิตร หลอดใหม่อีกครั้ง ใช้ Micropipette ดูด B5 Buffer ปริมาณ 600 ไมโครลิตร ใส่ลงใน Miniprep column และนำไปปั่นเหวี่ยงที่ 11,000 รอบต่อ 1 นาที

ขั้นตอนที่ 6 เติมน้ำส่วนใสที่อยู่ด้านล่างทิ้ง และนำไปปั่นเหวี่ยงที่ 11,000 รอบต่อ 1 นาที อีกครั้ง

ขั้นตอนที่ 7 นำ Miniprep column เดิมวางลงใน Microcentrifuge tube ขนาด 1.5 มิลลิลิตรหลอดใหม่ และใช้ Micropipette ดูด BE Buffer (70 องศาเซลเซียส) ปริมาณ 100 ไมโครลิตร ใส่ลงตรงกลาง Miniprep column ทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 1 นาที และนำไปปั่นเหวี่ยงที่ 11,000 รอบต่อ 1 นาที แล้วนำไปเก็บไว้ที่อุณหภูมิ -20 องศาเซลเซียส เพื่อหยุดกระบวนการสลายตัวของดีเอ็นเอจนกว่าจะนำมาใช้งาน

3.2.3 การตรวจสอบความบริสุทธิ์ของดีเอ็นเอ โดยการวัดค่าดูดกลืนแสงของดีเอ็นเอด้วยความยาวคลื่นแสง A260 และค่าดูดกลืนคลื่นแสงของโปรตีน A280 อัตราส่วนของ A260/A280 (ความบริสุทธิ์ของดีเอ็นเอ) ควรมีค่าอยู่ระหว่าง 1.8-1.9 ถ้ามีค่าต่ำกว่านี้แสดงว่ามีการปนเปื้อนของโปรตีนสูง

#### 1. อุปกรณ์และเครื่องมือ

- เครื่องวัดการดูดกลืนแสง รุ่น SmartSpec™ Plus Spectrophotometer BIO RAD
- คิวเวทท์ (Cuvette) ยี่ห้อ Eppendorf
- กระดาษทิชชู
- Micropipette ยี่ห้อ Gilson ขนาด 0.2-2 µl 10-100 µl 50-200 µl และ 200-1000 µl
- Microtip ยี่ห้อ Gen Follower และ Axygen ขนาด 2 µl 200 µl และ 1000 µl
- ถังมือยาง

## 2. สารเคมี

- 70% Alcohol
- ddH<sub>2</sub>O

## 3. ขั้นตอนการตรวจสอบความบริสุทธิ์ของดีเอ็นเอ โดยการวัดค่าดูดกลืนแสง

- ใช้ Micropipette ดูด ddH<sub>2</sub>O 200 ไมโครลิตร ลงในคิวเวทท์และนำคิวเวทท์ใส่ลงเครื่อง SmartSpec™ Plus Spectrophotometer ทำการวัดค่า Blank

- ใช้ Micropipette ดูด ddH<sub>2</sub>O 198 ไมโครลิตร ใส่ลงในคิวเวทท์และใช้ Micropipette ดูดตัวอย่างดีเอ็นเอ 2 ไมโครลิตร ใส่ลงในคิวเวทท์พร้อมกับ ddH<sub>2</sub>O เป็นปริมาณ 200 ไมโครลิตร ดูดสารละลายด้วย Micropipette ขึ้นลง 2-3 ครั้ง นำคิวเวทท์ใส่ลงเครื่อง SmartSpec™ Plus Spectrophotometer วัดค่าดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 260 และ 280 นาโนเมตร และเก็บรักษาสภาพดีเอ็นเอส่วนที่เหลือไว้ที่อุณหภูมิ -20 องศาเซลเซียส ใช้ 70% Alcohol ทำความสะอาดคิวเวทท์ทุกครั้งก่อนเปลี่ยนตัวอย่าง ดีเอ็นเอเซ็ดให้แห้งด้วยกระดาษทิชชู

### 3.2.4 การเพิ่มปริมาณดีเอ็นเอ โดยใช้เทคนิคปฏิกิริยาลูกโซ่โพลีเมอเรส (Polymerase Chain Reaction หรือ PCR)

#### 1. อุปกรณ์และเครื่องมือ

- Micropipette ยี่ห้อ Gilson ขนาด 0.2-2 µl 10-100 µl 50-200 µl และ 200-1000 µl
- Microtip ยี่ห้อ Gen Follower และ Axygen ขนาด 2 µl 200 µl และ 1000 µl
- Microcentrifuge tube ยี่ห้อ Gen Follower และ Axygen ขนาด 1.5 µl
- PCR tube ยี่ห้อ Axygen
- PCR tube rack
- PCR machine รุ่น T100™ Thermal Cycler BIO RAD
- Vortex ยี่ห้อ Vortex Genie2

#### 2. สารเคมี

- Forward Primer
- Reverse Primer
- Taq Reaction Buffer
- My Taq HS DNA Polymerase
- ddH<sub>2</sub>O

3. ขั้นตอนการเพิ่มปริมาณดีเอ็นเอ โดยใช้เทคนิคปฏิกิริยาลูกโซ่โพลีเมอเรส ทำการเจือจาง (Dilute) ดีเอ็นเอให้เหลือ 50 นาโนกรัม คำนวณโดยใช้สูตร  $C_1V_1 = C_2V_2$

$C_1$  = ความเข้มข้นของตัวอย่างที่มีอยู่ (ค่า conc)

$V_1$  = ปริมาณตัวอย่างที่มีอยู่

$C_2$  = ความเข้มข้นที่ต้องการ คือ 50 นาโนกรัม

$V_2$  = ปริมาณที่ต้องการเตรียม คือ 50 ไมโครลิตร

ตัวอย่างเช่น  $C_1 V_1 = C_2 V_2$

6322.8042 ( $V_1$ ) = (50 นาโนกรัม) (50 ไมโครลิตร)

$V_1 = \frac{2500}{6322.8042}$

$V_1 = 0.40$  ไมโครลิตร

ดังนั้น ต้องเตรียม ddH<sub>2</sub>O 49.6 ไมโครลิตร และใช้ปริมาณตัวอย่างดีเอ็นเอ 0.40 ไมโครลิตร จึงจะได้ปริมาณ 50 ไมโครกรัมที่มีความเข้มข้นของดีเอ็นเอ 50 นาโนกรัม

จากนั้นทำการ Master mix โดยใช้ชุดสำเร็จรูป 5x My Taq Reaction Buffer (BIOLINE) มีส่วนประกอบแสดงในตารางที่ 3.2 การทำ PCR จำนวนมากต้องทำการผสมสารต่าง ๆ รวมในหลอดเดียวกันก่อน (Master mix) และต้องผสมสารให้มีปริมาณมากกว่าจำนวนตัวอย่าง 1 Reaction ใช้ Micropipette ดูด ddH<sub>2</sub>O ปริมาณ 8.85 ไมโครลิตร ลงในหลอด Microcentrifuge tube ขนาด 1.5 ไมโครลิตร ตามด้วย Taq Reaction Buffer 3.00 ไมโครลิตร Forward Primer 0.90 ไมโครลิตร Reverse Primer 0.90 ไมโครลิตร และ My Taq HS DNA Polymerase 0.15 ไมโครลิตร นำไป Vortex แล้วจึงแบ่งสารผสมใส่ในหลอด PCR tube แต่ละหลอดปริมาณ 13.8 ไมโครลิตร แล้วจึงใส่ดีเอ็นเอของแต่ละตัวอย่าง 1.20 ไมโครลิตร (ระหว่างการทำทุกขั้นตอน On ice ตลอดเวลา) นำเข้าเครื่องเพิ่มปริมาณดีเอ็นเอโดยปฏิกิริยาลูกโซ่โพลีเมอเรส (PCR Machine) ปรับอุณหภูมิและเวลาของเครื่องให้เป็นไปตาม ตารางที่ 3.3

**ตารางที่ 3.2** ส่วนประกอบของชุดสำเร็จรูป 5x My Taq Reaction Buffer (BIOLINE) ในการทำปฏิกิริยาลูกโซ่โพลีเมอเรส

| สาร                         | ปริมาณ/ไมโครลิตร |
|-----------------------------|------------------|
| 1. ddH <sub>2</sub> O       | 8.85             |
| 2. Taq Reaction Buffer      | 3.00             |
| 3. Forward Primer           | 0.90             |
| 4. Reverse Primer           | 0.90             |
| 5. My Taq HS DNA Polymerase | 0.15             |
| 6. DNA template 50 ng       | 1.20             |
| <b>รวม</b>                  | <b>15</b>        |

ตารางที่ 3.3 ขั้นตอนการเพิ่มปริมาณดีเอ็นเอ โดยปฏิกิริยาลูกโซ่โพลีเมอเรส

| ลำดับขั้นตอน                       | อุณหภูมิ | เวลา      |
|------------------------------------|----------|-----------|
| 1. Initial Denaturation            | 94°C     | 3 นาที    |
| 2. Denaturation                    | 94°C     | 4 นาที    |
| 3. Annealing                       |          |           |
| หากเป็น Primer CSRM60              | 56.9°C   | 30 วินาที |
| หากเป็น Primer INRA063             | 56.7°C   | 30 วินาที |
| 4. Extending the Reaction          | 72°C     | 45 วินาที |
| ทำซ้ำในขั้นตอนที่ 2-4 จำนวน 35 รอบ |          |           |
| 5. Final Extending                 | 72°C     | 5 นาที    |

### 3.2.5 การดูแถบดีเอ็นเอหลังจากการทำ PCR ด้วย Agarose Gel

#### 1. อุปกรณ์และเครื่องมือ

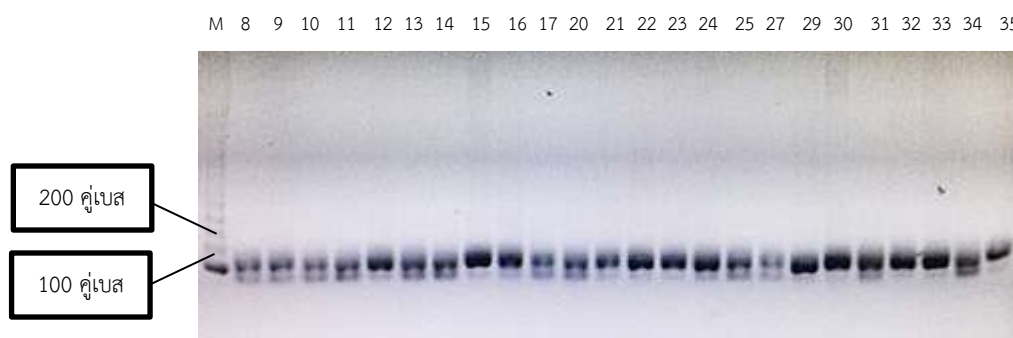
- Micropipette ยี่ห้อ Gilson ขนาด 0.2-2  $\mu$ l 10-100  $\mu$ l 50-200  $\mu$ l และ 200-1000  $\mu$ l
- Microtip ยี่ห้อ Gen Follower และ Axygen ขนาด 2  $\mu$ l 200  $\mu$ l และ 1000  $\mu$ l
- Erlenmeyer Flask 100 ml.
- เครื่องชั่ง ยี่ห้อ Sartorius as Gottingen
- เต้าไมโครเวฟ ยี่ห้อ Electrolux
- ถาดเจล
- Electrophoresis ยี่ห้อ Bio Rad
- Gel Document ยี่ห้อ Bio Rad

#### 2. สารเคมี

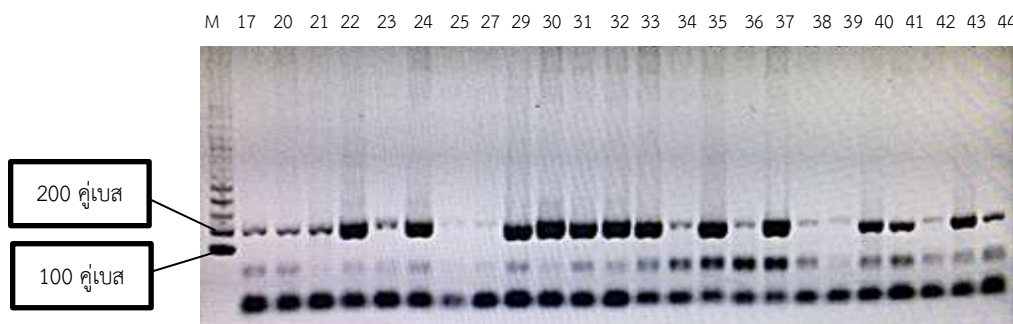
- Agarose ยี่ห้อ Vivantis
- 0.5x TBE Buffer ยี่ห้อ Amresco
- 100X Visafe Red Gel Stain
- 6x Loading Dye ยี่ห้อ Vivantis
- 100 bp marker ยี่ห้อ Vivantis
- PCR Product

### 3. ขั้นตอนการดูแถบดีเอ็นเอของ PCR Product ด้วย Agarose

หลังจากทำปฏิกิริยาลูกโซ่โพลีเมอเรสเสร็จสิ้น เตรียม Agarose 1% ใช้ผง Agarose 0.5 กรัม ละลายใน Buffer 0.5x TBE 50 มิลลิลิตร และหลอมละลาย Agarose โดยใช้เตาไมโครเวฟ เวลา 3-5 นาที จนกระทั่งได้สารละลายใส รอจนสารละลายเย็นลงเล็กน้อย ตูต 100X Visafe Red Gel Stain ปริมาณ 1 ไมโครลิตรด้วย Micropipette ใส่ลงในสารละลาย จากนั้นเทสารละลายอะกาโรส 50 มิลลิเมตรลงในถาด เจลพร้อมเสียบทวิ ที่ตั้งไว้นาน 30 นาทีเพื่อให้เจลจับตัวแข็งในถาด จากนั้นนำถาดเจลไปใส่ใน Chamber Electrophoresis นำ 6x Loading Dye ปริมาณ 1 ไมโครลิตร ผสมกับ PCR Product ปริมาณ 5 ไมโครลิตร (สัดส่วน 1:5) ใส่ลงในช่องของแผ่นเจล โดยช่องเจลช่องแรกใส่เครื่องหมายมาตรฐาน 100 bp marker ปริมาณ 1 ไมโครลิตร เพื่อเป็นแถบดีเอ็นเอมาตรฐาน และช่องถัดไปใส่ผลผลิต PCR ของเลือดโคทั้งหมด จนถึงช่องสุดท้าย เปิดกระแสไฟฟ้า 100 โวลต์นาน 30 นาที จากนั้นนำแผ่นอะกาโรสเจลเข้าเครื่อง ตรวจสอบแถบดีเอ็นเอภายใต้แสง UV ด้วยเครื่อง Gel Document และบันทึกภาพแถบดีเอ็นเอโดยใช้ โปรแกรม Image Lab™ Software Bio Rad จะได้ดังภาพที่ 3.3 และภาพที่ 3.4



ภาพที่ 3.3 แสดงแถบดีเอ็นเอ PCR Product ของไพรเมอร์ CSRM60  
(M = Marker 100 bp ตัวเลข 8 ถึง 35 = ตัวอย่างตามหมายเลข)



ภาพที่ 3.4 แสดงแถบดีเอ็นเอ PCR Product ของไพรเมอร์ INRA063  
(M = Marker 100 bp ตัวเลข 17 ถึง 44 = ตัวอย่างตามหมายเลข)

### 3.2.6 ขั้นตอนการแยกอัลลิวของแต่ละไพรเมอร์

แถบดีเอ็นเอที่ได้หลังจากการทำ PCR ไม่สามารถแยกอัลลิวได้ จึงต้องทำการแยกอัลลิวด้วยเทคนิค 4.5% Denaturing PAGE SSLP ขั้นตอนการเตรียมตัวอย่างก่อนทำ PAGE คือ เตรียม 96 Well PCR Plate พร้อมทั้งเขียนตัวเลขและสัญลักษณ์กำกับไว้ที่ช่อง ช่องที่หนึ่งใส่ 100 bp Marker ปริมาณ 4 ไมโครลิตรและ ช่องต่อไปใส่ผลผลิตพีซีอาร์ปริมาณ 10 ไมโครลิตร เมื่อใส่ผลผลิตพีซีอาร์ครบแล้วปิดด้วย Aluminum Sealing Foil เก็บไว้ที่อุณหภูมิ 2-4 องศาเซลเซียส หรือวางในกล่องโฟมที่มีน้ำแข็งอยู่ ส่งตัวอย่างไปวิเคราะห์ห้องปฏิบัติการดีเอ็นเอเทคโนโลยี (DNATEC) ณ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม ซึ่งใช้ Marker HinfI 100 bp Marker และ 50 bp Marker เป็นมาตรฐานในการวัดชนิดและขนาดของอัลลิว ผลการรันเจลแสดงไว้ในภาคผนวก ก แสดงอัลลิวของไพรเมอร์ CSRM60 และ INRA063 หลังจากนั้นอ่านขนาดของอัลลิวโดยการประเมินด้วยสายตาโดยผู้ที่มีประสบการณ์จำนวน 3 คน โดยการเปรียบเทียบขนาดของอัลลิวกับ Standard Marker การอ่านขนาดของอัลลิวแสดงไว้ในภาคผนวก ข

### 3.3 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

ใช้ค่าความถี่ในการวิเคราะห์อัลลิวและจีโนไทป์ของไพรเมอร์ทั้งสองที่ศึกษา และวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ระหว่างจีโนไทป์ของไพรเมอร์ CSRM60 และ INRA063 และครั้งที่เข้าฆ่ากับลักษณะซาก โดยใช้วิธี General linear model (GLM) ซึ่งมีน้ำหนักมีชีวิตก่อนฆ่าเป็นตัวแปรร่วม (cofactor) และมีแบบหุ่นทางสถิติในการวิเคราะห์ ดังนี้

$$Y_{ijk} = \mu + SLD_i + G_j + \beta_1(FLW_{ij} - \overline{FLW}) + \varepsilon_{ijk}$$

$Y_{ijk}$  คือ ค่าลักษณะซากที่ศึกษา

$\mu$  คือ ค่าเฉลี่ยของประชากร

$SLD_i$  คือ ปัจจัยคงที่เนื่องมาจากครั้งที่เข้าฆ่า ( $i = 1\ 2\ 3$ )

$G_j$  คือ ปัจจัยคงที่เนื่องมาจากจีโนไทป์ ไพรเมอร์ CSRM60 ( $j = AC\ AD\ AE$  ..... FH) ไพรเมอร์ INRA063 ( $j = AC\ AD\ BB$  ..... DE)

$\beta_1$  คือ ค่าสัมประสิทธิ์ถดถอยที่เกี่ยวข้องกับน้ำหนักมีชีวิตก่อนฆ่า ( $FLW_{ij}$ )

$\overline{FLW}$  คือ ค่าเฉลี่ยของน้ำหนักมีชีวิตก่อนฆ่า

$\varepsilon_{ijk}$  คือ ค่าความคลาดเคลื่อนของปัจจัยที่ศึกษา

หากพบว่าปัจจัยด้านครั้งที่เข้ามา และจิ้นโพบ์ที่ได้จากไพรมอร์ CSRM60 และ INRA063 แต่ละตัวมีอิทธิพลต่อลักษณะซากที่ศึกษา ทำการเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยกำลังสองน้อยที่สุด (Least Squares Means) ของลักษณะซากที่ศึกษาด้วย PDIFF option

### 3.4 สถานที่ทำการวิจัย

ห้องปฏิบัติการชีวโมเลกุลทางสัตว์ (ค.142) แชนงวิชาเทคโนโลยีการเกษตร-การผลิตสัตว์ สาขาวิชาครุศาสตร์เกษตร คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กรุงเทพฯ ฯ และห้องปฏิบัติการดีเอ็นเอเทคโนโลยี (DNATEC) ณ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม

### 3.5 ระยะเวลาที่ใช้ในงานวิจัย

เริ่มต้นเดือนสิงหาคม พ.ศ. 2558 ถึง เดือนตุลาคม พ. ศ. 2561

## บทที่ 4

### ผลการวิจัยและวิจารณ์

#### 4.1 ผลการศึกษาจำนวน ขนาด ความถี่ของอัลลิว และจำนวน ความถี่ของจีโนไทป์

4.1.1 ผลการศึกษาอัลลิวที่ได้จากไพรเมอร์ CSRM60 พบว่า มีจำนวน 8 อัลลิว คือ A B C D E F G และ H มีขนาด 94 96 97 100 103 105 112 และ 116 คู่เบส ตามลำดับ อัลลิว E มีค่าความถี่สูงสุด 0.2279 และอัลลิว H มีค่าความถี่ต่ำสุด 0.0073 แสดงไว้ในตารางที่ 4.1 มี 22 จีโนไทป์ ซึ่งมี BE BF และ EG มีค่าความถี่สูงสุด คือ 0.2280 0.1102 และ 0.0882 ตามลำดับ จีโนไทป์ที่มีลักษณะของอัลลิวเป็นโฮโมไซกัส คือ BB แสดงไว้ในตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.1 จำนวน ขนาดและความถี่ของอัลลิวที่ได้จากไพรเมอร์ CSRM60

| CSRM60     |             |                          |                       |
|------------|-------------|--------------------------|-----------------------|
| อัลลิว     | จำนวนอัลลิว | ขนาดคู่เบส <sup>1/</sup> | ความถี่ <sup>2/</sup> |
| A          | 17          | 94                       | 0.0625                |
| B          | 59          | 96                       | 0.2169                |
| C          | 24          | 97                       | 0.0882                |
| D          | 30          | 100                      | 0.1102                |
| E          | 62          | 103                      | 0.2279                |
| F          | 42          | 105                      | 0.1544                |
| G          | 36          | 112                      | 0.1323                |
| H          | 2           | 116                      | 0.0073                |
| <b>รวม</b> | <b>272</b>  |                          | <b>1.0000</b>         |

<sup>1/</sup> อ่านประเมินค่าด้วยสายตา <sup>2/</sup> ความถี่คำนวณจากจำนวนอัลลิวนั้น ๆ /จำนวนอัลลิวทั้งหมด

ตารางที่ 4.2 จำนวนและความถี่ของจีโนไทป์ที่ได้จากไพรเมอร์ CSRM60

| CSRM 60       |            |               |
|---------------|------------|---------------|
| จีโนไทป์      | จำนวน      | ความถี่       |
| AC            | 1          | 0.0073        |
| AD            | 7          | 0.0514        |
| AE            | 3          | 0.0220        |
| AF            | 4          | 0.0294        |
| AG            | 2          | 0.0147        |
| BB            | 1          | 0.0073        |
| BC            | 2          | 0.0147        |
| BD            | 5          | 0.0367        |
| BE            | 31         | 0.2280        |
| BF            | 15         | 0.1102        |
| BG            | 4          | 0.0294        |
| CE            | 9          | 0.0661        |
| CF            | 9          | 0.0661        |
| CG            | 3          | 0.0220        |
| DE            | 5          | 0.0370        |
| DF            | 4          | 0.0294        |
| DG            | 8          | 0.0588        |
| DH            | 1          | 0.0073        |
| EF            | 2          | 0.0147        |
| EG            | 12         | 0.0882        |
| FG            | 7          | 0.0514        |
| FH            | 1          | 0.0073        |
| <b>รวม 22</b> | <b>136</b> | <b>1.0000</b> |

4.1.2 ผลการศึกษาอัลลิวิที่ได้จากไพรเมอร์ INRA063 พบว่า มีจำนวน 7 อัลลิวิ คือ A B C D E F และ G มีขนาด 171 176 178 179 183 185 และ 187 คู่เบส ตามลำดับ อัลลิวิ E มีค่าความถี่สูงสุด 0.3963 และอัลลิวิ G มีค่าความถี่ต่ำสุด 0.0036 แสดงไว้ในตารางที่ 4.3 มี 11 จีโนไทป์ซึ่งมี BE และ CE มีค่าความถี่สูงสุด คือ 0.3913 และ 0.3480 ตามลำดับ จีโนไทป์ที่มีลักษณะของอัลลิวิเป็นโฮโมไซกัส คือ BB CC และ DD แสดงไว้ในตารางที่ 4.4

**ตารางที่ 4.3** จำนวน ขนาด และความถี่ของอัลลิวิที่ได้จากไพรเมอร์ INRA063

| INRA063    |              |            |               |
|------------|--------------|------------|---------------|
| อัลลิวิ    | จำนวนอัลลิวิ | ขนาดคู่เบส | ความถี่       |
| A          | 3            | 171        | 0.0109        |
| B          | 75           | 176        | 0.2727        |
| C          | 68           | 178        | 0.2472        |
| D          | 12           | 179        | 0.0436        |
| E          | 109          | 183        | 0.3963        |
| F          | 8            | 185        | 0.0290        |
| G          | 1            | 187        | 0.0036        |
| <b>รวม</b> | <b>275</b>   |            | <b>1.0000</b> |

ตารางที่ 4.4 จำนวนและความถี่ของจีโนไทป์ที่ได้จากไพรเมอร์ INRA063

| INRA063       |            |               |
|---------------|------------|---------------|
| จีโนไทป์      | จำนวน      | ความถี่       |
| AC            | 2          | 0.0144        |
| AD            | 1          | 0.0072        |
| BB            | 5          | 0.0362        |
| BD            | 2          | 0.0144        |
| BE            | 54         | 0.3913        |
| BF            | 8          | 0.0580        |
| BG            | 1          | 0.0072        |
| CC            | 9          | 0.0652        |
| CE            | 48         | 0.3480        |
| DD            | 1          | 0.0072        |
| DE            | 7          | 0.0507        |
| <b>รวม 11</b> | <b>138</b> | <b>1.0000</b> |

จากการศึกษาขนาดของอัลลิวที่ได้จากไพรเมอร์ CSRM60 และ INRA063 พบว่าขนาดของอัลลิวใกล้เคียงกับ International Society of Animal Genetic. (2011 : 68-69) ที่รายงานว่ไพรเมอร์ CSRM60 มีขนาดของอัลลิว 79-115 คู่เบส และไพรเมอร์ INRA063 มีขนาดของอัลลิว 167-189 และใกล้เคียงกับ เจนจिरา นาคเกิด (2561) รายงานว่าไพรเมอร์ INRA063 มีขนาดของอัลลิว 175-195 คู่เบส

#### 4.2 ผลการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างไพรเมอร์ CSRM60 และ INRA063 กับลักษณะซาก

จากการศึกษา พบว่า จีโนไทป์ที่ได้จากไพรเมอร์ CSRM60 และ INRA063 และครั้งที่เข้าฆ่าไม่มีความสัมพันธ์กับน้ำหนักซากเย็น เปอร์เซ็นต์ซากเย็น คะแนนไขมันแทรก พื้นที่หน้าตัดเนื้อสันและความหนาของไขมันสันหลังบริเวณซี่โครง แสดงไว้ในตารางที่ 4.5 และ 4.6

ตารางที่ 4.5 ค่า P-values และค่า  $R^2$  ต่อลักษณะซากเนื่องจากปัจจัยด้านจีโนไทป์ของไพรเมอร์ CSRM60 และครั้งที่เข้าฆ่า

| ลักษณะที่ศึกษา                         | P- values |                 | $R^2$  |
|--|-----------|-----------------|--------|
|  | จีโนไทป์  | ครั้งที่เข้าฆ่า |        |
| น้ำหนักซากเย็น (กก.)                   | 0.7920    | 0.8462          | 0.8743 |
| เปอร์เซ็นต์ซากเย็น                     | 0.4435    | 0.0600          | 0.2068 |
| คะแนนไขมันแทรก                         | 0.6066    | 0.3684          | 0.1517 |
| พื้นที่หน้าตัดเนื้อสัน (ตร.ซม.)        | 0.3980    | 0.0308          | 0.3919 |
| ความหนาไขมันสันหลังบริเวณซี่โครง (ซม.) | 0.4781    | 0.0543          | 0.3058 |

$R^2$  = Adjusted R-Squared และ n = 136 ตัว

ตารางที่ 4.6 ค่า P-values และค่า  $R^2$  ของปัจจัยด้านจีโนไทป์ที่ได้จากไพรเมอร์ INRA063 และครั้งที่เข้าฆ่าที่มีความสัมพันธ์กับลักษณะซาก

| ลักษณะที่ศึกษา                         | P- values |                 | $R^2$  |
|--|-----------|-----------------|--------|
|  | จีโนไทป์  | ครั้งที่เข้าฆ่า |        |
| น้ำหนักซากเย็น (กก.)                   | 0.8720    | 0.8327          | 0.8682 |
| เปอร์เซ็นต์ซากเย็น                     | 0.8936    | 0.1053          | 0.1037 |
| คะแนนไขมันแทรก                         | 0.9961    | 0.4602          | 0.0258 |
| พื้นที่หน้าตัดเนื้อสัน (ตร.ซม.)        | 0.8876    | 0.1784          | 0.3332 |
| ความหนาไขมันสันหลังบริเวณซี่โครง (ซม.) | 0.3836    | 0.0312          | 0.2429 |

$R^2$  = Adjusted R-Squared และ n = 138 ตัว

จีโนไทป์ที่ได้จากไพรเมอร์ CSRM60 และ INRA063 ไม่มีความสัมพันธ์กับพื้นที่หน้าตัดเนื้อสัน และความหนาไขมันสันหลังบริเวณซี่โครง ( $P > 0.05$ ) แสดงในตารางที่ 4.5 และ ตารางที่ 4.6

อย่างไรก็ตามการศึกษาในไพรเมอร์ CSRM60 นี้ พบว่า ครั้งที่เข้าฆ่ามีอิทธิพลต่อพื้นที่หน้าตัดเนื้อสัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P < 0.05$ ) โดยค่าเฉลี่ยของพื้นที่หน้าตัดเนื้อสันของโคที่เข้าฆ่าครั้งที่ 1 (86.541 ตร.ซม.) และครั้งที่ 2 (85.609 ตร.ซม.) มากกว่าครั้งที่ 3 (81.067 ตร.ซม.) ดังแสดงไว้ในตารางที่ 4.7

ตารางที่ 4.7 ค่าเฉลี่ยกำลังสองน้อยที่สุด (Least Squares Means) และค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของพื้นที่หน้าตัดเนื้อสันของไพรเมอร์ CSRM60 เนื่องจากครั้งที่เข้าฆ่าต่างกัน

| ลักษณะที่ศึกษา         | ครั้งที่เข้าฆ่า | ค่าเฉลี่ยกำลังสองน้อยที่สุด $\pm$<br>ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน (ตร.ชม.) |
|------------------------|-----------------|---|
| พื้นที่หน้าตัดเนื้อสัน | 1               | 86.541 $\pm$ 2.321 <sup>a</sup>   |
|                        | 2               | 85.609 $\pm$ 1.652 <sup>a</sup>   |
|                        | 3               | 81.067 $\pm$ 1.486 <sup>b</sup>   |

<sup>a,b</sup>: ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวตั้ง แสดงถึงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P < 0.05$ )

ส่วนการศึกษาในไพรเมอร์ INRA063 นั้นพบว่า ครั้งที่เข้าฆ่ามีอิทธิพลต่อความหนาไขมันสันหลังบริเวณซีโครงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P < 0.05$ ) ซึ่งโคที่เข้าฆ่าครั้งที่ 1 มีค่าเฉลี่ยความหนาไขมันสันหลังบริเวณซีโครงบางที่สุด (0.735 ซม.) ดังแสดงไว้ในตารางที่ 4.8

ตารางที่ 4.8 ค่าเฉลี่ยกำลังสองน้อยที่สุด (Least Squares Means) และค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของความหนาไขมันสันหลังบริเวณซีโครงของไพรเมอร์ INRA063 เนื่องจากครั้งที่เข้าฆ่าต่างกัน

| ลักษณะที่ศึกษา                      | ครั้งที่เข้าฆ่า | ค่าเฉลี่ยกำลังสองน้อยที่สุด $\pm$<br>ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน (ชม.) |
|-------------------------------------|-----------------|--|
| ความหนาไขมันสันหลัง<br>บริเวณซีโครง | 1               | 0.735 $\pm$ 0.142 <sup>a</sup>                                       |
|                                     | 2               | 1.055 $\pm$ 0.113 <sup>b</sup>                                       |
|                                     | 3               | 1.096 $\pm$ 0.119 <sup>b</sup>                                       |

<sup>a,b</sup>: ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวตั้ง แสดงถึงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P < 0.05$ )

ผลการศึกษานี้พบว่าครั้งที่เข้าฆ่ามีอิทธิพลต่อพื้นที่หน้าตัดเนื้อสัน (ในไพรเมอร์ CSRM60) และต่อความหนาไขมันสันหลังบริเวณซีโครง (ในไพรเมอร์ INRA063) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ นั่นแตกต่างไปจากรายงานของ ญาณิน โอภาสพันกิจ และคณะ (2550) ที่ว่าน้ำหนักมีชีวิตก่อนส่งฆ่า มีอิทธิพลต่อขนาดพื้นที่หน้าตัดเนื้อสัน และความหนาไขมันสันหลังบริเวณซีโครง เนื่องจาก ญาณิน โอภาสพันกิจ และคณะ (2550) ได้นำน้ำหนักมีชีวิตก่อนส่งฆ่ามาจัดออกเป็นกลุ่มและเป็นปัจจัยคงที่ (Fixed factor) แต่ในการศึกษานี้ได้นำน้ำหนักมีชีวิตก่อนส่งฆ่ามาเป็นตัวแปรร่วม (Co-factor) การที่ครั้งที่เข้าฆ่ามีอิทธิพลต่อลักษณะทั้งสองดังกล่าวข้างต้น อาจเนื่องจากลักษณะที่ศึกษาดังกล่าวในโคที่เข้าฆ่าแต่ละครั้งมีความผันแปรสูง

## บทที่ 5

# สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

### 5.1 สรุปผลการวิจัย

จากการศึกษาความสัมพันธ์ของไพรเมอร์ CSRM60 และ INRA063 กับลักษณะซากของโคขุนลูกผสม สรุปว่า

5.1.1 พบอัลลิวของไพรเมอร์ CSRM60 จำนวน 8 อัลลิว (A, B, C,...,H) มีขนาด 94 96 97 100 103 105 112 และ 116 คู่เบส ตามลำดับ อัลลิว E มีค่าความถี่สูงสุด (0.2279) และอัลลิว H มีค่าความถี่ต่ำสุด (0.0073) มีจีโนไทป์ทั้งหมด 22 จีโนไทป์ ซึ่งมี BE BF และ EG มีค่าความถี่สูงสุด คือ 0.2280 0.1102 และ 0.0882 ตามลำดับ จีโนไทป์ที่มีลักษณะของอัลลิวเป็นโฮโมไซกัส คือ BB

5.1.2 พบอัลลิวของไพรเมอร์ INRA063 จำนวน 7 อัลลิว (A, B, C,...,G) มีขนาด 171 176 178 179 183 185 และ 187 คู่เบส ตามลำดับ อัลลิว E มีค่าความถี่สูงสุด (0.3963) และอัลลิว G มีค่าความถี่ต่ำสุด (0.0036) มีจีโนไทป์ทั้งหมด 11 จีโนไทป์ ซึ่งมี BE และ CE มีค่าความถี่สูงสุด คือ 0.3913 และ 0.3480 ตามลำดับ จีโนไทป์ที่มีลักษณะของอัลลิวเป็นโฮโมไซกัส คือ BB CC และ DD

5.1.3 จีโนไทป์ที่ได้จากไพรเมอร์ CSRM60 และ INRA063 ไม่มีความสัมพันธ์กับน้ำหนักซากเย็น เปอร์เซ็นต์ซากเย็น คะแนนไขมันแทรก พื้นที่หน้าตัดเนื้อสันและความหนาของไขมันสันหลังบริเวณซี่โครง แต่ครั้งที่เข้าฆ่าส่งโคเข้าฆ่ามีอิทธิพลต่อพื้นที่หน้าตัดเนื้อสัน โดยครั้งที่เข้าฆ่ามีอิทธิพลต่อพื้นที่หน้าตัดเนื้อสันของไพรเมอร์ CSRM60 ( $P < 0.05$ ) โดยพื้นที่หน้าตัดเนื้อสันเฉลี่ยของครั้งที่เข้าฆ่าครั้งที่ 1 (86.541 ตร.ซม.) และครั้งที่เข้าฆ่าครั้งที่ 2 (85.860 ตร.ซม.) มากกว่าครั้งที่เข้าฆ่าครั้งที่ 3 (81.067 ตร.ซม.) การศึกษาไพรเมอร์ INRA063 พบว่า ปัจจัยของครั้งที่เข้าฆ่ามีอิทธิพลต่อความหนาไขมันสันหลังบริเวณซี่โครง ( $P < 0.05$ ) โดยไขมันสันหลังบริเวณซี่โครงของโคครั้งที่เข้าฆ่าครั้งที่ 1 จะมีค่าเฉลี่ยบางที่สุด (0.735 ซม.)

## 5.2 ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

### 5.2.1 ข้อเสนอแนะที่ได้จากการทำวิจัยครั้งนี้

การศึกษาจีโนมไทป์ที่ได้จากไพรเมอร์ CSRM60 และ INRA063 ไม่มีความสัมพันธ์กับลักษณะซากที่ศึกษา คือ น้ำหนักซากเย็น เปอร์เซ็นต์ซากเย็น คะแนนไขมันแทรก พื้นที่หน้าตัดเนื้อสัน และความหนาไขมันสันหลังบริเวณซี่โครง ดังนั้น ไพรเมอร์ทั้งสองจึงไม่เหมาะสมที่จะใช้ในการคัดเลือกลักษณะซากของโคขุนลูกผสม

### 5.2.2 ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

เลือกใช้ไพรเมอร์ที่อยู่บนโครโมโซมคู่อื่น ๆ ที่ได้รับการรายงานจาก International Society of Animal Genetic. (2011 : 68-69) ว่ามีความเหมาะสมที่จะนำมาศึกษา Molecular Genetics ในโคมาใช้ศึกษาความสัมพันธ์กับลักษณะซากต่าง ๆ หรือลักษณะสำคัญทางเศรษฐกิจของโค

## บรรณานุกรม

- กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 2561. **ข้อมูลเกษตรกรผู้เลี้ยงสัตว์ระดับประเทศ ปี 2560**. [Online]. Available : [www.dld.go.th/th/index.php/th](http://www.dld.go.th/th/index.php/th).
- กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 2562. **ข้อมูลเกษตรกรผู้เลี้ยงสัตว์ระดับประเทศ ปี 2561**. [Online]. Available : [www.dld.go.th/th/index.php/th](http://www.dld.go.th/th/index.php/th).
- ญาณิน โอภาสพัฒนกิจ จุฑารัตน์ เศรษฐกุล กัญญา ตันติวิสุทธิกุล และมาลัย จงเจริญ. 2547. “การผลิตเนื้อโคคุณภาพสูงจากโคลูกผสมเลือดชาร์โรเลส์.” หน้า 298-306. ในการประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 42. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- ญาณิน โอภาสพัฒนกิจ จุฑารัตน์ เศรษฐกุล กัญญา ตันติวิสุทธิกุล และวิชิต พรหมอินทร. 2550. “ปัจจัยที่มีผลต่อคุณภาพซากของโคขุนภายใต้ระบบการผลิตของสหกรณ์โคนอื่อกำแพงแสน.” หน้า 45. ในการประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 45. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- โณติกา สมถวิล พรรณวดี โสพรรณรัตน์ อัจฉรา ขยัน และสุรัชย์ เปี่ยมคล้า. 2560. “การวิเคราะห์หลายลักษณะของลักษณะซากบางลักษณะในโคนอื่อกผสมระหว่างพันธุ์พื้นเมืองไทยบราห์มันและชาร์โรเลส์.” หน้า 366-373. ในการประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 55. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- ตฤภัทร โลหะพงศธร. 2561. **โคขุนโพนอย่างคำ**. [online]. Available : [www.adaybulletin.com](http://www.adaybulletin.com).
- ชนันท์ ศุภกิจจานนท์. 2547. **คุณภาพซากและผลตอบแทนในการผลิตเนื้อโคคุณภาพสูงจากโคลูกผสมบราห์มันท์**. [online]. Available : [http://doi.nrct.go.th/ListDoi/listDetail?Resolve\\_Doi=10.14457/KMITL.the.2004.9](http://doi.nrct.go.th/ListDoi/listDetail?Resolve_Doi=10.14457/KMITL.the.2004.9).
- นภาพันท์ ปิยะเสถียร. 2552. **อิทธิพลที่มีต่อสมรรถภาพการผลิต คุณภาพซากและผลตอบแทนจากการขายซาก**. กรุงเทพฯ : สมาคมสัตวบาลแห่งประเทศไทย.
- นิรนาม. 2557. **โคขุนโพนอย่างคำ และขั้นตอนการชำแหละ**. [online]. Available : <http://xn--22cdb13ga8a7a8kma1c7ge.blogspot.com/2014/06/blog-post.html>.
- พัชรี ลาโคตร. 2552. “**เครื่องหมายไมโครแซทเทลไลท์กับการปรับปรุงพันธุ์พืช**.” วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาเทคโนโลยีการเกษตร วิชาเอกพืชศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี.

- มาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติกระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 2547. **มาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ มกอช. 6001-2547.** [online]. Available : [http://certify.dld.go.th/certify/images/laws/standard\\_farm/ACFS/15.pdf](http://certify.dld.go.th/certify/images/laws/standard_farm/ACFS/15.pdf).
- ศิริรัตน์ แดงก่อเกื้อ. 2560. “ผลของระบบการให้อาหารและอายุเมื่อฆ่าต่อการเจริญเติบโตและคุณภาพซากของโคเนื้อในเขตร้อน.” หน้า 1-13. ใน **515-497 วิชาสัมมนา.** ภาควิชาสัตวศาสตร์ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.
- สุพิชญา เชษฐสิงห์. 2549. “**การหาความสัมพันธ์พ้องกับลูกในโคนม ด้วยเครื่องหมายพันธุกรรมชนิดไมโครแซทเทลไลท์.**” วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาการปรับปรุงพันธุ์สัตว์ ภาควิชาสัตวบาล คณะสัตวแพทยศาสตร์, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สุรเดช สดคมขำ. 2559. **เทคโนโลยีชาวบ้าน โคเนื้อพันธุ์กำแพงแสน.** [online]. Available : [www.technologychaoban.com](http://www.technologychaoban.com).
- สหกรณ์การเลี้ยงปศุสัตว์ กรป. กลาง โพนยางคำ จำกัด. 2552. **เนื้อโคขุนโพนยางคำ.** [online]. Available : <http://www.coopthai.com/pykcoop/pykbeef.html>.
- สหกรณ์การเลี้ยงปศุสัตว์ กรป. กลาง โพนยางคำ จำกัด. 2561. “รายงานประชุมใหญ่สามัญประจำปี 2561”. หน้า 23-35. ใน **รายงานประจำปี 2561 สหกรณ์ ฯ โพนยางคำ.**
- Carolyn J. Fitzsimmons., Sheila M. Schmutz., Reynold D. Bergen., and John J. McKinnon. 1998. “A potential association between the BM1500 microsatellite and fat deposition in beef cattle”. **Mammalian Genome.** 9(6) : 432-434.
- Casas E., Keele J. W., Shackelford S. D., Koohmaraie M., Sonstegard T. S., Smith T.P.L., Kappes S. M., and Stone R. T. 1998. “Association of the Muscle Hypertrophy Locus with Carcass Traits in Beef Cattle”. **American Society of Animal Science.** 2(76) : 468-473.
- Choi I. S., Kong H. S., Oh J. D., Yoon D. H., Cho B. W., Choi Y. H., Kim K. S., Choi K. D., Lee H. K., and Jeon G. J. 2006. “Analysis of Microsatellite Markers on Bovine Chromosomes 1 and 14 for Potential Allelic Association with Carcass Traits in Hanwoo (Korean Cattle)”. **Asian-Australasian Journal of Animal Sciences.** 19(7) : 927-930.
- Crews D.H., Lowerison M., Caron N., and Kemp R.A. 2004. “Genetic parameters among growth and carcass traits of Canadian Charolais cattle”. **Canadian Journal of Animal Science.** 2(84) : 589-597.

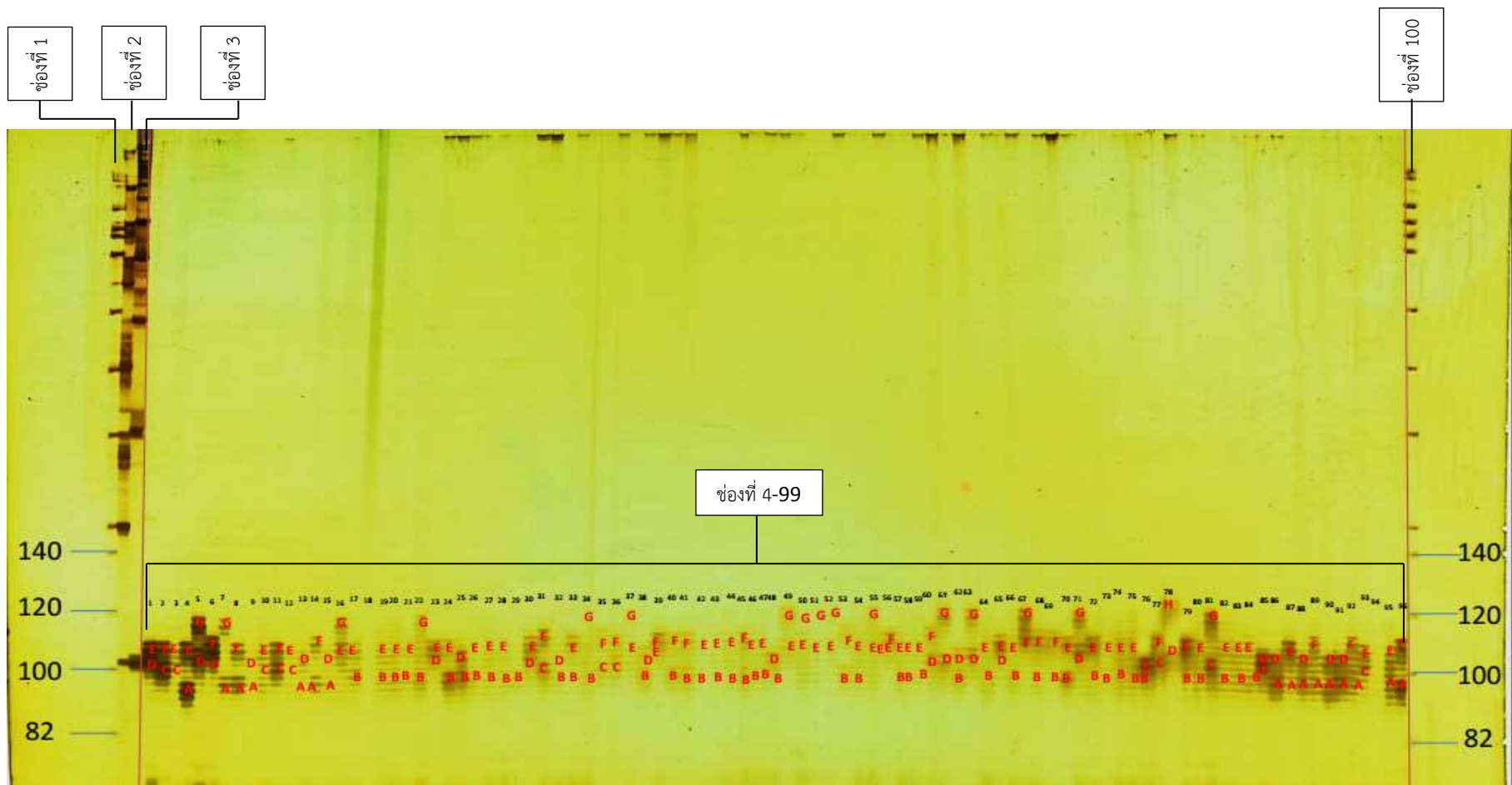
- Cross H. R., Crouse J. D. and Macneil M. D. 1984. "Influence of breed, sex, age and electrical stimulation on carcass and palatability traits of three bovine muscles". **Journal of Animal Science**. 6(58) : 1358-1365.
- Curi R. A., Oliveira de H. N., Silveira A. C., and Lopes C. R. 2005. "Effects of polymorphic microsatellites in the regulatory region of IGF1 and GHR on growth and carcass traits in beef cattle". **International Society for Animal Genetics, Animal Genetics**. 1(36). 58–62.
- DeAtley K. L., Rincon G., Farber C. R., Medrano J. F., Luna-Nevarez P., Enns R. M., VanLeeuwen D. M., Silver G. A., and Thomas M. G. 2011. "Genetic analyses involving microsatellite ETH10 genotypes on bovine chromosome 5 and performance trait measures in Angus- and Brahman-influenced cattle". **American Society of Animal Science**. 7(89) : 2031-2041.
- Gisele Batista Veneronil., Sarah Laguna MeirellesII., Henrique Nunes de Oliveirall., Mauricio Mello de AlencarIII., Gustavo GasparinI., Joao Jose de Simoni GouveiaIV., Marcelo Cervinil., and Luciana Correia de Almeida Regitano. 2012. "Association of CSSM066 and ILSTS011 microsatellite markers and thyroglobulin gene SNP with backfat in Canchim cattle". **Scientia Agricola**. 1(69) : 1-5.
- International Society of Animal Genetic (ISAG). 2011. **Molecular genetic characterization of animal genetic resources**. [online]. Available : <http://www.fao.org/3/i2413e/i2413e00.pdf>.
- Kim K. S., Kim S. W., Raney N.E., and Ernst C. W. 2012. "Evaluation of BTA1 and BTA5 QTL Regions for Growth and Carcass Traits in American and Korean Cattle". **Asian-Australasian Journal of Animal Sciences**. 11(25) : 1521-1528.
- Kunya Tuntivisoottikul., and Nattakan Fuengrod. 2017. "Association of DIK2670 Microsatellite Marker with Carcass Traits in Crossbred Beef Cattle". **International Journal of Agricultural Technology**. 13 (7.1) : 1077-1086.
- Machado Mariana B.B., Alencar Mauricio M., Pereira Andréa P., Oliveira Henrique N., Eduardo Casas, Coutinho Luis L., and Regitano Luciana C.A. 2003. "QTL affecting body weight in a candidate region of cattle chromosome 5". **Genetics and Molecular Biology**. 3(26) 259-265.

- Meirelles S. L., Gouveia G. V., Gasparin G., Alencar M. M., Gouveia J. .S., and Regitano L. C. A., 2011. "Candidate gene region for control of rib eye area in Canchim beef cattle". **Genetics and Molecular Research**. 2(10) : 1220-1226.
- Riley D. G., Chase C. C., Hammond A. C., West R. L., and Johnson D. D. 2002. "Estimated genetic parameters for carcass traits of Brahman cattle". **Journal of Animal Science**. 4(80) : 955-962.
- Wanjie Yang., Xiaolong Kang., Qingfeng Yang., Yao Lin., and Meiyong Fang. 2013. "Review on the development of genotyping methods for assessing farm animal diversity". **Journal of Animal Science and Biotechnology**. 1(4) : 1-6.
- Waritthitham A., Lambertz C., Langholz HJ., Wicke M., and Gauly M. 2010. "Assessment of beef production from Brahman × Thai native and Charolais × Thai native crossbred bulls slaughtered at different weights. I: Growth performance and carcass quality". **Meat Science**. 1(85) : 191–195.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

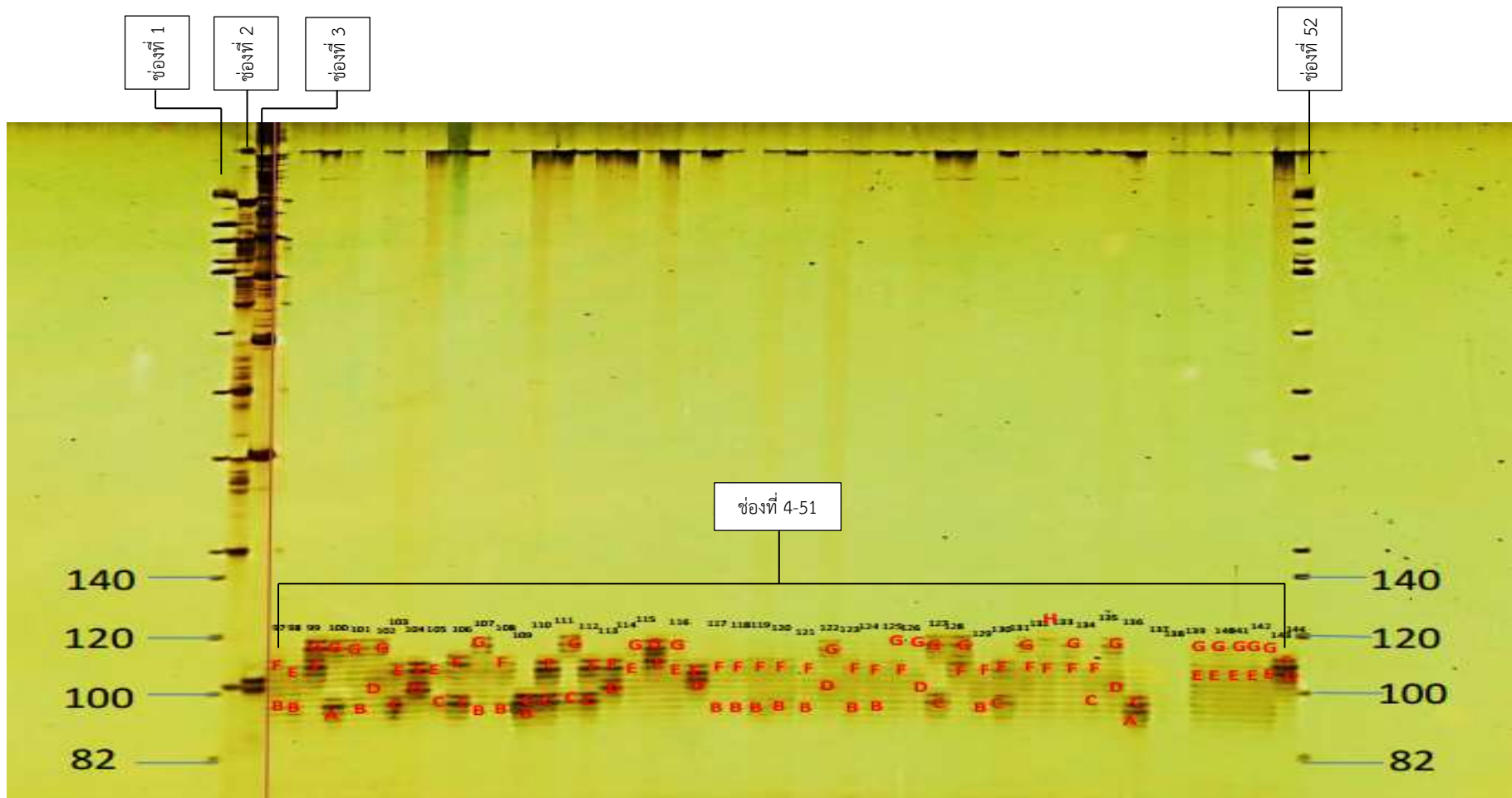
ผลของการรัน Polyacrylamide Gel



ภาพผนวก ก 1.1 ผลของการรัน Polyacrylamide Gel แสดงอัลลิควและจีโนไทป์ของไพรเมอร์ CSRM60

ช่องที่ 1 และช่องที่ 100 = Hinfi Marker ช่องที่ 2 = 50 bp Marker ช่องที่ 3 = 100 bp Marker

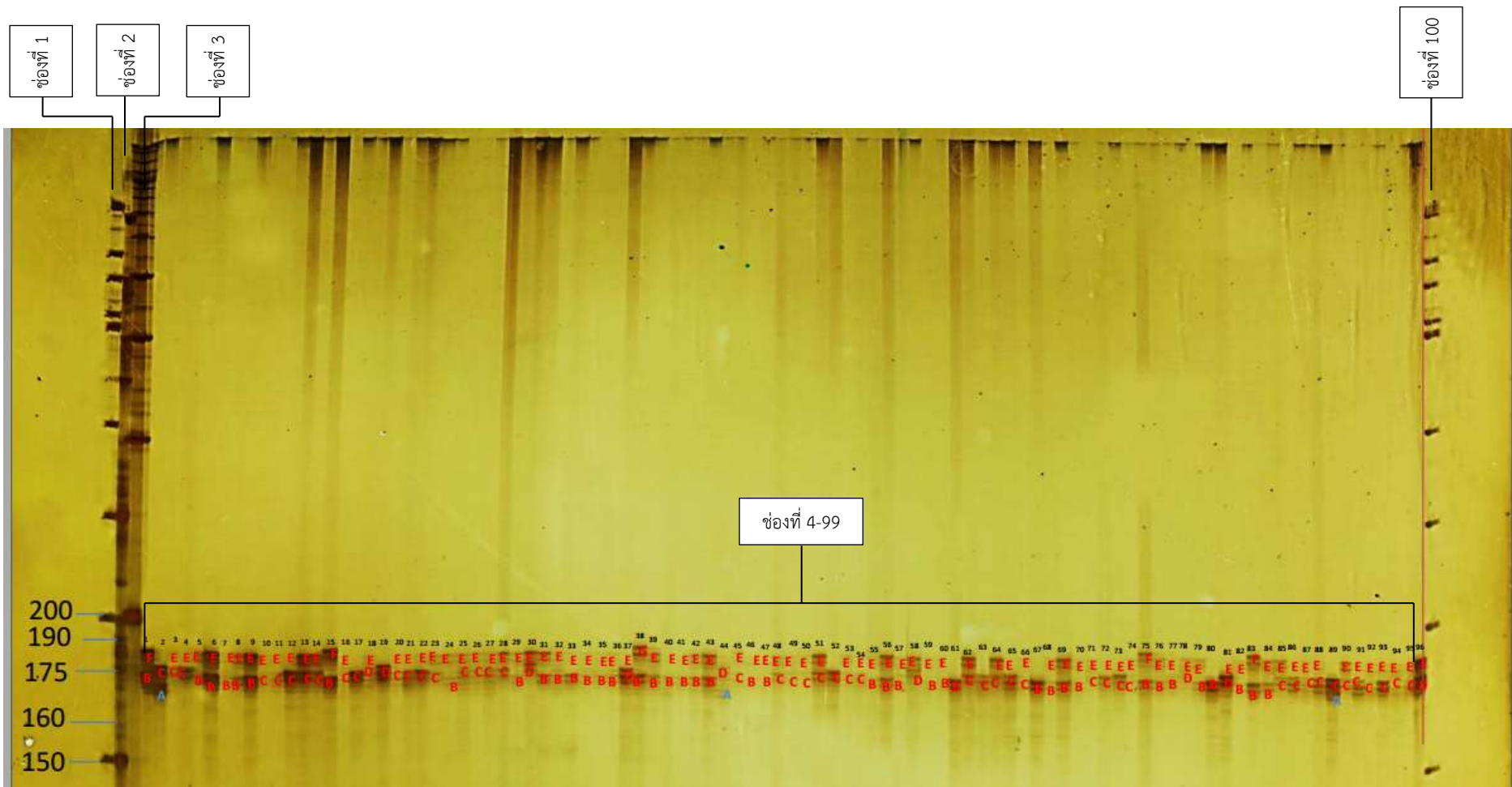
ช่องที่ 4 - 99 = ตัวอย่างที่ 1 - 96



ภาพผนวก ก 1.2 ผลของการรัน Polyacrylamide Gel แสดงอัลลิลและจีโนไทป์ของไพรเมอร์ CSRM60

ช่องที่ 1 และ ช่องที่ 52 = HinfI Marker ช่องที่ 2 = 50 bp Marker ช่องที่ 3 = 100 bp Marker

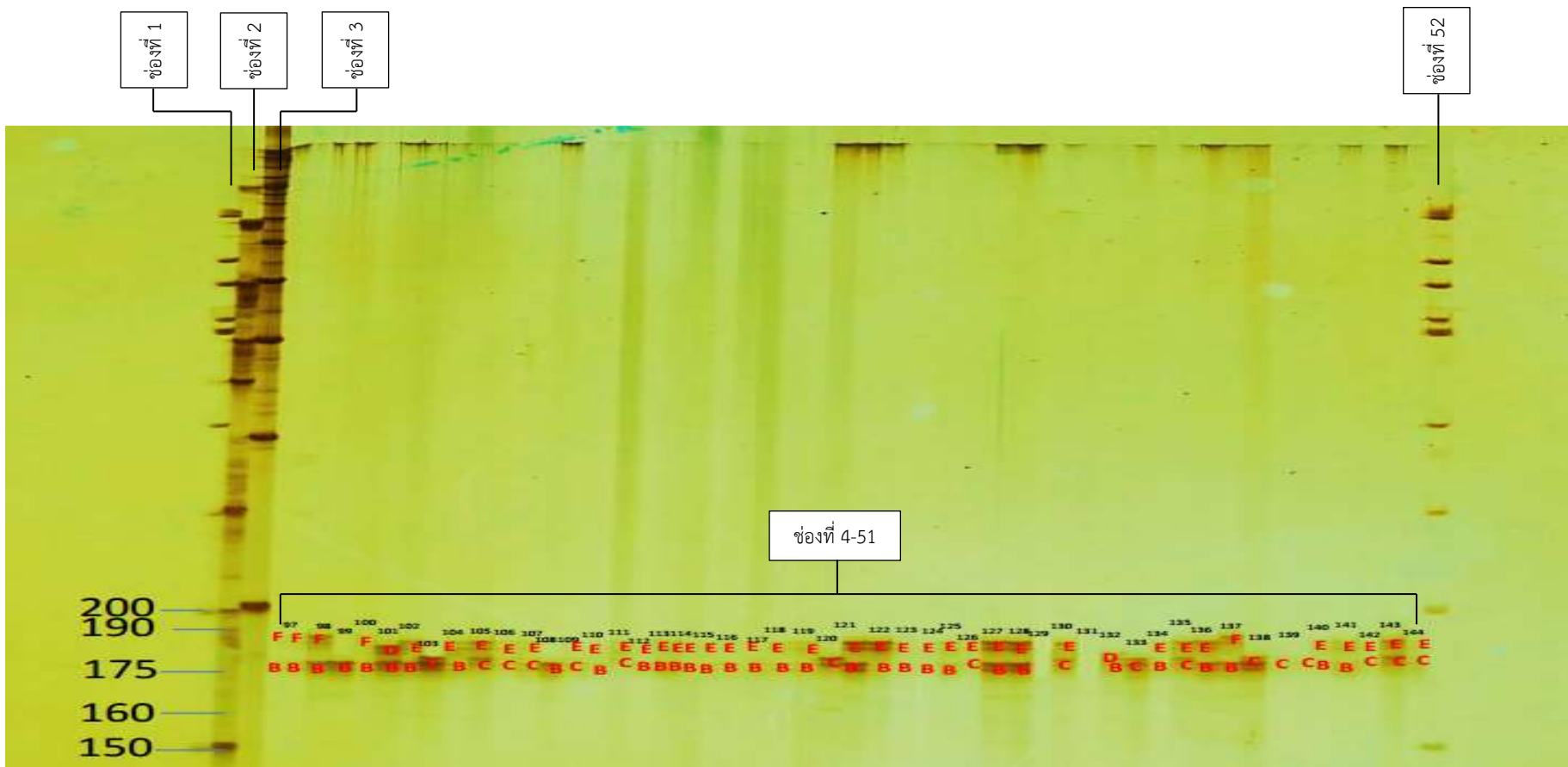
ช่องที่ 4 - 51 = ตัวอย่างที่ 97 - 144



ภาพผนวก ก 1.3 ผลของการรัน Polyacrylamide Gel แสดงอัลลิ้วและจีโนไทป์ของไพรเมอร์ INRA063

ช่องที่ 1 และช่องที่ 100 = Hinfi Marker ช่องที่ 2 = 50 bp Marker ช่องที่ 3 = 100 bp Marker

ช่องที่ 4 - 99 = ตัวอย่างที่ 1 - 96



ภาพผนวก ก 1.4 ผลของการรัน Polyacrylamide Gel แสดงอัลลิลและจีโนไทป์ของไพรเมอร์ INRA063

ช่องที่ 1 และ ช่องที่ 52 = Hinfl Marker ช่องที่ 2 = 50 bp Marker ช่องที่ 3 = 100 bp Marker

ช่องที่ 4 - 51 = ตัวอย่างที่ 97 - 144

**ภาคผนวก ข**  
**การอ่านอัลลิวิและจีโนไทป์**

### การอ่านอัลลิวและจีโนไทป์

จากรูปการรัน Polyacrylamide Gel ช่องที่ 1 อยู่ทางด้านซ้ายสุด คือ HinfI Marker บอกขนาดตั้งแต่ 24-726 คู่เบส ช่องที่ 2 คือ 50 bp Marker บอกขนาดคู่เบสตั้งแต่ 50-1,350 คู่เบส และช่องที่ 3 คือ 100 bp Marker บอกขนาดคู่เบสตั้งแต่ 100-1,500 คู่เบส จากนั้นเขียนตัวเลขกำกับลำดับขนาดคู่เบสจากการเทียบตำแหน่ง Marker และเริ่มต้นวัดขนาดคู่เบสของอัลลิวจากอัลลิวที่มีขนาดต่ำสุดที่อยู่ด้านล่างก่อน และแทนขนาดนั้นด้วยสัญลักษณ์ A ขนาดลำดับถัดไปแทนสัญลักษณ์ B, C, D,.....จนครบจำนวนตัวอย่างทั้งหมด ส่วนการอ่านจีโนไทป์นั้น หากพบเพียงอัลลิว 1 อัลลิวจะเป็นโฮโมไซกัส เช่น เมื่อพบอัลลิว A จีโนไทป์จะเป็น AA หากพบ 2 อัลลิว เช่น พบอัลลิว B และอัลลิว C จีโนไทป์จะเป็น BC เป็นต้น

ภาคผนวก ค  
ข้อมูลลักษณะซาก

ตารางภาคผนวก ค ข้อมูลลักษณะซาก

| ลำดับ | ครั้งที่<br>เข้ามา | น้ำหนัก<br>มีชีวิตร<br>ก่อนฆ่า | คะแนน<br>ไขมัน<br>แทรก | น้ำหนัก<br>ซากเย็น | เปอร์เซ็นต์<br>ซากเย็น | พื้นที่หน้าตัด<br>เนื้อสัน | ความ<br>หนา<br>ไขมัน | จีโนไทป์<br>CSRM60 | จีโนไทป์<br>INRA063 |
|-------|--------------------|--------------------------------|------------------------|--------------------|------------------------|----------------------------|----------------------|--------------------|---------------------|
| 1     | 1/4/2557           | 572                            | 3                      | 311                | 54.37                  | 81.94                      | 0.4                  | DE                 | BF                  |
| 2     | 1/4/2557           | 551                            | 3                      | 288                | 52.26                  | 73.55                      | 0.4                  | CE                 | AC                  |
| 3     | 1/4/2557           | 444                            | 3                      | 248                | 55.85                  | 95.81                      | 0.6                  | CE                 | CE                  |
| 4     | 1/4/2557           | 672                            | 3                      | 373                | 55.50                  | 106.45                     | 1                    | AE                 | CE                  |
| 5     | 1/4/2557           | 642                            | 3                      | 367                | 57.16                  | 89.68                      | 1.6                  | DG                 | BE                  |
| 6     | 1/4/2557           | 728                            | 3                      | 403                | 55.35                  | 90.97                      | 0.8                  | DF                 | BE                  |
| 7     | 1/4/2557           | 759                            | 3                      | 412                | 54.28                  | 80.32                      | 1.7                  | AG                 | BE                  |
| 8     | 1/4/2557           | 569                            | 3                      | 306                | 53.77                  | 85.16                      | 0.7                  | AD                 | BE                  |
| 9     | 1/4/2557           | 422                            | 3                      | 227                | 53.77                  | 75.81                      | 0.2                  | CE                 | CE                  |
| 10    | 1/4/2557           | 514                            | 3                      | 261                | 50.77                  | 80.32                      | 0.8                  | CE                 | CE                  |
| 11    | 1/4/2557           | 690                            | 3                      | 379                | 54.92                  | 102.26                     | 0.9                  | CE                 | CE                  |
| 12    | 1/4/2557           | 494                            | 3                      | 270                | 54.65                  | 78.71                      | 0.3                  | AD                 | CE                  |
| 13    | 1/4/2557           | 636                            | 3                      | 361                | 56.76                  | 105.81                     | 1                    | AF                 | CE                  |
| 14    | 1/4/2557           | 631                            | 3                      | 334                | 52.93                  | 82.90                      | 1.1                  | AD                 | BF                  |
| 15    | 1/4/2557           | 670                            | 3                      | 377                | 57.26                  | 99.68                      | 0.5                  | EG                 | CE                  |
| 16    | 1/4/2557           | 526                            | 3                      | 325                | 57.98                  | 99.03                      | 0.6                  | BE                 | CC                  |
| 17    | 1/4/2557           | 418                            | 3                      | 212                | 50.71                  | 63.87                      | 1                    | .                  | DE                  |
| 18    | 1/4/2557           | 578                            | 3                      | 312                | 53.77                  | 93.23                      | 1                    | BE                 | DD                  |
| 19    | 1/4/2557           | 469                            | 3                      | 242                | 51.59                  | 79.03                      | 0.6                  | BE                 | CE                  |
| 20    | 1/4/2557           | 536                            | 3                      | 283                | 52.79                  | 71.94                      | 1.1                  | BE                 | CE                  |
| 21    | 1/4/2557           | 538                            | 3                      | 299                | 55.57                  | 81.94                      | 0.8                  | BG                 | CE                  |
| 22    | 4/4/2557           | 563                            | 3                      | 314                | 55.77                  | 85.48                      | 1.1                  | BE                 | BE                  |
| 23    | 4/4/2557           | 558                            | 3                      | 309                | 55.37                  | 87.42                      | 0.3                  | BD                 | CE                  |
| 24    | 4/4/2557           | 508                            | 3                      | 288                | 56.69                  | 64.19                      | 1.5                  | BE                 | CE                  |
| 25    | 4/4/2557           | 728                            | 3                      | 401                | 55.08                  | 87.10                      | 2.5                  | BE                 | CE                  |
| 26    | 4/4/2557           | 615                            | 3                      | 388                | 54.95                  | 98.71                      | 1                    | BE                 | CE                  |
| 27    | 4/4/2557           | 528                            | 3                      | 251                | 47.53                  | 74.52                      | 0.4                  | BB                 | BE                  |
| 28    | 4/4/2557           | 460                            | 3                      | 245                | 53.26                  | 70.32                      | 0.6                  | DE                 | DE                  |

ตารางภาคผนวก ค ข้อมูลลักษณะซาก (ต่อ)

| ลำดับ | ครั้งที่<br>เข้ามา | น้ำหนัก<br>มีชีวิตร<br>ก่อนฆ่า | คะแนน<br>ไขมัน<br>แทรก | น้ำหนัก<br>ซากเย็น | เปอร์เซ็นต์<br>ซากเย็น | พื้นที่หน้าตัด<br>เนื้อสัน | ความ<br>หนา<br>ไขมัน | จีโนไทป์<br>CSRM60 | จีโนไทป์<br>INRA063 |
|-------|--------------------|--------------------------------|------------------------|--------------------|------------------------|----------------------------|----------------------|--------------------|---------------------|
| 29    | 4/4/2557           | 721                            | 3                      | 367                | 50.90                  | 86.77                      | 1.2                  | CF                 | BE                  |
| 30    | 4/4/2557           | 604                            | 3                      | 329                | 54.47                  | 70.32                      | 1.2                  | BD                 | BE                  |
| 31    | 4/4/2557           | 614                            | 3                      | 337                | 54.88                  | 82.90                      | 1.4                  | BE                 | BE                  |
| 32    | 4/4/2557           | 578                            | 3                      | 308                | 53.28                  | 100.64                     | 1.1                  | BG                 | BE                  |
| 33    | 4/4/2557           | 613                            | 3                      | 326                | 53.18                  | 88.39                      | 1                    | CF                 | BE                  |
| 34    | 4/4/2557           | 518                            | 3                      | 275                | 53.08                  | 80.97                      | 0.7                  | CF                 | BE                  |
| 35    | 4/4/2557           | 488                            | 3                      | 391                | 59.63                  | 109.36                     | 0.9                  | EG                 | DE                  |
| 36    | 4/4/2557           | 512                            | 3                      | 293                | 57.22                  | 77.74                      | 0.6                  | BD                 | BG                  |
| 37    | 4/4/2557           | 548                            | 3                      | 282                | 51.45                  | 72.26                      | 1.3                  | EF                 | BE                  |
| 38    | 4/4/2557           | 476                            | 3                      | 247                | 51.89                  | 67.74                      | 0.1                  | BF                 | BE                  |
| 39    | 4/4/2557           | 560                            | 3                      | 304                | 54.28                  | 85.81                      | 1.1                  | BF                 | BE                  |
| 40    | 4/4/2557           | 660                            | 3                      | 363                | 55.00                  | 85.16                      | 0.3                  | BE                 | BE                  |
| 41    | 4/4/2557           | 725                            | 3                      | 379                | 52.25                  | 79.36                      | 1.3                  | BE                 | BE                  |
| 42    | 4/4/2557           | 555                            | 3                      | 314                | 56.57                  | 85.81                      | 0.5                  | BE                 | AD                  |
| 43    | 4/4/2557           | 431                            | 3                      | 238                | 55.22                  | 78.06                      | 0.2                  | BF                 | CE                  |
| 44    | 4/4/2557           | 481                            | 3                      | 276                | 57.38                  | 79.36                      | 0.2                  | BE                 | BE                  |
| 45    | 4/4/2557           | 575                            | 3                      | 330                | 57.39                  | 106.13                     | 0.6                  | BE                 | BE                  |
| 46    | 4/4/2557           | 504                            | 3                      | 269                | 53.37                  | 69.68                      | 1.7                  | BD                 | CE                  |
| 47    | 4/4/2557           | 483                            | 3                      | 270                | 55.90                  | 87.42                      | 0.9                  | EG                 | CE                  |
| 48    | 4/4/2557           | 592                            | 3                      | 315                | 53.20                  | 83.55                      | 2.5                  | EG                 | CE                  |
| 49    | 4/4/2557           | 590                            | 3                      | 329                | 55.76                  | 80.64                      | 1                    | EG                 | CC                  |
| 50    | 4/4/2557           | 546                            | 3                      | 306                | 56.04                  | 93.87                      | 0.3                  | BF                 | CE                  |
| 51    | 4/4/2557           | 511                            | 3                      | 273                | 53.42                  | 83.87                      | 1.3                  | BE                 | CE                  |
| 52    | 4/4/2557           | 487                            | 3                      | 259                | 53.18                  | 80.32                      | 0.5                  | EG                 | BE                  |
| 53    | 4/4/2557           | 540                            | 3                      | 319                | 59.07                  | 91.61                      | 1.2                  | EF                 | BE                  |
| 54    | 4/4/2557           | 542                            | 3                      | 284                | 52.39                  | 81.94                      | 1.3                  | BE                 | BE                  |
| 55    | 4/4/2557           | 576                            | 3                      | 328                | 56.94                  | 95.48                      | 1.5                  | BE                 | DE                  |
| 56    | 4/4/2557           | 545                            | 3                      | 305                | 55.96                  | 95.48                      | 1.6                  | BE                 | BE                  |

ตารางภาคผนวก ค ข้อมูลลักษณะซาก (ต่อ)

| ลำดับ | ครั้งที่<br>เข้าฆ่า | น้ำหนัก<br>มีชีวิตร<br>ก่อนฆ่า | คะแนน<br>ไขมัน<br>แทรก | น้ำหนัก<br>ซากเย็น | เปอร์เซ็นต์<br>ซากเย็น | พื้นที่หน้าตัด<br>เนื้อสัน | ความ<br>หนา<br>ไขมัน | จีโนไทป์<br>CSRM60 | จีโนไทป์<br>INRA063 |
|-------|---------------------|--------------------------------|------------------------|--------------------|------------------------|----------------------------|----------------------|--------------------|---------------------|
| 57    | 4/4/2557            | 582                            | 3                      | 327                | 56.18                  | 84.52                      | 1.1                  | DF                 | BE                  |
| 58    | 4/4/2557            | 615                            | 3                      | 329                | 53.49                  | 97.74                      | 2.1                  | DG                 | BB                  |
| 59    | 4/4/2557            | 512                            | 3                      | 287                | 56.05                  | 80.97                      | 0.3                  | BD                 | CE                  |
| 60    | 4/4/2557            | 582                            | 3                      | 333                | 57.21                  | 90.32                      | 0.9                  | DG                 | CC                  |
| 61    | 4/4/2557            | 527                            | 3                      | 283                | 53.70                  | 78.39                      | 0.5                  | BE                 | CE                  |
| 62    | 4/4/2557            | 501                            | 3                      | 278                | 55.48                  | 86.45                      | 0.6                  | DE                 | CE                  |
| 63    | 4/4/2557            | 664                            | 3                      | 362                | 54.51                  | 97.10                      | 1.4                  | BE                 | CE                  |
| 64    | 4/4/2557            | 637                            | 3                      | 341                | 53.53                  | 91.94                      | 1.3                  | FG                 | BB                  |
| 65    | 4/4/2557            | 710                            | 3                      | 382                | 53.8                   | 96.13                      | 1.6                  | BF                 | BE                  |
| 66    | 4/4/2557            | 566                            | 3                      | 305                | 53.88                  | 83.23                      | 0.8                  | BF                 | BE                  |
| 67    | 4/4/2557            | 771                            | 3                      | 404                | 51.86                  | 89.68                      | 1                    | BE                 | BE                  |
| 68    | 4/4/2557            | 543                            | 3                      | 284                | 52.30                  | 78.39                      | 1.1                  | DG                 | CE                  |
| 69    | 4/4/2557            | 575                            | 3                      | 306                | 53.21                  | 90.00                      | 1.1                  | BE                 | CE                  |
| 70    | 4/4/2557            | 577                            | 3                      | 303                | 52.51                  | 80.97                      | 0.9                  | BE                 | CE                  |
| 71    | 4/4/2557            | 632                            | 3                      | 348                | 55.06                  | 95.48                      | 2.6                  | BE                 | CE                  |
| 72    | 4/4/2557            | 673                            | 3                      | 367                | 54.53                  | 99.36                      | 1.6                  | BE                 | BF                  |
| 73    | 4/4/2557            | 708                            | 3                      | 377                | 53.24                  | 108.06                     | 0.8                  | BC                 | BE                  |
| 74    | 4/4/2557            | 673                            | 3                      | 368                | 54.68                  | 98.71                      | 0.7                  | CF                 | BE                  |
| 75    | 4/4/2557            | 644                            | 3                      | 332                | 51.55                  | 87.10                      | 1.1                  | DH                 | DE                  |
| 76    | 4/4/2557            | 647                            | 3                      | 345                | 53.32                  | 83.87                      | 0.7                  | BE                 | BE                  |
| 77    | 4/4/2557            | 635                            | 3                      | 355                | 55.90                  | 84.19                      | 0.9                  | BE                 | BB                  |
| 78    | 4/4/2557            | 626                            | 3                      | 331                | 52.87                  | 85.48                      | 1.2                  | CG                 | DE                  |
| 79    | 4/4/2557            | 650                            | 3                      | 357                | 54.92                  | 82.26                      | 1.65                 | BE                 | BE                  |
| 80    | 4/4/2557            | 562                            | 3                      | 310                | 55.16                  | 83.23                      | 1.4                  | BE                 | BF                  |
| 81    | 4/4/2557            | 636                            | 3                      | 355                | 55.81                  | 93.55                      | 1.1                  | BE                 | BE                  |
| 82    | 5/5/2557            | 536                            | 3                      | 304                | 56.71                  | 81.29                      | 1                    | AD                 | CE                  |
| 83    | 5/5/2557            | 558                            | 3                      | 303                | 54.3                   | 85.81                      | 0.2                  | AE                 | CE                  |
| 84    | 5/5/2557            | 498                            | 3                      | 272                | 54.61                  | 90.32                      | 0.3                  | AD                 | CE                  |
| 85    | 5/5/2557            | 480                            | 3                      | 255                | 53.12                  | 75.16                      | 1.7                  | AF                 | AC                  |

ตารางภาคผนวก ค ข้อมูลลักษณะซาก (ต่อ)

| ลำดับ | ครั้งที่<br>เข้าฆ่า | น้ำหนัก<br>มีชีวิตริต<br>ก่อนฆ่า | คะแนน<br>ไขมัน<br>แทรก | น้ำหนัก<br>ซากเย็น | เปอร์เซ็นต์<br>ซากเย็น | พื้นที่หน้าตัด<br>เนื้อสัน | ความ<br>หนา<br>ไขมัน | จโนโทป์<br>CSR60 | จโนโทป์<br>INRA063 |
|-------|---------------------|----------------------------------|------------------------|--------------------|------------------------|----------------------------|----------------------|------------------|--------------------|
| 86    | 5/5/2557            | 455                              | 2.5                    | 253                | 55.6                   | 64.19                      | 0.2                  | AD               | CE                 |
| 87    | 5/5/2557            | 640                              | 3                      | 328                | 51.25                  | 81.94                      | 1                    | AD               | CE                 |
| 88    | 5/5/2557            | 493                              | 3                      | 267                | 54.15                  | 77.42                      | 0.8                  | AF               | CE                 |
| 89    | 5/5/2557            | 617                              | 3                      | 338                | 54.78                  | 85.16                      | 0.6                  | CE               | CE                 |
| 90    | 5/5/2557            | 448                              | 3                      | 274                | 61.16                  | 73.55                      | 0.8                  | .                | CE                 |
| 91    | 5/5/2557            | 617                              | 3                      | 333                | 53.97                  | 90.00                      | 0.7                  | AE               | CE                 |
| 92    | 5/5/2557            | 469                              | 3                      | 257                | 54.79                  | 76.13                      | 1.3                  | AF               | DE                 |
| 93    | 5/5/2557            | 508                              | 3                      | 282                | 55.51                  | 66.45                      | 0.9                  | BF               | BF                 |
| 94    | 5/5/2557            | 559                              | 3                      | 315                | 56.35                  | 84.19                      | .                    | BE               | BF                 |
| 95    | 5/5/2557            | 452                              | 3                      | 254                | 56.19                  | 70.65                      | 0.3                  | FG               | BB                 |
| 96    | 5/5/2557            | 494                              | 3                      | 275                | 55.66                  | 68.06                      | 2                    | AG               | BF                 |
| 97    | 5/5/2557            | 452                              | 3                      | 249                | 55.08                  | 73.23                      | 0.9                  | BG               | BD                 |
| 98    | 5/5/2557            | 481                              | 3                      | 273                | 56.75                  | 70.00                      | 0.5                  | DG               | BE                 |
| 99    | 5/5/2557            | 533                              | 3                      | 287                | 53.84                  | 81.29                      | 1                    | CE               | CC                 |
| 100   | 5/5/2557            | 640                              | 3                      | 366                | 57.18                  | 95.16                      | 0.8                  | DE               | BE                 |
| 101   | 5/5/2557            | 521                              | 3                      | 299                | 57.38                  | 80.00                      | 1.1                  | CE               | CE                 |
| 102   | 5/5/2557            | 500                              | 3                      | 287                | 57.4                   | 93.55                      | 0.5                  | CF               | CE                 |
| 103   | 5/5/2557            | 588                              | 3                      | 341                | 57.99                  | 87.10                      | 1.4                  | BG               | CE                 |
| 104   | 5/5/2557            | 637                              | 3                      | 368                | 57.77                  | 90.00                      | 1.4                  | BF               | BB                 |
| 105   | 5/5/2557            | 462                              | 3                      | 258                | 55.84                  | 79.03                      | 0.7                  | BC               | CE                 |
| 106   | 5/5/2557            | 534                              | 3                      | 302                | 56.55                  | 70.64                      | 1.75                 | CF               | BE                 |
| 107   | 5/5/2557            | 531                              | 3                      | 290                | 54.61                  | 78.39                      | 0.7                  | CG               | CC                 |
| 108   | 5/5/2557            | 586                              | 3                      | 328                | 55.97                  | 84.52                      | 1                    | CF               | BE                 |
| 109   | 5/5/2557            | 551                              | 3                      | 284                | 51.54                  | 76.45                      | 1.5                  | DF               | BE                 |
| 110   | 5/5/2557            | 488                              | 3                      | 271                | 55.53                  | 79.68                      | 0.8                  | EG               | BE                 |
| 111   | 5/5/2557            | 487                              | 3                      | 272                | 55.85                  | 70.97                      | 0.2                  | FG               | BE                 |
| 112   | 5/5/2557            | 672                              | 3                      | 364                | 54.16                  | 100.00                     | 0.8                  | EG               | BE                 |
| 113   | 5/5/2557            | 529                              | 3                      | 298                | 56.33                  | 102.26                     | 0.7                  | DE               | BE                 |
| 114   | 5/5/2557            | 574                              | 3                      | 332                | 57.83                  | 85.16                      | 1.05                 | BF               | BE                 |
| 115   | 5/5/2557            | 483                              | 3                      | 259                | 53.62                  | 69.36                      | 0.4                  | BF               | BE                 |

ตารางภาคผนวก ค ข้อมูลลักษณะซาก (ต่อ)

| ลำดับ | ครั้งที่<br>เข้าฆ่า | น้ำหนัก<br>มีชีวิตร<br>ก่อนฆ่า | คะแนน<br>ไขมัน<br>แทรก | น้ำหนัก<br>ซากเย็น | เปอร์เซ็นต์<br>ซากเย็น | พื้นที่หน้าตัด<br>เนื้อสัน | ความ<br>หนา<br>ไขมัน | จีโนไทป์<br>CSRM60 | จีโนไทป์<br>INRA063 |
|-------|---------------------|--------------------------------|------------------------|--------------------|------------------------|----------------------------|----------------------|--------------------|---------------------|
| 116   | 5/5/2557            | 567                            | 3                      | 312                | 55.02                  | 68.39                      | 2.6                  | BF                 | CC                  |
| 117   | 5/5/2557            | 655                            | 3                      | 337                | 51.45                  | 90.32                      | 0.5                  | BF                 | BE                  |
| 118   | 5/5/2557            | 574                            | 3                      | 295                | 51.39                  | 75.16                      | 0.3                  | DG                 | BE                  |
| 119   | 5/5/2557            | 547                            | 3                      | 294                | 53.74                  | 68.71                      | 1.5                  | BF                 | BE                  |
| 120   | 5/5/2557            | 534                            | 3                      | 316                | 67.6                   | 107.74                     | 0.25                 | BF                 | BE                  |
| 121   | 5/5/2557            | 533                            | 3                      | 293                | 54.97                  | 84.19                      | 0.7                  | FG                 | BE                  |
| 122   | 5/5/2557            | 637                            | 3                      | 347                | 54.47                  | 79.03                      | 0.95                 | DG                 | CE                  |
| 123   | 5/5/2557            | 609                            | 3                      | 333                | 54.67                  | 80.00                      | 1.05                 | CG                 | BE                  |
| 124   | 5/5/2557            | 600                            | 3                      | 330                | 55                     | 90.32                      | 0.7                  | FG                 | BE                  |
| 125   | 5/5/2557            | 665                            | 3                      | 378                | 56.84                  | 85.48                      | 1.1                  | BF                 | .                   |
| 126   | 5/5/2557            | 709                            | 3                      | 397                | 55.99                  | 93.55                      | 3.05                 | CF                 | CE                  |
| 127   | 5/5/2557            | 608                            | 3                      | 361                | 59.37                  | 94.52                      | 1.3                  | FG                 | .                   |
| 128   | 5/5/2557            | 519                            | 3                      | 294                | 56.64                  | 77.74                      | 0.8                  | FH                 | BD                  |
| 129   | 5/5/2557            | 547                            | 3                      | 292                | 53.38                  | 89.68                      | 1.15                 | FG                 | CC                  |
| 130   | 5/5/2557            | 457                            | 3                      | 248                | 54.26                  | 74.84                      | 0.7                  | CF                 | BE                  |
| 131   | 5/5/2557            | 483                            | 3                      | 268                | 55.48                  | 75.48                      | 2                    | DG                 | CE                  |
| 132   | 5/5/2557            | 482                            | 3                      | 285                | 53.52                  | 79.03                      | 1.1                  | AC                 | BE                  |
| 133   | 5/5/2557            | 399                            | 3                      | 245                | 61.4                   | 60.97                      | 0.45                 | .                  | BF                  |
| 134   | 5/5/2557            | 448                            | 3                      | 243                | 54.24                  | 76.77                      | 0.1                  | .                  | CC                  |
| 135   | 5/5/2557            | 655                            | 3                      | 343                | 52.36                  | 80.64                      | 1.3                  | EG                 | CC                  |
| 136   | 5/5/2557            | 461                            | 3                      | 270                | 58.56                  | 76.77                      | 0.6                  | EG                 | BE                  |
| 137   | 5/5/2557            | 512                            | 3                      | 280                | 68.94                  | 78.39                      | 0.9                  | EG                 | BE                  |
| 138   | 5/5/2557            | 661                            | 3                      | 353                | 53.4                   | 87.42                      | 2.3                  | EG                 | CE                  |
| 139   | 5/5/2557            | 589                            | 3                      | 318                | 53.98                  | 80.32                      | 1.4                  | CE                 | CE                  |
| 140   | 5/5/2557            | 516                            | 3                      | 267                | 51.74                  | 68.06                      | 1.7                  | DF                 | CE                  |

## ประวัติผู้เขียน

|                 |  |
|-----------------|--|
| ชื่อ-สกุล       | ปภาวรินทร์ พยัคเดชาชัย   |
| วันเดือนปีเกิด  | 20 พฤศจิกายน 2533  |
| สถานที่เกิด     | กรุงเทพมหานคร  |
| ที่อยู่ปัจจุบัน | 116 ม.9 ตำบลชิลอง อำเภอเมือง จังหวัดชัยภูมิ 36000  |
| ประวัติการศึกษา | ปีการศึกษา 2551 สำเร็จการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย<br>จากโรงเรียนศรีพุดผา จังหวัดกรุงเทพมหานคร<br>ปีการศึกษา 2556 สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรี สาขาครุศาสตร์<br>คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร-<br>ลาดกระบัง |
| ประวัติการทำงาน | พ.ศ.2557 – ปัจจุบัน ครูผู้สอน วิทยาลัยเกษตรและเทคโนโลยีชัยภูมิ<br>จังหวัดชัยภูมิ   |