

ความสัมพันธ์ของรูปแบบยีน CCT7 กับค่าโลหิตวิทยาในสุกรหลังหย่านม

Association of CCT7 gene with hematological values in weaned pig

ณัฐริกา สุวรรณวงศ์^{1,2}, อัจฉรา ธรรมรัตน์³ และ พิชญานิภา พงษ์พานิช^{1,2*}

Nattariga Suwannawong^{1,2}, Uschara Thumarat³ and

Pitchayanipa Phongphanich^{1,2*}

¹ สาขาวิชานวัตกรรมการผลิตสัตว์และการจัดการ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่ จ.สงขลา 90110
Animal Production Innovation and Management division, Faculty of Natural Resources, Prince of Songkhla University,
Songkhla 90110

² ศูนย์ความเป็นเลิศด้านเทคโนโลยีชีวภาพเกษตร สำนักพัฒนาบัณฑิตศึกษาและวิจัยด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สำนักงานคณะกรรมการ
การอุดมศึกษา กรุงเทพฯ 10900
Center of Excellence on Agricultural Biotechnology: (AG-BIO/PERDO-CHE), Bangkok 10900, Thailand

³ คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่ จ.สงขลา 90110
Faculty of Agro-Industry, Prince of Songkhla University, Songkhla 90110

* Corresponding author: pitchayanipa.k@psu.ac.th

บทคัดย่อ: การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ของรูปแบบยีนโนไทป์ของยีน Chaperonin Containing TCP1 Subunit 7 (CCT7) ต่อค่าโลหิตวิทยาในสุกรหลังหย่านมพันธุ์ลูกผสม (50% ดุร็อค x 25% ลาร์จไวท์ x 25% แลนด์เรซ) จำนวน 40 ตัว ได้ถูกนำมาศึกษาโดยได้รับเชื้อ *Salmonella typhimurium* ความเข้มข้น 10^9 CFU/ml จำนวน 2 มิลลิลิตร/ตัว ทำการเก็บเลือดในวันที่ 2, 7, 14 และ 21 หลังได้รับเชื้อ นำมาตรวจสอบลักษณะพันธุกรรมของยีน CCT7 ด้วยวิธี Polymerase Chain Reaction - Restriction Fragment Length Polymorphism (PCR-RFLP) และวัดค่าโลหิตวิทยาโดยวัดค่าปริมาณเม็ดเลือดแดงอัดแน่น ค่าปริมาณเม็ดเลือดแดง และเม็ดเลือดขาวทั้งหมด จำนวนเม็ดเลือดขาวชนิดนิวโทรฟิล ลิมโฟไซต์ โมโนไซต์ อีโอซิโนฟิล และเบโซฟิล ผลการศึกษาพบว่าในวันที่ 2 หลังได้รับเชื้อ สุกรที่มีจีโนไทป์ GG มีปริมาณเม็ดเลือดขาวทั้งหมดสูงกว่าสุกรที่มีจีโนไทป์ GA และ AA และสุกรที่มีจีโนไทป์ AA ปริมาณเม็ดเลือดแดงทั้งหมดสูงกว่าสุกรที่มีจีโนไทป์ GG และ GA แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ในวันที่ 7, 14 และ 21 ของการได้รับเชื้อ พบว่า สุกรที่มีจีโนไทป์ GA มีปริมาณเม็ดเลือดขาวทั้งหมด และเม็ดเลือดขาวชนิดต่าง ๆ สูงกว่าสุกรที่มีจีโนไทป์ GG ดังนั้นรูปแบบยีนโนไทป์ GA ของยีน CCT7 มีความสัมพันธ์กับค่าโลหิตวิทยา ซึ่งมีความเป็นไปได้ที่จะนำไปศึกษาเพื่อพัฒนาเป็นยีนเครื่องหมายช่วยในการคัดเลือกสุกรที่ต้านทานต่อลักษณะการติดเชื้อซัลโมเนลลา

คำสำคัญ: ยีน CCT7; ค่าโลหิตวิทยา; สุกรหลังหย่านม

ABSTRACT: The objective of this study was conducted to study association between genotype of the Chaperonin Containing TCP1 Subunit 7 (CCT7) gene with hematological values. A total of 40 crossbred weaned pigs (50% Duroc x 25% Large White x 25% Landrace) were studied. *Salmonella typhimurium* was fed by oral inoculation to pigs at 2 ml/pig (10^9 CFU/ml). Blood samples were collected on 2, 7, 14 and 21 days post inoculation (dpi) and analysis of the polymorphisms of the CCT7 gene was performed by the Reaction - Restriction Fragment Length Polymorphism (PCR-RFLP) methods. A measurement of hematological values including pack cell volume, total erythrocyte and leucocyte count, neutrophil, lymphocyte, monocyte, eosinophil and basophil. The results showed that on 2 dpi pigs with genotype GG had the total erythrocyte higher than pigs with genotype GA, AA and pigs with genotype AA had the total leucocyte count higher than pigs with genotype GG, GA was significant difference ($p < 0.05$). The hematological values showed that pigs with genotype GA had the total leucocyte count and leucocytes higher than genotype GG on 7, 14 and 21 dpi. Therefore, genotype GA of CCT7 gene was associated with

hematological values. Therefore, *CCT7* gene may be developed for using as a genetic marker to select pig resistance salmonella infection.

Keywords: *CCT7* gene; hematology; weaned pig

บทนำ

ปัญหาอุกสุกรท้องร่วงในระยะหลังหย่านมเป็นปัญหาสำคัญอย่างหนึ่งที่ทำให้ความสูญเสียในทางเศรษฐกิจให้กับเกษตรกรที่เลี้ยงสุกร (ปริญพันธ์, 2542) โดยสาเหตุของโรคท้องร่วงเกิดจากเชื้อโรคที่หลากหลาย ได้แก่ *Escherichia coli*, *Salmonella* spp. และ *Clostridium perfringens* โดยการติดเชื้อซัลโมเนลลาเป็นสาเหตุของการเกิดท้องเสียแบบเฉียบพลัน หรือเรื้อรังในสุกร โดยมีอัตราการป่วยประมาณ 10-15 เปอร์เซ็นต์ และอัตราการตายสูงถึง 100 เปอร์เซ็นต์ โดยเชื้อโรทัยที่พบบ่อย คือ *Salmonella Typhimurium* และ *Salmonella Rissen* (กิตติพงษ์ และคณะ, 2556) สำหรับการรักษาสัตว์ส่วนใหญ่จะรักษาด้วยยาปฏิชีวนะ ยาปฏิชีวนะที่นิยมใช้ ได้แก่ kanamycin และ gentamicin เป็นต้น ซึ่งเมื่อใช้ยาเหล่านี้เป็นระยะเวลานานจะทำให้เกิดอาการดื้อยาในสัตว์ ปัญหาการดื้อยาของยาปฏิชีวนะในเนื้อสัตว์ อีกทั้งยังสามารถทำให้เกิดการดื้อยาในมนุษย์ได้เช่นกัน (ยุทธนา และคณะ, 2545) การหลีกเลี่ยงการใช้ยาปฏิชีวนะในอุตสาหกรรมการผลิตสัตว์ ทำได้ด้วยกันหลายวิธี เช่น การเสริมโปรไบโอติกในอาหารสัตว์ การใช้สมุนไพร และการคัดเลือกสัตว์ที่ต้านทานโรค เป็นต้น

ปัจจุบันมีรายงานเกี่ยวกับการศึกษาการทำงานของยีนที่ส่งผลต่อลักษณะการต้านทานโรคท้องเสียในสุกร ซึ่งมีรายงานว่า มีรูปแบบจีโนมที่ส่งผลต่อลักษณะการต้านทานโรคท้องเสีย จึงทำการศึกษาความสัมพันธ์ของรูปแบบจีโนมของยีน Chaperonin Containing TCP1 Subunit 7 (*CCT7*) กับค่าโลหิตวิทยา ในสุกรที่ได้รับเชื้อ *Salmonella typhimurium* โดยยีน Chaperonin Containing TCP1 Subunit 7 (*CCT7*) อยู่บนโครโมโซมคู่ที่ 3 ของสุกร มีตำแหน่ง SNP อยู่ที่ตำแหน่ง c1153 ซึ่งเกิดการเปลี่ยนแปลงของเบสกวีนีนเป็นเบสอะดีนีน เป็นการกลายพันธุ์แบบ synonymous โดยจะแสดงออกเมื่อสุกรเกิดการติดเชื้อซัลโมเนลลา โดยยีน *CCT7* จะทำการสร้างและปล่อยสารเคมีชักนำออกมาเพื่อการตอบสนองของ T helper 1 (Th1) ซึ่ง T helper 1 (Th1) จะทำการสร้างและปล่อยโมเลกุลของ cytokines ออกมากระตุ้นการทำงานของเซลล์ภูมิคุ้มกันชนิดแมคโครฟาจ ลิมโฟไซต์ โมโนไซต์ และนิวโทรฟิล โดยมีบทบาทสำคัญต่อภูมิคุ้มกันที่มีมาแต่กำเนิดในการตอบสนองต่อการติดเชื้อซัลโมเนลลา (Wick, 2004) จากการศึกษาของ Uthe และคณะ (2009) ทำการศึกษาในสุกร จำนวน 40 ตัว พบว่า SNP ของยีน *CCT7* มีความสัมพันธ์กับการขับเชื้อซัลโมเนลลา และมีความสัมพันธ์กับเซลล์ภูมิคุ้มกัน ได้แก่ เซลล์แมคโครฟาจ เซลล์เม็ดเลือดขาวชนิดนิวโทรฟิล และโมโนไซต์

ดังนั้น การศึกษารังนี้จึงทำการศึกษาความสัมพันธ์ของรูปแบบจีโนมต่อค่าโลหิตวิทยาในสุกรที่ได้รับเชื้อ *Salmonella typhimurium* โดยใช้เทคนิคทางด้านพันธุศาสตร์โมเลกุล เพื่อใช้เป็นข้อมูลในการศึกษาความสัมพันธ์ของรูปแบบยีนกับลักษณะการต้านทานโรคท้องเสียในสุกร

วิธีการศึกษา

สัตว์ทดลอง

ทำการสุ่มสุกรพันธุ์ลูกผสม (50% ดุริโอก x 25% ลาร์จไวท์ x 25% แลนด์เรซ) จากบริษัทเอกชนแห่งหนึ่งภายใต้ฟาร์มสุกรสาขาวิชาสัตวศาสตร์และการจัดการ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่ อำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา จำนวน 40 ตัว ให้อาหารที่มีโภชนาการตามความต้องการ และน้ำสะอาดตลอดเวลา โดยให้สุกรปรับสภาพก่อนการทดลอง 7 วัน

การเตรียมเชื้อและการป้อนเชื้อ *Salmonella typhimurium* ในสุกร

เตรียมเชื้อโดยการนำเชื้อ *Salmonella typhimurium* ซึ่งได้รับจากคณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ โดยใช้ความเข้มข้น 10^9 CFU/ml โดยการป้อนทางปาก (oral inoculation) ให้กับสุกร จำนวน 2 มิลลิลิตร/ตัว โดยทำการเก็บเลือด ในวันที่ 2, 7, 14 และ 21 หลังได้รับเชื้อ และนำเลือดที่เก็บได้มาวัดค่าทางโลหิตวิทยา

การสกัดดีเอ็นเอจากเลือดและการตรวจจีโนไทป์ด้วยวิธี PCR-RFLP

เก็บตัวอย่างเลือดสุกรจากเส้นเลือด Jugular vein ใส่หลอดที่มีสารป้องกันการแข็งตัวของเลือด (EDTA) จากนั้นนำมาสกัด DNA โดยใช้ชุดสกัด DNA ของ GeneJET Whole Blood Genomic DNA Purification Mini Kit (Thermo Fisher Scientific Baltics UAB, Lithuania) และนำ Genomic DNA ที่สกัดได้ไปเพิ่มปริมาณขึ้นส่วนยีนด้วยวิธี PCR ในแต่ละปฏิกิริยาประกอบด้วย Genomic DNA ที่มีความเข้มข้น 20 ng/μl ปริมาตร 1 μl, 10X PCR-buffer ปริมาตร 1 μl, 25 mM MgCl₂ ปริมาตร 0.8 μl, 10mM dNTPs (1.0 mM/each) ปริมาตร 1 μl, Primer forward (TCCAGACCAGTGTGAATGC) และ Primer reverse (CCACCACGGAGGATGATAG) (Uthe et al., 2009) ปริมาตรอย่างละ 1 ไมโครลิตร, 5 U/μl Taq DNA Polymerase (Thermo scientific) ปริมาตร 0.1 μl และปรับปริมาตรด้วย sterile water ปริมาตร 4.1 μl โดยมีปริมาตรรวมทั้งสิ้น 10 μl โดยมีวงรอบการทำ PCR ดังนี้ เริ่ม initial denature ที่อุณหภูมิ 95 °C 3 นาที จากนั้นทำปฏิกิริยา 35 รอบ รายละเอียดดังนี้ denaturation ที่อุณหภูมิ 94 °C 45 วินาที primer annealing ที่อุณหภูมิ 59 °C 45 วินาที primer extension ที่อุณหภูมิ 72 °C 45 วินาที และ final extension ที่อุณหภูมิ 72 °C 3 นาที หลังจากสิ้นสุดปฏิกิริยาแล้วทำการตรวจสอบ pcr product ด้วย 2 % agarose gel เมื่อได้ชิ้นส่วนยีนตามที่ต้องการแล้วทำการย่อยชิ้นส่วนยีนด้วยเอนไซม์ตัดจำเพาะ (*Cfr13I*) โดยบ่มเอนไซม์ที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที จากนั้นตรวจสอบรูปแบบจีโนไทป์ของยีนด้วย 3% agarose gel แล้วนำไปย้อมด้วย Gel star และบันทึกภาพแถบดีเอ็นเอภายใต้แสง UV ด้วยเครื่อง Gel Documentation

การวัดค่าโลหิตวิทยา

การหาปริมาตรเม็ดเลือดแดงอัดแน่น (Pack Cell Volume; PCV)

ใช้หลอด microhematocrit tube ใส่เลือด ¾ ของหลอด และทำการปั่นตกเลือดด้วยความเร็ว 10,000 rpm เป็นเวลา 5 นาที จากนั้นทำการอ่านค่าปริมาณของเม็ดเลือดแดงอัดแน่นโดยใช้แผ่นอ่าน Hematocrit Reader มีค่าอยู่ในช่วง 0 – 100 %

การหาปริมาณเม็ดเลือดแดงและเม็ดเลือดขาวทั้งหมด (Total erythrocyte / leucocyte count)

การนับปริมาณเม็ดเลือดแดงโดยการเจือจางเลือดในสารป้องกันการแข็งตัวของเลือด 5% EDTA ในอัตราส่วน 1:250 และการนับเม็ดเลือดขาวจะเจือจางเลือดในสารละลายของสีย้อม Dacie's fluid ในอัตราส่วน 1:100 แล้วนับจำนวนโดยใช้สไลด์นับเม็ดเลือด ปริมาณเม็ดเลือดแดงทั้งหมดจะได้รับการนับปริมาณเม็ดเลือดแดงที่ปรากฏในช่องสี่เหลี่ยมเล็กทั้งสี่มุมรวมกับช่องตรงกลาง (R) ของช่องสี่เหลี่ยมใหญ่กลางสไลด์นับเม็ดเลือด ส่วนปริมาณเม็ดเลือดขาวจะนับปริมาณของเม็ดเลือดขาวที่ปรากฏในช่องสี่เหลี่ยมใหญ่ (W) ทั้งสี่มุม (Pierson, 2000)

การทำสเมียร์เลือด ย้อมสี และนับแยกเม็ดเลือดขาวด้วยกล้องจุลทรรศน์

ทำสเมียร์เลือดและย้อมด้วยสี Wright Stain จำนวน 2 แผ่น ต่อตัวอย่าง 1 ตัวอย่าง การนับแยกชนิดเม็ดเลือดขาวด้วยกล้องจุลทรรศน์โดยนับจำนวนเซลล์ทั้งหมด 400 เซลล์ ต่อ 1 ตัวอย่าง และหาค่าเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ โดยนับชนิดเม็ดเลือดขาว 5 ชนิด คือ นิวโทรฟิล ลิมโฟไซต์ โมโนไซต์ อีโอซิโนฟิล และเบโซฟิล

การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ความถี่จีโนไทป์

หลังจากตรวจวิเคราะห์รูปแบบจีโนไทป์ของยีน *CC77* ในสุกรแล้วทำการหาความถี่จีโนไทป์ของยีนตาม Falconer et al. (1996) ดังสมการ

$$p_i = \sum n_i / N$$

เมื่อ	p_i	คือ ความถี่อัลลีลที่ i
	n_i	คือ จำนวนสัตว์ที่พบอัลลีลที่ i
	N	คือ จำนวนสัตว์ทั้งหมด

การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของรูปแบบยีน *CCT7* กับค่าโลหิตวิทยา

วิเคราะห์ความสัมพันธ์ของรูปแบบจีโนไทป์ของยีนกับค่าโลหิตวิทยาในสุกรพันธุ์ลูกผสม ด้วยวิธี General Linear Model (GLM) วิเคราะห์ค่าเฉลี่ยลีสต์สแควร์ (Least square means; LSMEAN) ของจีโนไทป์ต่อค่าโลหิตวิทยา และเปรียบเทียบความแตกต่างค่าเฉลี่ยลีสต์สแควร์ด้วย STDERR PDIF โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SAS (SAS, 1999)

ผลการศึกษา และวิจารณ์

การตรวจสอบลักษณะพันธุกรรม

ตรวจสอบพันธุกรรมสุกรพันธุ์ลูกผสม จำนวน 40 ตัว โดยชิ้นส่วนของยีน *CCT7* ที่เพิ่มจำนวนจากปฏิกิริยา PCR มีขนาด 533 bp เมื่อนำไปตัดด้วยเอนไซม์ตัดจำเพาะ *Cfr13I* (G ▼ GNC ▲ C) สามารถจำแนกลักษณะพันธุกรรมของสุกรได้ 3 รูปแบบ คือ AA มีขนาด 413, 120 bp, GG มีขนาด 413, 85, 35 bp และ GA มีขนาด 413, 120, 85, 35 bp ดังแสดงใน Figure 1

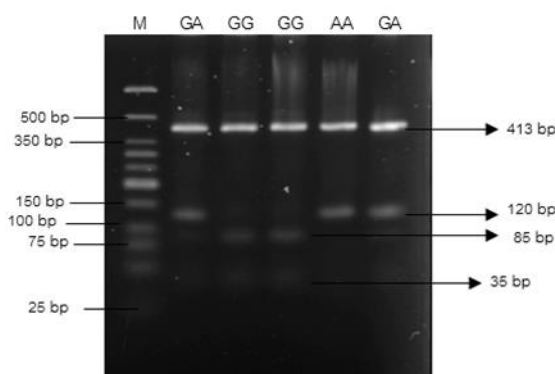


Figure 1 PCR-RFLP patterns of the *CCT7* gene in pigs. (M: 25 bp DNA ladder)

ความถี่อัลลีล และความถี่จีโนไทป์ของยีน *CCT7*

ผลการวิเคราะห์ความถี่อัลลีลและความถี่ จีโนไทป์ของยีน *CCT7* ในสุกรที่ใช้ในการศึกษา (Table 1) พบว่าสุกรที่ศึกษามีความถี่จีโนไทป์ GA สูงที่สุด รองลงมาคือ ความถี่จีโนไทป์ GG และจีโนไทป์ AA มีค่าเท่ากับ 0.43, 0.35 และ 0.22 ตามลำดับ จะเห็นได้ว่า สุกรกลุ่มที่ใช้ในการศึกษามีอัลลีล G สูงกว่าอัลลีล A

Table 1 Genotype and allele frequencies of *CCT7* gene in crossbred pigs.

Gene	N	Genotype frequencies			Allele frequencies	
		GG	GA	AA	G	A
<i>CCT7</i>	40	0.35	0.43	0.22	0.53	0.47

ความสัมพันธ์ระหว่างรูปแบบยีน *CCT7* กับค่าโลหิตวิทยา ในวันที่ 2, 7, 14 และ 21 ของการได้รับเชื้อ *Salmonella typhimurium*

จาก Table 2 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างรูปแบบจีโนไทป์ของยีน *CCT7* กับค่าโลหิตวิทยา ในวันที่ 2, 7, 14 และ 21 ของการได้รับเชื้อ พบว่า ในวันที่ 2 ปริมาณเม็ดเลือดขาวทั้งหมดของสุกรที่มีรูปแบบจีโนไทป์ AA, GA และ GG มีค่าเท่ากับ 4.31×10^3 cell/ml, 5.05×10^3 cell/ml และ 8.34×10^3 cell/ml ตามลำดับ ปริมาณเม็ดเลือดแดงทั้งหมดของสุกรที่มีรูปแบบจีโนไทป์ AA, GA และ GG มีค่าเท่ากับ 7.20×10^6 cell/ml, 5.15×10^6 cell/ml และ 5.85×10^6 cell/ml ตามลำดับ มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) อย่างไรก็ตามในวันที่ 7, 14 และ 21 ของการได้รับเชื้อ พบว่า ปริมาตรเม็ด

เลือดแดงอัดแน่น ปริมาณเม็ดเลือดแดงทั้งหมด ปริมาณเม็ดเลือดขาวทั้งหมด เม็ดเลือดขาวแต่ละชนิด มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) จากการทดลองพบว่า ในวันที่ 7, 14 และ 21 ของการได้รับเชื้อสุกรที่มีรูปแบบจีโนไทป์ GA มีปริมาณเม็ดเลือดขาวทั้งหมด และเม็ดเลือดขาวชนิดต่าง ๆ สูงกว่าสุกรที่มีจีโนไทป์ GG ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Uthe et al. (2009) ทำการศึกษาในสุกร จำนวน 40 ตัว พบว่าในวันที่ 7, 14 และ 20 ของการได้รับเชื้อสุกรที่มีจีโนไทป์ GA มีปริมาณเม็ดเลือดขาวทั้งหมด และเม็ดเลือดขาวชนิดโมโนไซต์สูงกว่าสุกรที่มีจีโนไทป์ GG โดยยีน CCT7 มีกลไกในการทำงานเกี่ยวข้องกับเซลล์ภูมิคุ้มกัน ในการสร้างเม็ดเลือดขาว และเม็ดเลือดขาวชนิดโมโนไซต์ และนิวโทรฟิล (Wick, 2004)

Table 2 Association between genotype of *CCT7* gene and hematological values on 2, 7, 14, and 21 days post inoculation (dpi)

Parameter	D ₂ ¹			p-value	D ₇			p-value	D ₁₄			p-value	D ₂₁			p-value
	AA (N=13)	GA (N=17)	GG (N=10)		AA (N=13)	GA (N=17)	GG (N=10)		AA (N=13)	GA (N=17)	GG (N=10)		AA (N=13)	GA (N=17)	GG (N=10)	
PCV	47.06±2.61	43.06±1.65	40.67±2.10	0.14	47.23±1.56	45.24±0.99	46.00±1.26	0.57	45.44±2.48	45.29±1.57	46.41±1.99	0.90	47.33±1.59	42.85±1.00	43.47±1.28	0.07
WBC (x10 ³) (cell/ml)	4.31±1.09 ^b	5.05±0.69 ^b	8.34±0.88 ^a	0.01	5.25±0.83	5.42±0.67	5.05±0.53	0.91	3.87±0.60	4.78±0.38	4.39±0.49	0.46	4.38±0.48	4.26±0.30	3.74±0.39	0.46
RBC (x10 ⁶) (cell/ml)	7.20±0.54 ^a	5.15±0.34 ^b	5.85±0.44 ^b	0.02	5.12±0.41	4.77±0.26	5.69±0.33	0.12	6.17±0.55	6.01±0.35	6.64±0.44	0.54	6.40±0.49	5.66±0.31	5.62±0.40	0.37
Monocyte (%)	7.73±1.33	9.50±0.84	8.85±1.07	0.54	4.61±1.01	5.91±0.64	6.26±0.81	0.39	3.59±0.52	4.41±0.33	3.72±0.42	0.33	3.90±0.67	5.50±0.42	5.19±0.54	0.14
Lymphocyte (%)	51.80±4.55	49.82±2.88	48.67±3.66	0.85	49.11±5.47	54.59±3.47	47.63±4.41	0.45	59.84±5.02	56.21±3.18	53.74±4.05	0.60	51.20±4.70	57.88±2.98	55.84±3.79	0.50
Neutrophil (%)	40.64±4.47	39.41±2.83	40.49±3.60	0.96	46.45±5.51	45.69±4.44	39.38±3.49	0.45	36.42±5.07	39.65±3.21	42.42±4.08	0.61	45.36±4.83	36.56±3.06	38.83±3.89	0.32
Basophil (%)	0.13±0.49	0.76±0.31	1.61±0.39	0.05	0.01±0.03	0.00±0.00	0.04±0.02	0.41	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	.	0.09±0.09	0.00±0.06	0.08±0.07	0.65
Eosinophil (%)	0.08±0.16	0.21±0.10	0.24±0.13	0.23	0.02±0.07	0.12±0.05	0.00±0.06	0.25	0.06±0.04	0.09±0.02	0.09±0.03	0.85	0.06±0.03	0.00±0.02	0.00±0.02	0.31

¹ D₂, D₇, D₁₄, D₂₁: 2, 7, 14, and 21 days post inoculation (dpi)

LS Means with different lowercase letters in the same row are significantly different (p<0.05)

สรุป

จากการศึกษาครั้งนี้ พบว่ารูปแบบจีโนไทป์ GA ของยีน *CCT7* ในกลุ่มสุกรลูกผสมที่ทำการศึกษา มีความสัมพันธ์กับปริมาณเม็ดเลือดขาวทั้งหมด และปริมาณเม็ดเลือดขาวชนิดต่าง ๆ ซึ่งมีความเป็นไปได้ที่จะนำไปศึกษาเพื่อพัฒนาเป็นยีนเครื่องหมายช่วยในการคัดเลือกลูกสุกรที่ต้านทานต่อลักษณะการติดเชื้อซัลโมเนลลาได้ต่อไป

คำขอบคุณ

งานวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนส่วนหนึ่งจาก จากศูนย์ความเป็นเลิศด้านเทคโนโลยีชีวภาพเกษตร สำนักพัฒนาบัณฑิตศึกษา และวิจัยด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ

เอกสารอ้างอิง

- กิตติพงศ์ กุมภาพงษ์, ดนัย สีนุยะ, ณัฐกานต์ อวัยยานนท์, ศุภชัย เนื่อนวลสุวรรณ, ภาณุวัฒน์ แยมสกุล, ภาณุภูมิ ตาดี และประภาส พงษ์. 2556. ความเกี่ยวข้องสัมพันธ์ของการปนเปื้อน *Salmonella* ที่เพาะแยกได้จากคน สัตว์ สิ่งแวดล้อมในฟาร์มสุกร. เชียงใหม่สัตวแพทยสาร. 11(1): 21-29.
- ปรียพันธุ์ อุดมประเสริฐ. 2542. การจัดการสุขภาพและผลผลิตในฟาร์มสุกร (Swine health and production management). พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ: อุดมสุขการพิมพ์.
- ยุทธนา ศิริวัฒนกุล, สุรพล ชลดำรงกุล และสมเกียรติ ทองรักษ. 2545. ผลของฟ้าทะลายโจรใบฝรั่ง ขมิ้นชัน และเปลือกมังคุดต่อการรักษาโรคท้องร่วงในลูกสุกร. การประชุมวิชาการ “สมุนไพรไทยโอกาสและทางเลือกใหม่ของอุตสาหกรรมผลิตสัตว์” 24-25 ตุลาคม 2545 โรงแรมมารวยการ์เด็น จตุจักร. น 115-127.
- Falconer, D. S., and Trudy F. C. Mackay. 1996. Introduction to Quantitative Genetics. Longman Group Ltd, Oxford.
- Pierson F.W. 2000. Laboratory Techniques for Avian Hematology, in B.F.Feldman, J.G. Zinkl and N.C. Jain, Schalm's Veterinary Hematology. Fifth edition. 1145-1146, Lippincott Williams & Wilkins, Baltimore Maryland USA.
- SAS. Statistical Analysis System User' Guide Statistics. 1999. SAS Institute Inc. Cary NC 27513 USA.
- Uthe, J., Y. Wang, L. Qu, D. Nettleton, C.K. Tuggle, and S.M.D. Bearson. 2009. Correlating blood immune parameters and a *CCT7* genetic variant with the shedding of *Salmonella enterica* serovar Typhimurium in swine. Sci. Direct. 135: 384-388.
- Wick, M.J., 2004. Living in the danger zone: innate immunity to *Salmonella*. Curr. Opin. Microbiol. 7: 51-57.