



## รายงานการวิจัย

เรื่อง

การตรวจหาออร์ฟทูของเซอร์โคไวรัสในสุกรอย่างรวดเร็วด้วยดีเอ็นเอเซ็นเซอร์

Rapid detection of ORF2 of porcine circovirus by DNA sensor



โดย

ชื่อนักวิจัย นายสัตวแพทย์ ดร. อรรถพ สุริยสมบุรณ์ (หัวหน้าโครงการวิจัย)

หน่วยงาน คณะสัตวแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยประเภทโครงการสนับสนุนการวิจัยขยายผลสู่การปฏิบัติ  
และพัฒนาต่อยอดงานวิจัยและสิ่งประดิษฐ์

จาก สำนักงานคณะกรรมการการวิจัยแห่งชาติ (วช.)  
ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2554

600252774

ห้องสมุดงานวิจัย สำนักงานคณะกรรมการการวิจัยแห่งชาติ



246838



## รายงานการวิจัย

เรื่อง

การตรวจหาออร์ฟทูของเซอร์โคไวรัสในสุกรอย่างรวดเร็วด้วยดีเอ็นเอเซ็นเซอร์

Rapid detection of ORF2 of porcine circovirus by DNA sensor



โดย

ชื่อนักวิจัย นายสัตวแพทย์ ดร. อรรถพ สุริยสมบุรณ์ (หัวหน้าโครงการวิจัย)

หน่วยงาน คณะสัตวแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยประเภทโครงการสนับสนุนการวิจัยขยายผลสู่การปฏิบัติ  
และพัฒนาต่อยอดงานวิจัยและสิ่งประดิษฐ์

จาก สำนักงานคณะกรรมการการวิจัยแห่งชาติ (วช.)  
ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2554

**กิตติกรรมประกาศ**  
**(Acknowledgement)**

โครงการวิจัยครั้งนี้ ได้รับทุนสนับสนุนการวิจัย จากสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ ทางคณะผู้วิจัย ขอขอบคุณเจ้าของฟาร์มสุกรและบุคลากรในฟาร์มทุกท่านที่ให้ความอนุเคราะห์อำนวยความสะดวก ตลอดช่วงระยะเวลาที่เข้าไปเก็บตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษา ตลอดจนเจ้าหน้าที่ในห้องปฏิบัติการทุกท่าน ที่มีส่วนช่วยในการทำงานและอำนวยความสะดวกต่างๆ ในการศึกษาในครั้งนี้ และสวนสัตว์เปิดเขาเขียว จังหวัดชลบุรี ที่ได้เอื้อเฟื้อสถานที่ ในการเก็บตัวอย่าง ในระหว่างที่เกิดปัญหาอุทกภัยในระหว่างดำเนินการศึกษา และทางคณะผู้วิจัย ขอขอบคุณ หน่วยชันสูตรโรคสัตว์ คณะสัตวแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย และรองศาสตราจารย์ นสพ.ดร. อธิภู นันทประเสริฐ ที่ให้ความอนุเคราะห์ตัวอย่างดีเอ็นเอของเชื้อไวรัส เพื่อใช้ในการศึกษาครั้งนี้

คณะนักวิจัย

## บทคัดย่อ

**ชื่อโครงการ** การตรวจหาออร์ฟทูของเซอร์โคไวรัสในสุกรอย่างรวดเร็วด้วยดีเอ็นเอเซ็นเซอร์  
Rapid detection of ORF2 of porcine circovirus by DNA sensor

## ชื่อผู้วิจัย

อาจารย์ น.สพ. ดร. อรรถพร สุริยสมบุรณ์	(หัวหน้าโครงการวิจัย)
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ สพ.ญ. ดร. อุตรา จามิกร	(ผู้ร่วมงานวิจัย)
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ปิยะศักดิ์ ช่อมพฤษดิ์	(ผู้ร่วมงานวิจัย)
รองศาสตราจารย์ น.สพ. ดร. อธิภู นันทประเสริฐ	(ที่ปรึกษาโครงการวิจัย)
รองศาสตราจารย์ ดร. วรสันต์ บูรณากาญจน์	(ที่ปรึกษาโครงการวิจัย)

ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยประเภทโครงการสนับสนุนการวิจัยขยายผลสู่การปฏิบัติและพัฒนาต่อยอดงานวิจัย และสิ่งประดิษฐ์ ประจำปี 2554 จำนวนเงิน 1,022,000 บาท ระยะเวลาทำการวิจัย 1 ปี ตั้งแต่ มีนาคม พ.ศ. 2554 ถึง มีนาคม พ.ศ. 2555

246838

โรคเซอร์โคไวรัส หรือ Porcine circovirus 2 (PCV2) เป็นสาเหตุของกลุ่มอาการ post-weaning multisystemic wasting syndrome (PMWS) และกลุ่มอาการ PCV2-associated diseases (PCV-AD) ซึ่งก่อให้เกิดการสูญเสียหลักในการผลิตสุกร ที่ผ่านมามีวิธีการตรวจวินิจฉัยโรคดำเนินการ โดยการตรวจสอบรอยโรคที่เห็นด้วยตาเปล่า การผ่าซากและการศึกษาอวัยวะในเนื้อเยื่อ ด้วยการตรวจทางอิมมูโนฮิสโตเคมี (Immunohistochemistry) หรือการตรวจหาสารพันธุกรรมของเชื้อไวรัสในเซลล์ของเนื้อเยื่อด้วยวิธีอินไซตูลไฮบริดไดเซชัน (*in situ* hybridization) ซึ่งวิธีการตรวจเหล่านี้ มีข้อจำกัดในเรื่องความซับซ้อนในการตรวจ ระยะเวลา ความต้องการทักษะความชำนาญ และต้องพึ่งพาห้องปฏิบัติการอยู่มาก ซึ่งข้อจำกัดเหล่านี้เป็นอุปสรรคในการขยายผลไปสู่การใช้งานในการจัดการและควบคุมการเกิดโรคได้จริงในภาคสนาม

วัตถุประสงค์ของการศึกษานี้ เพื่อพัฒนาดีเอ็นเอเซ็นเซอร์ (DNA sensor) อย่างง่ายและรวดเร็วสำหรับการใช้ในการตรวจหาออร์ฟทูของเซอร์โคไวรัสในสุกร ด้วยวิธีการเพิ่มปริมาณดีเอ็นเอที่อุณหภูมิระนาบเดียว (Loop Mediated Isothermal DNA Amplification, LAMP) ร่วมกับการตรวจหาทางไบโอฟลูออเรสเซนซ์ (Bio-fluorescent) ด้วยโมเลกุลที่จับตัวกับดีเอ็นเอ (DNA) โดยทำการศึกษาเปรียบเทียบลำดับนิวคลีโอไทด์เบื้องต้นของเชื้อเซอร์โคไวรัส เพื่อออกแบบและพัฒนาไพรเมอร์ (primer) ในการเพิ่มจำนวน DNA ของออร์ฟทู (ORF2) ของเซอร์โคไวรัส ทำการพัฒนารูปแบบปฏิกิริยาสังเคราะห์เพิ่มปริมาณ DNA ทำการออกแบบรูปแบบปฏิกิริยาที่สอดคล้องกับการเพิ่มปริมาณ DNA เป้าหมายจากตัวอย่าง โดยใช้ไพรเมอร์จำเพาะ ทำการทดสอบปฏิกิริยาในรูปและความไวของปฏิกิริยา ความเฉพาะเจาะจง ความสามารถในการทำซ้ำ ทำการพัฒนาระบบการตรวจสอบบน

พื้นฐานของการการเรืองแสง จากการจับตัวระหว่าง DNA กับ binder ด้วยหลักการเรืองแสงฟลูออเรสเซนซ์ด้วยโมเลกุลสี และทำการทดสอบกับตัวอย่างเชื้อเซอร์โคไวรัสจากตัวอย่างซีรัมและ/หรือตัวอย่างชิ้นเนื้อจากสุกรป่วยที่ได้รับการวินิจฉัยเบื้องต้นว่าติดเชื้อเซอร์โคไวรัส

ผลการศึกษา พบว่าลำดับนิวคลีโอไทด์ของยีน ORF2 จากเชื้อเซอร์โคไวรัส 24 สายพันธุ์รวมทั้งสายพันธุ์ที่พบในประเทศ มีตำแหน่งของบริเวณแปรผันในลำดับนิวคลีโอไทด์คล้ายกับบริเวณ hot spot ทั้งหมด 9 บริเวณ ได้แก่ บริเวณลำดับนิวคลีโอไทด์ที่ 62-110 131-165 193-227 249-263 278-296 301-315 334-353 376-388 และ 510-536 และพบความคล้ายกันของลำดับนิวคลีโอไทด์ภายในยีน ORF2 ของเซอร์โคไวรัสอยู่ในระดับ 85.69-99.20 % พบความแตกต่างของลำดับนิวคลีโอไทด์อยู่ในระหว่าง 3.06-4.59% และได้ชุดไพรเมอร์ที่ครอบคลุมลำดับนิวคลีโอไทด์ใน 6 บริเวณ ได้แก่ B3 B2 B1 และ F3 F2 F1 ในการตรวจสอบความจำเพาะโดยการทำ Basic Local Alignment ด้วยโปรแกรม Blastn แสดงให้เห็นถึงการจับตัวเฉพาะกับเซอร์โคไวรัสเป้าหมาย และไพรเมอร์ที่ใช้ในการศึกษาในแต่ละบริเวณนั้น ให้คุณสมบัติทาง thermodynamic ที่สอดคล้องกับเงื่อนไขของการเกิดปฏิกิริยา LAMP โดยเฉพาะค่า  $T_m$  ในช่วงอุณหภูมิ 59.30–60.95 °C และจากการนำชุดไพรเมอร์ไปเพิ่มปริมาณสัญญาณดีเอ็นเอของยีน ORF2 ของเซอร์โคไวรัสบนหลักการ LAMP พบว่าสามารถเพิ่มปริมาณสัญญาณดีเอ็นเอของยีน ORF2 ได้แถบดีเอ็นเอขนาดเท่ากับผลคูณของดีเอ็นเอขนาด 180/226 นิวคลีโอไทด์ เมื่อทำการบ่มปฏิกิริยาที่อุณหภูมิ 63 °C เป็นเวลา 40 นาที ผลการทดลองที่ได้สามารถเปรียบเทียบกับผลของการตรวจเซอร์โคไวรัสด้วยวิธีพีซีอาร์ (polymerase chain reaction, PCR) ที่ใช้เป็นมาตรฐาน

ผลการศึกษการตรวจสอบความจำเพาะ (specificity test) ของปฏิกิริยาต่อเซอร์โคไวรัสและเชื้อโรคชนิดอื่นๆ (other pathogens) โดยการกำหนดให้ใช้พลาสมิดดีเอ็นเอที่มียีน ORF2 ของเซอร์โคไวรัสเป็นชุดดีเอ็นเอควบคุมบวกที่ 1 เชื้อเซอร์โคไวรัสตัวอย่างเป็นตัวควบคุมบวกที่ 2 และใช้เชื้อไวรัสต่างชนิดที่มักพบในระบบการผลิตสุกรหรือสัตว์เศรษฐกิจอื่น ได้แก่ เชื้อไวรัส PRRSV สายพันธุ์ EU และสายพันธุ์ CHINA เชื้อไวรัส Porcine Parvovirus (PPV) เชื้อไวรัส Classical Swine Fever (CSF) เชื้อไวรัส Porcine Epidemic Diarrhea (PED) และเชื้อไวรัสที่อยู่นอกกลุ่มสุกรเพื่อการเปรียบเทียบ ได้แก่ เชื้อไวรัส Newcastle Disease (ND) ในไก่ เชื้อไวรัส White Spot Syndrome Virus (WSSV) เชื้อไวรัส Infectious Hypodermal and Hematopoietic Virus (IHHNV) เชื้อไวรัส Yellow Head Virus (YHV) เชื้อไวรัส Taura Syndrome Virus (TSV) ในกุ้ง และเชื้อไวรัส Human Influenza Virus (H1N1) เป็นต้น พบว่าชุดไพรเมอร์ที่ใช้ในการศึกษา ทำปฏิกิริยาโดยตรงกับสารพันธุกรรมควบคุมบวกทั้งในส่วนของพลาสมิดและสารพันธุกรรมของไวรัส แต่ไม่ทำปฏิกิริยากับสารพันธุกรรมของเชื้อชนิดอื่น ซึ่งสอดคล้องกับผลการตรวจด้วยวิธี PCR

ผลการศึกษการตรวจสอบความไวของปฏิกิริยา (sensitivity test) โดยใช้ชิ้นส่วนของยีน ORF2 ที่ทราบจำนวนก๊อปปี เป็นดีเอ็นเอควบคุมบวก พบว่าวิธีการและชุดไพรเมอร์ที่ใช้มีความไวในการตรวจสอบอยู่ที่ 100 ก๊อปปีของดีเอ็นเอต่อปฏิกิริยา ซึ่งสอดคล้องกับการตรวจด้วยวิธี PCR เช่นเดียวกัน และผลการศึกษาในการตรวจวิเคราะห์สัญญาณดีเอ็นเอโดยการใส่โมเลกุลเรืองแสงในรูปของ DNA binder และโมเลกุลเรืองแสงในรูป

analog DNA probe พบว่าสัญญาณในรูปของ DNA binder ของสี SYBR Green ที่ความเข้มข้นเจือจางในระดับ 600 เท่า ให้ระดับความเข้มแสงที่เหมาะสมและให้สัญญาณเรืองแสงฟลูออเรสเซนส์สีเขียวอมเหลืองที่มองเห็นได้ชัดเจนด้วยตาเปล่า สัญญาณเรืองแสงแสดงออกตามปริมาณสัญญาณดีเอ็นเอของยีน ORF2 ที่เพิ่มได้จากปฏิกิริยา ซึ่งขั้นตอนของการตรวจดีเอ็นเอของเซอร์โคไวรัสด้วยหลักการเรืองแสงดังกล่าว ใช้ระยะเวลาประมาณ 1 ชั่วโมง ตั้งแต่ขั้นตอนของการสกัดดีเอ็นเอจนถึงขั้นตอนการตรวจวิเคราะห์ผลด้วยการเรืองแสง

**คำสำคัญ** ดีเอ็นเอเซ็นเซอร์ แลมป์ ออร์พทู พีซีอาร์ เซอร์โคไวรัส สุกร

Porcine circovirus 2 (PCV2) is associated with post-weaning multisystemic wasting syndrome (PMWS) and PCV2-associated diseases (PCV-AD) which caused the main losses in swine production. The clinical diagnosis of PCV2 was done by examining the necropsy and tissue lesions, and/or confirmed by immunohistochemistry or by in situ hybridization or polymerase chain reaction (PCR) methods. These methods have limitations in the complexity of the time consuming, skill requirements, and dependent on the laboratory works. These restrictions were a barrier to expand the use of disease management in the field. The aim of this study was to develop a DNA sensor, for simple and rapid detection of PCV2 virus in pigs, based on loop mediated isothermal DNA **amplification** technique (LAMP) with the fluorescent detection (Bio-fluorescent). The primers of ORF2 were designed and developed based on the nucleotide sequences of the PCV2 virus. The DNA synthesis reaction was studied by using the specific primers. Specificity, sensitivity and reproducible test were performed. The detection system was studied based on the fluorescence technique. Blood serum or tissue samples of pigs were tested with the DNA sensor. There were some variation in the nucleotide sequences of ORF2 of 24 PCV2 virus, including the strain that found in Thailand. There were nine hot spots, similar variation, in nucleotide sequence of the peptide at the 62-110 131-165 193-227 249-263 278-296 301-315 334-353 376-388 and 510-536. There was similarity of nucleotide sequence of ORF2 from 85.69 to 99.20%. However, there were 3.06 to 4.59% differences in the nucleotide sequences of ORF2. The designed primer was covering the nucleotide sequence into six regions, including B3 B2 B1 and F3 F2 F1. The specificity test, by the Basic Local Alignment with Blastn software, showed that the binding of primer and the target virus was done. The primer properties showed the thermodynamic property in accordance with the terms of the LAMP reaction, the  $T_m$  was in the 59.30-60.95°C. The mixture of primers can increase the amount of the DNA of the ORF2 on the LAMP reaction. The DNA product size was 180/226 nucleotide, when incubated the reaction at 63°C for 40 minutes. The LAMP results were comparative with the results of the PCR technique. The specificity of the LAMP reaction was performed by using the plasmid DNA containing the ORF2 gene as a positive control1 (+1), the PCV2 virus as a positive control2 (+2), and tested with other pig viruses i.e. the PRRS virus strain EU and CHINA, porcine parvovirus (PPV), classical swine fever virus (CSFV), porcine epidemic diarrhea virus (PEDV), and other viruses species i.e. newcastle disease virus (NDV), white spot syndrome virus (WSSV), infectious hypodermal and hematopoietic virus (IHHNV), yellow head virus (YHV), taura syndrome virus (TSV), and human influenza virus (H1N1). The designed primers were reacted directly with the positive controls, plasmid DNA and the PCV2 virus. However, the designed primers were not reacted with the other viruses. The results were in accordance with the PCR

method. The sensitivity detection of the reaction by using a piece of the ORF2 gene of known copy number was performed. The sensitivity of primers can detect at 100 copies of DNA. This was consistent with detection by the PCR method. Fluorescence signals were used to detect the binding of DNA and specific binder. The DNA binder and analog DNA probe showed the strong light intensity and the fluorescence signal in the form of DNA binder of the SYBR Green, at the concentration of 600 times diluted. Fluorescence signal was expressed by the amount of DNA of ORF2 genes. The overall time was one hour from the extraction of genes to the detection process.

**Keywords:** DNA sensor, LAMP, ORF2, PCR, Porcine circovirus, Swine

---

<sup>1</sup>ภาควิชาสัตวบาล คณะสัตวแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์ มหาวิทยาลัย กรุงเทพมหานคร 10330

<sup>2</sup>ภาควิชาภาควิชาพฤกษศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย กรุงเทพมหานคร 10330

<sup>3</sup>ภาควิชาอายุรศาสตร์ คณะสัตวแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์ มหาวิทยาลัย กรุงเทพมหานคร 10330

<sup>4</sup>ภาควิชาสถาปัตยกรรม คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์ กรุงเทพมหานคร 10330

**สารบัญเรื่อง**  
**(Table of Contents)**

<b>เรื่อง</b>	<b>หน้า</b>
<b>บทนำ</b>	12
สรุปความสำคัญและที่มาของปัญหา	15
วัตถุประสงค์	15
ขอบเขตการวิจัย	15
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	15
<b>บทที่ 2 การตรวจเอกสารและแนวคิดที่นำมาใช้ในการวิจัย</b>	17
<b>บทที่ 3 ระเบียบวิธีวิจัย</b>	22
<b>บทที่ 4 ผลการศึกษา</b>	26
การรวบรวมตัวอย่าง เซอร์โคไวรัสจากฟาร์มและห้องปฏิบัติการ	26
การศึกษาเปรียบเทียบรูปแบบของลำดับนิวคลีโอไทด์ของยีน ORF2	27
การคัดเลือกบริเวณจำเพาะและการออกแบบไพรเมอร์	35
การโคลนบริเวณของยีน ORF2 เพื่อพัฒนาเป็นดีเอ็นเอควบคุมบวก	39
การพัฒนากระบวนการเพิ่มปริมาณสัญญาณดีเอ็นเอของยีน ORF2	40
การพัฒนากระบวนการตรวจสอบสัญญาณดีเอ็นเอเป้าหมาย	45
การตรวจสอบตัวอย่างจากภาคสนาม	53
อภิปราย/วิจารณ์	58
ปัญหาและอุปสรรค	61
<b>บทที่ 5 สรุปผลการศึกษาและข้อเสนอแนะ</b>	62
<b>บรรณานุกรม</b>	63
<b>ภาคผนวก</b>	67
<b>ประวัตินักวิจัย</b>	73

**สารบัญตาราง**  
**(List of Tables)**

ตารางที่		หน้า
1	ลักษณะทั่วไปและสถานที่ตั้งของฟาร์มสุกรที่ดำเนินการศึกษา	26
2	การเปรียบเทียบความคล้ายของลำดับนิวคลีโอไทด์ของยีน ORF2 ของเชื้อ เซอร์โคไวรัส ลำดับของรายการและสายพันธุ์ของไวรัส ได้ระบุตามภาพที่ 1 [หมายเลข 1 ถึง 26]	34
3	ตำแหน่งและความสัมพันธ์ของบริเวณที่เกี่ยวข้องกับไพรเมอร์และ probe สำหรับตรวจเชื้อไวรัส PCV 2	37
4	การทดสอบความน่าเชื่อถือของการประเมินตัวอย่างจากฟาร์ม	53
5	ผลการตรวจตัวอย่างจากห้องปฏิบัติการ	54
6	เปรียบเทียบข้อดีของเทคนิคการตรวจที่พัฒนาขึ้นกับเทคนิคเดิมที่นิยมใช้	55

## สารบัญภาพ

### (List of Illustrations)

รูปที่	เรื่อง	หน้า
1	ผลการเปรียบเทียบลำดับนิวคลีโอไทด์จากตัวแทนตัวอย่างในส่วนของยีน ORF2 ของเชื้อเซอร์โคไวรัส ลำดับของรายการได้ระบุหมายเลขจาก 1 ถึง 26 เฉพาะในแถวแรกเท่านั้น	28-33
2	การคัดเลือกบริเวณจำเพาะและการออกแบบไพรเมอร์ของเชื้อไวรัส PCV 2	36
3	Basic Local Alignment ของไพรเมอร์ที่เกี่ยวข้องจาก B3 B2 B1 และ F3 F2 F1 (A ถึง E) ด้วยโปรแกรม Blastn	38
4	การเพิ่มปริมาณดีเอ็นเอในสถานะที่เหมาะสมโดยใช้ชิ้นส่วน clone ของยีนออร์ฟทู เป็นแม่แบบ	39
5	ลำดับนิวคลีโอไทด์ของยีน ORF2 ที่ได้จากการโคลนยีนเชื้อเซอร์โคไวรัส เป้าหมาย	40
6	รูปแบบของแถบดีเอ็นเอ เมื่อใช้ชุดไพรเมอร์ที่ออกแบบได้ ในการเพิ่มปริมาณ สัญญาณดีเอ็นเอ	41
7	ความเฉพาะเจาะจงของปฏิกิริยาของชุดไพรเมอร์เมื่อใช้ตัวอย่างไวรัสและสารพันธุกรรมควบคุมบวกแบบต่างๆ	43
8	ความไวของปฏิกิริยาของชุดสำเร็จรูปในรูปแบบ Limit of detection (LOD) เมื่อใช้ดีเอ็นเอที่ทราบปริมาณ	44
9	รูปแบบการเรืองแสงเปรียบเทียบระหว่างตัวอย่างควบคุมลบและควบคุมบวก	47
10	หลักการการทำงานของ Taqman chemistry	48
11	หลักการการทำงานของโพรบที่เป็น molecular beacon	49
12	หลักการการทำงานของโพรบที่เป็น analog DNA และรูปแบบการเรืองแสงเปรียบเทียบระหว่างตัวอย่างควบคุมลบ และ ตัวอย่างควบคุมบวก	50
13	การตรวจสอบการเรืองแสงของปฏิกิริยาในภาวะที่มีดีเอ็นเอเป้าหมาย และไม่มีดีเอ็นเอเป้าหมาย	51
14	ชุดตรวจดีเอ็นเอเซ็นเซอร์สำเร็จรูปสำหรับการตรวจ PCV-2	56
15	องค์ประกอบในชุดตรวจดีเอ็นเอเซ็นเซอร์สำเร็จรูป	56
16	ผู้เข้าร่วมงาน ILDEX 2012 ที่สนใจและซักถามข้อมูลของชุดตรวจดีเอ็นเอเซ็นเซอร์	69-70
17	โปสเตอร์แสดงรายละเอียดเกี่ยวกับชุดตรวจดีเอ็นเอเซ็นเซอร์	71
18	บทคัดย่อที่นำเสนอในงานประชุมวิชาการ IPVS 2012	72

## สัญลักษณ์และคำย่อ

### (List of Abbreviations)

DNA	= Deoxyribonucleic acid (ดีเอ็นเอ หรือสารพันธุกรรม)
FRET	= Fluorescence resonance energy transfer (การถ่ายทอดพลังงานระหว่างโมเลกุล)
LAMP	= <u>L</u> oop mediated isothermal <u>a</u> mplification (การสังเคราะห์ DNA แบบห่วง)
ORF	= Open reading frame (ลำดับของ DNA ที่มีหน้าที่ผลิตโปรตีนเฉพาะ)
PCR	= Polymerase chain reaction (ปฏิกิริยาลูกโซ่)
PCV2	= Porcine circovirus type 2 (เชื้อเซอร์โคไวรัส)
PRRS	= Porcine reproductive and respiratory syndrome (เชื้อไวรัสพียร์อาร์เอส)