



รายงานฉบับสมบูรณ์ (Final Report)

โครงการย่อยที่ 3 โครงการศึกษาและค้นหาเครื่องหมายทางพันธุกรรม
(DNA Markers) สำหรับบ่งชี้เอกลักษณ์ของสุกรบนพื้นที่สูง

Sub-Project 3: Study and identification of molecular markers
for pigs on highland area

ภายใต้ชุดโครงการ : ชุดโครงการวิจัยเพื่อเสริมสร้างประสิทธิภาพการผลิตสุกร
บนพื้นที่สูง

แผนงานวิจัย: เพื่อเพิ่มผลผลิตและคุณภาพของผลิตผลเกษตร

โดย

ศุภมิตร เมฆฉาย และคณะ

สนับสนุนทุนวิจัยโดย สถาบันวิจัยและพัฒนาพื้นที่สูง (องค์การมหาชน)

ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2560

รายงานฉบับสมบูรณ์

(Final Report)

โครงการย่อยที่ 3 โครงการศึกษาและค้นหาเครื่องหมายทางพันธุกรรม
(DNA Markers) สำหรับบ่งชี้เอกลักษณ์ของสุกรบนพื้นที่สูง

Sub-Project 3: Study and identification of molecular markers
for pigs on highland area

ภายใต้ชุดโครงการ: ชุดโครงการวิจัยเพื่อเสริมสร้างประสิทธิภาพการผลิตสุกร

บนพื้นที่สูง

แผนงานวิจัย: เพื่อเพิ่มผลผลิตและคุณภาพของผลิตผลเกษตร

คณะผู้วิจัย

สังกัด

- | | |
|----------------------|----------------------|
| 1. ศุภมิตร เมฆฉาย | มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ |
| 2. กรวรรณ ศรีงาม | มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ |
| 3. สุขน ตั้งทวีวัฒน์ | มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ |
| 4. วรรักษ์ หน่อสีดา | มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ |

กันยายน 2560

กิตติกรรมประกาศ

โครงการวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนทุนอุดหนุนการวิจัย สถาบันวิจัยและพัฒนาพื้นที่สูง (องค์การมหาชน) ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2560 ผู้วิจัยขอขอบคุณศูนย์เทคโนโลยีชีวภาพเกษตร คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ และศูนย์ความเป็นเลิศด้านเทคโนโลยีชีวภาพเกษตร สำนักงานพัฒนาบัณฑิตศึกษาและวิจัยด้านวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยีสำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ ที่เอื้อเพื่ออุปกรณ์ เครื่องมือ และสถานที่สำหรับการวิจัยในครั้งนี้ ขอขอบคุณศูนย์วิจัยสาธิตและฝึกอบรมการเกษตรแม่เหียะ ต.แม่เหียะ อ.เมือง จ.เชียงใหม่ สถาบันวิจัยโครงการหลวงแม่หลอด อ.แม่แตง จ.เชียงใหม่และศูนย์พัฒนาโครงการหลวงหนองหอย อ.แมริม จ.เชียงใหม่ ที่อนุเคราะห์ตัวอย่างเลือดสุกรสำหรับใช้ในการวิจัยครั้งนี้ และขอขอบคุณนักศึกษาห้องปฏิบัติการเทคโนโลยีชีวภาพด้านสัตว์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ โดยเฉพาะอย่างยิ่ง คุณวรัรักษ์ หน่อสีดา และ คุณนันทนา โพธาคำ

คณะผู้วิจัย

กันยายน 2560



คณะผู้วิจัย

1. หัวหน้าโครงการ หน่วยงานสังกัด ที่อยู่ หมายเลขโทรศัพท์ และ E-mail

ชื่อ-สกุล (ภาษาไทย)	นายศุภมิตร เมฆฉาย
ชื่อ-สกุล (ภาษาอังกฤษ)	Mr. Supamit Mekchay
คุณวุฒิ	Dr.agr.
ตำแหน่ง (ทางวิชาการ/ราชการ)	รองศาสตราจารย์
หน่วยงาน	ภาควิชาสัตวศาสตร์และสัตว์น้ำ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
ที่อยู่	239 ถนนห้วยแก้ว ตำบลสุเทพ อำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่
โทรศัพท์/โทรสาร	0-5394-4090 ต่อ 34 / 0-5322-5221
E-mail	supamitmekchay@gmail.com

2. นักวิจัย หน่วยงานสังกัด ที่อยู่ หมายเลขโทรศัพท์ และ E-mail

ชื่อ-สกุล (ภาษาไทย)	นางสาวกรวรรณ ศรีงาม
ชื่อ-สกุล (ภาษาอังกฤษ)	Miss Korawan Sringarm
คุณวุฒิ	Dr.agr.
ตำแหน่ง (ทางวิชาการ/ราชการ)	อาจารย์
หน่วยงาน	ภาควิชาสัตวศาสตร์และสัตว์น้ำ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
ที่อยู่	239 ถนนห้วยแก้ว ตำบลสุเทพ อำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่
โทรศัพท์/โทรสาร	0-5394-4091 ต่อ 21
E-mail	korawan.s@cmu.ac.th, kanok70@hotmail.com

3. นักวิจัย หน่วยงานสังกัด ที่อยู่ หมายเลขโทรศัพท์ และ E-mail

ชื่อ-สกุล (ภาษาไทย) นายสุชน ตั้งทวีพัฒน์
 ชื่อ-สกุล (ภาษาอังกฤษ) Mr.Suchon Tangtaweewipat
 คุณวุฒิ PhD.
 ตำแหน่ง (ทางวิชาการ/ราชการ) รองศาสตราจารย์
 หน่วยงาน ภาควิชาสัตวศาสตร์และสัตว์น้ำ คณะเกษตรศาสตร์
 มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
 ที่อยู่ 239 ถนนห้วยแก้ว ตำบลสุเทพ อำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่
 โทรศัพท์/โทรสาร 0-5394-4069 ถึง 74 ต่อ 111,112 / 0-5335-7601
 E-mail suchon.t@cmu.ac.th, agani002@gmail.com

4. นักวิจัย หน่วยงานสังกัด ที่อยู่ หมายเลขโทรศัพท์ และ E-mail

ชื่อ-สกุล (ภาษาไทย) นายวรรักษ์ หน่อสีดา
 ชื่อ-สกุล (ภาษาอังกฤษ) Mr.Worrarak Norseeda
 คุณวุฒิ วิทยาศาสตร์บัณฑิต (เกษตรศาสตร์)
 ตำแหน่ง (ทางวิชาการ/ราชการ) -
 หน่วยงาน ภาควิชาสัตวศาสตร์และสัตว์น้ำ คณะเกษตรศาสตร์
 มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
 ที่อยู่ 239 ถนนห้วยแก้ว ตำบลสุเทพ อำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่
 โทรศัพท์/โทรสาร 0-5394-4069
 E-mail tor-27@hotmail.com

บทสรุปสำหรับผู้บริหาร

ที่มาของโครงการ

สุกรบนพื้นที่สูงเป็นแหล่งโปรตีนที่สำคัญสำหรับประชากรบนพื้นที่สูง ด้วยวิถีชีวิตและวัฒนธรรมของประชากรบนพื้นที่สูง มักต้องการเลี้ยงสุกรที่มีลักษณะสีดำล้วน อย่างไรก็ตามสุกรดังกล่าวมีการเจริญเติบโตช้า การปรับปรุงพันธุ์ลักษณะการเจริญเติบโตของสุกรบนพื้นที่สูงด้วยวิธีผสมข้ามกับสุกรสายพันธุ์อื่น ทำให้สุกรโตเร็วแต่มีลักษณะภายนอกมีสีดำลายจุด ซึ่งไม่เป็นที่ต้องการของเกษตรกรบนพื้นที่สูง แต่ปัจจุบันมีการค้นพบยีนที่ควบคุมลักษณะสีผิวของสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม เช่น *MC1R*, *ASIP*, *TYR* เป็นต้น อย่างไรก็ตามสำหรับลักษณะทางพันธุกรรมของสีดำในสุกรพันธุ์พื้นเมืองไทยบนพื้นที่สูง ยังไม่มีรายงานการศึกษามาก่อนแต่อย่างใด

วัตถุประสงค์

เพื่อค้นหาเครื่องหมายทางพันธุกรรม (DNA Markers) สำหรับบ่งชี้เอกลักษณ์ของสุกรบนพื้นที่สูง

วิธีวิจัย

ยีนเป้าหมาย *MC1R*, *ASIP* และ *TYR* ถูกออกแบบไพรเมอร์ จำนวน 6 คู่ (*MC1R727*, *MC1R370*, *ASIP-1*, *ASIP-2*, *TYR-1* และ *TYR-2*) และนำไปเพิ่มปริมาณดีเอ็นเอด้วยปฏิกิริยา PCR เพื่อตรวจหาความผันแปรทางพันธุกรรม เครื่องหมายโมเลกุลดีเอ็นเอที่แสดงความผันแปรทางพันธุกรรมถูกนำมาตรวจสอบจีโนมไทป์ในสุกรที่มีลักษณะสีดำล้วน จำนวน 76 ตัวอย่าง และสุกรที่มีลักษณะสีไม่ดำ (กลุ่มควบคุม) จำนวน 24 ตัวอย่าง นอกจากนี้เครื่องหมายโมเลกุลดีเอ็นเอดังกล่าวถูกนำไปศึกษาความสัมพันธ์กับลักษณะสีขนของสุกรบนพื้นที่สูง

ผลการวิจัย

เครื่องหมายโมเลกุล *MC1R727*, *MC1R370*, *ASIP-2* และ *TYR-1* แสดงความผันแปรในประชากรสุกรบนพื้นที่สูง เครื่องหมายโมเลกุล *MC1R727*, *MC1R370*, *ASIP-2* และ *TYR-1* มีความสัมพันธ์กับลักษณะสีดำของสุกรอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) โดยเครื่องหมายโมเลกุล *MC1R727*, *MC1R370*, *ASIP-2* และ *TYR-1* สามารถทำนายลักษณะสีดำของสุกรบนพื้นที่สูงได้ถูกต้องมีความแม่นยำเท่ากับ 83.15, 55.78, 67.36, และ 74.73 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ตารางที่ 1) ผลการวิเคราะห์เครื่องหมายโมเลกุลแบบรวมจำนวน 2 (*MC1R727+MC1R370*), 3 (*MC1R727+MC1R370+ASIP-2*) และ 4 (*MC1R727+MC1R370+ASIP-2+TYR-1*) เครื่องหมายสามารถทำนายสุกรที่มีลักษณะสีดำได้ถูกต้อง มีค่าความแม่นยำเท่ากับ 71.57, 75.78 และ 81.05 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ตารางที่ 1)

ตารางที่ 1: สมการของเครื่องหมายโมเลกุลดีเอ็นเอและความแม่นยำในการทำนายลักษณะสีตาในสุกรบนพื้นที่สูง

เครื่องหมายโมเลกุล (X)	สมการ	ความแม่นยำ (%)
MC1R7272 (X1)	$y = 0.5017 + 0.1852 (X1)$	83.15
MC1R370 (X2)	$y = 1.1313 - 0.2568 (X2)$	55.78
ASIP-2 (X3)	$y = 0.5952 + 0.2449 (X3)$	67.36
TYP-1 (X4)	$y = 0.8294 - 0.0560 (X4)$	74.73
(X1) + (X2)	$y = 0.8872 + 0.19733 (X1) - 0.2687 (X2)$	71.57
(X1) + (X2) + (X3)	$y = 0.8106 + 0.14349 (X1) - 0.2446 (X2) + 0.1811 (X3)$	75.78
(X1) + (X2) + (X3) + (X4)	$y = 0.95388 + 0.1830 (X1) - 0.2567 (X2) + 0.1580 (X3) - 0.1118 (X4)$	81.05

ความแม่นยำของเครื่องหมายโมเลกุลดีเอ็นเอ MC1R727 ที่ระดับ 83.15 เปอร์เซนต์ เป็นระดับสูงสุดที่พบในการศึกษานี้ดังกล่าว รวมถึงจากผลการทดสอบทางสถิติของเครื่องหมายโมเลกุลนี้ที่ 83.15 และ 85 เปอร์เซนต์ โดยวิธี T-Test และ Chi-square Test นั้น ผลการทดสอบทั้ง 2 วิธีการ ให้ผลที่สอดคล้องกัน โดยพบว่าค่าความแม่นยำที่ 83.15 และ 85 เปอร์เซนต์ แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$) นั้นหมายความว่า เครื่องหมายโมเลกุลดีเอ็นเอ MC1R727 ที่ความแม่นยำ 83.15 เปอร์เซนต์ ที่ได้จากการผลการวิจัยครั้งนี้ ไม่แตกต่างจากค่าความแม่นยำคาดหวังที่ 85 เปอร์เซนต์ หรือกล่าวอีกนัยหนึ่งได้ว่า เครื่องหมายโมเลกุลดีเอ็นเอ MC1R727 สามารถใช้ในการจำแนกสุกรบนพื้นที่สูงได้ ไม่แตกต่างจากเกณฑ์คาดหวังไว้ที่ 85 เปอร์เซนต์

จากผลการศึกษาครั้งนี้แสดงให้เห็นเครื่องหมายโมเลกุล MC1R727 มีความสัมพันธ์กับลักษณะสีตาของสุกรอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติสูงยิ่ง และเครื่องหมายโมเลกุลดังกล่าวอาจจะใช้ในการคัดเลือกลักษณะสีตาในสุกรบนพื้นที่สูงได้

บทสรุป

1) เครื่องหมายโมเลกุลดีเอ็นเอที่แสดงความผันแปรในประชากรสุกรบนพื้นที่สูง มีจำนวน 4 เครื่องหมาย คือ MC1R727, MC1R370, ASIP-2 และ TYR-1

2) เครื่องหมายโมเลกุล MC1R727 มีค่าความแม่นยำในการทำนายลักษณะสีตาในสุกรบนพื้นที่สูงได้ถูกต้องสูงที่สุด โดยมีค่าความแม่นยำเท่ากับ 83.15 เปอร์เซนต์

ข้อเสนอแนะ

ลักษณะสีขนของสุกรเป็นลักษณะที่มีความซับซ้อนถูกควบคุมด้วยยีนหลายคู่ ในการศึกษาครั้งต่อไป ควรศึกษาความผันแปรของเครื่องหมายโมเลกุลของยีน *MC1R* ที่ตำแหน่งอื่นเพิ่มเติม รวมถึงยีนเป้าหมายที่มีศักยภาพต่อบ่งชี้ลักษณะดังกล่าวเช่น ยีน *v-kit* Hardy-Zuckerman 4 feline sarcoma viral oncogene homolog (*KIT*) gene.



Executive Summary

Introduction

Pigs on highland area are an important source of protein for the people on highland area. With lifestyle and culture of those people, black pigs are required for production. However, these pigs have a slower growth rate. Out crossing method was used to improve the growth performance traits of these pigs. However, the black spot color phenotypes were observed in these pigs and were unacceptable for the farmer on highland area. Nevertheless, several genes such as *MC1R*, *ASIP* and *TYR* have been reported that these genes are related to skin color of mammals. However, the study about molecular genetics in pigs on highland area has not been reported.

Objective

To identify the molecular markers for the characteristics of pigs on highland area

Methodology

The target genes of *MC1R*, *ASIP* and *TYR* were designed primers with 6 primer pairs (*MC1R727*, *MC1R370*, *ASIP-1*, *ASIP-2*, *TYR-1* and *TYR-2*). These primers were used to amplify with PCR technique for polymorphism identification. The polymorphic molecular markers were genotyped in 76 black pigs and 24 non-black pigs (control group). Moreover, association of molecular markers and the coat color trait of pigs on highland area was analyzed.

Results

The results showed that four molecular DNA markers (*MC1R727*, *MC1R370*, *ASIP-2* and *TYR-1*) were segregated in the population of pigs on highland area. The *MC1R727*, *MC1R370*, *ASIP-2* and *TYR-1* markers were significantly associated with characteristics of black color of pigs ($P < 0.05$). These markers (*MC1R727*, *MC1R370*, *ASIP-2* and *TYR-1*) could be identified the black pigs with 83.15, 55.78, 67.36, 74.73 % accuracy (Table I). Combination of 2 (*MC1R370+MC1R727*), 3 (*MC1R370+MC1R727+ASIP-2*) and 4 (*MC1R370+MC1R727+ASIP-*

2+*TYR-1*) molecular DNA markers could be identified the black pigs with 71.57, 75.78 and 81.05 % accuracy. (Table I)

Table I: Molecular marker equation and accuracy for prediction of the black pigs on highland area.

Molecular markers (X)	Equation	Accuracy (%)
<i>MC1R7272</i> (X1)	$y = 0.5017 + 0.1852 (X1)$	83.15
<i>MC1R370</i> (X2)	$y = 1.1313 - 0.2568 (X2)$	55.78
<i>ASIP-2</i> (X3)	$y = 0.5952 + 0.2449 (X3)$	67.36
<i>TYP-1</i> (X4)	$y = 0.8294 - 0.0560 (X4)$	74.73
(X1) + (X2)	$y = 0.8872 + 0.19733 (X1) - 0.2687 (X2)$	71.57
(X1) + (X2) + (X3)	$y = 0.8106 + 0.14349 (X1) - 0.2446 (X2) + 0.1811 (X3)$	75.78
(X1) + (X2) + (X3) + (X4)	$y = 0.95388 + 0.1830 (X1) - 0.2567 (X2) + 0.1580 (X3) - 0.1118 (X4)$	81.05

Accuracy of the molecular marker of *MC1R727* at 83.15 % was the highest levels of this study. Moreover, the results of statistical analysis of the *MC1R727* marker at 83.15 and 85 % accuracy levels with T-Test were consistent with Chi-square Test. No significant difference between the accuracy levels at 83.15 and 85 % were found ($P > 0.05$). That means the *MC1R727* marker at 83.15 % accuracy of this study was not different from the expected accuracy levels at 85 %. In another words, the *MC1R727* marker could be classified the pigs on highland area with no difference from the expected accuracy levels at 85%.

The results in this study indicated that the *MC1R727* marker was highly significantly associated with black color of pigs and this marker could be used to select the black characteristics in pigs on highland area.

Conclusion

- 1) Four molecular markers of *MC1R727*, *MC1R370*, *ASIP-2* and *TYR-1* were segregated in the black pigs on the highland area.
- 2) The *MC1R727* marker could be identified the black pig the black pigs on the highland area with 83.15 % accuracy.

Suggestion

Coat color of pigs is complex trait and influenced by a number of genes. Further analysis should be study of additional genetic variation of *MC1R* gene well as the potential candidate genes such as, *v-kit* Hardy-Zuckerman 4 feline sarcoma viral oncogene homolog (*KIT*) gene.



สารบัญ

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	ก
คณะผู้วิจัย	ข
บทสรุปสำหรับผู้บริหาร	ง
Executive Summary	ฉ
สารบัญ	ช
สารบัญตาราง	ฌ
สารบัญภาพ	ญ
บทคัดย่อ	ฎ
Abstract	ฏ
บทที่ 1 บทนำและวัตถุประสงค์	1
บทที่ 2 การตรวจเอกสาร	3
บทที่ 3 วิธีการวิจัย	6
บทที่ 4 ผลการวิจัย	10
บทที่ 5 วิจารณ์ผลการวิจัย	19
บทที่ 6 สรุปผลการทดลอง	21
เอกสารอ้างอิง	22
ภาคผนวก	24
ตารางสรุปเปรียบเทียบแผนงานวิจัยกับผลงานวิจัย	29
ข้อเสนอแนะ	30

สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่ 1 ความผันแปรทางพันธุกรรมของยีน <i>MC1R</i> ในสุกร	4
ตารางที่ 2 ลำดับนิวคลีโอไทด์ของไพรเมอร์ยีน <i>MC1R</i> , <i>ASIP</i> และ <i>TYR</i>	13
ตารางที่ 3 ความถี่จีโนไทป์ และความถี่อัลลีลของเครื่องหมายโมเลกุล <i>MC1R727</i> , <i>MC1R370</i> , <i>ASIP-2</i> และ <i>TYR-1</i>	16
ตารางที่ 4 ความสัมพันธ์ระหว่างเครื่องหมายโมเลกุลกับลักษณะสีดำในสุกรบนพื้นที่สูง	17
ตารางที่ 5 สมการของเครื่องหมายโมเลกุลดีเอ็นเอและความแม่นยำในการทำนายลักษณะสีดำในสุกรบนพื้นที่สูง	18
ตารางที่ 6 สรุปเปรียบเทียบผลงานวิจัยกับแผนงานวิจัย	29



สารบัญภาพ

	หน้า
ภาพที่ 1 ตัวอย่างการเก็บตัวอย่างเลือดสุกรจากศูนย์วิจัยสัตวและฝึกอบรมการเกษตรแม่เหียะ	10
ภาพที่ 2 ตัวอย่างการเก็บตัวอย่างเลือดสุกรจากศูนย์พัฒนาโครงการหลวงหนองหอย	11
ภาพที่ 3 ตัวอย่างสุกรที่มีลักษณะสีผิวของลำตัวเป็นสีดำปนน้ำตาล และสีขาวปนดำ	11
ภาพที่ 4 ผลการค้นหาคำค้นความผันแปรทางพันธุกรรมของยีนเป้าหมาย ยีน <i>MC1R</i>	12
ภาพที่ 5 ผลการค้นหาคำค้นความผันแปรทางพันธุกรรมของยีนเป้าหมาย ยีน <i>ASIP</i>	12
ภาพที่ 6 ผลการค้นหาคำค้นความผันแปรทางพันธุกรรมของยีนเป้าหมาย ยีน <i>TYR</i>	12
ภาพที่ 7 ตัวอย่างการตรวจสอบคุณภาพดีเอ็นเอบน agarose gel electrophoresis	13
ภาพที่ 8 การตรวจสอบผลการเพิ่มปริมาณของดีเอ็นเอ	14
ภาพที่ 9 ผลการตรวจสอบจีโนไทป์เครื่องหมายโมเลกุลดีเอ็นเอ	15



บทคัดย่อ

สุกรบนพื้นที่สูงเป็นแหล่งโปรตีนที่สำคัญสำหรับประชากรบนพื้นที่สูง ด้วยวิถีชีวิตและวัฒนธรรมของประชากรบนพื้นที่สูง มักต้องการเลี้ยงสุกรที่มีลักษณะสีดำล้วน อย่างไรก็ตามสุกรดังกล่าวมีการเจริญเติบโตช้า การปรับปรุงพันธุ์ลักษณะการเจริญเติบโตของสุกรบนพื้นที่สูงด้วยวิธีผสมข้ามกับสุกรสายพันธุ์อื่น ทำให้สุกรโตเร็วแต่มีลักษณะภายนอกมีสีดำลายจุด ซึ่งไม่เป็นที่ต้องการของเกษตรกรบนพื้นที่สูง วัตถุประสงค์ในการศึกษาครั้งนี้ เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ของเครื่องหมายทางพันธุกรรมบนยีนmelanocortin 1 receptor (*MC1R*), agouti signaling-protein (*ASIP*) และ tyrosinase (*TYR*) สำหรับบ่งชี้เอกลักษณ์ของสุกรบนพื้นที่สูง เครื่องหมายพันธุกรรมของยีน *MC1R*, *ASIP* และ *TYR* จำนวน 6 เครื่องหมาย (*MC1R727*, *MC1R370*, *ASIP-1*, *ASIP-2*, *TYR-1* และ *TYR-2*) ถูกนำมาวิเคราะห์จีโนไทป์ในสุกรที่มีลักษณะสีดำล้วน จำนวน 76 ตัวอย่าง และสุกรที่มีลักษณะสีไม่ดำ (กลุ่มควบคุม) จำนวน 24 ตัวอย่าง พบว่าเครื่องหมายโมเลกุลจำนวน 4 เครื่องหมาย (*MC1R727*, *MC1R370*, *ASIP-2* และ *TYR-1*) แสดงความผันแปรในประชากรสุกรบนพื้นที่สูง ในขณะที่เครื่องหมายโมเลกุลจำนวน 2 เครื่องหมาย (*ASIP-1* และ *TYR-2*) ไม่แสดงความผันแปรในฝูงประชากรสุกรดังกล่าว เครื่องหมายโมเลกุล *MC1R727*, *MC1R370*, *ASIP-2* และ *TYR-1* มีความสัมพันธ์กับลักษณะสีดำของสุกรอย่างมีนัยสำคัญ ($P < 0.05$) โดยเครื่องหมายโมเลกุล *MC1R727*, *MC1R370*, *ASIP-2* และ *TYR-1* สามารถทำนายลักษณะสีดำของสุกรบนพื้นที่สูงได้ถูกต้องมีความแม่นยำเท่ากับ 83.15, 55.78, 67.36, 74.73 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ นอกจากนี้เมื่อพิจารณาอิทธิพลของเครื่องหมายโมเลกุลโดยรวมต่อลักษณะสีดำของสุกรบนพื้นที่สูง พบว่าเครื่องหมายโมเลกุลจำนวน 2 (*MC1R727+MC1R370*), 3 (*MC1R727+MC1R370+ASIP-2*) และ 4 เครื่องหมาย (*MC1R727+MC1R370+ASIP-2+TYR-1*) สามารถทำนายสุกรที่มีลักษณะสีดำได้ถูกต้องแม่นยำเท่ากับ 71.57, 75.78 และ 81.05 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ จากผลการศึกษาครั้งนี้แสดงให้เห็นเครื่องหมายโมเลกุล *MC1R727* มีความสัมพันธ์กับลักษณะสีดำของสุกรอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติสูงยิ่ง และเครื่องหมายโมเลกุลดังกล่าวอาจจะใช้ในการคัดเลือกลักษณะสีดำในสุกรบนพื้นที่สูงได้

Abstract

Pigs on highland area are an important source of protein for the people on highland area. With lifestyle and culture of those people, black pigs are required for production. However, these pigs have a slower growth rate. Out crossing method was used to improve the growth performance traits of these pigs. However, the black spot color phenotypes were observed in these pigs and were unaccepted for the farmer on highland area. The objective of this study was to study the association of melanocortin 1 receptor (*MC1R*), agouti signaling-protein (*ASIP*) and tyrosinase (*TYR*) genes with characteristics of the pigs on highland area. Six molecular DNA markers of *MC1R*, *ASIP* and *TYR* (*MC1R727*, *MC1R370*, *ASIP-1*, *ASIP-2*, *TYR-1* and *TYR-2*) were used to genotyping in 76 black pigs and 24 non-black pigs (control group). The results showed that four molecular DNA markers were segregated in the population of pigs on highland area. Whereas, two molecular DNA markers (*ASIP-1* and *TYR-2*) were found to be unsegregated in this pig population. The *MC1R727*, *MC1R370*, *ASIP-2* and *TYR-1* markers were significantly associated with characteristics of black color of pigs ($P < 0.05$). These markers (*MC1R727*, *MC1R370*, *ASIP-2* and *TYR-1*) could be identified the black pigs with 83.15, 55.78, 67.36, 74.73% accuracy. Combination of 2 (*MC1R727* + *MC1R370*), 3 (*MC1R727* + *MC1R370* + *ASIP-2*) and 4 (*MC1R727* + *MC1R370* + *ASIP-2* + *TYR-1*) molecular DNA markers could be identified the black pigs with 71.57, 75.78 and 81.05% accuracy. The results in this study indicated that the *MC1R727* marker was highly significantly associated with black color of pigs and this marker could be used to select the black characteristics in pigs on highland area.