

รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

โครงการ

ฐานข้อมูลรหัสพันธุกรรมของเชื้อไข้หวัดนก (H5N1) ในประเทศไทย

โดย อลงกร อมรศิลป์ และคณะ

มิถุนายน 2550

สัญญาเลขที่ RDG4920029

รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

โครงการ

ฐานข้อมูลรหัสพันธุกรรมของเชื้อไข้หวัดนก (H5N1) ในประเทศไทย

คณะผู้วิจัย	สังกัด
1. ผศ. น.สพ. ดร. อลงกร อมรศิลป์	คณะสัตวแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
2. รศ. น.สพ. ดร. รุ่งโรจน์ ธนาวงษ์นุเวช	คณะสัตวแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
3. รศ. สพ.ญ. ดร. สันนิภา สุรทัตต์	คณะสัตวแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
4. สพ.ญ. นวลอนงค์ ปริโยธร	คณะสัตวแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
5. ศ. นพ. ยง ภู่วรวรรณ	คณะแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
6. น.ส. อภิรดี เทียมบุญเลิศ	คณะแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
7. นาย สัญชัย พยุงภร	คณะแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
8. น.สพ. ประสิทธิ์ ชัยทวีทรัพย์	กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์
9. สพ.ญ. อารุณี ชัยสิงห์	กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์

สนับสนุนโดยสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย
(ความเห็นในรายงานนี้เป็นของผู้วิจัย สกว. ไม่จำเป็นต้องเห็นด้วนเสมอไป)

กิตติกรรมประกาศ

โครงการวิจัย “ฐานข้อมูลรหัสพันธุกรรมของเชื้อไข้หวัดนก (H5N1) ในประเทศไทย RDG4920029” ได้รับการสนับสนุนทุนวิจัยจากสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย ปี 2549 คณะผู้วิจัยขอขอบคุณนักวิทยาศาสตร์ห้องปฏิบัติการหน่วยชันสูตรโรคสัตว์ คณะสัตวแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ที่ให้ความช่วยเหลือในการจัดทำฐานข้อมูลของเชื้อไข้หวัดนก และเจ้าหน้าที่ภาควิชาสัตวแพทยสาธารณสุขทุกท่าน ที่ให้ความช่วยเหลือในงานห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์และจัดทำรายงานวิจัย

บทคัดย่อภาษาไทย

ชื่อโครงการวิจัย ฐานข้อมูลรหัสพันธุกรรมของเชื้อไข้หวัดนก (H5N1) ในประเทศไทย

ชื่อผู้วิจัย ผศ. น.สพ. ดร. อลงกร อมรศิลป์

เดือนและปีที่ทำวิจัยเสร็จ มิถุนายน 2550

บทคัดย่อ

เชื้อไข้หวัดนกสายพันธุ์ H5N1 เป็นเชื้อไวรัสที่เป็นสาเหตุของโรคไข้หวัดนกในสัตว์ปีกและสัตว์เลี้ยงลูกด้วนนมหลายชนิด การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อรวบรวม วิเคราะห์ สร้างฐานข้อมูล และเผยแพร่ข้อมูลรหัสพันธุกรรมของเชื้อไข้หวัดนก H5N1 ในประเทศไทย เพื่อเฝ้าระวังการเปลี่ยนแปลงหรือการกลายพันธุ์ของเชื้อไวรัส การดำเนินการวิจัยมี 3 ระยะประกอบด้วย ระยะที่ 1 รวบรวมข้อมูลรหัสพันธุกรรมของเชื้อไข้หวัดนกในประเทศไทย ระยะที่ 2 วิเคราะห์ข้อมูลรหัสพันธุกรรมในบริเวณที่สำคัญหรือเป็นคุณสมบัติจำเพาะในแต่ละยีนของเชื้อ ระยะที่ 3 สร้างฐานข้อมูลและเผยแพร่ข้อมูลและองค์ความรู้ในรูปของเทคโนโลยีสารสนเทศ เพื่อเฝ้าระวังการเปลี่ยนแปลงหรือการกลายพันธุ์ของเชื้อไข้หวัดนกในประเทศไทยและภูมิภาคใกล้เคียง ผลการวิจัยได้รวบรวมข้อมูลรหัสพันธุกรรมของเชื้อไข้หวัดนกในประเทศไทยจำนวน 148 ตัวอย่าง และพบว่าเชื้อไข้หวัดนกในประเทศไทยมี connective peptide sequences เป็น multiple basic amino acid ซึ่งถือได้ว่าเป็น Highly Pathogenic Avian Influenza (HPAI) และมี receptor binding site ซึ่งเหมาะกับการเกาะจับกับ receptor ชนิด SA-a-2,3 Gal ซึ่งเป็นตัวรับที่พบมากในสัตว์ปีก นอกจากนี้ผลจากวิวัฒนาการและการปรับตัวของเชื้อไวรัสพบว่า เชื้อไข้หวัดนกทุกตัวอย่างในประเทศไทยมีกรดอะมิโนจำนวน 20 ตัว ลดลงใน NA stalk region และพบว่าเชื้อไข้หวัดนกทุกตัวอย่างไม่มีเปลี่ยนแปลงของกรดอะมิโนที่ดื้อต่อยาต้านไวรัส Oseltamivir ในโปรตีน NA แต่มีกรดอะมิโนที่มีคุณสมบัติที่ดื้อต่อยาต้านไวรัส amantadine ในโปรตีน M2 เชื้อไข้หวัดนกในประเทศไทยส่วนใหญ่มีกรดอะมิโนที่ตำแหน่ง c-terminal เป็น PDZ binding motif (ESEV) ซึ่งแสดงถึงความรุนแรงของเชื้อในสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม นอกจากนี้เชื้อไข้หวัดนกที่แยกได้ในคนและสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมยังมี virulence determinant ที่สำคัญ คือ กรดอะมิโน Lysine ที่โปรตีน PB2-627 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลรหัสพันธุกรรมยังพบว่าเชื้อไข้หวัดนกในประเทศไทยส่วนใหญ่มีกรดอะมิโนที่เป็นลักษณะร่วมของเชื้อไวรัสในสัตว์ปีกและเชื้อไวรัสในคน จุดเด่นของการวิจัยครั้งนี้ คือได้แสดงผลการสร้างฐานข้อมูลและการวิเคราะห์ข้อมูลรหัสพันธุกรรมของเชื้อไข้หวัดนกในประเทศไทยผ่านทางเทคโนโลยีสารสนเทศที่ http://www.thai-ai-database.org โดยได้จัดทำฐานข้อมูลทั้งในรูปแบบของภาษาไทยและภาษาอังกฤษ ซึ่งมีประโยชน์ในแง่ของการเผยแพร่ข้อมูลและการเฝ้าระวังการเปลี่ยนแปลงหรือการกลายพันธุ์ของเชื้อไข้หวัดนกที่ได้จากการวิจัย ซึ่งจะเป็นแหล่งข้อมูลที่สำคัญต่อนักวิทยาศาสตร์และประชาชนทั่วไป

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ

Project title	Establishment of sequence database of Highly Pathogenic Avian Influenza (H5N1) in Thailand
Name of the investigators	Asst. Prof. Dr. Alongkorn Amonsin
Year	June 2007

Abstract

Influenza A virus subtype H5N1 causes Avian Influenza (AI) in several avian species and mammals. The goal of this study was to establish the sequence database of HPAI (H5N1) viruses in Thailand. In order to establish the database, we conducted the study into 3 phases. Phase 1: Collection of the available HPAI sequences of the isolates from Thailand. Phase 2: Analysis of the significant polymorphisms and specific characteristic of each gene Phase 3: Establishment of a comprehensive web-based HPAI database for Thailand. Our results showed that 148 AI isolates from Thailand were included in the study and identified as highly pathogenic avian influenza (HPAI). All viruses had multiple basic amino acids at HA cleavage site. Amino acids at receptor binding site were 222Q and 224G, indicating preferential binding to avian host receptor, SA-a-2,3 Gal. Most of the viruses contained 20 amino acid deletions at NA stalk region, which relate to the adaptation of the viruses. No evidence of Oseltamivir resistant amino acids in NA gene was found in any 148 AI viruses. However, amantadine resistant amino acids in M2 gene were found in most of AI isolates. Most AI viruses contained PDZ binding motif (ESEV) in NS1, indicating high virulence of the viruses in mammals. Moreover, PB2 analysis identified lysine (K) in PB2627 of all AI viruses from mammal species. Our analysis also indicated that AI viruses in Thailand contained both human and avian like amino acids. In addition, the sequence database and genetic monitoring established in this study were published in the web page (http://www.thai-ai-database.org). In summary, this study provided the database of nucleotide sequences of AI isolates and the result of genetic monitoring in all 8 genes of the viruses. The established database will be very useful for both scientific communities and general public.

สารบัญ

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	i
บทคัดย่อภาษาไทย	ii
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	iii
สารบัญ	iv
รายการตารางประกอบ	vi
รายการภาพประกอบ	viii
หน้าสรุปโครงการ	ix
บทนำ	1
การสำรวจแนวความคิดและการวิจัยที่เกี่ยวข้อง	2
โรคไข้หวัดนก	2
ไวรัสวิทยาของเชื้อไข้หวัดนก	2
โครงสร้างของเชื้อไข้หวัดนก	3
การเปลี่ยนแปลงและการกลายพันธุ์ของเชื้อไข้หวัดนก	5
ระบาดวิทยาของโรคไข้หวัดนก	7
การใช้ข้อมูลรหัสพันธุกรรมของเชื้อไข้หวัดนกเพื่อการศึกษาวิจัย	9
วิธีการวิจัย	11
ระยะที่ 1	
การรวบรวมข้อมูลรหัสพันธุกรรมของเชื้อไข้หวัดนกในประเทศไทย	12
ระยะที่ 2	
การวิเคราะห์ข้อมูลรหัสพันธุกรรม	14
การตรวจสอบบริเวณที่สำคัญหรือเป็นคุณสมบัติจำเพาะในแต่ละยีน	15
ระยะที่ 3	
การสร้างฐานข้อมูลรหัสพันธุกรรมของเชื้อไข้หวัดนกในประเทศไทย	16
การเผยแพร่ฐานข้อมูลในรูปของเทคโนโลยีสารสนเทศ	17
ผลการวิจัย	
ผลการรวบรวมข้อมูลรหัสพันธุกรรมของเชื้อไข้หวัดนกในประเทศไทย	18
ผลการวิเคราะห์ข้อมูลรหัสพันธุกรรมและตรวจสอบบริเวณที่สำคัญหรือเป็นคุณสมบัติจำเพาะในแต่ละยีน	22

Hemagglutinin gene (HA) 22
Neuraminidase gene (NA) 33
Matrix gene (M) 33
Non-structural gene (NS) 34
Polymerase genes (PB2, PB1, PA) 47
Nucleoprotein gene (NP) 48
ผลการสร้างฐานข้อมูลรหัสพันธุกรรมของเชื้อไข้หวัดนกในประเทศไทย 56
การอภิปรายผล 61
ข้อสรุปและข้อเสนอแนะ 68
Output ที่ได้จากโครงการ 70
เอกสารอ้างอิง 71
ภาคผนวก 75

รายการตารางประกอบ

		หน้า
ตารางที่ 1	จำนวนผู้ติดเชื้อและผู้เสียชีวิตจากเชื้อไข้หวัดนกสายพันธุ์ H5N1 ในแต่ละประเทศ	7
ตารางที่ 2	รายละเอียดการตรวจสอบบริเวณที่สำคัญหรือเป็นคุณสมบัติจำเพาะในแต่ละยีน	15
ตารางที่ 3	รายละเอียดผลการรวบรวมรหัสพันธุกรรมของเชื้อไข้หวัดนก จำแนกตามชนิดสัตว์	19
ตารางที่ 4	รายละเอียดผลการรวบรวมรหัสพันธุกรรมของเชื้อไข้หวัดนก จำแนกตามชนิดจังหวัดที่พบเชื้อ	20
ตารางที่ 5	รายละเอียดผลการรวบรวมรหัสพันธุกรรมในแต่ละยีนของเชื้อไข้หวัดนก	21
ตารางที่ 6	ผลการเปรียบเทียบยีน HA ของเชื้อไข้หวัดนกในตำแหน่งกรดอะมิโนที่ 323-329 (connective peptide sequences) และ 222, 224 (receptor binding site)	24-26
ตารางที่ 7	ผลการเปรียบเทียบยีน HA ของเชื้อไข้หวัดนกในตำแหน่งกรดอะมิโนที่ 10-12, 11-13, 22-24, 154-156, 165-167, 193-195, 286-288 (glycosylation sites)	27-29
ตารางที่ 8	ผลการเปรียบเทียบยีน HA ของเชื้อไข้หวัดนกในตำแหน่งกรดอะมิโนที่ 83, 86, 138, 140, 141, 129 และ 175 (amino acids under positive selection pressure)	30-32
ตารางที่ 9	ผลการเปรียบเทียบยีน NA ของเชื้อไข้หวัดนกในตำแหน่งกรดอะมิโนที่ 49-68 (NA stalk region) และ 119, 275, 293, 295 (Oseltamivir resistance)	35-37
ตารางที่ 10	ผลการเปรียบเทียบยีน M2 ของเชื้อไข้หวัดนกในตำแหน่งกรดอะมิโนที่ 26, 27, 30, 31, 64 และ 66 (amantadine resistance)	38-40
ตารางที่ 11	ผลการเปรียบเทียบยีน M2 ของเชื้อไข้หวัดนกในตำแหน่งกรดอะมิโนที่ 16, 28 และ 55 (human/avian like characteristics)	41-43
ตารางที่ 12	ผลการเปรียบเทียบยีน NS1 ของเชื้อไข้หวัดนกในตำแหน่งกรดอะมิโนที่ 80-84, 92 และcarboxyl terminal (virulence determinant)	44-46
ตารางที่ 13	ผลการเปรียบเทียบยีน PB2 ของเชื้อไข้หวัดนกในตำแหน่งกรดอะมิโนที่ 627, 355 (virulence determinants) และ199, 661, 667, 702 (human/avian like characteristics)	49-51
ตารางที่ 14	ผลการเปรียบเทียบยีน PB1 ของเชื้อไข้หวัดนกในตำแหน่งกรดอะมิโนที่ 198, 317 (virulence determinants) และ กรดอะมิโนที่ 23, 33, 79, 84 (function unknown)	52

ตารางที่ 15 ผลการเปรียบเทียบยีน PA ของเชื้อไข้หวัดนกในตำแหน่งกรดอะมิโนที่ 409 (human/avian like characteristics) 53
ตารางที่ 16 ผลการเปรียบเทียบยีน NP ของเชื้อไข้หวัดนกในตำแหน่งกรดอะมิโนที่ 136, (human/avian like characteristics) 54-55

รายการภาพประกอบ

		หน้า
ภาพที่ 1	ตัวอย่างรูปแบบของข้อมูลรหัสพันธุกรรม เพื่อการวิเคราะห์และจัดทำฐานข้อมูล	13
ภาพที่ 2	โครงสร้างการสร้างฐานข้อมูลรหัสพันธุกรรม การจัดเก็บข้อมูล การวิเคราะห์เปรียบเทียบรหัสพันธุกรรม และการแสดงผลการวิเคราะห์รหัสพันธุกรรม รวมทั้งการค้นหาข้อมูลรหัสพันธุกรรม และค้นหาข้อมูลการกลายพันธุ์	58
ภาพที่ 3	ตัวอย่างตารางแสดงผลการตรวจสอบการกลายพันธุ์ โดยใช้การค้นหาข้อมูลจากจังหวัด (province) และ ยีน (gene)	59
ภาพที่ 4	ตัวอย่างตารางแสดงผลการค้นหารหัสพันธุกรรม โดยใช้การค้นหาข้อมูลจากชนิดสัตว์ (host) ยีน (gene) ปี (year) พิกัด (GIS) หรือ คำสำคัญ (keyword)	60

หน้าสรุปโครงการ
(Executive summary)

---

1. ชื่อโครงการ

(ภาษาไทย) ฐานข้อมูลรหัสพันธุกรรมของเชื้อไข้หวัดนก (H5N1) ในประเทศไทย

(ภาษาอังกฤษ) Establishment of sequence database of Highly Pathogenic Avian Influenza (H5N1) in Thailand

2. ชื่อหัวหน้าโครงการ หน่วยงายที่สังกัด

(ภาษาไทย) ผศ. น.สพ. ดร. อลงกร อมรศิลป์

(ภาษาอังกฤษ) Asst. Prof. Dr. Alongkorn Amonsin

คุณวุฒิ ปริญญาเอก

ตำแหน่งทางวิชาการ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ระดับ 8

สถานที่ทำงาน ภาควิชาสัตวแพทยสาธารณสุข คณะสัตวแพทยศาสตร์
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ถนน อังรีดูนังต์ ปทุมวัน กรุงเทพ 10330
โทรศัพท์ 02-218-9577 โทรสาร 02-218-9577
Email: Alongkorn.a@chula.ac.th

3. สาขาที่ทำการวิจัย

เกษตรศาสตร์

4. งบประมาณทั้งโครงการ

1,299,180 (หนึ่งล้านสองแสนเก้าหมื่นเก้าพันหนึ่งร้อยแปดสิบบาท)

5. ระยะเวลาดำเนินงาน

1 ปี

6. ปัญหาที่ทำการวิจัย และความสำคัญของปัญหา

โครงการวิจัย “ฐานข้อมูลรหัสพันธุกรรมของเชื้อไข้หวัดนก (H5N1) ในประเทศไทย” เป็นโครงการที่มีเป้าหมายหลักเพื่อรวบรวม วิเคราะห์ สร้างฐานข้อมูล และเผยแพร่ข้อมูลรหัสพันธุกรรมของเชื้อ H5N1 (HPAI) ในประเทศไทย เพื่อเฝ้าระวังการเปลี่ยนแปลงของเชื้อไวรัส โดยมีวัตถุประสงค์ในการวิจัย คือ การรวบรวมข้อมูลรหัสพันธุกรรมของเชื้อไข้หวัดนกในประเทศไทยที่ได้จากข้อมูลการถอดรหัสพันธุกรรมในประเทศไทย และจากฐานข้อมูล GenBank การวิเคราะห์ข้อมูลรหัสพันธุกรรม เพื่อหาบริเวณที่สำคัญหรือเป็นคุณสมบัติจำเพาะในแต่ละยีนของเชื้อ และการสร้างฐานข้อมูลและเผยแพร่ข้อมูลและองค์ความรู้ในรูปของเทคโนโลยีสารสนเทศ เพื่อเป็นการเฝ้าระวังการเปลี่ยนแปลงหรือการกลายพันธุ์ของเชื้อไข้หวัดนกในประเทศไทยและภูมิภาคใกล้เคียง ประโยชน์ที่ได้จากการวิจัยครั้งนี้ คือ หน่วยงานภาครัฐ เอกชน นักวิชาการและผู้สนใจทั่วไป สามารถนำข้อมูลองค์ความรู้ที่ได้จากฐานข้อมูลที่เผยแพร่ผ่านทางสื่อเทคโนโลยีสารสนเทศ (world wide web) ไปใช้ประโยชน์ในด้านการสร้างความเข้าใจและเผยแพร่ความรู้เกี่ยวกับเชื้อไข้หวัดนก และการวางแผนในการควบคุมป้องกันโรคไข้หวัดนกในประเทศไทย

7. วัตถุประสงค์

วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

โครงการนี้มีเป้าหมายหลักเพื่อ**รวบรวม วิเคราะห์ สร้างฐานข้อมูล และเผยแพร่ข้อมูลรหัสพันธุกรรมของเชื้อ H5N1 (HPAI) ในประเทศไทย เพื่อเป็นการเฝ้าระวังการเปลี่ยนแปลงของเชื้อไวรัส**

คณะผู้วิจัยได้ตั้งวัตถุประสงค์ 3 ข้อคือ

1. รวบรวมข้อมูลรหัสพันธุกรรมของเชื้อไข้หวัดนกในประเทศไทย (collect the available HPAI sequences of the isolates from Thailand) ที่ได้จากข้อมูลการถอดรหัสพันธุกรรมโดยคณะผู้วิจัยและจากฐานข้อมูล GenBank
2. วิเคราะห์ข้อมูลรหัสพันธุกรรม เพื่อหาบริเวณที่สำคัญหรือเป็นคุณสมบัติจำเพาะในแต่ละยีนของเชื้อ (analyze the significant polymorphisms and specific characteristic of each gene)
3. สร้างฐานข้อมูลและเผยแพร่ข้อมูลและองค์ความรู้ในรูปของเทคโนโลยีสารสนเทศ (establish a comprehensive web-based HPAI database for Thailand) เพื่อเป็นการเฝ้าระวังการเปลี่ยนแปลงหรือการกลายพันธุ์ของเชื้อไข้หวัดนกในประเทศไทยและภูมิภาคใกล้เคียง

เป้าหมายหลักของงานวิจัย

เพื่อสร้างฐานข้อมูล เพื่อการเผยแพร่ในรูปแบบของสื่อเทคโนโลยีสารสนเทศ (world wide web) โดยฐานข้อมูลดังกล่าวจะประกอบด้วยข้อมูลการระบาดของโรคไข้หวัดนกในประเทศไทยในปีที่ผ่านมา ข้อมูลรหัสพันธุกรรมของยีนทั้งหมดของเชื้อไวรัส ข้อมูลวิวัฒนาการและความสัมพันธ์ทางพันธุกรรมของเชื้อไวรัส และข้อมูลการเปลี่ยนแปลงหรือการกลายพันธุ์ของเชื้อไข้หวัดนกในประเทศไทย เพื่อนำมาเป็นข้อมูลมาใช้ในการวางแนวทางในการควบคุมและป้องกันโรคไข้หวัดนกต่อไป

8. ระเบียบวิธีวิจัย

การดำเนินงานวิจัยเป็นการวิจัย 1 ปี ซึ่งประกอบด้วยวิธีการศึกษาวิจัย 3 ระยะคือ

ระยะที่ 1 รวบรวมข้อมูลรหัสพันธุกรรมของเชื้อไข้หวัดนกในประเทศไทย (collect the available HPAI sequences of the isolates from Thailand) ที่ได้จากข้อมูลการถอดรหัสพันธุกรรมโดยคณะผู้วิจัยและจากฐานข้อมูล GenBank

ระยะที่ 2 วิเคราะห์ข้อมูลรหัสพันธุกรรม เพื่อหาบริเวณที่สำคัญหรือเป็นคุณสมบัติจำเพาะในแต่ละยีนของเชื้อ (analyze the significant polymorphisms and specific characteristic of each gene)

ระยะที่ 3 สร้างฐานข้อมูลและเผยแพร่ข้อมูลและองค์ความรู้ในรูปของเทคโนโลยีสารสนเทศ (establish a comprehensive web-based HPAI database for Thailand) เพื่อเป็นการเฝ้าระวังการเปลี่ยนแปลงหรือการกลายพันธุ์ของเชื้อไข้หวัดนกในประเทศไทยและภูมิภาคใกล้เคียง

9. ผลการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการรวบรวมและวิเคราะห์เปรียบเทียบรหัสพันธุกรรมของเชื้อไข้หวัดนกในประเทศไทย และนำข้อมูลรหัสพันธุกรรมและผลการวิเคราะห์ข้อมูลไปสร้างฐานข้อมูล และเผยแพร่ฐานข้อมูลที่สร้างขึ้นที่ http://www.thai-ai-database.org คณะผู้วิจัยได้รวบรวมรหัสพันธุกรรมของเชื้อไข้หวัดนกจำนวน 148 ตัวอย่าง จากข้อมูลที่เผยแพร่ในฐานข้อมูล GenBank และจากข้อมูลรหัสพันธุกรรมของคณะผู้วิจัยที่ยังไม่ได้เผยแพร่ในฐานข้อมูล GenBank รหัสพันธุกรรมของเชื้อไข้หวัดนกส่วนใหญ่ได้จากสัตว์ปีกโดยเฉพาะไก่และเป็ด รวมทั้งสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมบางชนิด เช่น เสือ สุนัข และแมว รวมทั้งคน สถานที่พบและแยกเชื้อได้ส่วนใหญ่เป็นจังหวัดในภาคกลางและภาคตะวันออก เช่น กรุงเทพมหานครและชลบุรี เชื้อไข้หวัดนกทั้งหมดแยกได้ในปี พ.ศ. 2547-2549 ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบรหัสพันธุกรรมในบริเวณที่มีความสำคัญหรือเป็นคุณสมบัติจำเพาะในแต่ละยีนของเชื้อไข้หวัดนก พบว่าเชื้อไข้หวัดนกในประเทศไทยส่วนใหญ่มี connective peptide sequences เป็น multiple basic amino acid ซึ่งถือได้ว่าเชื้อไข้หวัดนกในประเทศไทยเป็น Highly Pathogenic

Avian Influenza (HPAI) และมี receptor binding site ซึ่งเหมาะกับการเกาะจับกับ receptor ชนิด SA-a-2,3 Gal ซึ่งเป็นตัวรับที่พบมากในสัตว์ปีก นอกจากนี้ NA stalk region ของโปรตีน NA ของเชื้อไข้หวัดนกทุกตัวอย่างมีกรดอะมิโนจำนวน 20 ตัวลดลง ซึ่งเกี่ยวข้องกับวิวัฒนาการและการปรับตัวของเชื้อไวรัส และพบว่าเชื้อไข้หวัดนกทุกตัวอย่างไม่มีการเปลี่ยนแปลงของกรดอะมิโนที่ดื้อต่อยาต้านไวรัส Oseltamivir ในโปรตีน NA แต่มีกรดอะมิโนที่มีคุณสมบัติที่ดื้อต่อยาต้านไวรัส amantadine ในโปรตีน M2 นอกจากนี้เชื้อไข้หวัดนกในประเทศไทยส่วนใหญ่มีกรดอะมิโนที่ตำแหน่ง c-terminal เป็น PDZ binding motif (ESEV) ซึ่งแสดงถึงความรุนแรงของเชื้อในสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม ในขณะที่กรดอะมิโนที่ตำแหน่งที่ 92 ของโปรตีน NS1 เป็น 92D ยังไม่มีเปลี่ยนแปลงของกรดอะมิโนที่แสดงถึงความรุนแรงของเชื้อไข้หวัดนก ผลการเฝ้าระวังการเปลี่ยนแปลงของ virulence determinants ใน polymerase โปรตีน (PB1, PB2 และ PA) พบว่าเชื้อไข้หวัดนกจากสัตว์ปีกส่วนใหญ่มีกรดอะมิโนชนิด 627E ของโปรตีน PB2 ในขณะที่เชื้อไข้หวัดนกในคนและสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมมีกรดอะมิโนชนิด 627K นอกจากนี้ยังพบว่าเชื้อไข้หวัดนกในประเทศไทยส่วนใหญ่มีกรดอะมิโนที่เป็นลักษณะร่วมของเชื้อไวรัสในสัตว์ปีกและเชื้อไวรัสในคน โดยสรุปการวิจัยครั้งนี้ได้แสดงผลการสร้างฐานข้อมูลและการวิเคราะห์ข้อมูลรหัสพันธุกรรมของเชื้อไข้หวัดนกในประเทศไทยที่ http://www.thai-ai-database.org โดยได้จัดทำฐานข้อมูลทั้งในรูปแบบของภาษาไทยและภาษาอังกฤษ ซึ่งมีประโยชน์ในแง่ของการเผยแพร่ข้อมูลรหัสพันธุกรรมและแสดงผลการเฝ้าระวังการเปลี่ยนแปลงหรือการกลายพันธุ์ของเชื้อไข้หวัดนกที่ได้จากการวิจัย ในรูปของเทคโนโลยีสารสนเทศที่ http://www.thai-ai-database.org ซึ่งจะเป็นแหล่งข้อมูลที่สำคัญต่อนักวิทยาศาสตร์และประชาชนทั่วไป

10. ข้อสรุปและข้อเสนอแนะ

1. ผลการวิจัยครั้งนี้เป็นการสร้างฐานข้อมูลรหัสพันธุกรรมของเชื้อไข้หวัดนกที่แยกได้ในประเทศไทย และได้เผยแพร่ในรูปแบบเทคโนโลยีสารสนเทศที่ http://www.thai-ai-database.org
2. ข้อมูลรหัสพันธุกรรมของเชื้อไข้หวัดนกในฐานข้อมูลมีจำนวน 148 ตัวอย่าง โดยเป็นเชื้อไข้หวัดนกสายพันธุ์ H5N1 ที่แยกได้ในประเทศไทยจากสัตว์ปีกและสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมหลายชนิดในปี 2547-2549
3. ผลของการเปรียบเทียบรหัสพันธุกรรมและกรดอะมิโนของยีนทั้ง 8 ยีนของเชื้อไข้หวัดนกที่ได้จากการวิจัยครั้งนี้พบว่า
    - เชื้อไข้หวัดนกในประเทศไทยส่วนใหญ่มี connective peptide sequences เป็น multiple basic amino acid (RERRRKK) ซึ่งถือได้ว่าเชื้อไข้หวัดนกในประเทศไทยเป็น HPAI นอกจากนี้ยังพบกรดอะมิโนชนิด RERKRKK REKRRKK ในนกป่าและ

สัตว์ปีกบางชนิด โดยเฉพาะในเชื้อไข้หวัดนกที่แยกได้จากปี พ.ศ 2548 (REKRRKK) แสดงถึงการเปลี่ยนแปลงของเชื้อไวรัสอย่างค่อยเป็นค่อยไป โดยที่เชื้อยังมีความรุนแรงและทำให้เกิดโรคเช่นเดิม และพบว่าเชื้อไข้หวัดนกในประเทศไทยมีกรดอะมิโนชนิด 22Q และ 224G บริเวณ receptor binding site ซึ่งเหมาะกับการเกาะจับกับ receptor ชนิด SA-a-2,3 Gal ซึ่งเป็นตัวรับที่พบมากในสัตว์ปีก

- ผลการเปรียบเทียบ NA stalk region ของโปรตีน NA พบว่าเชื้อไข้หวัดนกทุกตัวอย่างในประเทศไทยมีกรดอะมิโนจำนวน 20 ตัวลดลงใน NA stalk region ซึ่งเกี่ยวข้องกับวิวัฒนาการและการปรับตัวของเชื้อไวรัส และผลการศึกษาถึงการดื้อต่อยาต้านไวรัส Oseltamivir พบว่าเชื้อไข้หวัดนกทุกตัวอย่างไม่มีการเปลี่ยนแปลงของกรดอะมิโนที่มีผลต่อคุณสมบัติของเชื้อไวรัสในการดื้อต่อยาต้านไวรัส
- เชื้อไข้หวัดนกในประเทศไทยส่วนใหญ่มีคุณสมบัติที่ดื้อต่อยาต้านไวรัส Amantadine โดยเฉพาะบริเวณกรดอะมิโนที่ 26I และ 31N
- เชื้อไข้หวัดนกในประเทศไทยส่วนใหญ่มีกรดอะมิโนที่ตำแหน่ง c-terminal เป็น PDZ binding motif (ESEV) ซึ่งแสดงถึงความรุนแรงของเชื้อในสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม ในขณะที่กรดอะมิโนที่ตำแหน่งที่ 92 ของโปรตีน NS1 เป็น 92D ซึ่งไม่เปลี่ยนแปลงความรุนแรงของเชื้อไข้หวัดนกในสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม
- ผลการเฝ้าระวังการเปลี่ยนแปลงของ virulence determinants ใน polymerase โปรตีนได้แก่ PB1, PB2 และ PA พบว่าเชื้อไข้หวัดนกจากสัตว์ปีกส่วนใหญ่มีกรดอะมิโนชนิด 627E ของโปรตีน PB2 ในขณะที่เชื้อไข้หวัดนกในคนและสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมมีกรดอะมิโนชนิด Lysine (627K)
- ผลการเฝ้าระวังการเปลี่ยนแปลงของกรดอะมิโนในยีนต่างๆ พบว่าเชื้อไข้หวัดนกในประเทศไทยส่วนใหญ่มีกรดอะมิโนที่เป็นลักษณะร่วมของเชื้อไวรัสในสัตว์ปีกและเชื้อไวรัสในคน

4. การวิจัยครั้งนี้ได้แสดงผลการสร้างฐานข้อมูลและผลการวิเคราะห์รหัสพันธุกรรมของเชื้อไข้หวัดนกในประเทศไทยที่ http://www.thai-ai-database.org โดยได้จัดทำฐานข้อมูลทั้งในรูปแบบของภาษาไทยและภาษาอังกฤษ
5. การวิจัยครั้งนี้ได้สร้างส่วนปรับปรุงข้อมูลซึ่งผู้วิจัยสามารถเพิ่มเติมและปรับปรุงข้อมูลได้อย่างต่อเนื่องผ่าน http://www.thai-ai-database.org
6. ประโยชน์ที่ได้จากการวิจัยครั้งนี้ คือได้เผยแพร่ข้อมูลรหัสพันธุกรรมของเชื้อไข้หวัดนกในประเทศไทย และแสดงผลการเฝ้าระวังการเปลี่ยนแปลงและการกลายพันธุ์ของเชื้อไข้หวัดนกที่ได้จากการวิจัย ในรูปของเทคโนโลยีสารสนเทศที่ http://www.thai-ai-database.org ซึ่งจะเป็นแหล่งข้อมูลที่สำคัญต่อนักวิทยาศาสตร์และประชาชนทั่วไป

11. Output ที่ได้จากโครงการ

1. ฐานข้อมูลรหัสพันธุกรรมของเชื้อไข้หวัดนกที่แยกได้ในประเทศไทย ซึ่งได้เผยแพร่ในรูปแบบเทคโนโลยีสารสนเทศที่ http://www.thai-ai-database.org
2. ผลของการวิเคราะห์เปรียบเทียบรหัสพันธุกรรมและกรดอะมิโนของยีนทั้ง 8 ยีนของเชื้อไข้หวัดนก ซึ่งสามารถจะนำไปใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงระบาดวิทยา เชิงวิวัฒนาการ และเขียนบทความทางวิชาการเพื่อตีพิมพ์เผยแพร่ต่อไป
3. ข้อมูลข่าวสารในรูปแบบเทคโนโลยีสารสนเทศที่ http://www.thai-ai-database.org ซึ่งจะเป็นแหล่งข้อมูลที่สำคัญต่อนักวิทยาศาสตร์และประชาชนทั่วไป

บทนำ

โรคไข้หวัดนก (avian influenza) เกิดจากเชื้อไวรัส Influenza type A สายพันธุ์ H5N1 ซึ่งเป็นสายพันธุ์ที่มีความสำคัญทั้งในด้านการผลิตสัตว์และการสาธารณสุข เนื่องจากเชื้อไข้หวัดนก H5N1 นี้ทำให้เกิดการระบาดของโรคไข้หวัดนกในสัตว์ปีกและสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมหลายชนิด ในประเทศไทยมีรายงานการระบาดของโรคไข้หวัดนกเป็นครั้งแรกในต้นปี 2547 ซึ่งทำให้เกิดความเสียหายต่ออุตสาหกรรมการเลี้ยงสัตว์ปีกเป็นอย่างมาก รวมทั้งยังมีการระบาดของโรคไข้หวัดนกอย่างต่อเนื่องในปี 2548-2550 จากการที่เกิดการระบาดของโรคไข้หวัดนกในประเทศไทยเป็นระยะๆ แสดงให้เห็นว่ายังมีเชื้อไข้หวัดนกในสัตว์ปีกและสัตว์ชนิดต่าง ๆ ทำให้เป็นการเพิ่มโอกาสในการติดเชื้อของเชื้อไข้หวัดนกและการกลายพันธุ์ของเชื้อไข้หวัดนกในอนาคต

คณะสัตวแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย มีความพร้อมในการศึกษาวิจัยเชื้อไข้หวัดนกในเชิงลึก โดยที่คณะสัตวแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย มีผู้วิจัยที่มีความเชี่ยวชาญในสาขาต่างๆ เช่น Virology, Pathology, Molecular biology, Epidemiology, Immunology, Bioinformatics และ Public Health รวมทั้งมีความร่วมมือกับหน่วยงานต่างๆ เช่น คณะแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย กองระบาดวิทยา กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ ซึ่งสามารถนำมาบูรณาการเพื่อศึกษาวิจัยเชื้อไข้หวัดนกในเชิงลึกได้ โดยที่ผ่านมาคณะผู้วิจัยได้มีผลงานในการถอดรหัสพันธุกรรมของเชื้อไข้หวัดนก (whole genome sequencing) และเผยแพร่ข้อมูลสู่สาธารณะชน รวมทั้งการวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้น เพื่อติดตามดูการเปลี่ยนแปลงทางพันธุกรรมของเชื้อไวรัส **ดังนั้นโครงการวิจัยครั้งนี้จะเป็นการสร้างฐานข้อมูลเชื้อไข้หวัดนกในประเทศไทย เพื่อการเผยแพร่ในรูปแบบของสื่อเทคโนโลยีสารสนเทศ (world wide web)** โดยข้อมูลดังกล่าวจะประกอบด้วยข้อมูลการระบาดของโรคไข้หวัดนกในประเทศไทยในปีที่ผ่านมา ข้อมูลรหัสพันธุกรรมของยีนทั้งหมดของเชื้อไวรัส ข้อมูลวิวัฒนาการและความสัมพันธ์ทางพันธุกรรมของเชื้อไวรัส และข้อมูลการเปลี่ยนแปลงหรือการกลายพันธุ์ของเชื้อไข้หวัดนกในประเทศไทย เพื่อนำมาเป็นข้อมูลไปใช้เฝ้าระวังการกลายพันธุ์และวางแนวทางในการควบคุมและป้องกันโรคไข้หวัดนกต่อไป

การสำรวจแนวความคิดและการวิจัยที่เกี่ยวข้อง

โรคไข้หวัดนก

โรคไข้หวัดนก (avian influenza) เกิดจากเชื้อไวรัส Influenza type A เชื้อไวรัสชนิดนี้สามารถแบ่งออกเป็น subtype ตามชนิดของแอนติเจน hemagglutinin (H) และ neuraminidase (N) โดยที่สามารถแบ่งได้เป็นหลาย subtype คือ H1-16 และ N1-9 (de Jong and Hien, 2006) เชื้อไข้หวัดนกสายพันธุ์ H5N1 (avian influenza H5N1) เป็นสายพันธุ์ที่มีความสำคัญในด้านการผลิตสัตว์และการสาธารณสุข เนื่องจากเชื้อไวรัสนี้สามารถทำให้เกิดโรคไข้หวัดนกในสัตว์ปีก (Li et al., 2004) และสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมหลายชนิด เช่น เสือ (Amonsin et al., 2006b; Keawcharoen et al., 2004; Thanawongnuwech et al., 2005) แมว (Songsermn et al., 2006) สุนัข (Songserm et al., 2006) รวมทั้งคน (Areechokchai et al., 2006; Chotpitayasunondh et al., 2005; Ungchusak et al., 2005; Witayathawornwong, 2006) โดยองค์การโรคระบาดสัตว์ระหว่างประเทศ (Office International des Epizooties (OIE)) ได้จัดให้โรคไข้หวัดนกอยู่ในกลุ่ม list A ซึ่งเป็นกลุ่มโรคที่มีความรุนแรงแพร่กระจายอย่างรวดเร็วและทำให้เกิดความเสียหายทางด้านเศรษฐกิจและสาธารณสุข ในประเทศไทยโรคไข้หวัดนก หรือ เอเวียนอินฟลูเอนซ่า ถูกจัดให้เป็นโรคระบาดสัตว์ ในพระราชบัญญัติโรคระบาดสัตว์ ตามกฎกระทรวงว่าด้วยโรคระบาดสัตว์เพิ่มเติม พ.ศ. 2545 (ประกาศในราชกิจจานุเบกษา ลงวันที่ 15 ธันวาคม 2545)

ไวรัสวิทยาของเชื้อไข้หวัดนก

เชื้อ Influenza virus เป็น enveloped virus ซึ่งเป็น single stranded RNA virus เชื้อไวรัสชนิดนี้จัดอยู่ใน family Orthomyxoviridae ประกอบด้วย 3 genus คือ Influenza A B C โดยจำแนกตามความแตกต่างในการกระตุ้นภูมิคุ้มของโปรตีน (antigenic difference) ความแตกต่างของโปรตีนบริเวณผิวนอกของไวรัส (variability of surface glycoproteins) การจัดเรียงตัวของยีน (genome organization) และลักษณะรูปร่างของเชื้อไวรัส (morphology) เชื้อไวรัส Influenza A ทำให้เกิดการระบาดของโรคไข้หวัดในแต่ละปี และยังทำให้เกิดการระบาดครั้งใหญ่ (pandemic outbreaks) ส่วนเชื้อไวรัส Influenza B และ C มีความสำคัญน้อย ส่วนใหญ่เป็นสาเหตุของโรคไข้หวัดที่ไม่แสดงอาการรุนแรง (Wright and Webster, 2001)

เชื้อไข้หวัดนก (avian influenza virus (AIV)) เป็นเชื้อไวรัสในกลุ่มที่เรียกว่า Influenza A virus เชื้อไวรัส Influenza A แบ่งออกเป็น subtype ขึ้นอยู่กับลักษณะของ glycoprotein ที่ผิวนอกของเชื้อไวรัส คือ HA และ NA โดยที่มี HA จำนวน 16 subtypes และ NA จำนวน 9 subtypes สามารถแบ่งได้โดยวิธีทางซีรั่มวิทยา เชื้อไวรัส Influenza A ส่วนใหญ่ทุก subtypes จะพบในนกน้ำ บาง subtypes จะพบในสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมหลายชนิด เช่น สุกร ม้า ลิง ปลาวาฬ

มิงค์ และในคน รวมทั้งพบในสัตว์ปีกหลายชนิด เชื้อไวรัส subtype ที่พบในคนและทำให้เกิดการระบาดของโรคไข้หวัดครั้งใหญ่ คือ H1N1, H2N2, และ H3N2 นอกจากนี้ subtype ที่กำลังเป็นสาเหตุของการระบาดของโรคไข้หวัดนกและสามารถทำให้เกิดโรคในสัตว์ปีกและแพร่มาสู่คน คือ H5N1, H7N7 และ H9N2

ระบบการตั้งชื่อเชื้อไวรัส Influenza A จะเป็นการตั้งชื่อตามระบบสากล ซึ่งประกอบด้วย ชนิดของโฮสต์ที่เกิดโรค (host of origin) สถานที่พบเชื้อ (geographic location of first isolation) หมายเลขของตัวอย่าง (strain number) และ ปีที่แยกเชื้อได้ (year of isolation) รวมทั้งชนิด subtype ของ HA และ NA จะกำหนดไว้ในวงเล็บ ตัวอย่างเช่น A/Chicken/Thailand/CU-K2/04 (H5N1) ในกรณีเชื้อที่แยกได้จากคนบางครั้งชนิดของโฮสต์ที่เกิดโรคจะละเว้นไว้ในฐานที่เข้าใจ เช่น A/Thailand/SP-33/04 (H5N1)

โครงสร้างของเชื้อไข้หวัดนก

เชื้อ Influenza virus เป็น enveloped virus ซึ่งเป็น single stranded RNA virus เชื้อไวรัสชนิดนี้จัดอยู่ใน family Orthomyxoviridae เชื้อไวรัส Influenza มีรูปทรงกลม (spherical) หรือบางครั้งมีรูปทรงไม่แน่นอน (pleomorphic) มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 80-120 นาโนเมตร (Ruigrok, 1998) เชื้อไวรัส Influenza เป็นเชื้อไวรัสที่มียีนแบบท่อน (segmented genome) โดยประกอบด้วย RNA segment จำนวน 8 ยีน คือ Polymerase Basic protein 1 and 2 gene (PB1) (PB2) Polymerase gene (PA) Hemagglutinin gene (HA) Nucleoprotein gene (NP) Neuraminidase gene (NA) Matrix protein gene (M) Nonstructural protein gene (NS) โดยที่ RNA segments จะบรรจุอยู่ใน viral core โดยมีโปรตีนห่อหุ้มยีนอยู่ภายใน

บริเวณเปลือกหุ้มของไวรัส (envelope glycoprotein) ประกอบด้วยโปรตีน hemagglutinin (HA) neuraminidase (NA) และ membrane protein (M2) โดยทั่วไปเชื้อไวรัสจะประกอบด้วยผิวภายนอกที่เป็นแท่งยื่น (spike-like projection) จำนวนประมาณ 500 แท่งบนพื้นผิวทรงกลม แท่งยื่นประกอบด้วยโปรตีน HA ซึ่งมีรูปทรงแท่ง (rod-like shape) และโปรตีน NA ซึ่งมีรูปทรงคล้ายเห็ด (mushroom-shape) แท่งยื่น HA เป็น trimer ซึ่งประกอบด้วย HA โปรตีน 3 ชิ้น ส่วนแท่งยื่น NA เป็น tetramer ซึ่งประกอบด้วย NA โปรตีน 4 ชิ้น HA โปรตีนจะมีปริมาณมากกว่า NA โปรตีนประมาณ 4 เท่า โดยที่ HA มีปริมาณคิดเป็น 40% ของ virus particle โดยปกติ HA โปรตีนจะถูกย่อย (cleave) ออกเป็น HA1 และ HA2 โดย trypsin-like enzyme จาก host ในช่วงที่มีการติดเชื้อ

เปลือกหุ้มของเชื้อไวรัส (The viral envelop proteins)

ส่วนประกอบที่สำคัญของเปลือกหุ้ม (envelope) คือ glycoprotein HA ซึ่งถูกสร้างในเซลล์ที่ติดเชื้อ โปรตีน HA ประกอบด้วยกรดอะมิโนประมาณ 560 ตัว ซึ่งเป็นสาย polypeptide เรียกว่า HA0 ต่อมาจะถูกแบ่งย่อย (cleave) เป็นโปรตีน HA1 และ HA2 (Ruigrok, 1998) โดยที่โปรตีน HA1 มีโครงสร้างเป็นส่วนหัว (globular domain) และบริเวณปลายส่วนหัวของโปรตีน HA เป็นบริเวณแอนติเจนที่กระตุ้นภูมิคุ้ม (antigenic epitopes) ส่วน HA2 มีโครงสร้างเป็นแท่งแกนของ HA spike ซึ่งมีความสำคัญในการเชื่อม (fusion) ของผิวนอกของเชื้อไวรัส (viral cell membrane) กับผิวนอกของเซลล์โฮสต์ (host cell membrane) HA spike จะมีความยาวยื่นออกมาจากผิวนอกของเชื้อไวรัสประมาณ 13.5 นาโนเมตร และที่บริเวณปลายสุดของแท่ง HA spike จะมีความสำคัญในการเกาะจับของเชื้อไวรัสกับตัวรับ (receptor)

ส่วนประกอบของเปลือกหุ้มที่สำคัญอีกชนิดคือ glycoprotein NA มีหน้าที่สำคัญด้านการทำงานของเอ็นไซม์ในการแบ่งย่อย (cleave) sialic acid จาก glycoprotein ดังนั้นหน้าที่สำคัญของ neuraminidase คือการแบ่งย่อยตัวรับที่มี sialic acid และ glycoprotein ทำให้เกิดการปล่อยของเชื้อไวรัสตัวใหม่จากผิวของเซลล์โฮสต์ ยาต้านไวรัส เช่น Oseltamivir (Tamiflu) และ Zanamivir (Relenza) ซึ่งเป็น sialic acid analogues นำมาใช้ในการยับยั้งการทำงานของเอ็มไซม์ neuraminidase (von Itzstein et al., 1996) ทำให้ไม่สามารถปล่อยเชื้อไวรัสตัวใหม่จากผิวของเซลล์โฮสต์ จึงสามารถใช้ในการป้องกันการติดเชื้อไวรัส

ส่วนประกอบของเปลือกหุ้มอีกชนิดคือ integral membrane protein (M2) มีส่วนประกอบของโปรตีนเป็น tetramer โปรตีน M2 ทำหน้าที่เป็น ion channel ที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการติดเชื้อไวรัส เช่นการปรับความเป็นกรดด่างภายในตัวเชื้อไวรัส (modulating the pH) โปรตีน M2 เป็นเป้าหมายของยาต้านไวรัสบางชนิด เช่น Amantadine และ Rimantadine

แกนกลางของไวรัส (The viral core)

ยีนของเชื้อไวรัส Influenza ประกอบด้วย negative-sense single-stranded RNA จำนวน 8 ยีน โดย RNA ของไวรัสจะอยู่ในรูปของ Ribonucleoprotein (RNP) complex ประกอบด้วย RNA, nucleoprotein (NP) และ polymerase (PB1, PB2, PA) RNP จะถูกล้อมรอบด้วยชั้นของ M1 โปรตีนซึ่งมีจำนวนมากที่สุดในเชื้อไวรัส

โดยทั่วไปแต่ละ RNA segment ของเชื้อไวรัสจะมีการสร้างโปรตีน 1 ชนิด ตัวอย่างเช่น segment ที่ 1-6 จะสร้างโปรตีน PB2, PB1, PA, HA, NP, และ NA (ตามลำดับ) อย่างไรก็ตาม RNA segment ที่ 7 จะสร้างโปรตีน 2 ชนิด คือ M1 และ M2 โดยมี open reading frame ร่วมกัน เช่นเดียวกับ RNA segment ที่ 8 ที่มีการสร้างโปรตีน 2 ชนิด คือ NS1 และ NS2 โดยมี open

reading frame ร่วมกัน พบว่าโปรตีน NS2 ถึงแม้ว่าเป็น nonstructural protein แต่พบในจำนวนไม่มากในเชื้อไวรัส ในขณะที่ NS1 โปรตีนไม่พบในเชื้อไวรัส แต่พบได้ปริมาณมากในเซลล์โฮสต์ที่ติดเชื้อ

การเปลี่ยนแปลงและการกลายพันธุ์ของเชื้อไข้หวัดนก

เชื้อไข้หวัดนก มีความหลากหลายและมีการเปลี่ยนแปลงของแอนติเจนตลอดเวลา (antigenic variations) ทำให้เชื้อไวรัสสามารถหลบภาวะภูมิคุ้มของโฮสต์ได้ เนื่องจากภูมิคุ้มของโฮสต์ที่มีต่อเชื้อไวรัสสายพันธุ์หนึ่งจะไม่มีผลต่อการป้องกันการติดเชื้อของไวรัสอีกสายพันธุ์หนึ่ง เนื่องจากโปรตีน HA ของเชื้อไวรัสเกี่ยวข้องกับการเป็นแอนติเจนต่อการสร้างภูมิคุ้ม ดังนั้นการเปลี่ยนแปลงของโปรตีน HA จะมีผลโดยตรงต่อการสร้างภูมิคุ้มของโฮสต์ กระบวนการเปลี่ยนแปลงของแอนติเจนของเชื้อไวรัส influenza สามารถแบ่งได้เป็น 2 แบบใหญ่ๆ คือ การเกิด antigenic drift และการเกิด antigenic shift (Wright and Webster, 2001)

Antigenic drift

การเกิด antigenic drift เป็นผลมาจากการเกิดการเปลี่ยนแปลงหรือกลายพันธุ์ (mutation) ของ RNA ของเชื้อไวรัสที่มีอยู่ตลอดเวลา ซึ่งเป็นผลมาจากความผิดพลาดในกระบวนการสร้างและผลิต RNA ของไวรัส ผลที่เกิดขึ้นคือ มีการเปลี่ยนแปลงของกรดอะมิโนของโปรตีนของเชื้อและอาจมีผลต่อคุณสมบัติการเป็นแอนติเจนของโปรตีนเช่นกัน โดยทั่วไปการเปลี่ยนแปลงของกรดอะมิโนจะเป็นการเปลี่ยนแปลงที่ก่อให้เกิดประโยชน์ของเชื้อไวรัสในการเปลี่ยนคุณสมบัติเพื่อหลบภูมิคุ้มเดิมของโฮสต์ เนื่องจากเชื้อไวรัส Influenza เป็นเชื้อไวรัสชนิด RNA ดังนั้นช่วงการสร้างและเพิ่มจำนวน RNA ของเชื้อไวรัสในเซลล์โฮสต์จะมีโอกาสเกิดความผิดพลาดสูง ทั้งนี้เนื่องมาจากการขาดกระบวนการที่เรียกว่า proof reading ขณะที่มีการเพิ่มจำนวนของ RNA อัตราในการเกิดความผิดพลาดเนื่องมาจากกระบวนการดังกล่าวนั้น คิดเป็นประมาณ 1 ในทุกๆ 100,000 นิวคีลโอไทต์ (Webster and Laver, 1980) การเปลี่ยนแปลงของนิวคลีโอไทต์ใน RNA ของเชื้อไวรัสบางครั้งอาจไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของกรดอะมิโนหรือโปรตีนของเชื้อไวรัส (silent) หรือบางครั้งอาจทำให้เกิดการสร้างโปรตีนไม่สมบูรณ์ (premature stop codon) อย่างไรก็ตามการเปลี่ยนแปลงบางครั้งอาจส่งผลดีต่อเชื้อไวรัส คือทำให้เกิดไวรัสใหม่ (new variant) ที่สามารถหลบภูมิคุ้มเดิมบางส่วนหรือทั้งหมดของโฮสต์ ซึ่งสามารถทำให้เกิดการติดเชื้อและเกิดโรคได้

Antigenic shift

การเกิด antigenic shift เป็นผลมาจากการเปลี่ยนแปลงของไวรัสเป็นสายพันธุ์ใหม่ (new influenza virus subtype) โดยกระบวนการที่ทำให้เกิดเชื้อไวรัสสายพันธุ์ใหม่ที่ทำให้เกิดโรคอาจเนื่องมาจาก 1. Genetic reassortment คือ การแลกเปลี่ยนชิ้นส่วนของยีนของเชื้อไวรัสในคนและในสัตว์ปีก (Webster et al., 1992) 2. การแพร่ของเชื้อไวรัสโดยตรง จากสัตว์ปีกสู่คนโดยไม่ผ่านตัวกลาง หรือการเกิด reassortment (intermediate reassortment step) 3. การแพร่ของเชื้อไวรัสสายพันธุ์เก่าที่ทำให้เกิดโรคในอดีต (Russell and Webster, 2005; Taubenberger and Morens, 2006).

การเกิด genetic reassortment เกิดขึ้นเมื่อเซลล์โฮสต์มีการติดเชื้อไวรัส Influenza A จำนวน 2 ชนิดในเวลาเดียวกัน ทำให้มีการเพิ่มจำนวนของ RNA segments ของเชื้อไวรัสทั้ง 2 ชนิดในนิวเคลียสของเซลล์โฮสต์ และในกระบวนการประกอบเป็นเชื้อไวรัสตัวใหม่ ทำให้เกิดการแลกเปลี่ยน RNA segments ของเชื้อไวรัสทั้ง 2 ชนิดและเกิดเป็นเชื้อไวรัส Influenza A สายพันธุ์ใหม่ ตัวอย่างของการเกิด genetic reassortment คือเชื้อไวรัส Influenza H2N2 ซึ่งทำให้เกิดการระบาดครั้งใหญ่ในปี ค.ศ. 1957 หรือที่เรียกว่า Asian flu พบว่าเชื้อไวรัส H2N2 นี้ได้รับยีน HA, NA และ PB1 จากเชื้อไวรัสในสัตว์ปีก ในขณะที่ยีนอื่นๆ มาจากเชื้อไวรัส H1N1 ที่พบได้ในคน สมมุติฐานการเกิด genetic reassortment คาดว่ามีโอกาสเกิดมากในสุกร ซึ่งถือว่าเป็น mixing vessel ที่สำคัญ เนื่องจากสุกรมีตัวรับที่มี sialic acid ที่เหมาะสมกับทั้งเชื้อไวรัสจากสัตว์ปีกและคน จึงสามารถติดเชื้อไวรัสได้ง่าย อย่างไรก็ตามมีหลักฐานมากขึ้นว่า คนอาจเป็น mixing vessel ได้เอง ในอดีตที่ผ่านมาสันนิฐานว่าเชื้อไวรัสไม่สามารถแพร่โดยตรงจากสัตว์ปีกสู่คนได้ ต้องอาศัยตัวกลาง เช่น สุกร (Webster et al., 1997) อย่างไรก็ตามในปี ค.ศ. 1997 มีรายงานการระบาดของโรคไข้หวัดนกในประเทศฮ่องกง จากรายงานพบว่าเป็นการแพร่เชื้อไวรัสโดยตรงจากสัตว์ปีกมาสู่คน ในการระบาดครั้งนั้นมีผู้ป่วยติดเชื้อจำนวน 18 คน และ เสียชีวิต 6 คน โดยลักษณะทางพันธุกรรมของเชื้อไวรัสที่แยกได้จากผู้ป่วยเหมือนกับเชื้อไวรัสที่แยกได้จากไก่ที่ระบาดในช่วงเวลาเดียวกัน จึงสามารถยืนยันได้ว่ามีการติดเชื้อไวรัสจากสัตว์ปีกโดยตรงสู่คน (Claas et al., 1998) นอกจากนี้ยังอาจสรุปได้ว่าเชื้อไวรัสเป็น multiple avian reassortant ซึ่งพบว่าเชื้อไข้หวัดนก H5N1 มีต้นกำเนิดจากสัตว์ที่เป็นแหล่งรังโรค (reservoir) ได้แก่ ห่าน ก่อนที่จะมีการแลกเปลี่ยนยีนและสามารถทำให้เกิดโรคในสัตว์ปีกบนบก (terrestrial poultry) เช่น ไก่ จากนั้นจึงเกิดการแลกเปลี่ยนยีน โดยเฉพาะ internal protein และ NA protein กับเชื้อไวรัสสายพันธุ์ อื่นๆ เช่น H9N2 และ H6N1 ทำให้เชื้อไวรัสมีความรุนแรงและเกิดโรคในคน การระบาดของเชื้อไข้หวัดนกในปี ค.ศ. 1997 มีความสำคัญ ถึงแม้ว่าจะไม่มีรายงานการแพร่ของเชื้อไวรัสจากคนสู่คน แต่โอกาสในการเกิดเชื้อไวรัสที่มีความรุนแรงอาจเกิดขึ้นได้จากการเกิด genetic reassortment ของเชื้อไข้หวัดนก H5N1 กับเชื้อไข้หวัดในคน โดยที่มีคนเป็น mixing vessel

ระบาดวิทยาของโรคไข้หวัดนก

ปลายปี 2546 พบการระบาดของโรคไข้หวัดนก (H5N1) ในสัตว์ปีกและคนในแถบทวีปเอเชียหลายประเทศ ได้แก่ กัมพูชา จีน อินโดนีเซีย ญี่ปุ่น ลาว เกาหลีใต้ เวียดนาม รวมทั้งประเทศไทย และได้มีการทำลายสัตว์ปีกไปเป็นจำนวนมากกว่า 100 ล้านตัว จากนั้นเดือนมิถุนายน 2547 พบการระบาดเพิ่มขึ้นอีกครั้งในหลายประเทศแถบทวีปเอเชีย รวมทั้งในปี 2548-2549 ได้มีการแพร่ระบาดของโรคไข้หวัดนกในสัตว์ปีกและคน รวมทั้งในสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมบางชนิด ไปยังหลายประเทศในเอเชีย ยุโรป และแอฟริกา (WHO, 2007) ในระหว่างปี 2546-2550 ได้มีรายงานของผู้ติดเชื้อไข้หวัดนกในประเทศต่างๆ จำนวน 310 รายและเสียชีวิต 189 ราย (ณ วันที่ 6 มิถุนายน 2550) ดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 จำนวนผู้ติดเชื้อและผู้เสียชีวิตจากเชื้อไข้หวัดนกสายพันธุ์ H5N1 ในแต่ละประเทศ (Cumulative number of confirmed human cases of Avian Influenza A (H5N1) reported to WHO)

ประเทศที่มีการระบาด	2003-4		2005		2006		2007		รวม	
	ติดเชื้อ	เสียชีวิต	ติดเชื้อ	เสียชีวิต	ติดเชื้อ	เสียชีวิต	ติดเชื้อ	เสียชีวิต	ติดเชื้อ	เสียชีวิต
อาเซอร์ไบจัน	-	-	-	-	8	5	-	-	8	5
กัมพูชา	-	-	4	4	2	2	1	1	7	7
จีน	1	1	8	5	13	8	3	2	25	16
ดีโบติ	-	-	-	-	1	-	-	-	1	-
อียิปต์	-	-	-	-	18	10	16	4	34	14
อินโดนีเซีย	-	-	20	13	55	45	24	21	99	79
อิรัก	-	-	-	-	3	2	-	-	3	2
ลาว	-	-	-	-	-	-	2	2	2	2
ไนจีเรีย	-	-	-	-	-	-	1	1	1	1
ไทย	17	12	5	2	3	3	-	-	25	17
ตุรกี	-	-	-	-	12	4	-	-	12	4
เวียดนาม	32	23	61	19	-	-	-	-	93	42
รวม	50	36	98	43	115	79	47	31	310	189

ที่มา: ดัดแปลงจากรายงานขององค์การอนามัยโลก (WHO, 2007) (รายงานเมื่อวันที่ 6 มิถุนายน 2550)

ในประเทศไทยการระบาดของเชื้อไข้หวัดนก H5N1 ได้สร้างความเสียหายทั้งด้านเศรษฐกิจและสาธารณสุข โดยพบว่าตั้งแต่ต้นปี 2547 จนถึงปัจจุบัน ประเทศไทยมีรายงานการระบาดของโรคไข้หวัดนกเป็น 4 ครั้งใหญ่ๆ และมีรายงานผู้ติดเชื้อไข้หวัดนก (H5N1) ทั้งหมด 25 ราย และเสียชีวิต 17 ราย (รายงานเมื่อวันที่ 6 มิถุนายน 2550) (WHO, 2007) จากรายงานพบว่าผู้ป่วยและเสียชีวิตได้สัมผัสหรือทำงานใกล้ชิดกับไก่ นอกจากมีรายงานการเกิดโรคไข้หวัดนกในสัตว์ปีกและคนแล้ว ยังมีรายงานการระบาดของโรคไข้หวัดนกในสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมชนิดอื่นๆ เช่น เสือ แมว และสุนัข ขณะเดียวกันโรคไข้หวัดนกยังมีผลกระทบต่ออุตสาหกรรมการเลี้ยงไก่และการส่งออก เช่น การกำจัดสัตว์ปีกในรัศมีบริเวณที่มีการระบาดของโรค การงดการนำเข้าเนื้อไก่จากกลุ่มประเทศต่างๆ และการลดการบริโภคเนื้อไก่ของประชาชนในประเทศ ด้วยเหตุนี้จึงทำให้มีการกำหนดมาตรการต่างๆของรัฐ ทั้งในส่วนของกระทรวงเกษตรและสหกรณ์และกระทรวงสาธารณสุขในการควบคุมและป้องกันการระบาดของโรค ตัวอย่างเช่น กรมปศุสัตว์ได้กำหนดมาตรการการดำเนินงานแก้ปัญหาไข้หวัดนกของประเทศ เช่น มาตรการการเฝ้าระวังและค้นหาโรคไข้หวัดนก มาตรการการควบคุมเคลื่อนย้ายสัตว์ปีกและผลิตภัณฑ์สัตว์ปีก มาตรการการทำลายสัตว์และการจ่ายค่าชดเชย มาตรการการทำความสะอาดและทำลายเชื้อ มาตรการการควบคุมโรงฆ่าสัตว์ปีกและโรงงานแปรรูป มาตรการการปรับปรุงและพัฒนาระบบการเลี้ยงสัตว์ปีก ดังนั้นจึงนับได้ว่าโรคไข้หวัดนกเป็น emerging disease ที่กำลังเป็นปัญหาสำคัญทางด้านเศรษฐกิจและการสาธารณสุขในขณะนี้

การใช้ข้อมูลรหัสพันธุกรรมของเชื้อไข้หวัดนกเพื่อการศึกษาวิจัยแนวลึก

ข้อมูลรหัสพันธุกรรมของเชื้อไวรัสมีประโยชน์ในด้านการศึกษาลักษณะทางพันธุกรรม วิวัฒนาการ การเปลี่ยนแปลงหรือการกลายพันธุ์ของเชื้อไวรัส นอกจากนี้ข้อมูลรหัสพันธุกรรมของเชื้อไวรัสยังมีประโยชน์ในด้านการศึกษาระบาดวิทยาของเชื้อไวรัสในระดับโมเลกุล รวมทั้งข้อมูลรหัสพันธุกรรมยังมีประโยชน์ในด้านการพัฒนาและคัดเลือกสายพันธุ์ในการศึกษาทางพยาธิวิทยา การผลิตและพัฒนาวัคซีน ตัวอย่างของการใช้ข้อมูลรหัสพันธุกรรมของเชื้อไข้หวัดนกเพื่อการศึกษาวิจัยเชิงลึก ได้แก่

Viseshakul และคณะ (2004) ได้รายงานการระบาดของเชื้อไข้หวัดนกในประเทศไทยเป็นครั้งแรกในต้นปี 2547 และได้รายงานถึงการศึกษารหัสพันธุกรรมทั้งหมดของเชื้อไข้หวัดนกเป็นครั้งแรกในประเทศไทย ผลการศึกษาพบว่าเชื้อไวรัสที่แยกได้จากไก่ จากจังหวัดนครปฐม มีรหัสพันธุกรรมใกล้เคียงกับเชื้อไวรัสที่แยกได้จากสัตว์ปีกและคน ในประเทศเวียดนาม และแตกต่างจากเชื้อไวรัสที่ระบาดในประเทศอินโดนีเซีย และประเทศฮ่องกง ผลการศึกษาสรุปได้ว่าเชื้อไข้หวัดนกในประเทศไทยเป็นกลุ่มเดียวกับเชื้อไข้หวัดนกในประเทศเวียดนาม และอาจมีวิวัฒนาการมาจากเชื้อไวรัส จากเป็ดในประเทศจีน (Viseshakul et al., 2004)

Amonsin และคณะ (2006) ได้รายงานการระบาดของโรคไข้หวัดนกในประเทศไทยในปี 2548 ซึ่งเป็นการระบาดในระลอกที่ 3 และได้เปรียบเทียบลักษณะทางพันธุกรรมของเชื้อไวรัสในประเทศไทยกับเชื้อไวรัสที่แยกได้จากภูมิภาคต่างๆ พบว่า เชื้อไวรัสจากประเทศไทยยังมีลักษณะทางพันธุกรรมที่ใกล้เคียงกับเชื้อที่แยกได้ในปี 2547 และถูกจัดอยู่คนละกลุ่มกับเชื้อที่แยกได้จากประเทศอินโดนีเซีย จีน ยุโรป และ แอฟริกา อย่างไรก็ตามพบรายงานการเปลี่ยนแปลงของ HA cleavage site ในตัวอย่างที่แยกได้จากสัตว์ปีกและคนในปี 2548 แต่เชื้อไวรัสยังมีความรุนแรงเช่นเดิม (Amonsin et al., 2006a)

จากการศึกษาของ Smith และคณะ (2006) ได้รายงานผลการวิเคราะห์รหัสพันธุกรรมของเชื้อไข้หวัดนกที่แยกได้ในประเทศอินโดนีเซียและเวียดนาม ซึ่งพบว่าเชื้อไวรัสถูกแบ่งเป็นกลุ่มย่อย (sublineage) ตามลักษณะทางภูมิศาสตร์ของประเทศ กล่าวคือ ประเทศอินโดนีเซียประกอบด้วยเชื้อไข้หวัดนกกลุ่ม A B C ซึ่งพบในตอนกลาง ตะวันออก และตะวันตกของประเทศตามลำดับ ส่วนประเทศเวียดนามประกอบด้วยเชื้อไข้หวัดนกกลุ่ม N และ S ซึ่งพบในตอนเหนือและใต้ของประเทศ (Smith et al., 2006)

Chen และคณะ (2006) ศึกษารหัสพันธุกรรมของเชื้อไข้หวัดนกในประเทศจีน และประเทศในเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ พบว่าจากการวิเคราะห์ลักษณะทางพันธุกรรมของเชื้อไวรัส

ยีน HA ของเชื้อไวรัสทุกตัวมีต้นแบบสายพันธุ์มาจาก Gs/GD/1/96 –like lineage โดยมีเชื้อไวรัสจากประเทศไทย เวียดนาม และมาเลเซีย จัดอยู่ในกลุ่มเดียวกัน และเชื้อไวรัสจากประเทศฮ่องกง ตอนใต้ของประเทศจีน และอินโดนีเซีย จัดอยู่ในกลุ่มอื่นๆที่แยกออกจากกัน รวมทั้งเชื้อไวรัสที่แยกได้จากตะวันตกของประเทศจีน ยุโรป และแอฟริกายังจัดอยู่ในกลุ่มเดียวกันและแยกออกจากเชื้อไวรัสในกลุ่มเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ (Cheung et al., 2006)

Salzberg และคณะ (2007) ได้ศึกษาถึงรหัสพันธุกรรมของเชื้อไข้หวัดนกในยุโรป แอฟริกา และตะวันออกกลาง จำนวน 36 ตัวอย่าง และได้เปรียบเทียบรหัสพันธุกรรมของเชื้อไวรัสกับรหัสพันธุกรรมของเชื้อไวรัสจากฐานข้อมูล GenBank จำนวนมากกว่า 500 ตัวอย่าง พบว่าเชื้อไวรัสที่ระบาดในยุโรป แอฟริกา และตะวันออกกลาง สามารถจัดได้เป็น 3 กลุ่ม (clades) โดยเชื้อไวรัสส่วนใหญ่จัดอยู่ในกลุ่ม EMA (clade 1) ซึ่งแยกออกจากเชื้อไวรัสในเอเชีย แต่มีต้นกำเนิดเดียวกัน นอกจากนี้ยังมีอีก 2 EMA (clade 2-3) ซึ่งเป็นเชื้อไวรัสที่มีลักษณะคล้ายกับเชื้อไวรัสจากเอเชีย (V1 และ V2) (Salzberg et al., 2007)

ปัจจุบันเชื้อไข้หวัดนกสายพันธุ์ H5N1 ถูกจัดอยู่ในจีโนไทป์ Z ซึ่งสามารถแบ่งออกเป็นกลุ่มต่างๆ ตามการเปรียบเทียบรหัสพันธุกรรมและภูมิภาคการระบาด โดยแบ่งได้เป็น กลุ่มที่ 1 (clade 1) เป็นเชื้อไวรัสที่ระบาดจากประเทศจีนตอนใต้ และแพร่ไปยังญี่ปุ่น เกาหลี เวียดนาม กัมพูชา ลาว กลุ่มที่ 2 กลุ่มย่อย 1 (clade 2-subclade 1) เป็นเชื้อไวรัส genotype Z ที่ระบาดในประเทศอินโดนีเซีย โดยที่เชื้อไวรัสมีรหัสพันธุกรรมใกล้เคียงกับเชื้อไวรัสจากมณฑล Yunan และ Hunan ในประเทศจีน กลุ่มที่ 2 กลุ่มย่อย 2 (clade 2-subclade 2) เป็นเชื้อไวรัสที่ระบาดในกลุ่มประเทศไทยและเวียดนาม รวมทั้งมาเลเซียและกัมพูชา กลุ่มที่ 2 กลุ่มย่อย 3 (clade 2-subclade 3) เป็นเชื้อไวรัสใน genotype Z ที่ระบาดในกลุ่มประเทศยุโรป และ แอฟริกา เชื้อไวรัสมีรหัสพันธุกรรมใกล้เคียงกับเชื้อไวรัสจาก Qinghai ในประเทศจีน (Webster and Govorkova, 2006)

ดังนั้นจะเห็นได้ว่าข้อมูลรหัสพันธุกรรมของเชื้อไข้หวัดนก สามารถนำไปใช้ประโยชน์ในการศึกษาเชื้อไข้หวัดนกได้ดังตัวอย่างข้างต้น อย่างไรก็ตามการรวบรวมและเผยแพร่ข้อมูลรหัสพันธุกรรมของเชื้อไข้หวัดนกจากภูมิภาคต่างๆ และสัตว์ชนิดต่างๆ เป็นปัจจัยสำคัญ ในการศึกษาถึงวิวัฒนาการและเฝ้าระวังการเปลี่ยนแปลงของเชื้อไข้หวัดนก ดังนั้นในการวิจัยครั้งนี้ **คณะผู้วิจัยได้รวบรวมรหัสพันธุกรรมของเชื้อไข้หวัดนกที่แยกได้ในประเทศไทย และวิเคราะห์ข้อมูลในด้านการเปลี่ยนแปลงหรือการกลายพันธุ์ของเชื้อไวรัส รวมทั้งจัดทำฐานข้อมูลและเผยแพร่ฐานข้อมูลรหัสพันธุกรรม ในรูปของเทคโนโลยีสารสนเทศ** เพื่อจะได้นำมาเป็นข้อมูลสำคัญในการศึกษาวิจัยแนวลึกต่อไป

วิธีการวิจัย

เป้าหมายหลักของโครงการวิจัยนี้ **เพื่อรวบรวม วิเคราะห์ สร้างฐานข้อมูล และเผยแพร่ข้อมูลรหัสพันธุกรรมของเชื้อไข้หวัดนก H5N1 (HPAI) ในประเทศไทย เพื่อเป็นการเฝ้าระวังการเปลี่ยนแปลงของเชื้อไวรัส** โดยที่คณะผู้วิจัยได้รวบรวมรหัสพันธุกรรมของเชื้อไข้หวัดนกในประเทศไทย และนำข้อมูลรหัสพันธุกรรมมาวิเคราะห์ทั้งด้านวิวัฒนาการและการเปลี่ยนแปลงหรือการกลายพันธุ์ของเชื้อไวรัส รวมทั้งนำข้อมูลที่ได้ไปสร้างเป็นฐานข้อมูลและเผยแพร่ข้อมูลในรูปของเทคโนโลยีสารสนเทศ (world wide web) ซึ่งจะมีประโยชน์ต่อนักวิทยาศาสตร์ในการศึกษาเกี่ยวกับเชื้อไข้หวัดนกในเชิงลึกต่อไป เพื่อที่จะบรรลุเป้าหมายดังกล่าวคณะผู้วิจัยได้จัดตั้งวัตถุประสงค์ 3 ข้อคือ

1. รวบรวมข้อมูลรหัสพันธุกรรมของเชื้อไข้หวัดนกในประเทศไทย (collect the available HPAI sequences of the isolates from Thailand) ที่ได้จากข้อมูลการถอดรหัสพันธุกรรมโดยคณะผู้วิจัยและจากฐานข้อมูล GenBank
2. วิเคราะห์ข้อมูลรหัสพันธุกรรม เพื่อหาบริเวณที่สำคัญหรือเป็นคุณสมบัติจำเพาะในแต่ละยีนของเชื้อ (analyze the significant polymorphisms and specific characteristic of each gene)
3. สร้างฐานข้อมูลและเผยแพร่ข้อมูล และองค์ความรู้ในรูปของเทคโนโลยีสารสนเทศ (establish a comprehensive web-based HPAI database for Thailand) เพื่อเป็นการเฝ้าระวังการเปลี่ยนแปลงหรือการกลายพันธุ์ของเชื้อไข้หวัดนกในประเทศไทยและภูมิภาคใกล้เคียง

วิธีดำเนินการวิจัยเพื่อที่จะบรรลุวัตถุประสงค์ดังกล่าวมี 3 ระยะสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ประกอบด้วย

ระยะที่ 1 รวบรวมข้อมูลรหัสพันธุกรรมของเชื้อไข้หวัดนกในประเทศไทย (collect the available HPAI sequences of the isolates from Thailand) ที่ได้จากข้อมูลการถอดรหัสพันธุกรรมโดยคณะผู้วิจัยและจากฐานข้อมูล GenBank

ระยะที่ 2 วิเคราะห์ข้อมูลรหัสพันธุกรรม เพื่อหาบริเวณที่สำคัญหรือเป็นคุณสมบัติจำเพาะในแต่ละยีนของเชื้อ (analyze the significant polymorphisms and specific characteristic of each gene)

ระยะที่ 3 สร้างฐานข้อมูลและเผยแพร่ข้อมูล และองค์ความรู้ในรูปของเทคโนโลยีสารสนเทศ (establish a comprehensive web-based HPAI database for Thailand) เพื่อเป็นการเฝ้าระวังการเปลี่ยนแปลงหรือการกลายพันธุ์ของเชื้อไข้หวัดนกในประเทศไทยและภูมิภาคใกล้เคียง

ระยะที่ 1 การรวบรวมข้อมูลรหัสพันธุกรรมของเชื้อไข้หวัดนกในประเทศไทยที่ได้จากข้อมูลการถอดรหัสพันธุกรรมโดยคณะผู้วิจัยและจากฐานข้อมูล GenBank

การรวบรวมข้อมูลรหัสพันธุกรรมของเชื้อไข้หวัดนกในประเทศไทย

ในการวิจัยครั้งนี้ได้รวบรวมข้อมูลรหัสพันธุกรรมของเชื้อไข้หวัดนกในประเทศไทย ที่ได้จากข้อมูลการถอดรหัสพันธุกรรมทั้งตัว (whole genome sequences) และบางยีนของเชื้อไข้หวัดนกที่มีความสำคัญต่อการเฝ้าระวังการเปลี่ยนแปลงของเชื้อไวรัส

การรวบรวมข้อมูลประกอบด้วย

1. การรวบรวมข้อมูลรหัสพันธุกรรมของเชื้อไข้หวัดนกในประเทศไทย ที่เผยแพร่ในฐานข้อมูล GenBank โดยรวบรวมข้อมูลรหัสพันธุกรรมโดยการ download ข้อมูลจากฐานข้อมูล GenBank ที่ http://www.ncbi.nlm.nih.gov
2. การรวบรวมข้อมูลรหัสพันธุกรรมของคณะผู้วิจัยที่ยังไม่ได้เผยแพร่ในฐานข้อมูล GenBank โดยรวบรวมข้อมูลผลจากการถอดรหัสพันธุกรรมทั้งตัว และบางยีนของเชื้อไวรัสที่มีความสำคัญ ข้อมูลส่วนใหญ่เป็นข้อมูลรหัสพันธุกรรมที่คณะนักวิจัยได้ดำเนินการถอดรหัสพันธุกรรม สำหรับกรมปศุสัตว์และสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ
3. การรวบรวมข้อมูลจะรวบรวมเฉพาะข้อมูลรหัสพันธุกรรม ที่มีรหัสพันธุกรรมสมบูรณ์ทั้งยีน (complete coding gene sequence) กล่าวคือ มีรหัสพันธุกรรมที่แสดงถึง start และ stop codons ของโปรตีน
4. ในกรณีที่ข้อมูลรหัสพันธุกรรมไม่สมบูรณ์ แต่มีความสำคัญหรือขาดข้อมูลรหัสพันธุกรรมในบางช่วง คณะผู้วิจัยได้ดำเนินการถอดรหัสพันธุกรรมเพิ่มเติม เพื่อให้ได้ข้อมูลรหัสพันธุกรรมที่สมบูรณ์

การเตรียมข้อมูลรหัสพันธุกรรม เพื่อการวิเคราะห์และจัดทำฐานข้อมูล

1. ข้อมูลรหัสพันธุกรรม เพื่อการวิเคราะห์จะจัดทำในรูปแบบของข้อมูลที่สามารถนำไปวิเคราะห์ด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ในระยะที่ 2 ต่อไป รูปแบบของข้อมูลประกอบด้วย
    - ข้อมูลรหัสพันธุกรรม ในรูปแบบ fasta
    - ข้อมูลรหัสพันธุกรรม ในรูปแบบ edit seq
2. ข้อมูลรหัสพันธุกรรม เพื่อจัดทำฐานข้อมูลจะจัดทำในรูปแบบของข้อมูลที่สามารถนำไปเผยแพร่ในฐานข้อมูล ผ่านสื่อเทคโนโลยีสารสนเทศในระยะที่ 3 ต่อไป รูปแบบของข้อมูลประกอบด้วย
    - ข้อมูลรหัสพันธุกรรม ในรูปแบบ GenBank

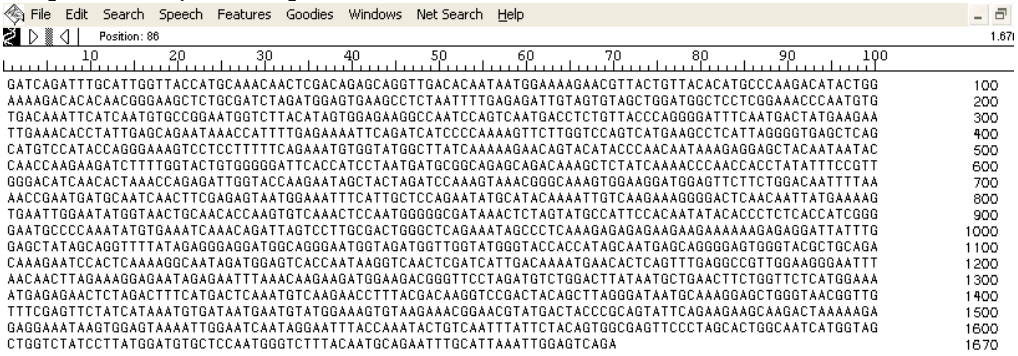
ตัวอย่างรูปแบบของข้อมูลรหัสพันธุกรรมได้แสดงไว้ในภาพที่ 1

ภาพที่ 1 ตัวอย่างรูปแบบของข้อมูลรหัสพันธุกรรม เพื่อการวิเคราะห์และจัดทำฐานข้อมูล

ข้อมูลรหัสพันธุกรรมในรูปแบบ fasta

```
>gi|48431281|gb|AY590568.2| Influenza A virus (A/chicken/Nakorn-Patom/Thailand/CU-K2/2004(H5N1))
AGAATAGTGCTTCTTTTTGCAATAGTCAGTCTTGTTAAAAGTGATCAGATTTGCATTGGTTACCATGCAA
ACAACTCGACAGAGCAGGTTGACACAATAATGGAAAAGAACGTTACTGTTACACATGCCCAAGACATACT
GGAAAAGACACACAACGGGAAGCTCTGCGATCTAGATGGAGTGAAGCCTCTAATTTTGAGAGATTGTAGT
GTAGCTGGATGGCTCCTCGGAAACCCAATGTGTGACAAATTCATCAATGTGCCGGAATGGTCTTACATAG
TGGAGAAGGCCAATCCAGTCAATGACCTCTGTTACCCAGGGGATTTCAATGACTATGAAGAATTGAAACA
CCTATTGAGCAGAATAAACCATTTTGAGAAAATTCAGATCATCCCCAAAAGTTCTTGGTCCAGTCATGAA
GCCTCATTAGGGGTGAGCTCAGCATGTCCATACCAGGGAAAGTCCTCCTTTTTCAGAAATGTGGTATGGC
TTATCAAAAAGAACAGTACATACCCAACAATAAAGAGGAGCTACAATAATACCAACCAAGAAGATCTTTT
GGTACTGTGGGGGATTCACCATCCTAATGATGCGGCAGAGCAGACAAAGCTCTATCAAAACCCAACCACC
TATATTTCCGTTGGGACATCAACACTAAACCAGAGATTGGTACCAAGAATAGCTACTAGATCCAAAGTAA
ACGGGCAAAGTGGAAGGATGGAGTTCTTCTGGACAATTTTAAAACCGAATGATGCAATCAACTTCGAGAG
TAATGGAAATTTCATTGCTCCAGAATATGCATACAAAATTGTCAAGAAAGGGGACTCAACAATTATGAAA
AGTGAATTGGAATATGGTAACTGCAACACCAAGTGTCAAACTCCAATGGGGGCGATAAACTCTAGTATGC
CATTCCACAATATACACCCTCTCACCATCGGGGAATGCCCCAAATATGTGAAATCAAACAGATTAGTCCT
TGCGACTGGGCTCAGAAATAGCCCTCAAAGAGAGAAGAAGAAAAAAGAGAGGATTATTTGGAGCTATA
GCAGGTTTTATAGAGGGAGGATGGCAGGGAATGGTAGATGGTTGGTATGGGTACCACCATAGCAATGAGC
AGGGGAGTGGGTACGCTGCAGACAAAGAATCCACTCAAAAGGCAATAGATGGAGTCACCAATAAGGTCAA
CTCGATCATTGACAAAATGAACACTCAGTTTGAGGCCGTTGGAAGGGAATTTAACAACTTAGAAAGGAGA
ATAGAGAATTTAAACAAGAAGATGGAAGACGGGTTCCTAGATGTCTGGACTTATAATGCTGAACTTCTGG
TTCTCATGGAAAATGAGAGAACTCTAGACTTTCATGACTCAAATGTCAAGAACCTTTACGACAAGGTCCG
ACTACAGCTTAGGGATAATGCAAAGGAGCTGGGTAACGGTTGTTTCGAGTTCTATCATAAATGTGATAAT
GAATGTATGGAAAGTGTAAGAAACGGAACGTATGACTACCCGCAGTATTCAGAAGAAGCAAGACTAAAAA
GAGAGGAAATAAGTGGAGTAAAATTGGAATCAATAGGAATTTACCAAATACTGTCAATTTATTCTACAGT
GGCGAGTTCCCTAGCACTGGCAATCATGGTAGCTGGTCTATCCTTATGGATGTGCTCCAATGGGTCTTTA
CAATGCAGAATTTGCATTAAATTGGAGTCAGA
```

ข้อมูลรหัสพันธุกรรมในรูปแบบ edit seq



ข้อมูลรหัสพันธุกรรมในรูปแบบ GenBank

```
LOCUS       AY590568               1712 bp    DNA     linear   VRL 18-JAN-2006
DEFINITION  Influenza A virus
            (A/chicken/Nakorn-Patom/Thailand/CU-K2/2004(H5N1)) hemagglutinin
            gene, partial cds.
ACCESSION   AY590568
VERSION     AY590568.2  GI:48431281
KEYWORDS    .
SOURCE      Influenza A virus
            (A/chicken/Nakorn-Patom/Thailand/CU-K2/2004(H5N1))
  ORGANISM  Influenza A virus
            (A/chicken/Nakorn-Patom/Thailand/CU-K2/2004(H5N1))
            Viruses; ssRNA negative-strand viruses; Orthomyxoviridae;
            Influenzavirus A.
REFERENCE   1  (bases 1 to 1712)
  AUTHORS   Payungporn,S., Chutinimitkul,S., Chaisingh,A.,
            Damrongwantanapokin,S., Buranathai,C., Amonsin,A., Theamboonlers,A.
            and Poovorawan,Y.
  TITLE     Single step multiplex real-time RT-PCR for H5N1 influenza A virus
            detection
  JOURNAL   J. Virol. Methods 131 (2), 143-147 (2006)
   PUBMED   16183140
REFERENCE   2  (bases 1 to 1712)
  AUTHORS   Theamboonlers,A., Payungporn,S., Thongmee,C., Chutinimitkul,S.,
            Pakdeeviroj,P., Viseshakul,N., Oraveerakul,K., Kaewcharoen,J.,
            Suradhat,S., Thanawongnuwech,R., Amonsin,A. and Poovorawan,Y.
  TITLE     Direct Submission
  JOURNAL   Submitted (13-FEB-2004) Pediatric Department, Chulalongkorn
            University, Rama 4, Pratumwan, Bangkok 10330, Thailand
REFERENCE   3  (bases 1 to 1712)
  AUTHORS   Theamboonlers,A., Payungporn,S., Thongmee,C., Chutinimitkul,S.,
            Pakdeeviroj,P., Viseshakul,N., Oraveerakul,K., Kaewcharoen,J.,
            Suradhat,S., Thanawongnuwech,R., Amonsin,A. and Poovorawan,Y.
  TITLE     Direct Submission
```

ระยะที่ 2 การวิเคราะห์ข้อมูลรหัสพันธุกรรม เพื่อหาบริเวณที่สำคัญหรือเป็นคุณสมบัติจำเพาะในแต่ละยีนของเชื้อ

การวิเคราะห์ข้อมูลรหัสพันธุกรรม

การวิเคราะห์ข้อมูลรหัสพันธุกรรม ได้ใช้เครื่องคอมพิวเตอร์ PC และโปรแกรมที่ใช้ในการอ่านและประกอบรหัสพันธุกรรม (assembly) เปรียบเทียบรหัสพันธุกรรม (alignment) และแปรรหัสพันธุกรรมจากนิวคลีโอไทด์เป็นกรดอะมิโน (annotation) ซึ่งเป็นโปรแกรมในกลุ่ม DNASTAR (DNASTAR, Madison, WI) ขั้นตอนการวิเคราะห์ข้อมูลประกอบด้วย

1. อ่านและยืนยันข้อมูลรหัสพันธุกรรม โดยปกติรหัสพันธุกรรมที่ได้จากเครื่อง ABI automated DNA sequencer (Applied Biosystems) จะเป็น ABI file format ซึ่งจำเป็นต้องใช้โปรแกรมอ่านข้อมูลลำดับนิวคลีโอไทด์จาก ABI file หรือ Text file ในการวิจัยครั้งนี้ได้ใช้โปรแกรม Chromas V1.45 (Griffith University, Queensland, Australia) และ BioEdit V7.00 (Tom Hall Pharmaceuticals Inc.) ในการอ่านข้อมูลลำดับนิวคลีโอไทด์และยืนยันผลการอ่าน (validate) ลำดับนิวคลีโอไทด์ให้ถูกต้อง

2. แปลงลำดับนิวคลีโอไทด์ให้อยู่ใน file ที่เหมาะสมกับ assembly program ในการวิจัยครั้งนี้ได้ใช้โปรแกรม EditSeq (DNASTAR) ในการแปลง file ให้เหมาะสมกับ assembly program

3. ประกอบรหัสพันธุกรรมทั้งยีน (assembly) ทำให้ได้สายรหัสพันธุกรรมของยีนที่ยาวขึ้นหรือครอบคลุมรหัสพันธุกรรมทั้งหมดของยีน ในการวิจัยครั้งนี้ได้ใช้โปรแกรม BioEdit V7.00 (Tom Hall Pharmaceuticals Inc.) ในการประกอบลำดับเบส (assembly program)

4. เปรียบเทียบรหัสพันธุกรรม (alignment) ทั้งในระดับนิวคลีโอไทด์ และกรดอะมิโน ในแต่ละยีนของเชื้อไวรัส ในการวิจัยครั้งนี้ได้ใช้โปรแกรม BioEdit V7.00 (Tom Hall Pharmaceuticals Inc.) และ MegAlign (DNASTAR) ในการเปรียบเทียบรหัสพันธุกรรม (alignment program)

5. วิเคราะห์ข้อมูลรหัสพันธุกรรมในแต่ละยีนของเชื้อไวรัส โดยตรวจสอบบริเวณที่สำคัญหรือเป็นคุณสมบัติจำเพาะในแต่ละยีนของเชื้อ

การตรวจสอบบริเวณที่สำคัญหรือเป็นคุณสมบัติจำเพาะในแต่ละยีนของเชื้อไข้หวัดนก

หลังจากได้รหัสพันธุกรรมในแต่ละยีนของเชื้อไข้หวัดนกแล้ว จะเปรียบเทียบรหัสพันธุกรรมทั้งในระดับนิวคลีโอไทด์และกรดอะมิโน โดยใช้โปรแกรม BioEdit V7.00 (Tom Hall Pharmaceuticals Inc.) และ MegAlign (DNASTAR) ร่วมกับการทำ homology search ด้วยวิธี BLASTN และ BLASTP กับฐานข้อมูลรหัสพันธุกรรม (GenBank) ผ่านทาง http://www.ncbi.nlm.nih.gov รายละเอียดการตรวจสอบบริเวณที่สำคัญหรือเป็นคุณสมบัติจำเพาะในแต่ละยีน ได้แสดงไว้ในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 รายละเอียดการตรวจสอบบริเวณที่สำคัญหรือเป็นคุณสมบัติจำเพาะในแต่ละยีน

ยีน	ความสำคัญ/คุณสมบัติจำเพาะ	ตำแหน่งของกรดอะมิโน
Hemagglutinin (HA)*		
	Connecting peptide sequences	323-329
	Receptor binding site	222, 224
	Glycosylation sites	10-12, 11-13, 22-24, 154-156, 165-167, 193-195, 286-288
	Amino acid under positive selection	83, 86, 138, 140, 141, 129, 175
Neuraminidase (NA)		
	NA stalk region	49-68 (20 amino acids)
	Oseltamivir resistance	119, 275, 293, 295
Matrix (M)**		
	Amantadine resistance	26, 27, 30, 31, 64, 66
	Human/Avian like characteristics	16, 28, 55
Non structural (NS)***		
	Amino acid deletion in NS1	80-84
	Virulence determinant	92
	Virulence determinant	Carboxy-terminal of NS1

Polymerase Basic 1 (PB1)		
	Virulence determinant	198, 317
	Function unknown	23, 33, 79, 84
Polymerase Basic 2 (PB2)		
	Virulence determinant	355, 627
	Human/Avian like characteristics	199, 661, 667, 702
Polymerase (PA)		
	Human/Avian like characteristics	409
Nucleoprotein (NP)		
	Human/Avian like characteristics	136

หมายเหตุ * ยีน HA นับกรดอะมิโนตามโปรตีน H5 โดยเริ่มกรดอะมิโนที่ DQI
** ยีน M นับกรดอะมิโนตามโปรตีน M2
*** ยีน NS นับกรดอะมิโนตามโปรตีน NS1

ระยะที่ 3 สร้างฐานข้อมูลและเผยแพร่ข้อมูล และองค์ความรู้ในรูปของเทคโนโลยีสารสนเทศ เพื่อเป็นการเฝ้าระวังการเปลี่ยนแปลงหรือการกลายพันธุ์ของเชื้อไข้หวัดนกในประเทศไทยและภูมิภาคใกล้เคียง

การสร้างฐานข้อมูลรหัสพันธุกรรมของเชื้อไข้หวัดนกในประเทศไทย

หลังจากได้ข้อมูลรหัสพันธุกรรม และเปรียบเทียบรหัสพันธุกรรมทั้งในระดับนิวคลีโอไทด์และกรดอะมิโนของแต่ละยีนของเชื้อไข้หวัดนกแล้ว ได้จัดทำฐานข้อมูลของรหัสพันธุกรรม ผลการวิเคราะห์รหัสพันธุกรรม เพื่อเป็นการเฝ้าระวังการเปลี่ยนแปลงหรือการกลายพันธุ์ รวมทั้งข้อมูลข่าวสารที่เกี่ยวข้องกับโรคและเชื้อไข้หวัดนก นอกจากนี้ได้ออกแบบการค้นหาข้อมูลในฐานข้อมูล (search engine) ที่เกี่ยวข้องกับรหัสพันธุกรรม และผลการเฝ้าระวังการกลายพันธุ์ของเชื้อไข้หวัดนก ข้อมูลหลักในฐานข้อมูลจะประกอบด้วย

สาระน่ารู้ (AI information) ข้อมูลในสาระน่ารู้ จะประกอบด้วยข้อมูล ความรู้ และบทความ ที่เกี่ยวข้องกับเชื้อและโรคไข้หวัดนก รวมทั้งระบาดวิทยาของโรคไข้หวัดนกในประเทศไทยและต่างประเทศ

ข่าว (news) ข้อมูลในข่าว จะประกอบด้วยข้อมูลปัจจุบัน ที่เกี่ยวข้องกับการระบาด หรือรายงานการวิจัยที่มีความสำคัญ

ตรวจสอบการกลายพันธุ์ (AI genetic monitoring) ข้อมูลในตรวจสอบการกลายพันธุ์ ประกอบด้วยข้อมูลหลัก 2 ส่วน คือ ส่วนที่ 1 ข้อมูลผลการวิเคราะห์รหัสพันธุกรรมในแต่ละยีนของเชื้อไวรัสที่มีในฐานข้อมูล และส่วนที่ 2 การค้นหาข้อมูล โดยการค้นหาจากจังหวัด (province) และยีน (gene)

ค้นหารหัสพันธุกรรม (AI gene sequences) ข้อมูลในค้นหารหัสพันธุกรรม ประกอบด้วยข้อมูลหลัก 2 ส่วน คือ ส่วนที่ 1 ข้อมูลรหัสพันธุกรรมของแต่ละยีนของเชื้อไวรัสที่มีในฐานข้อมูล และส่วนที่ 2 การค้นหาข้อมูล โดยการค้นหาจากชนิดสัตว์ (host) ยีน (gene) ปี (year) พิกัด (GIS) หรือ คำสำคัญ (keyword)

สรุปผลการเฝ้าระวัง (AI summary and surveillance) ข้อมูลในสรุปผลการเฝ้าระวัง ประกอบด้วย ผลการสรุปข้อมูลในฐานข้อมูล โดยสามารถแสดงผลแบบจำแนกตามจังหวัด จำแนกตามชนิดสัตว์ หรือ จำแนกตามปี

การเผยแพร่ฐานข้อมูลในรูปของเทคโนโลยีสารสนเทศ

การเผยแพร่ข้อมูลในรูปของเทคโนโลยีสารสนเทศ โดยการสร้าง WWW (World Wide Web หรือ Web page) ที่มีข้อมูลต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับฐานข้อมูลรหัสพันธุกรรมที่สร้างขึ้น การวิจัยครั้งนี้ได้เผยแพร่ข้อมูลในรูปของเทคโนโลยีสารสนเทศไว้ที่ http://www.thai-ai-database.org โดยได้จัดทำฐานข้อมูลทั้งในรูปแบบของภาษาไทย และภาษาอังกฤษ

ผลการวิจัย

ผลการรวบรวมข้อมูลรหัสพันธุกรรมของเชื้อไข้หวัดนกในประเทศไทย

ในการวิจัยครั้งนี้ได้รวบรวมรหัสพันธุกรรมของเชื้อไข้หวัดนกสายพันธุ์ H5N1 ในประเทศไทย โดยได้รวบรวมรหัสพันธุกรรมของเชื้อไข้หวัดนก จากข้อมูลที่เผยแพร่ในฐานข้อมูล GenBank โดยการ download จากฐานข้อมูล GenBank ที่ http://www.ncbi.nlm.nih.gov และรวบรวมข้อมูลรหัสพันธุกรรมของคณะผู้วิจัยที่ยังไม่ได้เผยแพร่ในฐานข้อมูล GenBank โดยได้รวบรวมผลการถอดรหัสพันธุกรรมทั้งตัวและบางยีนของเชื้อไวรัสที่มีความสำคัญ

ผลการรวบรวมรหัสพันธุกรรมของเชื้อไข้หวัดนกสายพันธุ์ H5N1 ในประเทศไทยได้รวบรวมรหัสพันธุกรรมของเชื้อไข้หวัดนกสายพันธุ์ H5N1 จำนวนทั้งสิ้น 148 ตัวอย่าง โดยสามารถจำแนกเชื้อไข้หวัดนกแบ่งตามชนิดสัตว์ พบว่าเชื้อไวรัสส่วนใหญ่ได้จากสัตว์ปีก โดยเฉพาะไก่ (58.11%) และเป็ด (12.16%) นอกจากนี้ยังมีข้อมูลรหัสพันธุกรรมของเชื้อไข้หวัดนกที่แยกได้จากสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม คน (0.68%) เสือ (4.05%) สุนัข (0.68%) และแมว (0.68%) (รายละเอียดผลการรวบรวมรหัสพันธุกรรมของเชื้อไข้หวัดนก จำแนกตามชนิดสัตว์ ได้แสดงไว้ในตารางที่ 3)

ผลการรวบรวมรหัสพันธุกรรมของเชื้อไวรัส โดยจำแนกเชื้อไข้หวัดนกแบ่งตามจังหวัดที่พบเชื้อ พบว่าเชื้อไวรัสส่วนใหญ่ได้จากจังหวัดชลบุรี (17.57) และกรุงเทพมหานคร (9.46) อย่างไรก็ตามยังมีข้อมูลบางส่วนที่ข้อมูลรหัสพันธุกรรมของเชื้อไข้หวัดนก ที่ยังไม่มีข้อมูลของแห่งที่พบเชื้อ (รายละเอียดผลการรวบรวมรหัสพันธุกรรมของเชื้อไข้หวัดนก จำแนกตามจังหวัดได้แสดงไว้ในตารางที่ 4) นอกจากนี้ยังจำแนกเชื้อไข้หวัดนกแบ่งตามปีที่พบเชื้อ โดยพบว่าจำนวนเชื้อไข้หวัดนกที่แยกได้ในปี พ.ศ. 2547 คิดเป็น 107 ตัวอย่าง (72.30%) ปี พ.ศ. 2548 คิดเป็น 4 ตัวอย่าง (2.70%) และ ปี พ.ศ. 2549 คิดเป็น 37 ตัวอย่าง (25.00%) ตามลำดั

ข้อมูลรหัสพันธุกรรมของเชื้อไข้หวัดนก ที่คัดเลือกสำหรับฐานข้อมูลในการศึกษาวิจัยครั้งนี้ เป็นข้อมูลรหัสพันธุกรรมทั้งตัว (ทั้ง 8 ยีน) ของเชื้อไข้หวัดนก จำนวน 28 ตัวอย่าง และข้อมูลรหัสพันธุกรรมของบางยีนที่มีความสำคัญของเชื้อไวรัส ซึ่งข้อมูลรหัสพันธุกรรมดังกล่าวจะคัดเลือก เฉพาะข้อมูลรหัสพันธุกรรมที่มีความสมบูรณ์ (complete gene) โดยส่วนใหญ่เชื้อไข้หวัดนกทั้งหมดจะมีข้อมูลรหัสพันธุกรรมของยีน 2 ยีนที่สำคัญ คือ Hemagglutinin (HA) และ Neuraminidase (NA) (รายละเอียดผลการรวบรวมรหัสพันธุกรรมในแต่ละยีนของเชื้อไข้หวัดนกได้แสดงไว้ในตารางที่ 5 และภาคผนวก ก)

ตารางที่ 3 รายละเอียดผลการรวบรวมรหัสพันธุกรรมของเชื้อไข้หวัดนก จำแนกตามชนิดสัตว์

ชนิดสัตว์	**จำนวนเชื้อ**	**เปอร์เซ็นต์ (%)**
ไก่	86	58.11 %
ไก่ฟ้า	1	0.68 %
นกกระจอก	1	0.68 %
นกกระจอกเทศ	2	1.35 %
นกกระทา	2	1.35 %
นกตะขาบ	1	0.68 %
นกพิราบ	2	1.35 %
นกยูงขาว	2	1.35 %
นกเอี้ยง	1	0.68 %
เป็ด	18	12.16 %
มนุษย์	1	0.68 %
แมว	1	0.68 %
ไม่ทราบ	18	12.16 %
สุนัข	1	0.68 %
เสือ	6	4.05 %
ห่าน	1	0.68 %
อีกา	4	2.70 %
รวม	148	100 %

ตารางที่ 4 รายละเอียดผลการรวบรวมรหัสพันธุกรรมของเชื้อไข้หวัดนก จำแนกตามชนิดจังหวัดที่พบเชื้อ

ชนิดสัตว์	จำนวนเชื้อ	เปอร์เซ็นต์ (%)
กรุงเทพมหานคร	14	9.46 %
กาญจนบุรี	1	0.68 %
ฉะเชิงเทรา	3	2.03 %
ชลบุรี	26	17.57 %
นครนายก	1	0.68 %
นครปฐม	4	2.70 %
นครพนม	1	0.68 %
นครราชสีมา	2	1.35 %
นครสวรรค์	4	2.70 %
นนทบุรี	1	0.68 %
ปทุมธานี	1	0.68 %
ปราจีนบุรี	7	4.73 %
พังงา	1	0.68 %
พิจิตร	2	1.35 %
เพชรบุรี	1	0.68 %
เพชรบูรณ์	2	1.35 %
ไม่ระบุ	60	40.54 %
ระนอง	1	0.68 %
ราชบุรี	1	0.68 %
ลพบุรี	1	0.68 %
สมุทรปราการ	3	2.03 %
สระบุรี	4	2.70 %
สุพรรณบุรี	4	2.70 %
หนองคาย	1	0.68 %
อยุธยา	2	1.35 %
รวม	148	100 %

ตารางที่ 5 รายละเอียดผลการรวบรวมรหัสพันธุกรรมในแต่ละยีนของเชื้อไข้หวัดนก

ยีน	จำนวนเชื้อ	เปอร์เซ็นต์ (%)
Hemagglutinin (HA)	148	9.46 %
Neuraminidase (NA)	147	0.68 %
Matrix (M)	132	2.03 %
Nonstructural protein (NS)	131	17.57 %
Polymerase basic 1 (PB1)	29	0.68 %
Polymerase basic 1 (PB2)	114	2.70 %
Polymerase (PA)	29	0.68 %
Nucleoprotein (NP)	51	1.35 %

หมายเหตุ จำนวนเชื้อไข้หวัดนกที่มีรหัสพันธุกรรมทั้งหมด (8 ยีน) มีจำนวน 28 ตัวอย่าง

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลรหัสพันธุกรรมและตรวจสอบบริเวณที่สำคัญหรือเป็นคุณสมบัติจำเพาะในแต่ละยีนของเชื้อไข้หวัดนก

ในการศึกษาครั้งนี้ ได้นำรหัสพันธุกรรมของแต่ละยีนของเชื้อไข้หวัดนก มาเปรียบเทียบทั้งในระดับนิวคลีโอไทด์และกรดอะมิโน โดยใช้โปรแกรม BioEdit V7.00 และ MegAlign ร่วมกับการทำ homology search ด้วยวิธี BLASTN และ BLASTP กับฐานข้อมูลรหัสพันธุกรรม (GenBank) ผ่านทาง http://www.ncbi.nlm.nih.gov

การเปรียบเทียบรหัสพันธุกรรม ได้ใช้รหัสพันธุกรรมของเชื้อไข้หวัดนก 2 ตัวอย่างเป็นรหัสพันธุกรรมหลักในการเปรียบเทียบและกำหนดตำแหน่งของกรดอะมิโน ได้แก่

1. เชื้อไข้หวัดนก A/Goose/Guangdong/1/96 (H5N1) (GenBank accession number NC007357-NC007364 ซึ่งถือว่าเป็นเชื้อไข้หวัดนก ที่เป็นต้นแบบของเชื้อไข้หวัดนกที่ระบาดในปัจจุบัน
2. เชื้อไข้หวัดนก A/Chicken/Nakorn Patom/Thailand/CU-K2/04 (H5N1) (GenBank accession number AY551934, AY590567-8, AY590578-82 ซึ่งถือว่าเป็นเชื้อไข้หวัดนกตัวอย่างแรกในรายงานการระบาดของโรคไข้หวัดนกในประเทศไทย

Hemagglutinin gene (HA)

การวิเคราะห์ข้อมูลรหัสพันธุกรรมและตรวจสอบบริเวณที่สำคัญหรือเป็นคุณสมบัติจำเพาะ

- connecting peptide sequences ที่ตำแหน่งกรดอะมิโนที่ 323-329
- receptor binding site ที่ตำแหน่งกรดอะมิโนที่ 222, 224
- glycosylation sites ที่ตำแหน่งกรดอะมิโนที่ 10-12, 11-13, 22-24, 154-156, 165-167, 193-195, 286-288
- amino acid under positive selection ที่ตำแหน่งกรดอะมิโนที่ 83, 86, 138, 140, 141, 129, 175

Connecting peptide sequences connecting peptide sequences เป็นบริเวณกรดอะมิโนที่ 323-329 ของโปรตีน HA โปรตีน HA จะถูกสร้างเป็น HA0 และถูกตัดย่อยด้วยเอ็นไซม์ที่บริเวณ connective peptide sequences เป็น HA1 และ HA2 โดยทั่วไปชนิดและจำนวนของกรดอะมิโนในบริเวณ connective peptide sequences เกี่ยวข้องกับความรุนแรงในการก่อโรคของเชื้อไวรัส โดยพบว่าเชื้อไวรัสที่มีกรดอะมิโนชนิดเบสหลายตัว (multiple basic amino acids) ในบริเวณดังกล่าว จะมีความรุนแรงในการก่อโรคและถือว่าเป็น Highly Pathogenic Avian Influenza (HPAI) (de Jong and Hien, 2006) ในการวิจัยครั้งนี้ พบว่าเชื้อ

ไข้หวัดนกในประเทศไทย มี connective peptide sequences มี multiple basic amino acids ซึ่งถือได้ว่าเชื้อไข้หวัดนกในประเทศไทยเป็น Highly Pathogenic Avian Influenza (HPAI) โดยพบว่ามีกรดอะมิโนชนิด RERRRKK เป็นส่วนใหญ่ นอกจากนี้ยังมีชนิด RERKRKK REKRRKK ซึ่งพบได้ในนกป่าและสัตว์ปีกหลายตัวอย่าง รวมทั้งชนิด RERRRK—ซึ่งพบได้ 1 ตัวอย่างในเชื้อไข้หวัดนกที่แยกได้จากไก่ในปี 2549 (NP-172) (รายละเอียดผลการเปรียบเทียบยีน HA ของเชื้อไข้หวัดนก ได้แสดงไว้ในตารางที่ 6 และภาคผนวก ข)

Receptor binding site receptor binding site เป็นบริเวณกรดอะมิโนที่ 222-224 ของโปรตีน HA โดยพบว่าที่ตำแหน่งกรดอะมิโนดังกล่าวเกี่ยวข้องกับการเกาะจับของเชื้อไวรัสกับตัวรับบนเซลล์โฮสต์ (host receptor) ผลการวิจัยครั้งนี้พบว่าเชื้อไข้หวัดนกในประเทศไทยมีกรดอะมิโนที่ 222-224 เป็น Q (222) และ G (224) ทุกตัวอย่างใน receptor binding site (รายละเอียดผลการเปรียบเทียบยีน HA ของเชื้อไข้หวัดนก ได้แสดงไว้ในตารางที่ 6 และภาคผนวก ข)

Glycosylation sites glycosylation sites บริเวณตำแหน่งกรดอะมิโนที่ 10-12, 11-13, 22-24, 154-156, 165-167, 193-195, 286-288 ของโปรตีน HA เกี่ยวข้องกับการเกาะจับของเชื้อไวรัสกับตัวรับบนเซลล์โฮสต์เช่นกัน โดยการที่เชื้อไวรัสมี glycosylation site เพิ่มขึ้นหรือลดลง อาจส่งผลต่อความสามารถของเชื้อไวรัสในการเกาะจับกับโปรตีนชนิดต่างๆ รวมทั้งความสามารถในการเกาะจับกับตัวรับในเซลล์โฮสต์ การวิจัยครั้งนี้พบว่าเชื้อไข้หวัดนกในประเทศไทยส่วนใหญ่มี glycosylation sites จำนวน 7 แห่งในโปรตีน HA อย่างไรก็ตามมีเชื้อไข้หวัดนกบางตัวอย่างที่มี glycosylation sites ลดลง 1 ตำแหน่ง เช่น เชื้อไวรัส CU-01 (แยกได้จากไก่ในปี 2547) และเชื้อไวรัส NP-172 (แยกได้จากไก่ในปี 2547) (รายละเอียดผลการเปรียบเทียบยีน HA ของเชื้อไข้หวัดนก ได้แสดงไว้ในตารางที่ 7 และภาคผนวก ข)

Amino acid under positive selection pressure เป็นบริเวณกรดอะมิโนที่มีการเปลี่ยนแปลงสูงของโปรตีน HA บริเวณดังกล่าวได้แก่ บริเวณตำแหน่งกรดอะมิโนที่ 83, 86, 138, 140, 141, 129, 175 ซึ่งการเปลี่ยนแปลงของกรดอะมิโนดังกล่าว อาจมีผลต่อคุณสมบัติในการเป็นแอนติเจนของโปรตีน HA (antigenic properties) ผลการวิจัยครั้งนี้พบว่าเชื้อไข้หวัดนกโดยส่วนใหญ่มีกรดอะมิโนที่ตำแหน่ง 83, 86, 138, 140, 141, 129, 175 เป็น A (83), V (86), Q (138), K (140), S (141), L (129) และ L (175) อย่างไรก็ตามพบการเปลี่ยนแปลงของกรดอะมิโนในบางตำแหน่งในตัวอย่างที่แยกได้ในปี 2548 และ 2549 ซึ่งแสดงถึงการเปลี่ยนแปลง antigenic properties ของเชื้อไวรัสตลอดเวลา (รายละเอียดผลการเปรียบเทียบยีน HA ของเชื้อไข้หวัดนก ได้แสดงไว้ในตารางที่ 8 และภาคผนวก ข)

ตารางที่ 6 ผลการเปรียบเทียบยีน HA ของเชื้อไข้หวัดนกในตำแหน่งกรดอะมิโนที่ 323-329 (connective peptide sequences) และ 222, 224 (receptor binding site)

Virus	Isolate Description	Year	Connecting peptide sequences (323-329)	Receptor binding site	
				222	224
CU-01	A/Chicken/Suphan Buri/CU-1/04	2547	RERRRKK	Q	G
CU-02	A/Duck/Chon Buri/CU-2/04	2547	RERRRKK	Q	G
CU-03	A/Chicken/Bangkok/CU-3/04	2547	RERRRKK	Q	G
CU-04	A/Crow/Bangkok/CU-4/04	2547	RERRRKK	Q	G
CU-05	A/Duck/Chon Buri/CU-5/04	2547	RERRRKK	Q	G
CU-06	A/Chicken/Bangkok/CU-6/04	2547	RERRRKK	Q	G
CU-07	A/Chicken/Chon Buri/CU-7/04	2547	RERRRKK	Q	G
CU-08	A/Chicken/Prachin Buri/CU-8/04	2547	RERRRKK	Q	G
CU-09	A/Chicken/Suphan Buri/CU-9/04	2547	RERRRKK	Q	G
CU-10	A/Chicken/Chachoengsao/CU-10/04	2547	RERRRKK	Q	G
CU-11	A/Chicken/Chachoengsao/CU-11/04	2547	RERRRKK	Q	G
CU-12	A/Chicken/Nakhon Sawan/CU-12/04	2547	RERRRKK	Q	G
CU-13	A/Chicken/Nakhon Sawan/CU-13/04	2547	RERRRKK	Q	G
CU-14	A/Chicken/Nakho Pathom/CU-14/04	2547	RERRRKK	Q	G
CU-15	A/Crow/Bangkok/CU-15/04	2547	RERKRKK	Q	G
CU-16	A/White Peafowl/Bangkok/CU-16/04	2547	RERKRKK	Q	G
CU-17	A/Chicken/Saraburi/CU-17/04	2547	RERRRKK	Q	G
CU-18	A/Kalji Pheasant/Bangkok/CU-18/04	2547	RERKRKK	Q	G
CU-19	A/Ostrich/Samut Prakan/CU-19/04	2547	RERRRKK	Q	G
CU-20	A/Chicken/Bangkok/CU-20/04	2547	RERRRKK	Q	G
CU-21	A/Chicken/Bangkok/CU-21/04	2547	RERRRKK	Q	G
CU-23	A/Chicken/Ayutthaya/CU-23/04	2547	RERRRKK	Q	G
CU-24	A/Chicken/Ayutthaya/CU-24/04	2547	RERRRKK	Q	G
CU-25	A/Crow/Bangkok/CU-25/04	2547	RERRRKK	Q	G
CU-26	A/Roller/Bangkok/CU-26/04	2547	RERRRKK	Q	G
CU-27	A/Chicken/Saraburi/CU-27/04	2547	RERRRKK	Q	G
CU-29	A/White Peafowl/Bangkok/CU-29/04	2547	RERKRKK	Q	G
CU-31	A/Ostrich/Samut Prakan/CU-31/04	2547	RERRRKK	Q	G
CU-35	A/Crow/Bangkok/CU-35/04	2547	REKRRKK	Q	G
CU-38	A/Chicken/Lop Buri/CU-38/04	2547	RERKRKK	Q	G
CU-39	A/Chicken/Nakhon Sawan/CU-39/04	2547	RERRRKK	Q	G
CU-68	A/Chicken/Ratchaburi/CU-68/04	2547	REKRRKK	Q	G
CU-66	A/Tiger/Chon Buri/CU-T3/04	2547	RERRRKK	Q	G
CU-71	A/Duck/Nakhon Pathom/CU-71/04	2547	RERRRKK	Q	G
CU-73	A/Chicken/Chon Buri/CU-73/04	2547	RERRRKK	Q	G
CU-74	A/Duck/Saraburi/CU-74/04	2547	RERRRKK	Q	G
CU-104	A/Chicken/Prachin Buri/CU-104/04	2547	RERRRKK	Q	G
CU-202	A/Pigeon/Samut Prakan/CU-202/04	2547	RERRRKK	Q	G
CU-203	A/Sparrow/Phang-Nga/CU-203/04	2547	RERRRKK	Q	G
CU-209	A/Mynas/Ranong/CU-209/04	2547	RERRRKK	Q	G
CK-160	A/Chicken/Kanchanaburi/CK-160/05	2548	REKRRKK	Q	G
CK-162	A/Chicken/Nonthaburi/CK-162/05	2548	REKRRKK	Q	G
QA-161	A/Quail/Nakhon Pathom/QA-161/05	2548	REKRRKK	Q	G

ตารางที่ 6 ต่อ

Virus	Isolate Description	Year	Connecting peptide sequences (323-329)	Receptor binding site	
				222	224
DLD22	A/Duck/Unknown/DLD-22/04	2547	RERRRKK	Q	G
DLD23	A/Chicken/Unknown/DLD23/04	2547	RERRRKK	Q	G
DLD24	A/Chicken/Unknown/DLD24/04	2547	RERRRKK	Q	G
DLD25	A/Chicken/Unknown/DLD25/04	2547	RERRRKK	Q	G
DLD26	A/Chicken/Unknown/DLD26/04	2547	RERRRKK	Q	G
DLD27	A/Chicken/Unknown/DLD27/04	2547	RERRRKK	Q	G
DLD28	A/Chicken/Unknown/DLD28/04	2547	RERRRKK	Q	G
DLD29	A/Chicken/Unknown/DLD29/04	2547	RERKRKK	Q	G
DLD30	A/Chicken/Unknown/DLD30/04	2547	RERKRKK	Q	G
DLD31	A/Chicken/Unknown/DLD31/04	2547	RERKRKK	Q	G
DLD32	A/Goose/Unknown/DLD32/04	2547	RERRRKK	Q	G
DLD33	A/Chicken/Unknown/DLD33/04	2547	RERRRKK	Q	G
DLD34	A/Quail/Unknown/DLD34/04	2547	RERKRKK	Q	G
DLD35	A/Chicken/Unknown/DLD35/04	2547	RERKRKK	Q	G
DLD36	A/Chicken/Unknown/DLD36/04	2547	RERRRKK	Q	G
DLD37	A/Chicken/Unknown/DLD37/04	2547	RERRRKK	Q	G
DLD38	A/Chicken/Unknown/DLD38/04	2547	RERRRKK	Q	G
DLD39	A/Chicken/Unknown/DLD39/04	2547	RERRRKK	Q	G
DLD40	A/Chicken/Unknown/DLD40/04	2547	RERRRKK	Q	G
DLD41	A/Chicken/Unknown/DLD41/04	2547	RERRRKK	Q	G
DLD42	A/Chicken/Unknown/DLD42/04	2547	RERKRKK	Q	G
CU-K2	A/Chicken/N. Pathom/CU-K2/04	2547	RERRRKK	Q	G
DLD43	A/Chicken/Unknown/DLD43/04	2547	RERRRKK	Q	G
DLD44	A/Chicken/Unknown/DLD44/04	2547	RERRRKK	Q	G
DLD45	A/Chicken/Unknown/DLD45/04	2547	RERRRKK	Q	G
DLD46	A/Chicken/Unknown/DLD46/04	2547	RERRRKK	Q	G
DLD47	A/Chicken/Unknown/DLD47/04	2547	RERRRKK	Q	G
DLD48	A/Chicken/Unknown/DLD48/04	2547	RERRRKK	Q	G
DLD49	A/Chicken/Unknown/DLD49/04	2547	RERRRKK	Q	G
DLD50	A/Duck/Chon Buri/DLD50/04	2547	RERRRKK	Q	G
DLD51	A/Duck/Chachoengsao/DLD51/04	2547	RERRRKK	Q	G
DLD52	A/Duck/Chon Buri/DLD52/04	2547	RERRRKK	Q	G
DLD53	A/Unknown/Unknown/DLD53/04	2547	RERRRKK	Q	G
DLD54	A/Duck/Prachin Buri/DLD54/04	2547	RERRRKK	Q	G
DLD55	A/Duck/Chon Buri/DLD55/04	2547	RERRRKK	Q	G
DLD56	A/Duck/Prachin Buri/DLD56/04	2547	RERRRKK	Q	G
DLD57	A/Duck/Nakhon Nayok/DLD57/04	2547	RERRRKK	Q	G
DLD58	A/Duck/Nakhon Sawan/DLD58/04	2547	RERRRKK	Q	G
DLD59	A/Unknown/Unknown/DLD59/04	2547	RERRRKK	Q	G
DLD60	A/Unknown/Unknown/DLD60/04	2547	RERRRKK	Q	G
DLD61	A/Duck/Pathum Thani/DLD61/04	2547	RERRRKK	Q	G
DLD62	A/Duck/Chon Buri/DLD62/04	2547	RERRRKK	Q	G
DLD63	A/Duck/Prachin Buri/DLD63/04	2547	RERRRKK	Q	G
DLD64	A/Unknown/Unknown/DLD64/04	2547	RERRRKK	Q	G
DLD65	A/Duck/Chon Buri/DLD65/04	2547	RERRRKK	Q	G
DLD66	A/Unknown/Unknown/DLD66/04	2547	REKRRKK	Q	G
DLD67	A/Unknown/Unknown/DLD67/04	2547	RERRRKK	Q	G
DLD68	A/Unknown/Unknown/DLD68/04	2547	RERRRKK	Q	G
DLD69	A/Unknown/Unknown/DLD69/04	2547	REKRRKK	Q	G
DLD70	A/Unknown/Unknown/DLD70/04	2547	REKRRKK	Q	G
DLD71	A/Unknown/Unknown/DLD71/04	2547	REKRRKK	Q	G
DLD72	A/Unknown/Unknown/DLD71/04	2547	RERRRKK	Q	G
DLD73	A/Unknown/Unknown/DLD73/04	2547	REKRRKK	Q	G

ตารางที่ 6 ต่อ

Virus	Isolate Description	Year	Connecting peptide sequences (323-329)	Receptor binding site	
				222	224
DLD74	A/Unknown/Unknown/DLD74/04	2547	RERRRKK	Q	G
DLD75	A/Unknown/Unknown/DLD75/04	2547	RERRRKK	Q	G
DLD76	A/Unknown/Unknown/DLD76/04	2547	RERRRKK	Q	G
DLD77	A/Unknown/Unknown/DLD77/04	2547	RERRRKK	Q	G
DLD78	A/Unknown/Unknown/DLD78/04	2547	REKRRKK	Q	G
DLD79	A/Unknown/Unknown/DLD79/04	2547	REKRRKK	Q	G
CU-T7	A/Tiger/Chon Buri/CU-T7/04	2547	RERRRKK	Q	G
CU-T4	A/Tiger/Chon Buri/CU-T4/04	2547	RERRRKK	Q	G
CU-T5	A/Tiger/Chon Buri/CU-T5/04	2547	RERRRKK	Q	G
CU-T6	A/Tiger/Chon Buri/CU-T6/04	2547	RERRRKK	Q	G
CU-T8	A/Tiger/Chon Buri/CU-T8/04	2547	RERRRKK	Q	G
CU-268	A/Chicken/Chon Buri/CU-268/06	2549	RERRRKK	Q	G
CU-269	A/Chicken/Bangkok/CU-269/06	2549	RERRRKK	Q	G
CU-270	A/Chicken/Phetchaburi/CU-270/06	2549	RERRRKK	Q	G
CU-271	A/Chicken/Chon Buri/CU-271/06	2549	RERRRKK	Q	G
CU-273	A/Chicken/N.ratchasima/CU-273/06	2549	RERRRKK	Q	G
CU-274	A/Chicken/Phetchabun/CU-274/06	2549	RERRRKK	Q	G
CU-275	A/Chicken/Phetchabun/CU-275/06	2549	RERRRKK	Q	G
CU-276	A/Chicken/Chon Buri/CU-276/06	2549	RERRRKK	Q	G
CU-279	A/Chicken/Chon Buri/CU-279/06	2549	RERRRKK	Q	G
CU-280	A/Chicken/Chon Buri/CU-280/06	2549	RERRRKK	Q	G
CU-283	A/Chicken/Chon Buri/CU-283/06	2549	RERRRKK	Q	G
CU-284	A/Chicken/N.ratchasima/CU-273/06	2549	RERRRKK	Q	G
CU-285	A/Chicken/Chon Buri/CU-285/06	2549	RERRRKK	Q	G
CU-286	A/Chicken/Chon Buri/CU-286/06	2549	RERRRKK	Q	G
CU-287	A/Chicken/Chon Buri/CU-287/06	2549	RERRRKK	Q	G
CU-289	A/Chicken/Unknown/CU-289/06	2549	RERRRKK	Q	G
CU-290	A/Chicken/Unknown/CU-290/06	2549	RERRRKK	Q	G
CU-291	A/Chicken/Unknown/CU-291/06	2549	RERRRKK	Q	G
CU-294	A/Chicken/Unknown/CU-294/06	2549	RERRRKK	Q	G
CU-297	A/Chicken/Unknown/CU-297/06	2549	RERRRKK	Q	G
CU-298	A/Chicken/Unknown/CU-298/06	2549	RERRRKK	Q	G
CU-299	A/Chicken/Unknown/CU-299/06	2549	RERRRKK	Q	G
CU-300	A/Chicken/Unknown/CU-300/06	2549	RERRRKK	Q	G
CU-301	A/Chicken/Unknown/CU-301/06	2549	RERRRKK	Q	G
CU-304	A/Chicken/Prachin Buri/CU-304/06	2549	REKRRKK	Q	G
CU-305	A/Chicken/Prachin Buri/CU-305/06	2549	REKRRKK	Q	G
CU-306	A/Chicken/Unknown/CU-306/06	2549	RERRRKK	Q	G
CU-307	A/Chicken/Unknown/CU-307/06	2549	RERRRKK	Q	G
CU-309	A/Chicken/Unknown/CU-309/06	2549	RERRRKK	Q	G
CU-282	A/Chicken/Chon Buri/CU-282/06	2549	RERRRKK	Q	G
CU-293	A/Chicken/Unknown/CU-293/06	2549	RERRRKK	Q	G
CU-308	A/Chicken/Unknown/CU-309/06	2549	RERRRKK	Q	G
KU-02	A/Cat/Thailand/KU-02/04	2547	RERRRKK	Q	G
KU-03	A/pigeon/Thailand/KU-03/04	2547	RERRRKK	Q	G
KU-08	A/Dog/Thailand/KU-08/04	2547	RERRRKK	Q	G
PC-168	A/Chicken/Thailand/PC-168/06	2549	RERRRKK	Q	G
PC-170	A/Chicken/Thailand/PC-170/06	2549	REKRRKK	Q	G
NP-172	A/Chicken/Thailand/NP-172/06	2549	RERRRK--	Q	G
CU-288	A/Chicken/Chon Buri/CU-288/06	2549	RERRRKK	Q	G
CU-329	A/Duck/Bangkok/CU-329/06	2549	RERRRKK	Q	G
NK-165	A/Human/Nong Khai/NK-165/05	2548	REKRRKK	Q	G

ตารางที่ 7 ผลการเปรียบเทียบยีน HA ของเชื้อไข้หวัดนกในตำแหน่งกรดอะมิโนที่ 10-12, 11-13, 22-24, 154-156, 165-167, 193-195, 286-288 (glycosylation sites)

Virus	Glycosylation site						
	10--12	11--13	22-24	154-156	165-167	193-195	286-288
CU-01	N-S	**F-T**	N-T	N-T	N-T	N-T	N-S
CU-02	N-S	N-T	N-T	N-T	N-T	N-T	N-S
CU-03	N-S	N-T	N-T	N-T	N-T	N-T	N-S
CU-04	N-S	N-T	N-T	N-T	N-T	N-T	N-S
CU-05	N-S	N-T	N-T	N-T	N-T	N-T	N-S
CU-06	N-S	N-T	N-T	N-T	N-T	N-T	N-S
CU-07	N-S	N-T	N-T	N-T	N-T	N-T	N-S
CU-08	N-S	N-T	N-T	N-T	N-T	N-T	N-S
CU-09	N-S	N-T	N-T	N-T	N-T	N-T	N-S
CU-10	N-S	N-T	N-T	N-T	N-T	N-T	N-S
CU-11	N-S	N-T	N-T	N-T	N-T	N-T	N-S
CU-12	N-S	N-T	N-T	N-T	N-T	N-T	N-S
CU-13	N-S	N-T	N-T	N-T	N-T	N-T	N-S
CU-14	N-S	N-T	N-T	N-T	N-T	N-T	N-S
CU-15	N-S	N-T	N-T	N-T	N-T	N-T	N-S
CU-16	N-S	N-T	N-T	N-T	N-T	N-T	N-S
CU-17	N-S	N-T	N-T	N-T	N-T	N-T	N-S
CU-18	N-S	N-T	N-T	N-T	N-T	N-T	N-S
CU-19	N-S	N-T	N-T	N-T	N-T	N-T	N-S
CU-20	N-S	N-T	N-T	N-T	N-T	N-T	N-S
CU-21	N-S	N-T	N-T	N-T	N-T	N-T	N-S
CU-23	N-S	N-T	N-T	N-T	N-T	N-T	N-S
CU-24	N-S	N-T	N-T	N-T	N-T	N-T	N-S
CU-25	N-S	N-T	N-T	N-T	N-T	N-T	N-S
CU-26	N-S	N-T	N-T	N-T	N-T	N-T	N-S
CU-27	N-S	N-T	N-T	N-T	N-T	N-T	N-S
CU-29	N-S	N-T	N-T	N-T	N-T	N-T	N-S
CU-31	N-S	N-T	N-T	N-T	N-T	N-T	N-S
CU-35	N-S	N-T	N-T	N-T	N-T	N-T	N-S
CU-38	N-S	N-T	N-T	N-T	N-T	N-T	N-S
CU-39	N-S	N-T	N-T	N-T	N-T	N-T	N-S
CU-68	N-S	N-T	N-T	N-T	N-T	N-T	N-S
CU-66	N-S	N-T	N-T	N-T	N-T	N-T	N-S
CU-71	N-S	N-T	N-T	N-T	N-T	N-T	N-S
CU-73	N-S	N-T	N-T	N-T	N-T	N-T	N-S
CU-74	N-S	N-T	N-T	N-T	N-T	N-T	N-S
CU-104	N-S	N-T	N-T	N-T	N-T	N-T	N-S
CU-202	N-S	N-T	N-T	N-T	N-T	N-T	N-S
CU-203	N-S	N-T	N-T	N-T	N-T	N-T	N-S
CU-209	N-S	N-T	N-T	N-T	N-T	N-T	N-S
CK-160	N-S	N-T	N-T	N-T	N-T	N-T	N-S
CK-162	N-S	N-T	N-T	N-T	N-T	N-T	N-S
QA-161	N-S	N-T	N-T	N-T	N-T	N-T	N-S

ตารางที่ 7 ต่อ

Virus	Glycosylation site						
	10--12	11--13	22-24	154-156	165-167	193-195	286-288
DLD22	N-S	N-T	N-T	N-T	N-T	N-T	N-S
DLD23	N-S	N-T	N-T	N-T	N-T	N-T	N-S
DLD24	N-S	N-T	N-T	N-T	N-T	N-T	N-S
DLD25	N-S	N-T	N-T	N-T	N-T	N-T	N-S
DLD26	N-S	N-T	N-T	N-T	N-T	N-T	N-S
DLD27	N-S	N-T	N-T	N-T	N-T	N-T	N-S
DLD28	N-S	N-T	N-T	N-T	N-T	N-T	N-S
DLD29	N-S	N-T	N-T	N-T	N-T	N-T	N-S
DLD30	N-S	N-T	N-T	N-T	N-T	N-T	N-S
DLD31	N-S	N-T	N-T	N-T	N-T	N-T	N-S
DLD32	N-S	N-T	N-T	N-T	N-T	N-T	N-S
DLD33	N-S	N-T	N-T	N-T	N-T	N-T	N-S
DLD34	N-S	N-T	N-T	N-T	N-T	N-T	N-S
DLD35	N-S	N-T	N-T	N-T	N-T	N-T	N-S
DLD36	N-S	N-T	N-T	N-T	N-T	N-T	N-S
DLD37	N-S	N-T	N-T	N-T	N-T	N-T	N-S
DLD38	N-S	N-T	N-T	N-T	N-T	N-T	N-S
DLD39	N-S	N-T	N-T	N-T	N-T	N-T	N-S
DLD40	N-S	N-T	N-T	N-T	N-T	N-T	N-S
DLD41	N-S	N-T	N-T	N-T	N-T	N-T	N-S
DLD42	N-S	N-T	N-T	N-T	N-T	N-T	N-S
CU-K2	N-S	N-T	N-T	N-T	N-T	N-T	N-S
DLD43	N-S	N-T	N-T	N-T	N-T	N-T	N-S
DLD44	N-S	N-T	N-T	N-T	N-T	N-T	N-S
DLD45	N-S	N-T	N-T	N-T	N-T	N-T	N-S
DLD46	N-S	N-T	N-T	N-T	N-T	N-T	N-S
DLD47	N-S	N-T	N-T	N-T	N-T	N-T	N-S
DLD48	N-S	N-T	N-T	N-T	N-T	N-T	N-S
DLD49	N-S	N-T	N-T	N-T	N-T	N-T	N-S
DLD50	N-S	N-T	N-T	N-T	N-T	N-T	N-S
DLD51	N-S	N-T	N-T	N-T	N-T	N-T	N-S
DLD52	N-S	N-T	N-T	N-T	N-T	N-T	N-S
DLD53	N-S	N-T	N-T	N-T	N-T	N-T	N-S
DLD54	N-S	N-T	N-T	N-T	N-T	N-T	N-S
DLD55	N-S	N-T	N-T	N-T	N-T	N-T	N-S
DLD56	N-S	N-T	N-T	N-T	N-T	N-T	N-S
DLD57	N-S	N-T	N-T	N-T	N-T	N-T	N-S
DLD58	N-S	N-T	N-T	N-T	N-T	N-T	N-S
DLD59	N-S	N-T	N-T	N-T	N-T	N-T	N-S
DLD60	N-S	N-T	N-T	N-T	N-T	N-T	N-S
DLD61	N-S	N-T	N-T	N-T	N-T	N-T	N-S
DLD62	N-S	N-T	N-T	N-T	N-T	N-T	N-S
DLD63	N-S	N-T	N-T	N-T	N-T	N-T	N-S
DLD64	N-S	N-T	N-T	N-T	N-T	N-T	N-S
DLD65	N-S	N-T	N-T	N-T	N-T	N-T	N-S
DLD66	N-S	N-T	N-T	N-T	N-T	N-T	N-S
DLD67	N-S	N-T	N-T	N-T	N-T	N-T	N-S
DLD68	N-S	N-T	N-T	N-T	N-T	N-T	N-S
DLD69	N-S	N-T	N-T	N-T	N-T	N-T	N-S
DLD70	N-S	N-T	N-T	N-T	N-T	N-T	N-S
DLD71	N-S	N-T	N-T	N-T	N-T	N-T	N-S
DLD72	N-S	N-T	N-T	N-T	N-T	N-T	N-S
DLD73	N-S	N-T	N-T	N-T	N-T	N-T	N-S

ตารางที่ 7 ต่อ

Virus	Glycosylation site						
	10--12	11--13	22-24	154-156	165-167	193-195	286-288
DLD74	N-S	N-T	N-T	N-T	N-T	N-T	N-S
DLD75	N-S	N-T	N-T	N-T	N-T	N-T	N-S
DLD76	N-S	N-T	N-T	N-T	N-T	N-T	N-S
DLD77	N-S	N-T	N-T	N-T	N-T	N-T	N-S
DLD78	N-S	N-T	N-T	N-T	N-T	N-T	N-S
DLD79	N-S	N-T	N-T	N-T	N-T	N-T	N-S
CU-T7	N-S	N-T	N-T	N-T	N-T	N-T	N-S
CU-T4	N-S	N-T	N-T	N-T	N-T	N-T	N-S
CU-T5	N-S	N-T	N-T	N-T	N-T	N-T	N-S
CU-T6	N-S	N-T	N-T	N-T	N-T	N-T	N-S
CU-T8	N-S	N-T	N-T	N-T	N-T	N-T	N-S
CU-268	N-S	N-T	N-T	N-T	N-T	N-T	N-S
CU-269	N-S	N-T	N-T	N-T	N-T	N-T	N-S
CU-270	N-S	N-T	N-T	N-T	N-T	N-T	N-S
CU-271	N-S	N-T	N-T	N-T	N-T	N-T	N-S
CU-273	N-S	N-T	N-T	N-T	N-T	N-T	N-S
CU-274	N-S	N-T	N-T	N-T	N-T	N-T	N-S
CU-275	N-S	N-T	N-T	N-T	N-T	N-T	N-S
CU-276	N-S	N-T	N-T	N-T	N-T	N-T	N-S
CU-279	N-S	N-T	N-T	N-T	N-T	N-T	N-S
CU-280	N-S	N-T	N-T	N-T	N-T	N-T	N-S
CU-283	N-S	N-T	N-T	N-T	N-T	N-T	N-S
CU-284	N-S	N-T	N-T	N-T	N-T	N-T	N-S
CU-285	N-S	N-T	N-T	N-T	N-T	N-T	N-S
CU-286	N-S	N-T	N-T	N-T	N-T	N-T	N-S
CU-287	N-S	N-T	N-T	N-T	N-T	N-T	N-S
CU-289	N-S	N-T	N-T	N-T	N-T	N-T	N-S
CU-290	N-S	N-T	N-T	N-T	N-T	N-T	N-S
CU-291	N-S	N-T	N-T	N-T	N-T	N-T	N-S
CU-294	N-S	N-T	N-T	N-T	N-T	N-T	N-S
CU-297	N-S	N-T	N-T	N-T	N-T	N-T	N-S
CU-298	N-S	N-T	N-T	N-T	N-T	N-T	N-S
CU-299	N-S	N-T	N-T	N-T	N-T	N-T	N-S
CU-300	N-S	N-T	N-T	N-T	N-T	N-T	N-S
CU-301	N-S	N-T	N-T	N-T	N-T	N-T	N-S
CU-304	N-S	N-T	N-T	N-T	N-T	N-T	N-S
CU-305	N-S	N-T	N-T	N-T	N-T	N-T	N-S
CU-306	N-S	N-T	N-T	N-T	N-T	N-T	N-S
CU-307	N-S	N-T	N-T	N-T	N-T	N-T	N-S
CU-309	N-S	N-T	N-T	N-T	N-T	N-T	N-S
CU-282	N-S	N-T	N-T	N-T	N-T	N-T	N-S
CU-293	N-S	N-T	N-T	N-T	N-T	N-T	N-S
CU-308	N-S	N-T	N-T	N-T	N-T	N-T	N-S
KU-02	N-S	N-T	N-T	N-T	N-T	N-T	N-S
KU-03	N-S	N-T	N-T	N-T	N-T	N-T	N-S
KU-08	N-S	N-T	N-T	N-T	N-T	N-T	N-S
PC-168	N-S	N-T	N-T	N-T	N-T	N-T	N-S
PC-170	N-S	N-T	N-T	N-T	N-T	N-T	N-S
NP-172	N-S	N-T	N-T	N-T	N-T	**R-T**	N-S
CU-288	N-S	N-T	N-T	N-T	N-T	N-T	N-S
CU-329	N-S	N-T	N-T	N-T	N-T	N-T	N-S
NK-165	N-S	N-T	N-T	N-T	N-T	N-T	N-S

ตารางที่ 8 ผลการเปรียบเทียบยีน HA ของเชื้อไข้หวัดนกในตำแหน่งกรดอะมิโนที่ 83, 86, 138, 140, 141, 129 และ 175 (amino acids under positive selection pressure)

Virus	Amino acids under positive selection pressure						
	83	86	138	140	141	129	175
CU-01	A	V	Q	K	S	L	L
CU-02	A	V	Q	K	S	L	L
CU-03	A	V	Q	K	S	L	L
CU-04	A	V	Q	K	S	L	L
CU-05	A	V	Q	K	S	L	L
CU-06	A	V	Q	K	S	L	L
CU-07	A	V	Q	K	S	L	L
CU-08	A	V	Q	K	S	L	L
CU-09	A	V	Q	K	S	L	L
CU-10	A	V	Q	K	S	L	L
CU-11	A	V	Q	K	S	L	L
CU-12	A	V	Q	K	S	L	L
CU-13	A	V	Q	K	S	L	L
CU-14	A	V	Q	K	S	L	L
CU-15	A	V	Q	K	S	L	L
CU-16	A	V	Q	K	S	L	L
CU-17	A	V	Q	K	S	L	L
CU-18	A	V	Q	K	S	L	L
CU-19	A	V	Q	K	S	L	L
CU-20	A	V	Q	K	S	L	L
CU-21	A	V	Q	K	S	L	L
CU-23	A	V	Q	K	S	L	L
CU-24	A	V	Q	K	S	L	L
CU-25	A	V	Q	K	S	L	L
CU-26	A	V	Q	K	S	L	L
CU-27	A	V	Q	K	S	L	L
CU-29	A	V	Q	K	S	L	L
CU-31	A	V	Q	K	S	L	L
CU-35	A	V	Q	K	S	L	L
CU-38	A	V	Q	K	S	L	L
CU-39	A	V	Q	K	S	L	L
CU-68	A	V	Q	K	S	L	L
CU-66	A	V	Q	K	S	L	L
CU-71	A	V	Q	K	S	L	L
CU-73	A	V	Q	K	S	L	L
CU-74	A	V	Q	K	S	L	L
CU-104	A	V	Q	K	S	L	L
CU-202	A	V	Q	K	S	L	L
CU-203	A	V	Q	K	S	L	L
CU-209	A	V	Q	K	S	L	L
CK-160	A	**A**	Q	K	S	L	L
CK-162	A	**A**	Q	K	S	L	L
QA-161	A	**A**	Q	K	S	L	L

ตารางที่ 8 ต่อ

Virus	Amino acids under positive selection pressure						
	83	86	138	140	141	129	175
DLD22	A	V	Q	K	S	L	L
DLD23	A	V	Q	K	S	L	L
DLD24	A	V	Q	K	S	L	L
DLD25	A	V	Q	K	S	L	L
DLD26	A	V	Q	K	S	L	L
DLD27	A	V	Q	K	S	L	L
DLD28	A	V	Q	K	S	L	L
DLD29	A	V	Q	K	S	L	L
DLD30	A	V	Q	K	S	L	L
DLD31	A	V	Q	K	S	L	L
DLD32	A	V	Q	K	S	L	L
DLD33	A	V	Q	K	S	L	L
DLD34	A	V	Q	K	S	L	L
DLD35	A	V	Q	K	S	L	L
DLD36	A	V	Q	K	S	L	L
DLD37	A	V	Q	K	S	L	L
DLD38	A	V	Q	K	S	L	L
DLD39	A	V	Q	K	S	L	L
DLD40	A	V	Q	K	S	L	L
DLD41	A	V	Q	K	S	L	L
DLD42	A	V	Q	K	S	L	L
CU-K2	A	**A**	Q	K	S	L	L
DLD43	A	V	Q	**M**	S	L	L
DLD44	A	V	Q	K	S	L	L
DLD45	A	V	Q	K	S	L	L
DLD46	A	V	Q	K	S	L	L
DLD47	A	V	Q	K	S	L	L
DLD48	A	V	Q	K	S	L	L
DLD49	A	V	Q	K	S	L	L
DLD50	A	V	Q	K	S	L	L
DLD51	A	V	Q	K	S	L	L
DLD52	A	V	Q	K	S	L	L
DLD53	A	V	Q	K	S	L	L
DLD54	A	V	Q	K	S	L	L
DLD55	A	V	Q	K	S	L	L
DLD56	A	V	Q	K	S	L	L
DLD57	A	V	Q	K	S	L	L
DLD58	A	V	Q	K	S	L	L
DLD59	A	V	Q	K	S	L	L
DLD60	A	V	Q	K	S	L	L
DLD61	A	V	Q	K	S	L	L
DLD62	A	V	Q	K	S	L	L
DLD63	A	V	Q	K	S	L	L
DLD64	A	V	Q	K	S	L	L
DLD65	A	V	Q	K	S	L	L
DLD66	A	**A**	Q	K	S	L	L
DLD67	A	V	Q	K	S	L	L
DLD68	A	V	Q	K	S	L	L
DLD69	A	V	Q	K	S	L	L
DLD70	A	V	Q	K	S	L	L
DLD71	A	V	Q	K	S	L	L
DLD72	A	V	Q	K	S	L	L
DLD73	A	V	Q	K	S	L	L

ตารางที่ 8 ต่อ

Virus	Amino acids under positive selection pressure						
	83	86	138	140	141	129	175
DLD74	A	V	**L**	K	S	L	L
DLD75	A	V	Q	K	S	L	L
DLD76	A	V	Q	K	S	L	L
DLD77	A	V	Q	K	S	L	L
DLD78	A	V	Q	K	S	L	L
DLD79	A	V	Q	K	S	L	L
CU-T7	A	V	Q	K	S	L	L
CU-T4	A	V	Q	K	S	L	L
CU-T5	A	V	Q	K	S	L	L
CU-T6	A	V	Q	K	S	L	L
CU-T8	A	V	Q	K	S	L	L
CU-268	A	V	Q	K	S	L	L
CU-269	A	V	Q	K	S	L	L
CU-270	A	V	Q	K	S	L	L
CU-271	A	V	Q	K	S	L	L
CU-273	A	V	Q	K	S	L	L
CU-274	A	V	Q	K	S	L	L
CU-275	A	V	Q	K	S	L	L
CU-276	A	V	Q	K	S	L	L
CU-279	A	V	Q	K	S	L	L
CU-280	A	V	Q	K	S	L	L
CU-283	A	V	Q	K	S	L	L
CU-284	A	V	Q	K	S	L	L
CU-285	A	V	Q	K	S	L	L
CU-286	A	V	Q	K	S	L	L
CU-287	A	V	Q	K	S	L	L
CU-289	A	V	Q	K	S	L	L
CU-290	A	V	Q	K	S	L	L
CU-291	A	V	Q	K	S	L	L
CU-294	A	V	Q	K	S	L	L
CU-297	A	V	Q	K	S	L	L
CU-298	A	V	**L**	K	S	L	L
CU-299	A	V	**L**	K	S	L	L
CU-300	A	V	Q	K	S	L	L
CU-301	A	V	Q	K	S	L	L
CU-304	A	**A**	Q	K	S	L	L
CU-305	A	**A**	Q	K	S	L	L
CU-306	A	V	**L**	K	**P**	L	L
CU-307	A	V	**L**	K	**P**	L	L
CU-309	A	V	Q	K	S	L	L
CU-282	A	V	Q	K	S	L	L
CU-293	A	V	Q	K	S	L	L
CU-308	A	V	Q	K	S	L	L
KU-02	A	V	Q	K	S	L	L
KU-03	A	V	Q	K	S	L	L
KU-08	A	V	Q	K	S	L	L
PC-168	A	V	**L**	K	S	L	L
PC-170	**P**	**A**	Q	K	S	L	L
NP-172	A	**A**	Q	T	P	**S**	L
CU-288	A	V	Q	K	S	L	L
CU-329	A	**A**	**L**	**N**	**P**	L	L
NK-165	**P**	**A**	Q	K	S	**V**	L

Neuraminidase gene (NA)

การวิเคราะห์ข้อมูลรหัสพันธุกรรมและตรวจสอบบริเวณที่สำคัญหรือเป็นคุณสมบัติจำเพาะ

- NA stalk region ที่ตำแหน่งกรดอะมิโนที่ 49-68
- Oseltamivir resistance ที่ตำแหน่งกรดอะมิโนที่ 119, 275, 293, 295

NA stalk region NA stalk region หรือบริเวณกรดอะมิโนในส่วนต้นของโปรตีน NA ซึ่งเมื่อโปรตีน NA สร้างเป็นแท่ง (spike) บนผิวของเชื้อไวรัสแล้ว บริเวณ NA stalk region จะเป็นส่วนฐานของแท่งยื่น โดยทั่วไปพบว่าบริเวณ NA stalk region จะเกี่ยวข้องกับการปรับตัวหรือวิวัฒนาการของเชื้อไวรัสในการติดเชื้อในสัตว์ชนิดต่างๆ เช่นการปรับตัวโดยการลดกรดอะมิโนจำนวน 20 ตัว (ที่ตำแหน่ง 49-68 ของโปรตีน NA) ทำให้เชื้อไวรัสปรับตัวจากการติดเชื้อจากนกป่ามาสู่สัตว์ปีกทั่วไป (ไก่และเป็ด) ผลการศึกษาครั้งนี้พบว่าเชื้อไข้หวัดนกทุกตัวอย่างในประเทศไทยมีกรดอะมิโนจำนวน 20 ตัวลดลงใน NA stalk region (20 amino acids deletion in NA stalk region) (รายละเอียดผลการเปรียบเทียบยีน NA ของเชื้อไข้หวัดนก ได้แสดงไว้ในตารางที่ 9 และภาคผนวก ข)

Oseltamivir resistance บริเวณตำแหน่งกรดอะมิโนที่ 119, 275, 293, 295 เกี่ยวข้องกับคุณสมบัติของเชื้อไข้หวัดนกในการตอบสนองต่อยาต้านไวรัส ผลการศึกษาถึง Oseltamivir resistance ที่ตำแหน่งกรดอะมิโนที่ 119, 275, 293, 295 ของโปรตีน NA ของเชื้อไวรัสจำนวน 148 ตัวอย่าง พบว่าเชื้อไข้หวัดนกทุกตัวอย่างในประเทศไทยไม่มีการเปลี่ยนแปลงของกรดอะมิโนเป็น Oseltamivir resistance (E119, H275, R293, และ N295)

Matrix gene (M)

การวิเคราะห์ข้อมูลรหัสพันธุกรรมและตรวจสอบบริเวณที่สำคัญหรือเป็นคุณสมบัติจำเพาะ

- Amantadine resistance ที่ตำแหน่งกรดอะมิโนที่ 26, 27, 30, 31, 64, และ 66 ของโปรตีน M2
- Human/Avian like characteristics ที่ตำแหน่งกรดอะมิโนที่ 16, 28, และ 55 ของโปรตีน M2

Amantadine resistance Amantadine resistance เป็นตำแหน่งกรดอะมิโนที่ 26, 27, 30, 31, 64 และ 66 ของโปรตีน M2 ซึ่งการเปลี่ยนแปลงของกรดอะมิโนในตำแหน่งดังกล่าว จะส่งผลให้เชื้อไวรัสดื้อต่อยาต้านไวรัส Amantadine ผลการศึกษาครั้งนี้พบว่าเชื้อไข้หวัดนกส่วนใหญ่มีกรดอะมิโนในตำแหน่งที่ 26 (I), 27 (V), 30 (A), 31 (N) , 64 (A), 66 (A) : ซึ่งเป็นคุณสมบัติของเชื้อไวรัสที่ดื้อต่อ amantadine (รายละเอียดผลการเปรียบเทียบยีน M2 ของเชื้อไข้หวัดนก ได้แสดงไว้ในตารางที่ 10 และภาคผนวก ข)

Human/Avian characteristics ชนิดของกรดอะมิโนในบางตำแหน่งของโปรตีน M2 เช่นตำแหน่งที่ 16, 28 และ 55 แสดงถึงลักษณะของเชื้อไวรัสที่พบในคนหรือสัตว์ปีก ผลการศึกษาครั้งนี้พบว่าเชื้อไข้หวัดนกส่วนใหญ่มีกรดอะมิโนในตำแหน่งที่ 16 (E), 28 (V), 55 (L) ซึ่งเป็นคุณสมบัติของเชื้อไวรัสที่มีลักษณะของเชื้อไวรัสที่มาจากสัตว์ปีกและคน (รายละเอียดผลการเปรียบเทียบยีน M2 ได้แสดงไว้ในตารางที่ 11 และภาคผนวก ข)

Non-structural gene (NS)

การวิเคราะห์ข้อมูลรหัสพันธุกรรมและตรวจสอบบริเวณที่สำคัญหรือเป็นคุณสมบัติจำเพาะ

- 5 amino acid deletion ที่ตำแหน่งกรดอะมิโนที่ 80-84 ของโปรตีน NS1
- Virulence determinant ที่ตำแหน่งกรดอะมิโนที่ 92 และ c-terminal ในโปรตีน NS1

5 amino acid deletion 5 amino acid deletion ในตำแหน่งกรดอะมิโนที่ 80-84 ของโปรตีน NS1 เกี่ยวข้องกับวิวัฒนาการของเชื้อไวรัส โดยพบว่าเชื้อไวรัสที่แยกได้ก่อนปี พ.ศ. 2543 โดยส่วนใหญ่ยังไม่มีการลดกรดอะมิโน อย่างไรก็ตามพบว่าเชื้อไข้หวัดนกทุกตัวอย่างที่พบในประเทศไทยมีกรดอะมิโนจำนวน 5 ตัวลดลงในตำแหน่งที่ 80-84 ดังแสดงไว้ในตารางที่ 12

Virulence determinant Virulence determinants ที่สำคัญของโปรตีน NS1 คือ กรดอะมิโนที่ตำแหน่งที่ 92 และ c-terminal โดยพบว่าการเปลี่ยนแปลงของกรดอะมิโนที่ตำแหน่งดังกล่าว มีผลต่อความรุนแรงของเชื้อไวรัส โดยเฉพาะในสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม ผลการศึกษาครั้งนี้พบว่าเชื้อไวรัสส่วนใหญ่มีกรดอะมิโนในตำแหน่งที่ 92 ชนิด D (Asp) ส่วนชนิดของกรดอะมิโนที่ c-terminal ของโปรตีน NS1 มีความเกี่ยวข้องกับความรุนแรงของเชื้อไวรัสเช่นกัน การศึกษาครั้งนี้พบว่าเชื้อไวรัสส่วนใหญ่มี c-terminal ของโปรตีน NS1 เป็น ESEV (Glu-Ser-Glu-Val) ซึ่งแสดงถึงความสามารถของเชื้อไวรัสในการติดเชื้อโดยเฉพาะในสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม นอกจากนี้ยังพบกรดอะมิโนชนิด ESEF (Glu-Ser-Glu-Phe) ในบางตัวอย่าง (CU-202, CU-203, CU-209) (รายละเอียดผลการเปรียบเทียบยีน NS1 ได้แสดงไว้ในตารางที่ 12 และภาคผนวก ข)

ตารางที่ 9 ผลการเปรียบเทียบยีน NA ของเชื้อไข้หวัดนกในตำแหน่งกรดอะมิโนที่ 49-68 (NA stalk region) และ 119, 275, 293, 295 (Oseltamivir resistance)

Virus	Isolate Description	Year	NA stalk region (49-68)	Oseltamivir resistance			
				119	275	293	295
CU-01	A/Chicken/Suphan Buri/CU-1/04	2547	20 amino acids deletion	E	H	R	N
CU-02	A/Duck/Chon Buri/CU-2/04	2547	20 amino acids deletion	E	H	R	N
CU-03	A/Chicken/Bangkok/CU-3/04	2547	20 amino acids deletion	E	H	R	N
CU-04	A/Crow/Bangkok/CU-4/04	2547	20 amino acids deletion	E	H	R	N
CU-05	A/Duck/Chon Buri/CU-5/04	2547	20 amino acids deletion	E	H	R	N
CU-06	A/Chicken/Bangkok/CU-6/04	2547	20 amino acids deletion	E	H	R	N
CU-07	A/Chicken/Chon Buri/CU-7/04	2547	20 amino acids deletion	E	H	R	N
CU-08	A/Chicken/Prachin Buri/CU-8/04	2547	20 amino acids deletion	E	H	R	N
CU-09	A/Chicken/Suphan Buri/CU-9/04	2547	20 amino acids deletion	E	H	R	N
CU-10	A/Chicken/Chachoengsao/CU-10/04	2547	20 amino acids deletion	E	H	R	N
CU-11	A/Chicken/Chachoengsao/CU-11/04	2547	20 amino acids deletion	E	H	R	N
CU-12	A/Chicken/Nakhon Sawan/CU-12/04	2547	20 amino acids deletion	E	H	R	N
CU-13	A/Chicken/Nakhon Sawan/CU-13/04	2547	20 amino acids deletion	E	H	R	N
CU-14	A/Chicken/Nakhon Pathom/CU-14/04	2547	20 amino acids deletion	E	H	R	N
CU-15	A/Crow/Bangkok/CU-15/04	2547	20 amino acids deletion	E	H	R	N
CU-16	A/White Peafowl/Bangkok/CU-16/04	2547	20 amino acids deletion	E	H	R	N
CU-17	A/Chicken/Saraburi/CU-17/04	2547	20 amino acids deletion	E	H	R	N
CU-18	A/Kalji Pheasant/Bangkok/CU-18/04	2547	20 amino acids deletion	E	H	R	N
CU-19	A/Ostrich/Samut Prakan/CU-19/04	2547	20 amino acids deletion	E	H	R	N
CU-20	A/Chicken/Bangkok/CU-20/04	2547	20 amino acids deletion	E	H	R	N
CU-21	A/Chicken/Bangkok/CU-21/04	2547	20 amino acids deletion	E	H	R	N
CU-23	A/Chicken/Ayutthaya/CU-23/04	2547	20 amino acids deletion	E	H	R	N
CU-24	A/Chicken/Ayutthaya/CU-24/04	2547	20 amino acids deletion	E	H	R	N
CU-25	A/Crow/Bangkok/CU-25/04	2547	20 amino acids deletion	E	H	R	N
CU-26	A/Roller/Bangkok/CU-26/04	2547	N/A	E	H	R	N
CU-27	A/Chicken/Saraburi/CU-27/04	2547	20 amino acids deletion	E	H	R	N
CU-29	A/White Peafowl/Bangkok/CU-29/04	2547	20 amino acids deletion	E	H	R	N
CU-31	A/Ostrich/Samut Prakan/CU-31/04	2547	20 amino acids deletion	E	H	R	N
CU-35	A/Crow/Bangkok/CU-35/04	2547	20 amino acids deletion	E	H	R	N
CU-38	A/Chicken/Lop Buri/CU-38/04	2547	20 amino acids deletion	E	H	R	N
CU-39	A/Chicken/Nakhon Sawan/CU-39/04	2547	20 amino acids deletion	E	H	R	N
CU-68	A/Chicken/Ratchaburi/CU-68/04	2547	20 amino acids deletion	E	H	R	N
CU-66	A/Tiger/Chon Buri/CU-T3/04	2547	20 amino acids deletion	E	H	R	N
CU-71	A/Duck/Nakhon Pathom/CU-71/04	2547	20 amino acids deletion	E	H	R	N
CU-73	A/Chicken/Chon Buri/CU-73/04	2547	20 amino acids deletion	E	H	R	N
CU-74	A/Duck/Saraburi/CU-74/04	2547	20 amino acids deletion	E	H	R	N
CU-104	A/Chicken/Prachin Buri/CU-104/04	2547	20 amino acids deletion	E	H	R	N
CU-202	A/Pigeon/Samut Prakan/CU-202/04	2547	20 amino acids deletion	E	H	R	N
CU-203	A/Sparrow/Phang-Nga/CU-203/04	2547	20 amino acids deletion	E	H	R	N
CU-209	A/Mynas/Ranong/CU-209/04	2547	20 amino acids deletion	E	H	R	N
CK-160	A/Chicken/Kanchanaburi/CK-160/05	2548	20 amino acids deletion	E	H	R	N
CK-162	A/Chicken/Nonthaburi/CK-162/05	2548	20 amino acids deletion	E	H	R	N
QA-161	A/Quail/Nakhon Pathom/QA-161/05	2548	20 amino acids deletion	E	H	R	N

ตารางที่ 9 ต่อ

Virus	Isolate Description	Year	NA stalk region (49-68)	Oseltamivir resistance			
				119	275	293	295
DLD22	A/Duck/Unknown/DLD-22/04	2547	20 amino acids deletion	E	H	R	N
DLD23	A/Chicken/Unknown/DLD23/04	2547	20 amino acids deletion	E	H	R	N
DLD24	A/Chicken/Unknown/DLD24/04	2547	20 amino acids deletion	E	H	R	N
DLD25	A/Chicken/Unknown/DLD25/04	2547	20 amino acids deletion	E	H	R	N
DLD26	A/Chicken/Unknown/DLD26/04	2547	20 amino acids deletion	E	H	R	N
DLD27	A/Chicken/Unknown/DLD27/04	2547	20 amino acids deletion	E	H	R	N
DLD28	A/Chicken/Unknown/DLD28/04	2547	20 amino acids deletion	E	H	R	N
DLD29	A/Chicken/Unknown/DLD29/04	2547	20 amino acids deletion	E	H	R	N
DLD30	A/Chicken/Unknown/DLD30/04	2547	20 amino acids deletion	E	H	R	N
DLD31	A/Chicken/Unknown/DLD31/04	2547	20 amino acids deletion	E	H	R	N
DLD32	A/Goose/Unknown/DLD32/04	2547	20 amino acids deletion	E	H	R	N
DLD33	A/Chicken/Unknown/DLD33/04	2547	20 amino acids deletion	E	H	R	N
DLD34	A/Quail/Unknown/DLD34/04	2547	20 amino acids deletion	E	H	R	N
DLD35	A/Chicken/Unknown/DLD35/04	2547	20 amino acids deletion	E	H	R	N
DLD36	A/Chicken/Unknown/DLD36/04	2547	20 amino acids deletion	E	H	R	N
DLD37	A/Chicken/Unknown/DLD37/04	2547	20 amino acids deletion	E	H	R	N
DLD38	A/Chicken/Unknown/DLD38/04	2547	20 amino acids deletion	E	H	R	N
DLD39	A/Chicken/Unknown/DLD39/04	2547	20 amino acids deletion	E	H	R	N
DLD40	A/Chicken/Unknown/DLD40/04	2547	20 amino acids deletion	E	H	R	N
DLD41	A/Chicken/Unknown/DLD41/04	2547	20 amino acids deletion	E	H	R	N
DLD42	A/Chicken/Unknown/DLD42/04	2547	20 amino acids deletion	E	H	R	N
CU-K2	A/Chicken/Nakhon Pathom/CU-K2/04	2547	20 amino acids deletion	E	H	R	N
DLD43	A/Chicken/Unknown/DLD43/04	2547	20 amino acids deletion	E	H	R	N
DLD44	A/Chicken/Unknown/DLD44/04	2547	20 amino acids deletion	E	H	R	N
DLD45	A/Chicken/Unknown/DLD45/04	2547	20 amino acids deletion	E	H	R	N
DLD46	A/Chicken/Unknown/DLD46/04	2547	20 amino acids deletion	E	H	R	N
DLD47	A/Chicken/Unknown/DLD47/04	2547	20 amino acids deletion	E	H	R	N
DLD48	A/Chicken/Unknown/DLD48/04	2547	20 amino acids deletion	E	H	R	N
DLD49	A/Chicken/Unknown/DLD49/04	2547	20 amino acids deletion	E	H	R	N
DLD50	A/Duck/Chon Buri/DLD50/04	2547	20 amino acids deletion	E	H	R	N
DLD51	A/Duck/Chachoengsao/DLD51/04	2547	20 amino acids deletion	E	H	R	N
DLD52	A/Duck/Chon Buri/DLD52/04	2547	20 amino acids deletion	E	H	R	N
DLD53	A/Unknown/Unknown/DLD53/04	2547	20 amino acids deletion	E	H	R	N
DLD54	A/Duck/Prachin Buri/DLD54/04	2547	20 amino acids deletion	E	H	R	N
DLD55	A/Duck/Chon Buri/DLD55/04	2547	20 amino acids deletion	E	H	R	N
DLD56	A/Duck/Prachin Buri/DLD56/04	2547	20 amino acids deletion	E	H	R	N
DLD57	A/Duck/Nakhon Nayok/DLD57/04	2547	20 amino acids deletion	E	H	R	N
DLD58	A/Duck/Nakhon Sawan/DLD58/04	2547	20 amino acids deletion	E	H	R	N
DLD59	A/Unknown/Unknown/DLD59/04	2547	20 amino acids deletion	E	H	R	N
DLD60	A/Unknown/Unknown/DLD60/04	2547	20 amino acids deletion	E	H	R	N
DLD61	A/Duck/Pathum Thani/DLD61/04	2547	20 amino acids deletion	E	H	R	N
DLD62	A/Duck/Chon Buri/DLD62/04	2547	20 amino acids deletion	E	H	R	N
DLD63	A/Duck/Prachin Buri/DLD63/04	2547	20 amino acids deletion	E	H	R	N
DLD64	A/Unknown/Unknown/DLD64/04	2547	20 amino acids deletion	E	H	R	N
DLD65	A/Duck/Chon Buri/DLD65/04	2547	20 amino acids deletion	E	H	R	N
DLD66	A/Unknown/Unknown/DLD66/04	2547	20 amino acids deletion	E	H	R	N
DLD67	A/Unknown/Unknown/DLD67/04	2547	20 amino acids deletion	E	H	R	N
DLD68	A/Unknown/Unknown/DLD68/04	2547	20 amino acids deletion	E	H	R	N
DLD69	A/Unknown/Unknown/DLD69/04	2547	20 amino acids deletion	E	H	R	N
DLD70	A/Unknown/Unknown/DLD70/04	2547	20 amino acids deletion	E	H	R	N
DLD71	A/Unknown/Unknown/DLD71/04	2547	20 amino acids deletion	E	H	R	N
DLD72	A/Unknown/Unknown/DLD71/04	2547	20 amino acids deletion	E	H	R	N
DLD73	A/Unknown/Unknown/DLD73/04	2547	20 amino acids deletion	E	H	R	N

ตารางที่ 9 ต่อ

Virus	Isolate Description	Year	NA stalk region (49-68)	Oseltamivir resistance			
				119	275	293	295
DLD74	A/Unknown/Unknown/DLD74/04	2547	20 amino acids deletion	E	H	R	N
DLD75	A/Unknown/Unknown/DLD75/04	2547	20 amino acids deletion	E	H	R	N
DLD76	A/Unknown/Unknown/DLD76/04	2547	20 amino acids deletion	E	H	R	N
DLD77	A/Unknown/Unknown/DLD77/04	2547	20 amino acids deletion	E	H	R	N
DLD78	A/Unknown/Unknown/DLD78/04	2547	20 amino acids deletion	E	H	R	N
DLD79	A/Unknown/Unknown/DLD79/04	2547	20 amino acids deletion	E	H	R	N
CU-T7	A/Tiger/Chon Buri/CU-T7/04	2547	20 amino acids deletion	E	H	R	N
CU-T4	A/Tiger/Chon Buri/CU-T4/04	2547	20 amino acids deletion	E	H	R	N
CU-T5	A/Tiger/Chon Buri/CU-T5/04	2547	20 amino acids deletion	E	H	R	N
CU-T6	A/Tiger/Chon Buri/CU-T6/04	2547	20 amino acids deletion	E	H	R	N
CU-T8	A/Tiger/Chon Buri/CU-T8/04	2547	20 amino acids deletion	E	H	R	N
CU-268	A/Chicken/Chon Buri/CU-268/06	2549	20 amino acids deletion	E	H	R	N
CU-269	A/Chicken/Bangkok/CU-269/06	2549	20 amino acids deletion	E	H	R	N
CU-270	A/Chicken/Phetchaburi/CU-270/06	2549	20 amino acids deletion	E	H	R	N
CU-271	A/Chicken/Chon Buri/CU-271/06	2549	20 amino acids deletion	E	H	R	N
CU-273	A/Chicken/N.ratchasima/CU-273/06	2549	20 amino acids deletion	E	H	R	N
CU-274	A/Chicken/Phetchabun/CU-274/06	2549	20 amino acids deletion	E	H	R	N
CU-275	A/Chicken/Phetchabun/CU-275/06	2549	20 amino acids deletion	E	H	R	N
CU-276	A/Chicken/Chon Buri/CU-276/06	2549	20 amino acids deletion	E	H	R	N
CU-279	A/Chicken/Chon Buri/CU-279/06	2549	20 amino acids deletion	E	H	R	N
CU-280	A/Chicken/Chon Buri/CU-280/06	2549	20 amino acids deletion	E	H	R	N
CU-283	A/Chicken/Chon Buri/CU-283/06	2549	20 amino acids deletion	E	H	R	N
CU-284	A/Chicken/N.ratchasima/CU-284/06	2549	20 amino acids deletion	E	H	R	N
CU-285	A/Chicken/Chon Buri/CU-285/06	2549	20 amino acids deletion	E	H	R	N
CU-286	A/Chicken/Chon Buri/CU-286/06	2549	20 amino acids deletion	E	H	R	N
CU-287	A/Chicken/Chon Buri/CU-287/06	2549	20 amino acids deletion	E	H	R	N
CU-289	A/Chicken/Unknown/CU-289/06	2549	20 amino acids deletion	E	H	R	N
CU-290	A/Chicken/Unknown/CU-290/06	2549	20 amino acids deletion	E	H	R	N
CU-291	A/Chicken/Unknown/CU-291/06	2549	20 amino acids deletion	E	H	R	N
CU-294	A/Chicken/Unknown/CU-294/06	2549	20 amino acids deletion	E	H	R	N
CU-297	A/Chicken/Unknown/CU-297/06	2549	20 amino acids deletion	E	H	R	N
CU-298	A/Chicken/Unknown/CU-298/06	2549	20 amino acids deletion	E	H	R	N
CU-299	A/Chicken/Unknown/CU-299/06	2549	20 amino acids deletion	E	H	R	N
CU-300	A/Chicken/Unknown/CU-300/06	2549	20 amino acids deletion	E	H	R	N
CU-301	A/Chicken/Unknown/CU-301/06	2549	20 amino acids deletion	E	H	R	N
CU-304	A/Chicken/Prachin Buri/CU-304/06	2549	20 amino acids deletion	E	H	R	N
CU-305	A/Chicken/Prachin Buri/CU-305/06	2549	20 amino acids deletion	E	H	R	N
CU-306	A/Chicken/Unknown/CU-306/06	2549	20 amino acids deletion	E	H	R	N
CU-309	A/Chicken/Unknown/CU-309/06	2549	20 amino acids deletion	E	H	R	N
CU-282	A/Chicken/Chon Buri/CU-282/06	2549	20 amino acids deletion	E	H	R	N
CU-293	A/Chicken/Unknown/CU-293/06	2549	20 amino acids deletion	E	H	R	N
CU-308	A/Chicken/Unknown/CU-309/06	2549	20 amino acids deletion	E	H	R	N
KU-02	A/Cat/Thailand/KU-02/04	2547	20 amino acids deletion	E	H	R	N
KU-03	A/pigeon/Thailand/KU-03/04	2547	20 amino acids deletion	E	H	R	N
KU-08	A/Dog/Thailand/KU-08/04	2547	20 amino acids deletion	E	H	R	N
PC-168	A/Chicken/Thailand/PC-168/06	2549	20 amino acids deletion	E	H	R	N
PC-170	A/Chicken/Thailand/PC-170/06	2549	20 amino acids deletion	E	H	R	N
NP-172	A/Chicken/Thailand/NP-172/06	2549	20 amino acids deletion	E	H	R	N
CU-288	A/Chicken/Chon Buri/CU-288/06	2549	20 amino acids deletion	E	H	R	N
CU-329	A/Duck/Bangkok/CU-329/06	2549	20 amino acids deletion	E	H	R	N
NK-165	A/Human/Nong Khai/NK-165/05	2548	20 amino acids deletion	E	H	R	N

ตารางที่ 10 ผลการเปรียบเทียบยีน M2 ของเชื้อไข้หวัดนกในตำแหน่งกรดอะมิโนที่ 26, 27, 30, 31, 64 และ 66 (amantadine resistance)

Virus	Isolate Description	Year	Amantadine resistance					
			26	27	30	31	64	66
CU-01	A/Chicken/Suphan Buri/CU-1/04	2547	I	V	A	N	A	A
CU-02	A/Duck/Chon Buri/CU-2/04	2547	I	V	A	N	A	A
CU-03	A/Chicken/Bangkok/CU-3/04	2547	I	V	A	N	A	A
CU-04	A/Crow/Bangkok/CU-4/04	2547	I	V	A	N	A	A
CU-05	A/Duck/Chon Buri/CU-5/04	2547	I	V	A	N	A	A
CU-06	A/Chicken/Bangkok/CU-6/04	2547	I	V	A	N	A	A
CU-07	A/Chicken/Chon Buri/CU-7/04	2547	I	V	A	N	A	A
CU-08	A/Chicken/Prachin Buri/CU-8/04	2547	I	V	A	N	A	A
CU-09	A/Chicken/Suphan Buri/CU-9/04	2547	I	V	A	N	A	A
CU-10	A/Chicken/Chachoengsao/CU-10/04	2547	I	V	A	N	A	A
CU-11	A/Chicken/Chachoengsao/CU-11/04	2547	I	V	A	N	A	A
CU-12	A/Chicken/Nakhon Sawan/CU-12/04	2547	I	V	A	N	A	A
CU-13	A/Chicken/Nakhon Sawan/CU-13/04	2547	I	V	A	N	A	A
CU-14	A/Chicken/Nakhon Pathom/CU-14/04	2547	I	V	A	N	A	A
CU-15	A/Crow/Bangkok/CU-15/04	2547	I	V	A	N	A	A
CU-16	A/White Peafowl/Bangkok/CU-16/04	2547	I	V	A	N	A	A
CU-17	A/Chicken/Saraburi/CU-17/04	2547	I	V	A	N	A	A
CU-18	A/Kalji Pheasant/Bangkok/CU-18/04	2547	I	V	A	N	A	A
CU-19	A/Ostrich/Samut Prakan/CU-19/04	2547	I	V	A	N	A	A
CU-20	A/Chicken/Bangkok/CU-20/04	2547	I	V	A	N	A	A
CU-21	A/Chicken/Bangkok/CU-21/04	2547	I	V	A	N	A	A
CU-23	A/Chicken/Ayutthaya/CU-23/04	2547	I	V	A	N	A	A
CU-24	A/Chicken/Ayutthaya/CU-24/04	2547	I	V	A	N	A	A
CU-25	A/Crow/Bangkok/CU-25/04	2547	I	V	A	N	A	A
CU-26	A/Roller/Bangkok/CU-26/04	2547	I	V	A	N	A	A
CU-27	A/Chicken/Saraburi/CU-27/04	2547	I	V	A	N	A	A
CU-29	A/White Peafowl/Bangkok/CU-29/04	2547	I	V	A	N	A	A
CU-31	A/Ostrich/Samut Prakan/CU-31/04	2547	I	V	A	N	A	A
CU-35	A/Crow/Bangkok/CU-35/04	2547	I	V	A	N	A	A
CU-38	A/Chicken/Lop Buri/CU-38/04	2547	I	V	A	N	A	A
CU-39	A/Chicken/Nakhon Sawan/CU-39/04	2547	I	V	A	N	A	A
CU-68	A/Chicken/Ratchaburi/CU-68/04	2547	I	V	A	N	A	A
CU-66	A/Tiger/Chon Buri/CU-T3/04	2547	I	V	A	N	A	A
CU-71	A/Duck/Nakhon Pathom/CU-71/04	2547	I	V	A	N	A	A
CU-73	A/Chicken/Chon Buri/CU-73/04	2547	I	V	A	N	A	A
CU-74	A/Duck/Saraburi/CU-74/04	2547	I	V	A	N	A	A
CU-104	A/Chicken/Prachin Buri/CU-104/04	2547	I	V	A	N	A	A
CU-202	A/Pigeon/Samut Prakan/CU-202/04	2547	I	V	A	N	A	A
CU-203	A/Sparrow/Phang-Nga/CU-203/04	2547	I	V	A	N	A	A
CU-209	A/Mynas/Ranong/CU-209/04	2547	I	V	A	N	A	A
CK-160	A/Chicken/Kanchanaburi/CK-160/05	2548	I	V	A	N	A	A
CK-162	A/Chicken/Nonthaburi/CK-162/05	2548	I	V	A	N	A	A
QA-161	A/Quail/Nakhon Pathom/QA-161/05	2548	I	V	A	N	A	A

ตารางที่ 10 ต่อ

Virus	Isolate Description	Year	Amantadine resistance					
			26	27	30	31	64	66
DLD22	A/Duck/Unknown/DLD-22/04	2547	I	V	A	N	A	A
DLD23	A/Chicken/Unknown/DLD23/04	2547	I	V	A	N	A	A
DLD24	A/Chicken/Unknown/DLD24/04	2547	I	V	A	N	A	A
DLD25	A/Chicken/Unknown/DLD25/04	2547	I	V	A	N	A	A
DLD26	A/Chicken/Unknown/DLD26/04	2547	I	V	A	N	A	A
DLD27	A/Chicken/Unknown/DLD27/04	2547	I	V	A	N	A	A
DLD28	A/Chicken/Unknown/DLD28/04	2547	I	V	A	N	A	A
DLD29	A/Chicken/Unknown/DLD29/04	2547	I	V	A	N	A	A
DLD30	A/Chicken/Unknown/DLD30/04	2547	I	V	A	N	A	A
DLD31	A/Chicken/Unknown/DLD31/04	2547	I	V	A	N	A	A
DLD32	A/Goose/Unknown/DLD32/04	2547	I	V	A	N	A	A
DLD33	A/Chicken/Unknown/DLD33/04	2547	I	V	A	N	A	A
DLD34	A/Quail/Unknown/DLD34/04	2547	I	V	A	N	A	A
DLD35	A/Chicken/Unknown/DLD35/04	2547	I	V	A	N	A	A
DLD36	A/Chicken/Unknown/DLD36/04	2547	I	V	A	N	A	A
DLD37	A/Chicken/Unknown/DLD37/04	2547	I	V	A	N	A	A
DLD38	A/Chicken/Unknown/DLD38/04	2547	I	V	A	N	A	A
DLD39	A/Chicken/Unknown/DLD39/04	2547	I	V	A	N	A	A
DLD40	A/Chicken/Unknown/DLD40/04	2547	I	V	A	N	A	A
DLD41	A/Chicken/Unknown/DLD41/04	2547	I	V	A	N	A	A
DLD42	A/Chicken/Unknown/DLD42/04	2547	I	V	A	N	A	A
CU-K2	A/Chicken/N. Pathom/CU-K2/04	2547	I	V	A	N	A	A
DLD43	A/Chicken/Unknown/DLD43/04	2547	I	V	A	N	A	A
DLD44	A/Chicken/Unknown/DLD44/04	2547	I	V	A	N	A	A
DLD45	A/Chicken/Unknown/DLD45/04	2547	I	V	A	N	A	A
DLD46	A/Chicken/Unknown/DLD46/04	2547	I	V	A	N	A	A
DLD47	A/Chicken/Unknown/DLD47/04	2547	I	V	A	N	A	A
DLD48	A/Chicken/Unknown/DLD48/04	2547	I	V	A	N	A	A
DLD49	A/Chicken/Unknown/DLD49/04	2547	I	V	A	N	A	A
DLD50	A/Duck/Chon Buri/DLD50/04	2547	I	V	A	N	A	A
DLD51	A/Duck/Chachoengsao/DLD51/04	2547	I	V	A	N	A	A
DLD52	A/Duck/Chon Buri/DLD52/04	2547	I	V	A	N	A	A
DLD53	A/Unknown/Unknown/DLD53/04	2547	I	V	A	N	A	A
DLD54	A/Duck/Prachin Buri/DLD54/04	2547	I	V	A	N	A	A
DLD55	A/Duck/Chon Buri/DLD55/04	2547	I	V	A	N	A	A
DLD56	A/Duck/Prachin Buri/DLD56/04	2547	I	V	A	N	A	A
DLD57	A/Duck/Nakhon Nayok/DLD57/04	2547	I	V	A	N	A	A
DLD58	A/Duck/Nakhon Sawan/DLD58/04	2547	I	V	A	N	A	A
DLD59	A/Unknown/Unknown/DLD59/04	2547	I	V	A	N	A	A
DLD60	A/Unknown/Unknown/DLD60/04	2547	I	V	A	N	A	A
DLD61	A/Duck/Pathum Thani/DLD61/04	2547	I	V	A	N	A	A
DLD62	A/Duck/Chon Buri/DLD62/04	2547	I	V	A	N	A	A
DLD63	A/Duck/Prachin Buri/DLD63/04	2547	I	V	A	N	A	A
DLD64	A/Unknown/Unknown/DLD64/04	2547	I	V	A	N	A	A
DLD65	A/Duck/Chon Buri/DLD65/04	2547	I	V	A	N	A	A
DLD66	A/Unknown/Unknown/DLD66/04	2547	**L**	V	A	**S**	**S**	**E**
DLD67	A/Unknown/Unknown/DLD67/04	2547	I	V	A	N	A	A
DLD68	A/Unknown/Unknown/DLD68/04	2547	I	V	A	N	A	A
DLD69	A/Unknown/Unknown/DLD69/04	2547	I	V	A	N	A	A
DLD70	A/Unknown/Unknown/DLD70/04	2547	I	V	A	N	A	A
DLD71	A/Unknown/Unknown/DLD71/04	2547	I	V	A	N	A	A
DLD72	A/Unknown/Unknown/DLD71/04	2547	I	V	A	N	A	A
DLD73	A/Unknown/Unknown/DLD73/04	2547	I	V	A	N	A	A

ตารางที่ 10 ต่อ

Virus	Isolate Description	Year	Amantadine resistance					
			26	27	30	31	64	66
DLD74	A/Unknown/Unknown/DLD74/04	2547	I	V	A	N	A	A
DLD75	A/Unknown/Unknown/DLD75/04	2547	I	V	A	N	A	A
DLD76	A/Unknown/Unknown/DLD76/04	2547	I	V	A	N	A	A
DLD77	A/Unknown/Unknown/DLD77/04	2547	I	V	A	N	A	A
DLD78	A/Unknown/Unknown/DLD78/04	2547	I	V	A	N	A	A
DLD79	A/Unknown/Unknown/DLD79/04	2547	I	V	A	N	A	A
CU-T7	A/Tiger/Chon Buri/CU-T7/04	2547	I	V	A	N	A	A
CU-268	A/Chicken/Chon Buri/CU-268/06	2549	I	V	A	N	A	A
CU-269	A/Chicken/Bangkok/CU-269/06	2549	I	V	A	N	A	A
CU-270	A/Chicken/Phetchaburi/CU-270/06	2549	I	V	A	N	A	A
CU-271	A/Chicken/Chon Buri/CU-271/06	2549	I	V	A	N	A	A
CU-273	A/Chicken/N.ratchasima/CU-273/06	2549	I	V	A	N	A	A
CU-274	A/Chicken/Phetchabun/CU-274/06	2549	I	V	A	N	A	A
CU-275	A/Chicken/Phetchabun/CU-275/06	2549	I	V	A	N	A	A
CU-276	A/Chicken/Chon Buri/CU-276/06	2549	I	V	A	N	A	A
CU-279	A/Chicken/Chon Buri/CU-279/06	2549	I	V	A	N	A	A
CU-280	A/Chicken/Chon Buri/CU-280/06	2549	I	V	A	N	A	A
CU-283	A/Chicken/Chon Buri/CU-283/06	2549	I	V	A	N	A	A
CU-284	A/Chicken/N.ratchasima/CU-284/06	2549	I	V	A	N	A	A
CU-285	A/Chicken/Chon Buri/CU-285/06	2549	I	V	A	N	A	A
CU-286	A/Chicken/Chon Buri/CU-286/06	2549	I	V	A	N	A	A
CU-287	A/Chicken/Chon Buri/CU-287/06	2549	I	V	A	N	A	A
CU-289	A/Chicken/Unknown/CU-289/06	2549	I	V	A	N	A	A
CU-291	A/Chicken/Unknown/CU-291/06	2549	I	V	A	N	A	A
CU-297	A/Chicken/Unknown/CU-297/06	2549	I	V	A	N	A	A
CU-298	A/Chicken/Unknown/CU-298/06	2549	I	V	A	N	A	A
CU-299	A/Chicken/Unknown/CU-299/06	2549	I	V	A	N	A	A
CU-300	A/Chicken/Unknown/CU-300/06	2549	I	V	A	N	A	A
CU-304	A/Chicken/Prachin Buri/CU-304/06	2549	I	V	A	N	A	A
CU-307	A/Chicken/Unknown/CU-307/06	2549	I	V	A	N	A	A
KU-02	A/Cat/Thailand/KU-02/04	2547	I	V	A	N	A	A
KU-08	A/Dog/Thailand/KU-08/04	2547	I	V	A	N	-	-
PC-168	A/Chicken/Thailand/PC-168/06	2549	I	V	A	N	A	A
PC-170	A/Chicken/Thailand/PC-170/06	2549	I	V	A	N	A	A
NP-172	A/Chicken/Thailand/NP-172/06	2549	**L**	V	A	**S**	**S**	**E**
NK-165	A/Human/Nong Khai/NK-165/05	2548	I	V	A	N	A	A

ตารางที่ 11 ผลการเปรียบเทียบยีน M2 ของเชื้อไข้หวัดนกในตำแหน่งกรดอะมิโนที่ 16, 28 และ 55 (human/avian like characteristics)

Virus	Isolate Description	Year	Human/Avian like characteristics		
			(16)	(28)	(55)
CU-01	A/Chicken/Suphan Buri/CU-1/04	2547	E	V	L
CU-02	A/Duck/Chon Buri/CU-2/04	2547	E	V	L
CU-03	A/Chicken/Bangkok/CU-3/04	2547	E	V	L
CU-04	A/Crow/Bangkok/CU-4/04	2547	E	V	L
CU-05	A/Duck/Chon Buri/CU-5/04	2547	E	V	L
CU-06	A/Chicken/Bangkok/CU-6/04	2547	E	V	L
CU-07	A/Chicken/Chon Buri/CU-7/04	2547	E	V	L
CU-08	A/Chicken/Prachin Buri/CU-8/04	2547	E	V	L
CU-09	A/Chicken/Suphan Buri/CU-9/04	2547	E	V	L
CU-10	A/Chicken/Chachoengsao/CU-10/04	2547	E	V	L
CU-11	A/Chicken/Chachoengsao/CU-11/04	2547	E	V	L
CU-12	A/Chicken/Nakhon Sawan/CU-12/04	2547	E	V	L
CU-13	A/Chicken/Nakhon Sawan/CU-13/04	2547	E	V	L
CU-14	A/Chicken/Nakhon Pathom/CU-14/04	2547	E	V	L
CU-15	A/Crow/Bangkok/CU-15/04	2547	E	V	L
CU-16	A/White Peafowl/Bangkok/CU-16/04	2547	E	V	L
CU-17	A/Chicken/Saraburi/CU-17/04	2547	E	V	L
CU-18	A/Kalji Pheasant/Bangkok/CU-18/04	2547	E	V	L
CU-19	A/Ostrich/Samut Prakan/CU-19/04	2547	E	V	L
CU-20	A/Chicken/Bangkok/CU-20/04	2547	E	V	L
CU-21	A/Chicken/Bangkok/CU-21/04	2547	E	V	L
CU-23	A/Chicken/Ayutthaya/CU-23/04	2547	E	V	L
CU-24	A/Chicken/Ayutthaya/CU-24/04	2547	E	V	L
CU-25	A/Crow/Bangkok/CU-25/04	2547	E	V	L
CU-26	A/Roller/Bangkok/CU-26/04	2547	E	V	L
CU-27	A/Chicken/Saraburi/CU-27/04	2547	E	V	L
CU-29	A/White Peafowl/Bangkok/CU-29/04	2547	E	V	L
CU-31	A/Ostrich/Samut Prakan/CU-31/04	2547	E	V	L
CU-35	A/Crow/Bangkok/CU-35/04	2547	E	V	L
CU-38	A/Chicken/Lop Buri/CU-38/04	2547	E	V	L
CU-39	A/Chicken/Nakhon Sawan/CU-39/04	2547	E	V	L
CU-68	A/Chicken/Ratchaburi/CU-68/04	2547	E	V	L
CU-66	A/Tiger/Chon Buri/CU-T3/04	2547	E	V	L
CU-71	A/Duck/Nakhon Pathom/CU-71/04	2547	E	V	L
CU-73	A/Chicken/Chon Buri/CU-73/04	2547	E	V	L
CU-74	A/Duck/Saraburi/CU-74/04	2547	E	V	L
CU-104	A/Chicken/Prachin Buri/CU-104/04	2547	E	V	L
CU-202	A/Pigeon/Samut Prakan/CU-202/04	2547	E	V	L
CU-203	A/Sparrow/Phang-Nga/CU-203/04	2547	E	V	L
CU-209	A/Mynas/Ranong/CU-209/04	2547	E	V	L
CK-160	A/Chicken/Kanchanaburi/CK-160/05	2548	E	V	L
CK-162	A/Chicken/Nonthaburi/CK-162/05	2548	E	V	L
QA-161	A/Quail/Nakhon Pathom/QA-161/05	2548	E	V	L

ตารางที่ 11 ต่อ

Virus	Isolate Description	Year	Human/Avian like characteristics		
			(16)	(28)	(55)
DLD22	A/Duck/Unknown/DLD-22/04	2547	E	V	L
DLD23	A/Chicken/Unknown/DLD23/04	2547	E	V	L
DLD24	A/Chicken/Unknown/DLD24/04	2547	E	V	L
DLD25	A/Chicken/Unknown/DLD25/04	2547	E	V	L
DLD26	A/Chicken/Unknown/DLD26/04	2547	E	V	L
DLD27	A/Chicken/Unknown/DLD27/04	2547	E	V	L
DLD28	A/Chicken/Unknown/DLD28/04	2547	E	V	L
DLD29	A/Chicken/Unknown/DLD29/04	2547	E	V	L
DLD30	A/Chicken/Unknown/DLD30/04	2547	E	V	L
DLD31	A/Chicken/Unknown/DLD31/04	2547	E	V	L
DLD32	A/Goose/Unknown/DLD32/04	2547	E	V	L
DLD33	A/Chicken/Unknown/DLD33/04	2547	E	V	L
DLD34	A/Quail/Unknown/DLD34/04	2547	E	V	L
DLD35	A/Chicken/Unknown/DLD35/04	2547	E	V	L
DLD36	A/Chicken/Unknown/DLD36/04	2547	E	V	L
DLD37	A/Chicken/Unknown/DLD37/04	2547	E	V	L
DLD38	A/Chicken/Unknown/DLD38/04	2547	E	V	L
DLD39	A/Chicken/Unknown/DLD39/04	2547	E	V	L
DLD40	A/Chicken/Unknown/DLD40/04	2547	E	V	L
DLD41	A/Chicken/Unknown/DLD41/04	2547	E	V	L
DLD42	A/Chicken/Unknown/DLD42/04	2547	E	V	L
CU-K2	A/Chicken/Nฺ Pathom/CU-K2/04	2547	E	V	L
DLD43	A/Chicken/Unknown/DLD43/04	2547	E	V	L
DLD44	A/Chicken/Unknown/DLD44/04	2547	E	V	L
DLD45	A/Chicken/Unknown/DLD45/04	2547	E	V	L
DLD46	A/Chicken/Unknown/DLD46/04	2547	E	V	L
DLD47	A/Chicken/Unknown/DLD47/04	2547	E	V	L
DLD48	A/Chicken/Unknown/DLD48/04	2547	E	V	L
DLD49	A/Chicken/Unknown/DLD49/04	2547	E	V	L
DLD50	A/Duck/Chon Buri/DLD50/04	2547	E	V	L
DLD51	A/Duck/Chachoengsao/DLD51/04	2547	E	V	L
DLD52	A/Duck/Chon Buri/DLD52/04	2547	E	V	L
DLD53	A/Unknown/Unknown/DLD53/04	2547	E	V	L
DLD54	A/Duck/Prachin Buri/DLD54/04	2547	E	V	L
DLD55	A/Duck/Chon Buri/DLD55/04	2547	E	V	L
DLD56	A/Duck/Prachin Buri/DLD56/04	2547	E	V	L
DLD57	A/Duck/Nakhon Nayok/DLD57/04	2547	E	V	L
DLD58	A/Duck/Nakhon Sawan/DLD58/04	2547	E	V	L
DLD59	A/Unknown/Unknown/DLD59/04	2547	E	V	L
DLD60	A/Unknown/Unknown/DLD60/04	2547	E	V	L
DLD61	A/Duck/Pathum Thani/DLD61/04	2547	E	V	L
DLD62	A/Duck/Chon Buri/DLD62/04	2547	E	V	L
DLD63	A/Duck/Prachin Buri/DLD63/04	2547	E	V	L
DLD64	A/Unknown/Unknown/DLD64/04	2547	E	V	L
DLD65	A/Duck/Chon Buri/DLD65/04	2547	E	V	L
DLD66	A/Unknown/Unknown/DLD66/04	2547	E	I	L
DLD67	A/Unknown/Unknown/DLD67/04	2547	E	V	L
DLD68	A/Unknown/Unknown/DLD68/04	2547	E	V	L
DLD69	A/Unknown/Unknown/DLD69/04	2547	E	V	L
DLD70	A/Unknown/Unknown/DLD70/04	2547	E	V	L
DLD71	A/Unknown/Unknown/DLD71/04	2547	E	V	L
DLD72	A/Unknown/Unknown/DLD71/04	2547	E	V	L
DLD73	A/Unknown/Unknown/DLD73/04	2547	E	V	L

ตารางที่ 11 ต่อ

Virus	Isolate Description	Year	Human/Avian like characteristics		
			(16)	(28)	(55)
DLD74	A/Unknown/Unknown/DLD74/04	2547	E	V	L
DLD75	A/Unknown/Unknown/DLD75/04	2547	E	V	L
DLD76	A/Unknown/Unknown/DLD76/04	2547	E	V	L
DLD77	A/Unknown/Unknown/DLD77/04	2547	E	V	L
DLD78	A/Unknown/Unknown/DLD78/04	2547	E	V	L
DLD79	A/Unknown/Unknown/DLD79/04	2547	E	V	L
CU-T7	A/Tiger/Chon Buri/CU-T7/04	2547	E	V	L
CU-268	A/Chicken/Chon Buri/CU-268/06	2549	E	V	L
CU-269	A/Chicken/Bangkok/CU-269/06	2549	E	V	L
CU-270	A/Chicken/Phetchaburi/CU-270/06	2549	E	V	L
CU-271	A/Chicken/Chon Buri/CU-271/06	2549	E	V	L
CU-273	A/Chicken/N.ratchasima/CU-273/06	2549	E	V	L
CU-274	A/Chicken/Phetchabun/CU-274/06	2549	E	V	L
CU-275	A/Chicken/Phetchabun/CU-275/06	2549	E	V	L
CU-276	A/Chicken/Chon Buri/CU-276/06	2549	E	V	L
CU-279	A/Chicken/Chon Buri/CU-279/06	2549	E	V	L
CU-280	A/Chicken/Chon Buri/CU-280/06	2549	E	V	L
CU-283	A/Chicken/Chon Buri/CU-283/06	2549	E	V	L
CU-284	A/Chicken/N.ratchasima/CU-284/06	2549	E	V	L
CU-285	A/Chicken/Chon Buri/CU-285/06	2549	E	V	L
CU-286	A/Chicken/Chon Buri/CU-286/06	2549	E	V	L
CU-287	A/Chicken/Chon Buri/CU-287/06	2549	E	V	L
CU-289	A/Chicken/Unknown/CU-289/06	2549	E	V	L
CU-291	A/Chicken/Unknown/CU-291/06	2549	E	V	L
CU-297	A/Chicken/Unknown/CU-297/06	2549	E	V	L
CU-298	A/Chicken/Unknown/CU-298/06	2549	E	V	L
CU-299	A/Chicken/Unknown/CU-299/06	2549	E	V	L
CU-300	A/Chicken/Unknown/CU-300/06	2549	E	V	L
CU-304	A/Chicken/Prachin Buri/CU-304/06	2549	E	V	L
CU-307	A/Chicken/Unknown/CU-307/06	2549	E	V	L
KU-02	A/Cat/Thailand/KU-02/04	2547	E	V	L
KU-08	A/Dog/Thailand/KU-08/04	2547	E	V	-
PC-168	A/Chicken/Thailand/PC-168/06	2549	E	V	L
PC-170	A/Chicken/Thailand/PC-170/06	2549	E	V	L
NP-172	A/Chicken/Thailand/NP-172/06	2549	E	V	L
NK-165	A/Human/Nong Khai/NK-165/05	2548	E	V	L

ตารางที่ 12 ผลการเปรียบเทียบยีน NS1 ของเชื้อไข้หวัดนกในตำแหน่งกรดอะมิโนที่ 80-84, 92 และcarboxyl terminal (virulence determinant)

Virus	Isolate Description	Year	Amino acid deletion in NS1 (80-84)	Virulence determinant	
				NS1 .(92)	Carboxyl terminal
CU-01	A/Chicken/Suphan Buri/CU-1/04	2547	5 amino acid deletion (80-84)	D	ESEV
CU-02	A/Duck/Chon Buri/CU-2/04	2547	5 amino acid deletion (80-84)	D	ESEV
CU-03	A/Chicken/Bangkok/CU-3/04	2547	5 amino acid deletion (80-84)	D	ESEV
CU-04	A/Crow/Bangkok/CU-4/04	2547	5 amino acid deletion (80-84)	D	ESEV
CU-05	A/Duck/Chon Buri/CU-5/04	2547	5 amino acid deletion (80-84)	D	ESEV
CU-06	A/Chicken/Bangkok/CU-6/04	2547	5 amino acid deletion (80-84)	D	ESEV
CU-07	A/Chicken/Chon Buri/CU-7/04	2547	5 amino acid deletion (80-84)	D	ESEV
CU-08	A/Chicken/Prachin Buri/CU-8/04	2547	5 amino acid deletion (80-84)	D	ESEV
CU-09	A/Chicken/Suphan Buri/CU-9/04	2547	5 amino acid deletion (80-84)	D	ESEV
CU-10	A/Chicken/Chachoengsao/CU-10/04	2547	5 amino acid deletion (80-84)	D	ESEV
CU-11	A/Chicken/Chachoengsao/CU-11/04	2547	5 amino acid deletion (80-84)	D	ESEV
CU-12	A/Chicken/Nakhon Sawan/CU-12/04	2547	5 amino acid deletion (80-84)	D	ESEV
CU-13	A/Chicken/Nakhon Sawan/CU-13/04	2547	5 amino acid deletion (80-84)	D	ESEV
CU-14	A/Chicken/Nakhon Pathom/CU-14/04	2547	5 amino acid deletion (80-84)	D	ESEV
CU-15	A/Crow/Bangkok/CU-15/04	2547	5 amino acid deletion (80-84)	D	ESEV
CU-16	A/White Peafowl/Bangkok/CU-16/04	2547	5 amino acid deletion (80-84)	D	ESEV
CU-17	A/Chicken/Saraburi/CU-17/04	2547	5 amino acid deletion (80-84)	D	ESEV
CU-18	A/Kalji Pheasant/Bangkok/CU-18/04	2547	5 amino acid deletion (80-84)	D	ESEV
CU-19	A/Ostrich/Samut Prakan/CU-19/04	2547	5 amino acid deletion (80-84)	D	ESEV
CU-20	A/Chicken/Bangkok/CU-20/04	2547	5 amino acid deletion (80-84)	D	ESEV
CU-21	A/Chicken/Bangkok/CU-21/04	2547	5 amino acid deletion (80-84)	D	ESEV
CU-23	A/Chicken/Ayutthaya/CU-23/04	2547	5 amino acid deletion (80-84)	**N**	ESEV
CU-24	A/Chicken/Ayutthaya/CU-24/04	2547	5 amino acid deletion (80-84)	D	ESEV
CU-25	A/Crow/Bangkok/CU-25/04	2547	5 amino acid deletion (80-84)	D	ESEV
CU-26	A/Roller/Bangkok/CU-26/04	2547	5 amino acid deletion (80-84)	D	ESEV
CU-27	A/Chicken/Saraburi/CU-27/04	2547	5 amino acid deletion (80-84)	D	ESEV
CU-29	A/White Peafowl/Bangkok/CU-29/04	2547	5 amino acid deletion (80-84)	D	ESEV
CU-31	A/Ostrich/Samut Prakan/CU-31/04	2547	5 amino acid deletion (80-84)	D	ESEV
CU-35	A/Crow/Bangkok/CU-35/04	2547	5 amino acid deletion (80-84)	D	ESEV
CU-38	A/Chicken/Lop Buri/CU-38/04	2547	5 amino acid deletion (80-84)	D	ESEV
CU-39	A/Chicken/Nakhon Sawan/CU-39/04	2547	5 amino acid deletion (80-84)	D	ESEV
CU-68	A/Chicken/Ratchaburi/CU-68/04	2547	5 amino acid deletion (80-84)	D	ESEV
CU-66	A/Tiger/Chon Buri/CU-T3/04	2547	5 amino acid deletion (80-84)	D	ESEV
CU-71	A/Duck/Nakhon Pathom/CU-71/04	2547	5 amino acid deletion (80-84)	D	ESEV
CU-73	A/Chicken/Chon Buri/CU-73/04	2547	5 amino acid deletion (80-84)	D	ESEV
CU-74	A/Duck/Saraburi/CU-74/04	2547	5 amino acid deletion (80-84)	D	ESEV
CU-104	A/Chicken/Prachin Buri/CU-104/04	2547	5 amino acid deletion (80-84)	D	ESEV
CU-202	A/Pigeon/Samut Prakan/CU-202/04	2547	5 amino acid deletion (80-84)	D	**ESEF**
CU-203	A/Sparrow/Phang-Nga/CU-203/04	2547	5 amino acid deletion (80-84)	D	**ESEF**
CU-209	A/Mynas/Ranong/CU-209/04	2547	5 amino acid deletion (80-84)	D	**ESEF**
CK-160	A/Chicken/Kanchanaburi/CK-160/05	2548	5 amino acid deletion (80-84)	D	ESEV
CK-162	A/Chicken/Nonthaburi/CK-162/05	2548	5 amino acid deletion (80-84)	D	ESEV
QA-161	A/Quail/Nakhon Pathom/QA-161/05	2548	5 amino acid deletion (80-84)	D	ESEV

ตารางที่ 12 ต่อ

Virus	Isolate Description	Year	Amino acid deletion in NS1 (80-84)	Virulence determinant	
				NS1 .(92)	Carboxyl terminal
DLD22	A/Duck/Unknown/DLD-22/04	2547	5 amino acid deletion (80-84)	D	ESEV
DLD23	A/Chicken/Unknown/DLD23/04	2547	5 amino acid deletion (80-84)	D	ESEV
DLD24	A/Chicken/Unknown/DLD24/04	2547	5 amino acid deletion (80-84)	D	ESEV
DLD25	A/Chicken/Unknown/DLD25/04	2547	5 amino acid deletion (80-84)	D	ESEV
DLD26	A/Chicken/Unknown/DLD26/04	2547	5 amino acid deletion (80-84)	D	ESEV
DLD27	A/Chicken/Unknown/DLD27/04	2547	5 amino acid deletion (80-84)	D	ESEV
DLD28	A/Chicken/Unknown/DLD28/04	2547	5 amino acid deletion (80-84)	D	ESEV
DLD29	A/Chicken/Unknown/DLD29/04	2547	5 amino acid deletion (80-84)	D	ESEV
DLD30	A/Chicken/Unknown/DLD30/04	2547	5 amino acid deletion (80-84)	D	ESEV
DLD31	A/Chicken/Unknown/DLD31/04	2547	5 amino acid deletion (80-84)	D	ESEV
DLD32	A/Goose/Unknown/DLD32/04	2547	5 amino acid deletion (80-84)	D	ESEV
DLD33	A/Chicken/Unknown/DLD33/04	2547	5 amino acid deletion (80-84)	D	ESEV
DLD34	A/Quail/Unknown/DLD34/04	2547	5 amino acid deletion (80-84)	D	ESEV
DLD35	A/Chicken/Unknown/DLD35/04	2547	5 amino acid deletion (80-84)	D	ESEV
DLD36	A/Chicken/Unknown/DLD36/04	2547	5 amino acid deletion (80-84)	D	ESEV
DLD37	A/Chicken/Unknown/DLD37/04	2547	5 amino acid deletion (80-84)	D	ESEV
DLD38	A/Chicken/Unknown/DLD38/04	2547	5 amino acid deletion (80-84)	D	ESEV
DLD39	A/Chicken/Unknown/DLD39/04	2547	5 amino acid deletion (80-84)	D	ESEV
DLD40	A/Chicken/Unknown/DLD40/04	2547	5 amino acid deletion (80-84)	D	ESEV
DLD41	A/Chicken/Unknown/DLD41/04	2547	5 amino acid deletion (80-84)	D	ESEV
DLD42	A/Chicken/Unknown/DLD42/04	2547	5 amino acid deletion (80-84)	D	ESEV
CU-K2	A/Chicken/Nakhon Pathom/CU-K2/04	2547	5 amino acid deletion (80-84)	D	ESEV
DLD43	A/Chicken/Unknown/DLD43/04	2547	5 amino acid deletion (80-84)	D	ESEV
DLD44	A/Chicken/Unknown/DLD44/04	2547	5 amino acid deletion (80-84)	D	ESEV
DLD45	A/Chicken/Unknown/DLD45/04	2547	5 amino acid deletion (80-84)	D	ESEV
DLD46	A/Chicken/Unknown/DLD46/04	2547	5 amino acid deletion (80-84)	D	ESEV
DLD47	A/Chicken/Unknown/DLD47/04	2547	5 amino acid deletion (80-84)	D	ESEV
DLD48	A/Chicken/Unknown/DLD48/04	2547	5 amino acid deletion (80-84)	D	ESEV
DLD49	A/Chicken/Unknown/DLD49/04	2547	5 amino acid deletion (80-84)	D	ESEV
DLD50	A/Duck/Chon Buri/DLD50/04	2547	5 amino acid deletion (80-84)	D	ESEV
DLD51	A/Duck/Chachoengsao/DLD51/04	2547	5 amino acid deletion (80-84)	D	ESEV
DLD52	A/Duck/Chon Buri/DLD52/04	2547	5 amino acid deletion (80-84)	D	ESEV
DLD53	A/Unknown/Unknown/DLD53/04	2547	5 amino acid deletion (80-84)	D	ESEV
DLD54	A/Duck/Prachin Buri/DLD54/04	2547	5 amino acid deletion (80-84)	D	ESEV
DLD55	A/Duck/Chon Buri/DLD55/04	2547	5 amino acid deletion (80-84)	D	ESEV
DLD56	A/Duck/Prachin Buri/DLD56/04	2547	5 amino acid deletion (80-84)	D	ESEV
DLD57	A/Duck/Nakhon Nayok/DLD57/04	2547	5 amino acid deletion (80-84)	D	ESEV
DLD58	A/Duck/Nakhon Sawan/DLD58/04	2547	5 amino acid deletion (80-84)	D	ESEV
DLD59	A/Unknown/Unknown/DLD59/04	2547	5 amino acid deletion (80-84)	D	ESEV
DLD60	A/Unknown/Unknown/DLD60/04	2547	5 amino acid deletion (80-84)	D	ESEV
DLD61	A/Duck/Pathum Thani/DLD61/04	2547	5 amino acid deletion (80-84)	D	ESEV
DLD62	A/Duck/Chon Buri/DLD62/04	2547	5 amino acid deletion (80-84)	D	ESEV
DLD63	A/Duck/Prachin Buri/DLD63/04	2547	5 amino acid deletion (80-84)	D	ESEV
DLD64	A/Unknown/Unknown/DLD64/04	2547	5 amino acid deletion (80-84)	D	ESEV
DLD65	A/Duck/Chon Buri/DLD65/04	2547	5 amino acid deletion (80-84)	D	ESEV
DLD66	A/Unknown/Unknown/DLD66/04	2547	**No deletion**	D	ESEV
DLD67	A/Unknown/Unknown/DLD67/04	2547	5 amino acid deletion (80-84)	D	ESEV
DLD68	A/Unknown/Unknown/DLD68/04	2547	5 amino acid deletion (80-84)	D	ESEV
DLD69	A/Unknown/Unknown/DLD69/04	2547	5 amino acid deletion (80-84)	D	ESEV
DLD70	A/Unknown/Unknown/DLD70/04	2547	5 amino acid deletion (80-84)	D	ESEV
DLD71	A/Unknown/Unknown/DLD71/04	2547	5 amino acid deletion (80-84)	D	ESEV
DLD72	A/Unknown/Unknown/DLD71/04	2547	5 amino acid deletion (80-84)	D	ESEV
DLD73	A/Unknown/Unknown/DLD73/04	2547	5 amino acid deletion (80-84)	D	ESEV
DLD74	A/Unknown/Unknown/DLD74/04	2547	5 amino acid deletion (80-84)	D	ESEV

ตารางที่ 12 ต่อ

Virus	Isolate Description	Year	Amino acid deletion in NS1	Virulence determinant	
				NS1	Carboxyl
			(80-84)	.(92)	terminal
DLD75	A/Unknown/Unknown/DLD75/04	2547	5 amino acid deletion (80-84)	D	ESEV
DLD76	A/Unknown/Unknown/DLD76/04	2547	5 amino acid deletion (80-84)	D	ESEV
DLD77	A/Unknown/Unknown/DLD77/04	2547	5 amino acid deletion (80-84)	D	ESEV
DLD78	A/Unknown/Unknown/DLD78/04	2547	5 amino acid deletion (80-84)	D	ESEV
DLD79	A/Unknown/Unknown/DLD79/04	2547	5 amino acid deletion (80-84)	D	ESEV
CU-T7	A/Tiger/Chon Buri/CU-T7/04	2547	5 amino acid deletion (80-84)	D	ESEV
CU-268	A/Chicken/Chon Buri/CU-268/06	2549	5 amino acid deletion (80-84)	D	ESEV
CU-269	A/Chicken/Bangkok/CU-269/06	2549	5 amino acid deletion (80-84)	D	ESEV
CU-270	A/Chicken/Phetchaburi/CU-270/06	2549	5 amino acid deletion (80-84)	D	ESEV
CU-271	A/Chicken/Chon Buri/CU-271/06	2549	5 amino acid deletion (80-84)	D	ESEV
CU-273	A/Chicken/N.ratchasima/CU-273/06	2549	5 amino acid deletion (80-84)	D	ESEV
CU-274	A/Chicken/Phetchabun/CU-274/06	2549	5 amino acid deletion (80-84)	D	ESEV
CU-275	A/Chicken/Phetchabun/CU-275/06	2549	5 amino acid deletion (80-84)	D	ESEV
CU-276	A/Chicken/Chon Buri/CU-276/06	2549	5 amino acid deletion (80-84)	D	ESEV
CU-279	A/Chicken/Chon Buri/CU-279/06	2549	5 amino acid deletion (80-84)	D	ESEV
CU-280	A/Chicken/Chon Buri/CU-280/06	2549	5 amino acid deletion (80-84)	D	ESEV
CU-283	A/Chicken/Chon Buri/CU-283/06	2549	5 amino acid deletion (80-84)	D	ESEV
CU-284	A/Chicken/N.ratchasima/CU-284/06	2549	5 amino acid deletion (80-84)	D	ESEV
CU-285	A/Chicken/Chon Buri/CU-285/06	2549	5 amino acid deletion (80-84)	D	ESEV
CU-286	A/Chicken/Chon Buri/CU-286/06	2549	5 amino acid deletion (80-84)	D	ESEV
CU-287	A/Chicken/Chon Buri/CU-287/06	2549	5 amino acid deletion (80-84)	D	ESEV
CU-289	A/Chicken/Unknown/CU-289/06	2549	5 amino acid deletion (80-84)	D	ESEV
CU-291	A/Chicken/Unknown/CU-291/06	2549	5 amino acid deletion (80-84)	D	ESEV
CU-297	A/Chicken/Unknown/CU-297/06	2549	5 amino acid deletion (80-84)	D	ESEV
CU-298	A/Chicken/Unknown/CU-298/06	2549	5 amino acid deletion (80-84)	D	ESEV
CU-299	A/Chicken/Unknown/CU-299/06	2549	5 amino acid deletion (80-84)	D	ESEV
CU-300	A/Chicken/Unknown/CU-300/06	2549	5 amino acid deletion (80-84)	D	ESEV
CU-304	A/Chicken/Prachin Buri/CU-304/06	2549	5 amino acid deletion (80-84)	D	ESEV
CU-307	A/Chicken/Unknown/CU-307/06	2549	5 amino acid deletion (80-84)	D	ESEV
KU-02	A/Cat/Thailand/KU-02/04	2547	5 amino acid deletion (80-84)	D	ESEV
KU-08	A/Dog/Thailand/KU-08/04	2547	5 amino acid deletion (80-84)	D	ESEV
PC-168	A/Chicken/Thailand/PC-168/06	2549	5 amino acid deletion (80-84)	D	ESEV
PC-170	A/Chicken/Thailand/PC-170/06	2549	5 amino acid deletion (80-84)	D	ESEV
NP-172	A/Chicken/Thailand/NP-172/06	2549	5 amino acid deletion (80-84)	D	ESEV
CU-329	A/Duck/Bangkok/CU-329/06	2549	5 amino acid deletion (80-84)	D	ESEV
NK-165	A/Human/Nong Khai/NK-165/05	2548	5 amino acid deletion (80-84)	D	ESEV

Polymerase genes (PB2, PB1, PA)

การวิเคราะห์ข้อมูลรหัสพันธุกรรมและตรวจสอบบริเวณที่สำคัญหรือเป็นคุณสมบัติจำเพาะ

- Virulence determinant ที่ตำแหน่งกรดอะมิโนที่ 355 และ 627 ใน โปรตีน PB2
- Human/Avian like characteristic ที่ตำแหน่งกรดอะมิโนที่ 119, 661, 667 และ 702 ของโปรตีน PB2
- Virulence determinant ที่ตำแหน่งกรดอะมิโนที่ 198 และ 317 ใน โปรตีน PB1
- Function unknown ที่ตำแหน่งกรดอะมิโนที่ 22, 31, 78 และ 84 ใน โปรตีน PB1
- Human/Avian like characteristic ที่ตำแหน่งกรดอะมิโนที่ 409 ใน โปรตีน PA

Virulence determinant Virulence determinants ที่สำคัญของโปรตีน PB2 คือ กรดอะมิโนที่ตำแหน่งที่ 355 และ 627 โดยพบว่าการเปลี่ยนแปลงของกรดอะมิโนที่ตำแหน่งดังกล่าว มีผลต่อความรุนแรงของเชื้อไวรัส โดยเฉพาะในสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม ผลการศึกษาครั้งนี้พบว่าเชื้อไวรัสส่วนใหญ่มีกรดอะมิโนในตำแหน่งที่ 355 (R) และ 627 (E) ซึ่งเป็นกรดอะมิโนชนิดที่พบส่วนใหญ่ในเชื้อไวรัสจากสัตว์ปีก อย่างไรก็ตามพบว่าเชื้อไวรัสบางตัวอย่างมีกรดอะมิโนตำแหน่งที่ 627 เป็น K (lysine) ซึ่งเป็นลักษณะเฉพาะของเชื้อไวรัสที่ติดเชื้อในสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม เช่น คน (NK-165) เสือ (CU-T3-8) แมว (KU-02) และ สุนัข (KU-08) และยังพบได้ในเชื้อไวรัสจากสัตว์ปีกบางชนิด (รายละเอียดผลการเปรียบเทียบยีน PB2 ได้แสดงไว้ในตารางที่ 13 และภาคผนวก ข)

Human/Avian characteristics ชนิดของกรดอะมิโนในบางตำแหน่งของโปรตีน PB2 เช่นตำแหน่งที่ 119, 661, 667 และ 702 แสดงถึงลักษณะของเชื้อไวรัสที่พบในคนหรือสัตว์ปีก ผลการศึกษาครั้งนี้พบว่าเชื้อไข้หวัดนกส่วนใหญ่มีกรดอะมิโนในตำแหน่งที่ 119 (A), 661 (A), 667 (V), 702 (K) ซึ่งเป็นคุณสมบัติของเชื้อไวรัสที่มาจากสัตว์ปีกและคน (รายละเอียดผลการเปรียบเทียบยีน PB2 ได้แสดงไว้ในตารางที่ 13 และภาคผนวก ข)

Virulence determinant Virulence determinants ที่สำคัญของโปรตีน PB1 คือ กรดอะมิโนที่ตำแหน่งที่ 198 และ 317 ผลการศึกษาครั้งนี้พบว่าเชื้อไวรัสส่วนใหญ่มีกรดอะมิโนในตำแหน่งที่ 198 ชนิด K (Lys) และ 317 ชนิด M (Met) นอกจากนี้ชนิดของกรดอะมิโนที่ตำแหน่ง 22, 31, 78 และ 84 ของโปรตีน PB1 ในเชื้อไวรัสส่วนใหญ่เป็นชนิด P (Pro), G (Glu), P (Pro), Q (Gln) ตามลำดับ (รายละเอียดผลการเปรียบเทียบยีน PB1 ได้แสดงไว้ในตารางที่ 14 และภาคผนวก ข)

Human/Avian like characteristic ที่ตำแหน่งกรดอะมิโนที่ 409 ของโปรตีน PA เป็นกรดอะมิโนชนิด S (Ser) ซึ่งเป็นคุณสมบัติของเชื้อไวรัสที่มีลักษณะของเชื้อไวรัสที่มาจากสัตว์ปีก (รายละเอียดผลการเปรียบเทียบยีน PA ได้แสดงไว้ในตารางที่ 15 และภาคผนวก ข)

Nucleoprotein gene (NP)

การวิเคราะห์ข้อมูลรหัสพันธุกรรมและตรวจสอบบริเวณที่สำคัญหรือเป็นคุณสมบัติจำเพาะ

- Human/Avian like characteristic ที่ตำแหน่งกรดอะมิโนที่ 136 ในโปรตีน NP

Human/Avian like characteristic กรดอะมิโนที่ตำแหน่ง 136 ของโปรตีน NP เป็นกรดอะมิโนชนิด L (Leu) ซึ่งเป็นคุณสมบัติของเชื้อไวรัสที่มาจากสัตว์ปีก (รายละเอียดผลการเปรียบเทียบยีน NP ได้แสดงไว้ในตารางที่ 16 และภาคผนวก ข)

ตารางที่ 13 ผลการเปรียบเทียบยีน PB2 ของเชื้อไข้หวัดนกในตำแหน่งกรดอะมิโนที่ 627, 355 (virulence determinants) และ199, 661, 667, 702 (human/avian like characteristics)

Virus	Isolate Description	Year	Virulence determinant		Human/Avian like characteristics			
			627	355	199	661	667	702
CU-01	A/Chicken/Suphan Buri/CU-1/04	2547	E	R	A	A	V	K
CU-04	A/Crow/Bangkok/CU-4/04	2547	E	R	A	A	V	K
CU-10	A/Chicken/Chachoengsao/CU-10/04	2547	**K**	R	A	A	V	K
CU-11	A/Chicken/Chachoengsao/CU-11/04	2547	E	R	A	A	V	K
CU-15	A/Crow/Bangkok/CU-15/04	2547	E	R	A	A	V	K
CU-16	A/White Peafowl/Bangkok/CU-16/04	2547	E	R	A	A	V	K
CU-17	A/Chicken/Saraburi/CU-17/04	2547	E	R	A	A	V	K
CU-18	A/Kalji Pheasant/Bangkok/CU-18/04	2547	E	R	A	A	V	K
CU-19	A/Ostrich/Samut Prakan/CU-19/04	2547	**K**	R	A	A	V	K
CU-23	A/Chicken/Ayutthaya/CU-23/04	2547	E	R	A	A	V	K
CU-25	A/Crow/Bangkok/CU-25/04	2547	E	R	A	A	V	K
CU-26	A/Roller/Bangkok/CU-26/04	2547	**K**	R	A	A	V	K
CU-27	A/Chicken/Saraburi/CU-27/04	2547	E	R	A	A	V	K
CU-29	A/White Peafowl/Bangkok/CU-29/04	2547	E	R	A	A	V	K
CU-31	A/Ostrich/Samut Prakan/CU-31/04	2547	**K**	R	A	A	V	K
CU-38	A/Chicken/Lop Buri/CU-38/04	2547	**K**	R	A	A	V	K
CU-66	A/Tiger/Chon Buri/CU-T3/04	2547	**K**	R	A	A	V	K
CU-K2	A/Chicken/Nakhon Pathom/CU-K2/04	2547	E	R	A	A	V	K
CK-160	A/Chicken/Kanchanaburi/CK-160/05	2548	E	R	A	A	V	K
CK-162	A/Chicken/Nonthaburi/CK-162/05	2548	E	R	A	A	V	K
QA-161	A/Quail/Nakhon Pathom/QA-161/05	2548	E	R	A	A	V	K
DLD22	A/Duck/Unknown/DLD-22/04	2547	E	-	-	A	V	K
DLD23	A/Chicken/Unknown/DLD23/04	2547	E	-	-	A	V	K
DLD24	A/Chicken/Unknown/DLD24/04	2547	E	-	-	A	V	K
DLD25	A/Chicken/Unknown/DLD25/04	2547	E	-	-	A	V	K
DLD26	A/Chicken/Unknown/DLD26/04	2547	E	-	-	A	V	K
DLD27	A/Chicken/Unknown/DLD27/04	2547	E	-	-	A	V	K
DLD28	A/Chicken/Unknown/DLD28/04	2547	E	-	-	A	V	K
DLD29	A/Chicken/Unknown/DLD29/04	2547	E	-	-	A	V	K
DLD30	A/Chicken/Unknown/DLD30/04	2547	E	-	-	A	V	K
DLD31	A/Chicken/Unknown/DLD31/04	2547	E	-	-	A	V	K
DLD32	A/Goose/Unknown/DLD32/04	2547	E	-	-	A	V	K
DLD33	A/Chicken/Unknown/DLD33/04	2547	E	-	-	A	V	K
DLD34	A/Quail/Unknown/DLD34/04	2547	E	-	-	A	V	**R**
DLD35	A/Chicken/Unknown/DLD35/04	2547	E	-	-	A	V	K
DLD36	A/Chicken/Unknown/DLD36/04	2547	E	-	-	A	V	K
DLD37	A/Chicken/Unknown/DLD37/04	2547	E	-	-	A	V	K
DLD38	A/Chicken/Unknown/DLD38/04	2547	E	-	-	A	V	K
DLD39	A/Chicken/Unknown/DLD39/04	2547	E	-	-	A	V	K
DLD40	A/Chicken/Unknown/DLD40/04	2547	E	-	-	A	V	K
DLD41	A/Chicken/Unknown/DLD41/04	2547	E	-	-	A	V	K
DLD42	A/Chicken/Unknown/DLD42/04	2547	E	-	-	A	V	K
CU-K2	A/Chicken/Nakhon Pathom/CU-K2/04	2547	E	R	A	A	V	K
DLD43	A/Chicken/Unknown/DLD43/04	2547	E	-	-	A	V	K
DLD44	A/Chicken/Unknown/DLD44/04	2547	E	-	-	A	V	K
DLD45	A/Chicken/Unknown/DLD45/04	2547	E	-	-	A	V	K
DLD46	A/Chicken/Unknown/DLD46/04	2547	E	-	-	A	V	K
DLD47	A/Chicken/Unknown/DLD47/04	2547	E	-	-	A	V	K
DLD48	A/Chicken/Unknown/DLD48/04	2547	E	-	-	A	V	K
DLD49	A/Chicken/Unknown/DLD49/04	2547	E	-	-	A	V	K
DLD50	A/Duck/Chon Buri/DLD50/04	2547	E	-	-	A	V	K

ตารางที่ 13 ต่อ

Virus	Isolate Description	Year	Virulence determinant		Human/Avian like characteristics			
			627	355	199	661	667	702
DLD51	A/Duck/Chachoengsao/DLD51/04	2547	E	-	-	A	V	K
DLD52	A/Duck/Chon Buri/DLD52/04	2547	E	-	-	A	V	K
DLD53	A/Unknown/Unknown/DLD53/04	2547	E	-	-	A	V	K
DLD54	A/Duck/Prachin Buri/DLD54/04	2547	E	-	-	A	V	K
DLD55	A/Duck/Chon Buri/DLD55/04	2547	E	-	-	A	V	K
DLD56	A/Duck/Prachin Buri/DLD56/04	2547	E	-	-	A	V	K
DLD57	A/Duck/Nakhon Nayok/DLD57/04	2547	E	-	-	A	V	K
DLD58	A/Duck/Nakhon Sawan/DLD58/04	2547	E	-	-	A	V	K
DLD59	A/Unknown/Unknown/DLD59/04	2547	E	-	-	A	V	K
DLD60	A/Unknown/Unknown/DLD60/04	2547	E	-	-	A	V	K
DLD61	A/Duck/Pathum Thani/DLD61/04	2547	E	-	-	A	V	K
DLD62	A/Duck/Chon Buri/DLD62/04	2547	E	-	-	A	V	K
DLD63	A/Duck/Prachin Buri/DLD63/04	2547	E	-	-	A	V	K
DLD64	A/Unknown/Unknown/DLD64/04	2547	E	-	-	A	V	K
DLD65	A/Duck/Chon Buri/DLD65/04	2547	E	-	-	A	V	K
DLD66	A/Unknown/Unknown/DLD66/04	2547	E	-	-	A	V	K
DLD67	A/Unknown/Unknown/DLD67/04	2547	E	-	-	A	V	K
DLD68	A/Unknown/Unknown/DLD68/04	2547	E	-	-	A	V	K
DLD69	A/Unknown/Unknown/DLD69/04	2547	E	-	-	A	V	K
DLD70	A/Unknown/Unknown/DLD70/04	2547	E	-	-	A	V	K
DLD71	A/Unknown/Unknown/DLD71/04	2547	E	-	-	A	V	K
DLD72	A/Unknown/Unknown/DLD71/04	2547	E	-	-	A	V	K
DLD73	A/Unknown/Unknown/DLD73/04	2547	E	-	-	A	V	K
DLD74	A/Unknown/Unknown/DLD74/04	2547	E	-	-	A	V	K
DLD75	A/Unknown/Unknown/DLD75/04	2547	E	-	-	A	V	K
DLD76	A/Unknown/Unknown/DLD76/04	2547	E	-	-	A	V	K
DLD77	A/Unknown/Unknown/DLD77/04	2547	E	-	-	A	V	K
DLD78	A/Unknown/Unknown/DLD78/04	2547	E	-	-	A	V	K
DLD79	A/Unknown/Unknown/DLD79/04	2547	E	-	-	A	V	K
CU-T7	A/Tiger/Chon Buri/CU-T7/04	2547	**K**	R	A	A	V	K
CU-T4	A/Tiger/Chon Buri/CU-T4/04	2547	**K**	-	-	A	V	K
CU-T5	A/Tiger/Chon Buri/CU-T5/04	2547	**K**	-	-	A	V	K
CU-T6	A/Tiger/Chon Buri/CU-T6/04	2547	**K**	-	-	A	V	K
CU-T8	A/Tiger/Chon Buri/CU-T8/04	2547	**K**	-	-	A	V	K
CU-268	A/Chicken/Chon Buri/CU-268/06	2549	E	-	-	A	V	K
CU-269	A/Chicken/Bangkok/CU-269/06	2549	E	-	-	A	V	K
CU-270	A/Chicken/Phetchaburi/CU-270/06	2549	E	-	-	A	V	K
CU-271	A/Chicken/Chon Buri/CU-271/06	2549	E	-	-	A	V	K
CU-273	A/Chicken/N. ratchasima/CU-273/06	2549	E	-	-	A	V	K
CU-274	A/Chicken/Phetchabun/CU-274/06	2549	E	-	-	A	V	K
CU-275	A/Chicken/Phetchabun/CU-275/06	2549	E	-	-	A	V	K
CU-276	A/Chicken/Chon Buri/CU-276/06	2549	E	-	-	A	V	K
CU-279	A/Chicken/Chon Buri/CU-279/06	2549	E	-	-	A	V	K
CU-280	A/Chicken/Chon Buri/CU-280/06	2549	E	-	-	A	V	K
CU-283	A/Chicken/Chon Buri/CU-283/06	2549	E	-	-	A	V	K
CU-284	A/Chicken/N. ratchasima/CU-284/06	2549	E	-	-	A	V	K
CU-285	A/Chicken/Chon Buri/CU-285/06	2549	E	-	-	A	V	K
CU-286	A/Chicken/Chon Buri/CU-286/06	2549	E	-	-	A	V	K
CU-287	A/Chicken/Chon Buri/CU-287/06	2549	E	-	-	A	V	K
CU-289	A/Chicken/Unknown/CU-289/06	2549	E	-	-	A	V	K

ตารางที่ 13 ต่อ

Virus	Isolate Description	Year	Virulence determinant		Human/Avian like characteristics			
			627	355	199	661	667	702
CU-291	A/Chicken/Unknown/CU-291/06	2549	E	-	-	A	V	K
CU-297	A/Chicken/Unknown/CU-297/06	2549	E	-	-	A	V	K
CU-298	A/Chicken/Unknown/CU-298/06	2549	E	-	-	A	V	K
CU-299	A/Chicken/Unknown/CU-299/06	2549	E	-	-	A	V	K
CU-300	A/Chicken/Unknown/CU-300/06	2549	E	-	-	A	V	K
CU-304	A/Chicken/Prachin Buri/CU-304/06	2549	**K**	-	-	A	V	K
CU-307	A/Chicken/Unknown/CU-307/06	2549	E	-	-	A	V	K
KU-02	A/Cat/Thailand/KU-02/04	2547	**K**	R	A	A	V	K
KU-03	A/pigeon/Thailand/KU-03/04	2547	E	R	A	A	V	K
KU-08	A/Dog/Thailand/KU-08/04	2547	**K**	R	A	A	V	K
PC-168	A/Chicken/Thailand/PC-168/06	2549	E	R	A	A	V	K
PC-170	A/Chicken/Thailand/PC-170/06	2549	E	R	A	A	V	K
NP-172	A/Chicken/Thailand/NP-172/06	2549	E	R	A	A	**I**	K
NK-165	A/Human/Nong Khai/NK-165/05	2548	**K**	R	A	A	V	K

ตารางที่ 14 ผลการเปรียบเทียบยีน PB1 ของเชื้อไข้หวัดนกในตำแหน่งกรดอะมิโนที่ 198, 317 (virulence determinants) และ กรดอะมิโนที่ 23, 33, 79, 84 (function unknown)

Virus	Isolate Description	Year	Virulence determinant		Function unknown			
			198	317	23	33	79	84
CU-01	A/Chicken/Suphan Buri/CU-1/04	2547	K	M	P	G	P	Q
CU-04	A/Crow/Bangkok/CU-4/04	2547	K	M	P	G	P	Q
CU-10	A/Chicken/Chachoengsao/CU-10/04	2547	K	M	P	G	P	Q
CU-11	A/Chicken/Chachoengsao/CU-11/04	2547	K	M	P	G	P	Q
CU-15	A/Crow/Bangkok/CU-15/04	2547	K	M	P	G	P	Q
CU-16	A/White Peafowl/Bangkok/CU-16/04	2547	K	M	P	G	P	Q
CU-17	A/Chicken/Saraburi/CU-17/04	2547	K	M	P	G	P	Q
CU-18	A/Kalji Pheasant/Bangkok/CU-18/04	2547	K	M	P	G	P	Q
CU-19	A/Ostrich/Samut Prakan/CU-19/04	2547	K	M	P	G	P	Q
CU-23	A/Chicken/Ayutthaya/CU-23/04	2547	K	M	P	G	P	Q
CU-25	A/Crow/Bangkok/CU-25/04	2547	K	M	P	G	P	Q
CU-26	A/Roller/Bangkok/CU-26/04	2547	K	M	P	G	P	Q
CU-27	A/Chicken/Saraburi/CU-27/04	2547	K	M	P	G	P	Q
CU-29	A/White Peafowl/Bangkok/CU-29/04	2547	K	M	P	G	P	Q
CU-31	A/Ostrich/Samut Prakan/CU-31/04	2547	K	M	P	G	P	Q
CU-38	A/Chicken/Lop Buri/CU-38/04	2547	K	M	P	G	P	Q
CU-66	A/Tiger/Chon Buri/CU-T3/04	2547	K	M	P	G	P	Q
CK-160	A/Chicken/Kanchanaburi/CK-160/05	2548	K	M	P	G	P	Q
CK-162	A/Chicken/Nonthaburi/CK-162/05	2548	K	M	P	G	P	Q
QA-161	A/Quail/Nakhon Pathom/QA-161/05	2548	K	M	P	G	P	Q
CU-K2	A/Chicken/N. Pathom/CU-K2/04	2547	K	M	P	G	P	Q
CU-T7	A/Tiger/Chon Buri/CU-T7/04	2547	K	M	P	G	P	Q
KU-02	A/Cat/Thailand/KU-02/04	2547	K	M	P	G	P	Q
KU-08	A/Dog/Thailand/KU-08/04	2547	K	M	P	G	P	Q
PC-168	A/Chicken/Thailand/PC-168/06	2549	K	M	P	G	P	Q
PC-170	A/Chicken/Thailand/PC-170/06	2549	K	**V**	P	G	P	Q
NP-172	A/Chicken/Thailand/NP-172/06	2549	K	M	P	G	P	Q
CU-329	A/Duck/Bangkok/CU-329/06	2549	K	M	P	G	P	Q
NK-165	A/Human/Nong Khai/NK-165/05	2548	K	M	P	G	P	Q

ตารางที่ 15 ผลการเปรียบเทียบยีน PA ของเชื้อไข้หวัดนกในตำแหน่งกรดอะมิโนที่ 409 (human/avian like characteristics)

Virus	Isolate Description	Year	Human/Avian like characteristics Amino acid residue in PA (409)
CU-01	A/Chicken/Suphan Buri/CU-1/04	2547	S
CU-04	A/Crow/Bangkok/CU-4/04	2547	S
CU-10	A/Chicken/Chachoengsao/CU-10/04	2547	S
CU-11	A/Chicken/Chachoengsao/CU-11/04	2547	S
CU-15	A/Crow/Bangkok/CU-15/04	2547	S
CU-16	A/White Peafowl/Bangkok/CU-16/04	2547	S
CU-17	A/Chicken/Saraburi/CU-17/04	2547	S
CU-18	A/Kalji Pheasant/Bangkok/CU-18/04	2547	S
CU-19	A/Ostrich/Samut Prakan/CU-19/04	2547	S
CU-23	A/Chicken/Ayutthaya/CU-23/04	2547	S
CU-25	A/Crow/Bangkok/CU-25/04	2547	S
CU-26	A/Roller/Bangkok/CU-26/04	2547	S
CU-27	A/Chicken/Saraburi/CU-27/04	2547	S
CU-29	A/White Peafowl/Bangkok/CU-29/04	2547	S
CU-31	A/Ostrich/Samut Prakan/CU-31/04	2547	S
CU-38	A/Chicken/Lop Buri/CU-38/04	2547	S
CU-66	A/Tiger/Chon Buri/CU-T3/04	2547	S
CK-160	A/Chicken/Kanchanaburi/CK-160/05	2548	S
CK-162	A/Chicken/Nonthaburi/CK-162/05	2548	S
QA-161	A/Quail/Nakhon Pathom/QA-161/05	2548	S
CU-K2	A/Chicken/Nakhon Pathom/CU-K2/04	2547	S
CU-T7	A/Tiger/Chon Buri/CU-T7/04	2547	S
KU-02	A/Cat/Thailand/KU-02/04	2547	S
KU-08	A/Dog/Thailand/KU-08/04	2547	S
PC-168	A/Chicken/Thailand/PC-168/06	2549	S
PC-170	A/Chicken/Thailand/PC-170/06	2549	S
NP-172	A/Chicken/Thailand/NP-172/06	2549	S
CU-329	A/Duck/Bangkok/CU-329/06	2549	S
NK-165	A/Human/Nong Khai/NK-165/05	2548	S

ตารางที่ 16 ผลการเปรียบเทียบยีน NP ของเชื้อไข้หวัดนกในตำแหน่งกรดอะมิโนที่ 136, (human/avian like characteristics)

Virus	Isolate Description	Year	Human/Avian like characteristics Amino acid residue in NP (136)
CU-01	A/Chicken/Suphan Buri/CU-1/04	2547	L
CU-04	A/Crow/Bangkok/CU-4/04	2547	L
CU-10	A/Chicken/Chachoengsao/CU-10/04	2547	L
CU-11	A/Chicken/Chachoengsao/CU-11/04	2547	L
CU-15	A/Crow/Bangkok/CU-15/04	2547	L
CU-16	A/White Peafowl/Bangkok/CU-16/04	2547	L
CU-17	A/Chicken/Saraburi/CU-17/04	2547	L
CU-18	A/Kalji Pheasant/Bangkok/CU-18/04	2547	L
CU-19	A/Ostrich/Samut Prakan/CU-19/04	2547	L
CU-23	A/Chicken/Ayutthaya/CU-23/04	2547	L
CU-25	A/Crow/Bangkok/CU-25/04	2547	L
CU-26	A/Roller/Bangkok/CU-26/04	2547	L
CU-27	A/Chicken/Saraburi/CU-27/04	2547	L
CU-29	A/White Peafowl/Bangkok/CU-29/04	2547	L
CU-31	A/Ostrich/Samut Prakan/CU-31/04	2547	L
CU-38	A/Chicken/Lop Buri/CU-38/04	2547	L
CU-66	A/Tiger/Chon Buri/CU-T3/04	2547	L
CK-160	A/Chicken/Kanchanaburi/CK-160/05	2548	L
CK-162	A/Chicken/Nonthaburi/CK-162/05	2548	L
QA-161	A/Quail/Nakhon Pathom/QA-161/05	2548	L
CU-K2	A/Chicken/Nakhon Pathom/CU-K2/04	2547	L
CU-T7	A/Tiger/Chon Buri/CU-T7/04	2547	L
CU-268	A/Chicken/Chon Buri/CU-268/06	2549	L
CU-269	A/Chicken/Bangkok/CU-269/06	2549	L
CU-270	A/Chicken/Phetchaburi/CU-270/06	2549	L
CU-271	A/Chicken/Chon Buri/CU-271/06	2549	L
CU-273	A/Chicken/Nakhonratchasima/CU-273/06	2549	L
CU-274	A/Chicken/Phetchabun/CU-274/06	2549	L
CU-275	A/Chicken/Phetchabun/CU-275/06	2549	L
CU-276	A/Chicken/Chon Buri/CU-276/06	2549	L
CU-279	A/Chicken/Chon Buri/CU-279/06	2549	L
CU-280	A/Chicken/Chon Buri/CU-280/06	2549	L
CU-283	A/Chicken/Chon Buri/CU-283/06	2549	L
CU-284	A/Chicken/Nakhonratchasima/CU-284/06	2549	L
CU-285	A/Chicken/Chon Buri/CU-285/06	2549	L
CU-286	A/Chicken/Chon Buri/CU-286/06	2549	L
CU-287	A/Chicken/Chon Buri/CU-287/06	2549	L
CU-289	A/Chicken/Unknown/CU-289/06	2549	L
CU-291	A/Chicken/Unknown/CU-291/06	2549	L
CU-297	A/Chicken/Unknown/CU-297/06	2549	L

ตารางที่ 16 ต่อ

Virus	Isolate Description	Year	Human/Avian like characteristics Amino acid residue in NP (136)
CU-298	A/Chicken/Unknown/CU-298/06	2549	L
CU-299	A/Chicken/Unknown/CU-299/06	2549	L
CU-300	A/Chicken/Unknown/CU-300/06	2549	L
CU-304	A/Chicken/Prachin Buri/CU-304/06	2549	L
CU-307	A/Chicken/Unknown/CU-307/06	2549	L
KU-02	A/Cat/Thailand/KU-02/04	2547	L
KU-08	A/Dog/Thailand/KU-08/04	2547	L
PC-168	A/Chicken/Thailand/PC-168/06	2549	L
PC-170	A/Chicken/Thailand/PC-170/06	2549	L
NP-172	A/Chicken/Thailand/NP-172/06	2549	L
CU-329	A/Duck/Bangkok/CU-329/06	2549	L
NK-165	A/Human/Nong Khai/NK-165/05	2548	L

ผลการสร้างฐานข้อมูลรหัสพันธุกรรมของเชื้อไข้หวัดนกในประเทศไทย

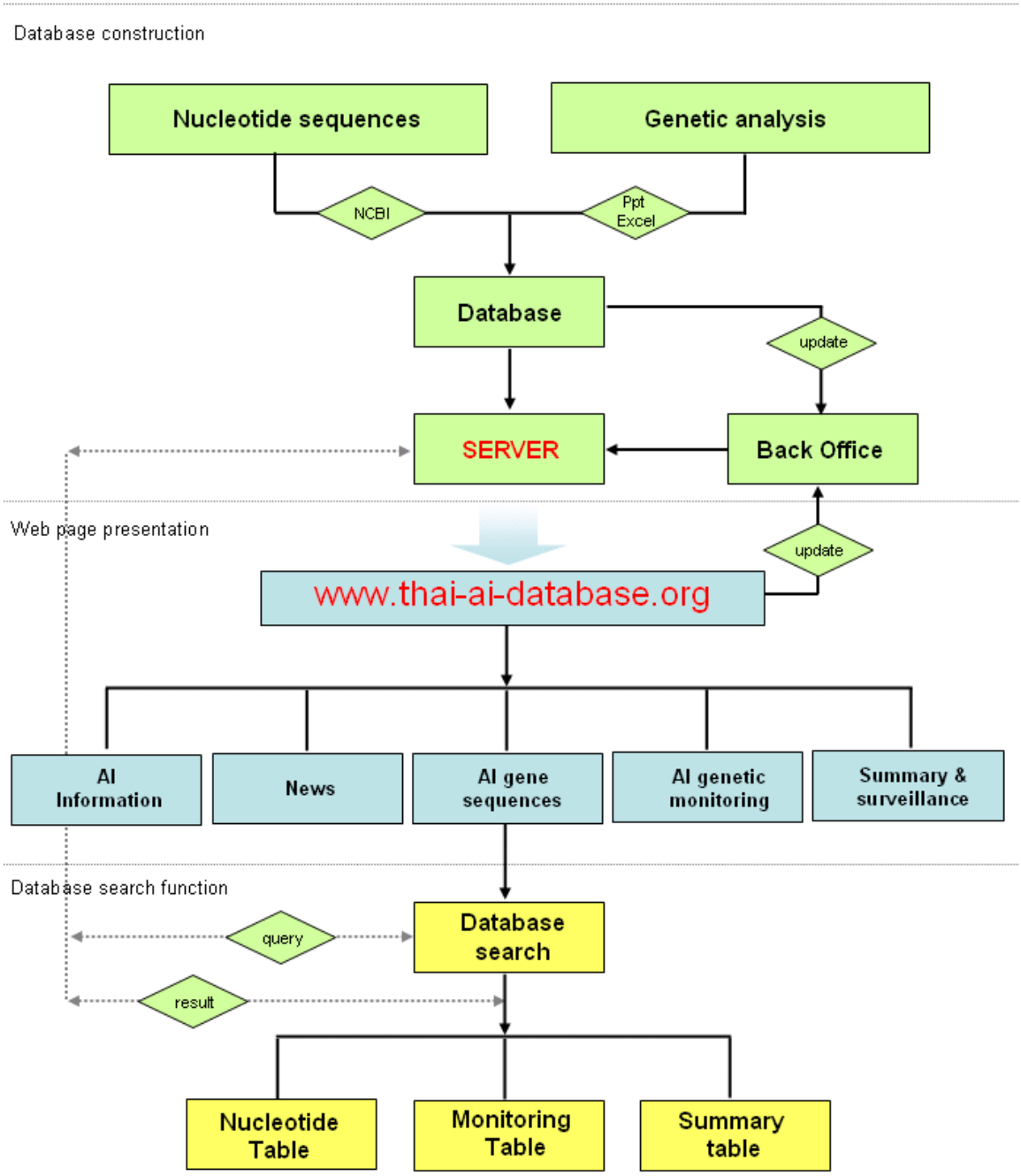
ฐานข้อมูลของรหัสพันธุกรรม ผลการวิเคราะห์รหัสพันธุกรรมเพื่อการเฝ้าระวังการกลายพันธุ์ของเชื้อไข้หวัดนก รวมทั้งข้อมูลข่าวสารที่เกี่ยวข้องกับโรคและเชื้อไข้หวัดนก ได้เผยแพร่ในรูปของเทคโนโลยีสารสนเทศผ่าน World Wide Web หรือ Web page ที่ http://www.thai-ai-database.org โดยได้จัดทำฐานข้อมูลทั้งในรูปแบบของภาษาไทยและภาษาอังกฤษ

โครงสร้างการสร้างฐานข้อมูลรหัสพันธุกรรม การจัดเก็บข้อมูล การวิเคราะห์เปรียบเทียบรหัสพันธุกรรม และการแสดงผลการวิเคราะห์รหัสพันธุกรรม รวมทั้งการค้นหาข้อมูลรหัสพันธุกรรม และค้นหาข้อมูลการกลายพันธุ์ ได้แสดงไว้ในภาพประกอบที่ 2 โครงสร้างของฐานข้อมูลที่สร้างขึ้นประกอบด้วย **ส่วนการสร้างฐานข้อมูล** (database construction) ได้จัดเก็บข้อมูลรหัสพันธุกรรมและข้อมูลการวิเคราะห์เปรียบเทียบรหัสพันธุกรรม ในรูปแบบของ NCBI (สำหรับรหัสพันธุกรรม) และ Power point และ Excel (สำหรับผลวิเคราะห์เปรียบเทียบรหัสพันธุกรรม) **ส่วนแสดงผลการสร้างฐานข้อมูล**ได้เผยแพร่ในรูปแบบของเทคโนโลยีสารสนเทศ (web page presentation) โดยได้จัดทำหัวข้อหลักๆ ประกอบด้วย สาระน่ารู้ (AI information) ข้อมูล ความรู้ และบทความ ที่เกี่ยวข้องกับเชื้อและโรคไข้หวัดนก รวมทั้งระบาดวิทยาของโรคไข้หวัดนกในประเทศไทยและต่างประเทศ ข่าว (news) ข้อมูลปัจจุบันที่เกี่ยวข้องกับการระบาดหรือรายงานการวิจัยที่มีความสำคัญ ตรวจสอบการกลายพันธุ์ (AI genetic monitoring) ข้อมูลในตรวจสอบการกลายพันธุ์ ประกอบด้วยข้อมูลหลัก 2 ส่วน คือ ส่วนที่ 1 ข้อมูลผลการวิเคราะห์รหัสพันธุกรรมในแต่ละยีนของเชื้อไวรัสที่มีในฐานข้อมูล และส่วนที่ 2 การค้นหาข้อมูล โดยการค้นหาจากจังหวัด (province) และ ยีน (gene) ค้นหารหัสพันธุกรรม (AI gene sequences) ข้อมูลในค้นหารหัสพันธุกรรม ประกอบด้วยข้อมูลหลัก 2 ส่วน คือ ส่วนที่ 1 ข้อมูลรหัสพันธุกรรมของแต่ละยีนของเชื้อไวรัสที่มีในฐานข้อมูล และส่วนที่ 2 การค้นหาข้อมูล โดยการค้นหาจากชนิดสัตว์ (host) ยีน (gene) ปี (year) พิกัด (GIS) หรือ คำสำคัญ (keyword) สรุปผลการเฝ้าระวัง (AI summary and surveillance) ข้อมูลในสรุปผลการเฝ้าระวัง ประกอบด้วย ผลการสรุปข้อมูลในฐานข้อมูล โดยสามารถแสดงผลแบบจำแนกตามจังหวัด จำแนกตามชนิดสัตว์ หรือ จำแนกตามปี **ส่วนการค้นหาข้อมูล** (database search function) สามารถทำได้จากการค้นหาข้อมูลตรวจสอบการกลายพันธุ์ (AI genetic monitoring) การค้นหารหัสพันธุกรรม (AI gene sequences) และ การค้นหาข้อมูลสรุปผลการเฝ้าระวัง (AI summary and surveillance) ซึ่งการค้นหาข้อมูลจะสัมพันธ์กับข้อมูลในฐานข้อมูลบน server นอกจากนี้ฐานข้อมูลยังประกอบด้วย **ส่วนปรับปรุงข้อมูล** (Back office) ซึ่งสามารถดำเนินการโดยการปรับปรุงข้อมูลโดยตรงจาก server หรือผ่านการปรับปรุงข้อมูลผ่าน web page (รายละเอียดส่วนแสดงผลการสร้างฐานข้อมูลที่เผยแพร่ใน http://www.thai-ai-database.org แสดงไว้ในภาคผนวก ค)

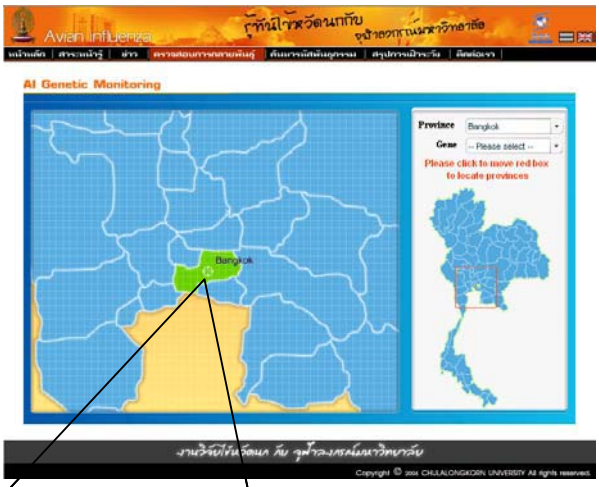
ตัวอย่างตารางแสดงผลการตรวจสอบการกลายพันธุ์ โดยใช้การค้นหาข้อมูลจากจังหวัด (province) และ ยีน (gene) ได้แสดงไว้ในภาพประกอบที่ 3 การใช้การค้นหา (search engine) จะมีประโยชน์ในแง่การตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงของเชื้อไวรัสในตำแหน่งต่างๆ ของยีนทั้ง 8 ยีนซึ่งสามารถสรุปได้ในตารางแสดงผล นอกจากนี้การค้นหาข้อมูลยังสามารถช่วยให้นักวิจัยค้นหาผลการวิเคราะห์การกลายพันธุ์ของเชื้อไวรัสที่น่าสนใจ เช่น ภายในจังหวัดหรือภูมิภาคเดียวกันในเวลาที่แตกต่างกัน (chronological isolates) ได้อย่างรวดเร็ว (รายละเอียดส่วนแสดงผลการสร้างค้นหาข้อมูลใน http://www.thai-ai-database.org แสดงไว้ในภาคผนวก ค)

ตัวอย่างตารางแสดงผลการค้นหารหัสพันธุกรรม โดยใช้การค้นหาข้อมูลจากชนิดสัตว์ (host) ยีน (gene) ปี (year) พิกัด (GIS) หรือ คำสำคัญ (keyword) ได้แสดงไว้ในภาพประกอบที่ 4 ซึ่งตารางแสดงผลการค้นหารหัสพันธุกรรม (search engine) จะมีประโยชน์ในแง่การแสดงข้อมูลรหัสพันธุกรรมว่ามาจากสัตว์ชนิดใด ปีใด นอกจากนี้ยังสามารถช่วยให้นักวิจัยนำข้อมูล (download) รหัสพันธุกรรมไปใช้ในการศึกษาวิจัยเปรียบเทียบกับเชื้อไวรัสในภูมิภาคต่างๆ ทั่วโลก รวมทั้งการศึกษาวิจัยเชิงลึกต่อไป (รายละเอียดส่วนแสดงผลการสร้างค้นหาข้อมูลใน http://www.thai-ai-database.org แสดงไว้ในภาคผนวก ค)

ภาพที่ 2 โครงสร้างการสร้างฐานข้อมูลรหัสพันธุกรรม การจัดเก็บข้อมูล การวิเคราะห์เปรียบเทียบรหัสพันธุกรรม และการแสดงผลการวิเคราะห์รหัสพันธุกรรม รวมทั้งการค้นหาข้อมูลรหัสพันธุกรรม และค้นหาข้อมูลการกลายพันธุ์



ภาพที่ 3 ตัวอย่างตารางแสดงผลการตรวจสอบการกลายพันธุ์ โดยใช้การค้นหาข้อมูลจากจังหวัด (province) และ ยีน (gene)



w.thai-ai-database.org - www.thai-ai-database.org - ILLUSION

NA GENE

Virus	Isolate Description	พ.ศ.	NA stalk region (49-68)	Oseltamivir resistance			
				119	275	293	295
CU-03	A/Chicken/Bangkok/CU-3/04	2547	20 amino acid deletion	E	H	R	N
CU-04	A/Crow/Bangkok/CU-4/04	2547	20 amino acid deletion	E	H	R	N
CU-06	A/Chicken/Bangkok/CU-6/04	2547	20 amino acid deletion	E	H	R	N
CU-15	A/Crow/Bangkok/CU-15/04	2547	20 amino acid deletion	E	H	R	N
CU-16	A/White Peafowl/Bangkok/CU-16/04	2547	20 amino acid deletion	E	H	R	N
CU-18	A/Kalji Pheasant/Bangkok/CU-18/04	2547	20 amino acid deletion	E	H	R	N
CU-20	A/Chicken/Bangkok/CU-20/04	2547	20 amino acid deletion	E	H	R	N
CU-21	A/Chicken/Bangkok/CU-21/04	2547	20 amino acid deletion	E	H	R	N
CU-25	A/Crow/Bangkok/CU-25/04	2547	20 amino acid deletion	E	H	R	N
CU-26	A/Roller/Bangkok/CU-26/04	2547	20-amino acid deletion	E	H	R	N
CU-269	A/Chicken/Bangkok/CU-269/06	2549	20-amino acid deletion	E	H	R	N
CU-29	A/White Peafowl/Bangkok/CU-29/04	2547	20 amino acid deletion	E	H	R	N
CU-329	A/Duck/Bangkok/CU-329/06	2549	20-amino acid deletion	E	H	R	N
CU-35	A/Crow/Bangkok/CU-35/04	2547	20 amino acid deletion	E	H	R	N

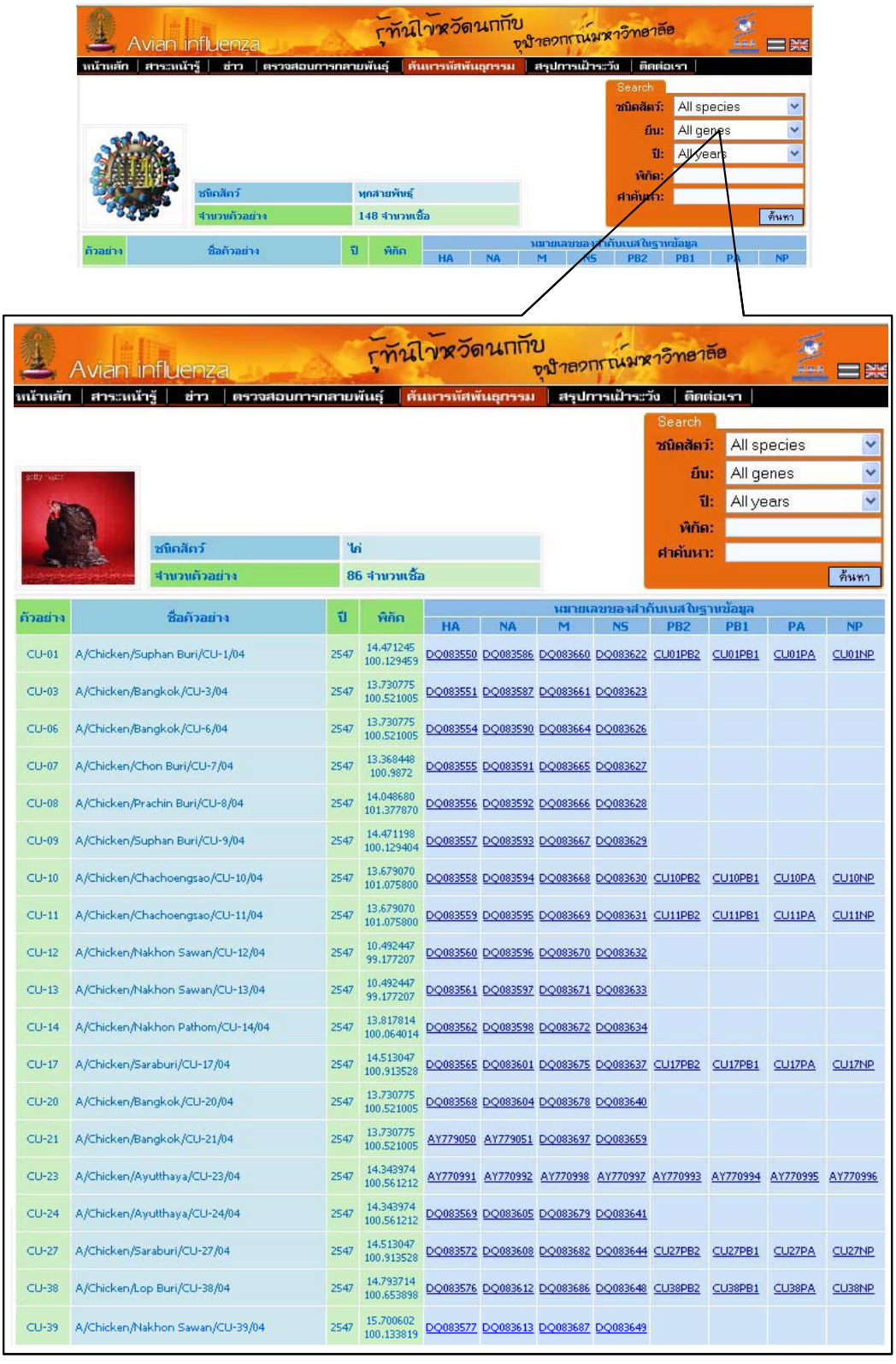
HA GENE

Virus	Isolate Description	พ.ศ.	Connecting peptide sequences (323-329)	Receptor binding site		Glycosylation site						Amino acids under positive selection pressure						
				222	224	10-12	11-13	22-24	154-156	165-167	193-195	286-288	Antigenic site E (83)	Antigenic site E (86)	Antigenic site A (138)	Antigenic site A (140)	Antigenic site A (141)	Receptor binding (129)	Receptor binding (175)
CU-03	A/Chicken/Bangkok/CU-3/04	2547	RERRRKK	Q	G	N-S	N-T	N-T	N-T	N-T	N-T	N-S	A	V	Q	K	S	L	L
CU-04	A/Crow/Bangkok/CU-4/04	2547	RERRRKK	Q	G	N-S	N-T	N-T	N-T	N-T	N-T	N-S	A	V	Q	K	S	L	L
CU-06	A/Chicken/Bangkok/CU-6/04	2547	RERRRKK	Q	G	N-S	N-T	N-T	N-T	N-T	N-T	N-S	A	V	Q	K	S	L	L
CU-15	A/Crow/Bangkok/CU-15/04	2547	RERKRKK*	Q	G	N-S	N-T	N-T	N-T	N-T	N-T	N-S	A	V	Q	K	S	L	L
CU-16	A/White Peafowl/Bangkok/CU-16/04	2547	RERKRKK*	Q	G	N-S	N-T	N-T	N-T	N-T	N-T	N-S	A	V	Q	K	S	L	L
CU-18	A/Kalji Pheasant/Bangkok/CU-18/04	2547	RERKRKK*	Q	G	N-S	N-T	N-T	N-T	N-T	N-T	N-S	A	V	Q	K	S	L	L
CU-20	A/Chicken/Bangkok/CU-20/04	2547	RERRRKK	Q	G	N-S	N-T	N-T	N-T	N-T	N-T	N-S	A	V	Q	K	S	L	L
CU-21	A/Chicken/Bangkok/CU-21/04	2547	RERRRKK	Q	G	N-S	N-T	N-T	N-T	N-T	N-T	N-S	A	V	Q	K	S	L	L
CU-25	A/Crow/Bangkok/CU-25/04	2547	RERRRKK	Q	G	N-S	N-T	N-T	N-T	N-T	N-T	N-S	A	V	Q	K	S	L	L
CU-26	A/Roller/Bangkok/CU-26/04	2547	N/A	Q	G	N-S	N-T	N-T	N-T	N-T	N-T	N-S	A	V	Q	K	S	L	L
CU-269	A/Chicken/Bangkok/CU-269/06	2549	RERRRKK	Q	G	N-S	N-T	N-T	N-T	N-T	N-T	N-S	A	V	Q	K	S	L	L
CU-29	A/White Peafowl/Bangkok/CU-29/04	2547	RERKRKK*	Q	G	N-S	N-T	N-T	N-T	N-T	N-T	N-S	A	V	Q	K	S	L	L
CU-329	A/Duck/Bangkok/CU-329/06	2549	RERRKK*	Q	G	N-S	N-T	N-T	N-T	N-T	N-T	N-S	A	A	L	N	P	L	L
CU-35	A/Crow/Bangkok/CU-35/04	2547	RERKRKK*	Q	G	N-S	N-T	N-T	N-T	N-T	N-T	N-S	A	V	Q	K	S	L	L

NS GENE

Virus	Isolate Description	พ.ศ.	Amino acid deletion in NS1 (80-84)	Virulence determinant	
				Amino acid residue in NS1 (92)	Carboxy-terminal of NS1
CU-03	A/Chicken/Bangkok/CU-3/04	2547	5 amino acid deletion	D	ESEV
CU-04	A/Crow/Bangkok/CU-4/04	2547	5 amino acid deletion	D	ESEV
CU-06	A/Chicken/Bangkok/CU-6/04	2547	5 amino acid deletion	D	ESEV
CU-15	A/Crow/Bangkok/CU-15/04	2547	5 amino acid deletion	D	ESEV
CU-16	A/White Peafowl/Bangkok/CU-16/04	2547	5 amino acid deletion	D	ESEV
CU-18	A/Kalji Pheasant/Bangkok/CU-18/04	2547	5 amino acid deletion	D	ESEV
CU-20	A/Chicken/Bangkok/CU-20/04	2547	5 amino acid deletion	D	ESEV
CU-21	A/Chicken/Bangkok/CU-21/04	2547	5 amino acid deletion	D	ESEV
CU-25	A/Crow/Bangkok/CU-25/04	2547	5 amino acid deletion	D	ESEV
CU-26	A/Roller/Bangkok/CU-26/04	2547	5 amino acid deletion	D	ESEV
CU-269	A/Chicken/Bangkok/CU-269/06	2549	5 amino acid deletion	D	ESEV
CU-29	A/White Peafowl/Bangkok/CU-29/04	2547	5 amino acid deletion	D	ESEV
CU-329	A/Duck/Bangkok/CU-329/06	2549	5 amino acid deletion	D	ESEV
CU-35	A/Crow/Bangkok/CU-35/04	2547	5 amino acid deletion	D	ESEV

ภาพที่ 4 ตัวอย่างตารางแสดงผลการค้นหารหัสพันธุกรรม โดยใช้การค้นหาข้อมูลจากชนิดสัตว์ (host) ยีน (gene) ปี (year) พิกัด (GIS) หรือ คำสำคัญ (keyword)



ตัวอย่าง	ชื่อตัวอย่าง	ปี	พิกัด	หมายเลขของสำคับเบสในฐานข้อมูล							
				HA	NA	M	NS	PB2	PB1	PA	NP
CU-01	A/Chicken/Suphan Buri/CU-1/04	2547	14.471245 100.129459	DQ083550	DQ083586	DQ083660	DQ083622	CU01PB2	CU01PB1	CU01PA	CU01NP
CU-03	A/Chicken/Bangkok/CU-3/04	2547	13.730775 100.521005	DQ083551	DQ083587	DQ083661	DQ083623				
CU-06	A/Chicken/Bangkok/CU-6/04	2547	13.730775 100.521005	DQ083554	DQ083590	DQ083664	DQ083626				
CU-07	A/Chicken/Chon Buri/CU-7/04	2547	13.368448 100.9872	DQ083555	DQ083591	DQ083665	DQ083627				
CU-08	A/Chicken/Prachin Buri/CU-8/04	2547	14.048680 101.377870	DQ083556	DQ083592	DQ083666	DQ083628				
CU-09	A/Chicken/Suphan Buri/CU-9/04	2547	14.471198 100.129404	DQ083557	DQ083593	DQ083667	DQ083629				
CU-10	A/Chicken/Chachoengsao/CU-10/04	2547	13.679070 101.075800	DQ083558	DQ083594	DQ083668	DQ083630	CU10PB2	CU10PB1	CU10PA	CU10NP
CU-11	A/Chicken/Chachoengsao/CU-11/04	2547	13.679070 101.075800	DQ083559	DQ083595	DQ083669	DQ083631	CU11PB2	CU11PB1	CU11PA	CU11NP
CU-12	A/Chicken/Nakhon Sawan/CU-12/04	2547	10.492447 99.177207	DQ083560	DQ083596	DQ083670	DQ083632				
CU-13	A/Chicken/Nakhon Sawan/CU-13/04	2547	10.492447 99.177207	DQ083561	DQ083597	DQ083671	DQ083633				
CU-14	A/Chicken/Nakhon Pathom/CU-14/04	2547	13.817814 100.064014	DQ083562	DQ083598	DQ083672	DQ083634				
CU-17	A/Chicken/Saraburi/CU-17/04	2547	14.513047 100.913528	DQ083565	DQ083601	DQ083675	DQ083637	CU17PB2	CU17PB1	CU17PA	CU17NP
CU-20	A/Chicken/Bangkok/CU-20/04	2547	13.730775 100.521005	DQ083568	DQ083604	DQ083678	DQ083640				
CU-21	A/Chicken/Bangkok/CU-21/04	2547	13.730775 100.521005	AY779050	AY779051	DQ083697	DQ083659				
CU-23	A/Chicken/Ayutthaya/CU-23/04	2547	14.343974 100.561212	AY770991	AY770992	AY770998	AY770997	AY770993	AY770994	AY770995	AY770996
CU-24	A/Chicken/Ayutthaya/CU-24/04	2547	14.343974 100.561212	DQ083569	DQ083605	DQ083679	DQ083641				
CU-27	A/Chicken/Saraburi/CU-27/04	2547	14.513047 100.913528	DQ083572	DQ083608	DQ083682	DQ083644	CU27PB2	CU27PB1	CU27PA	CU27NP
CU-38	A/Chicken/Lop Buri/CU-38/04	2547	14.793714 100.653898	DQ083576	DQ083612	DQ083686	DQ083648	CU38PB2	CU38PB1	CU38PA	CU38NP
CU-39	A/Chicken/Nakhon Sawan/CU-39/04	2547	15.700602 100.133819	DQ083577	DQ083613	DQ083687	DQ083649				

การอภิปรายผล

โรคไข้หวัดนก (avian Influenza) เป็นโรคระบาดในสัตว์ปีก เกิดจากเชื้อไวรัสอินฟลูเอนซ่าเอ (Influenza type A) เชื้อนี้สามารถแบ่งออกเป็น subtype ตามชนิดของแอนติเจน Hemagglutinin (H) และ Neuraminidase (N) ได้เป็นหลาย subtype คือ H1-16 และ N1-9 เชื้อไข้หวัดนกสายพันธุ์ H5N1 เป็นสายพันธุ์ที่มีความสำคัญในด้านการผลิตสัตว์และการสาธารณสุข เนื่องจากเชื้อไข้หวัดนกสายพันธุ์ H5N1 นี้ทำให้เกิดการระบาดของโรคไข้หวัดนกในสัตว์ปีกหลายชนิด รวมทั้งทำให้เกิดโรคในคน ในปัจจุบันองค์การโรคระบาดสัตว์ระหว่างประเทศ (Office International des Epizooties, OIE) ได้จัดให้โรคนี้อยู่ในกลุ่ม list A ซึ่งเป็นกลุ่มโรคที่มีความรุนแรงแพร่กระจายอย่างรวดเร็วและทำให้เกิดความเสียหายทางด้านเศรษฐกิจและสาธารณสุข (OIE, 2005)

เชื้อไข้หวัดนกเป็น enveloped virus ชนิด single stranded RNA เชื้อไวรัสชนิดนี้จัดอยู่ในสกุล (Family) Orthomyxoviridae เชื้อไข้หวัดนกสายพันธุ์ที่กำลังทำให้เกิดการระบาดของโรคไข้หวัดนกโดยสามารถทำให้เกิดโรคในสัตว์ปีกและแพร่มาสู่คน คือ สายพันธุ์ H5N1 ในประเทศไทยมีการระบาดของโรคไข้หวัดนกเป็นครั้งแรกในต้น พ.ศ. 2547 ซึ่งช่วงแรกทำให้เกิดการระบาดในสัตว์ปีกอย่างรวดเร็ว (โดยเฉพาะในบริเวณภาคเหนือตอนล่างและภาคกลาง) ต่อมาได้มีการระบาดของโรคไข้หวัดนกอย่างต่อเนื่องในสัตว์ปีกหลายชนิด รวมทั้งในคนและสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมบางชนิด เช่น เสือ แมว และสุนัข ปัจจุบันในประเทศไทยมีรายงานของผู้ติดเชื้อไข้หวัดนก (H5N1) ทั้งหมด 25 รายและเสียชีวิต 17 ราย (รายงานเมื่อวันที่ 6 มิถุนายน 2550) (WHO, 2007)

เนื่องจากโรคไข้หวัดนก เป็นโรคระบาดในสัตว์ปีกและสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมหลายชนิด รวมทั้งในคน โดยมีรายการการระบาดของโรคไข้หวัดนกในหลายประเทศทั้งทวีปเอเชีย ยุโรป และแอฟริกา เนื่องจากการศึกษาระบาดวิทยา การแพร่กระจายของเชื้อไวรัส และวิวัฒนาการของเชื้อไข้หวัดนก มีความสำคัญและต้องอาศัยข้อมูลรหัสพันธุกรรมของเชื้อไวรัสในการศึกษาวิจัยและตอบคำถามที่เกี่ยวข้องกับโรคและเชื้อไข้หวัดนก **ดังนั้นการถอดรหัสพันธุกรรมและการเปรียบเทียบรหัสพันธุกรรม รวมถึงการรวบรวมข้อมูลรหัสพันธุกรรม และการเผยแพร่ข้อมูลระหว่างนักวิจัยทั่วโลก จึงมีความจำเป็นและมีความสำคัญในการศึกษาวิจัยโรคไข้หวัดนก** (Capua et al., 2006; Salzberg et al., 2006) การวิจัยครั้งนี้ได้สร้างฐานข้อมูลรหัสพันธุกรรมของเชื้อไข้หวัดนกในประเทศไทย โดยได้รวบรวมรหัสพันธุกรรมของเชื้อไข้หวัดนกสายพันธุ์ H5N1 จำนวน 148 ตัวอย่างจากสัตว์ปีกและสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมหลายชนิด รวมทั้งคน และได้วิเคราะห์เปรียบเทียบข้อมูลรหัสพันธุกรรมของแต่ยีนทั้ง 8 ยีนของเชื้อไข้หวัดนก โดยได้วิเคราะห์ในจุดที่มีความสำคัญหรือเป็นคุณสมบัติเฉพาะในแต่ละยีนของเชื้อไวรัส นอกจากนี้ยังได้

เผยแพร่ฐานข้อมูลรหัสพันธุกรรมและผลการผลการวิเคราะห์รหัสพันธุกรรม เพื่อเป็นการเฝ้าระวังการกลายพันธุ์ของเชื้อไข้หวัดนก รวมทั้งเผยแพร่ข้อมูลข่าวสารที่เกี่ยวข้องกับโรคและเชื้อไข้หวัดนก ในรูปของเทคโนโลยีสารสนเทศที่ http://www.thai-ai-database.org โดยได้จัดทำฐานข้อมูลทั้งในรูปแบบของภาษาไทยและภาษาอังกฤษ

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยแรกที่ รวบรวมรหัสพันธุกรรมของเชื้อไข้หวัดนกในประเทศไทย และได้นำข้อมูลรหัสพันธุกรรมเหล่านี้ไปเผยแพร่ในฐานข้อมูลที่สร้างขึ้น http://www.thai-ai-database.org จากการวิจัยพบว่าเชื้อไข้หวัดนกที่รวบรวมจำนวน 148 ตัวอย่าง ได้จากข้อมูลที่เผยแพร่ในฐานข้อมูล GenBank โดยการ download จากฐานข้อมูล GenBank และจากการรวบรวมข้อมูลรหัสพันธุกรรมของคณะผู้วิจัยที่ยังไม่ได้เผยแพร่ในฐานข้อมูล GenBank รหัสพันธุกรรมของเชื้อไข้หวัดนกส่วนใหญ่ได้จากสัตว์ปีกโดยเฉพาะไก่ (58.11%) และเป็ด (12.16%) รวมทั้งสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมบางชนิด เช่น เสือ สุนัข และแมว รวมทั้งคน ส่วนสถานที่พบและแยกเชื้อได้ส่วนใหญ่เป็นจังหวัดในภาคกลางและภาคตะวันออก (กรุงเทพมหานคร 9.46%, ชลบุรี 17.57%) โดยเชื้อไข้หวัดนกทั้งหมดแยกได้ในปี พ.ศ. 2547-2549 จากผลการรวบรวมรหัสพันธุกรรมของเชื้อไข้หวัดนกพบว่ามีข้อมูลรหัสพันธุกรรมทั้งตัว (ทั้ง 8 ยีน) ของเชื้อไข้หวัดนกจำนวน 28 ตัวอย่าง และเชื้อไวรัสทุกตัวอย่างมีข้อมูลรหัสพันธุกรรมของยีน 2 ยีนที่มีความสำคัญคือ Hemagglutinin (HA) และ Neuraminidase (NA)

ในการศึกษาครั้งนี้ได้เปรียบเทียบรหัสพันธุกรรมของแต่ละยีนของเชื้อไข้หวัดนก ทั้งในระดับนิวคลีโอไทด์และกรดอะมิโน โดยมีเชื้อไข้หวัดนก 2 ตัวอย่างเป็นรหัสพันธุกรรมหลักในการเปรียบเทียบและกำหนดตำแหน่งของกรดอะมิโน คือ A/Goose/Guangdong/1/96 (H5N1) (Xu et al., 1999) และ A/Chicken/Nakorn Patom/Thailand/CU-K2/04 (H5N1) (Viseshakul et al., 2004) เนื่องจากโครงสร้างจีนโนมของเชื้อไข้หวัดนก ประกอบด้วยยีนแบบท่อนจำนวน 8 ยีน คือ PB2, PB1, PA, HA, NP, NA, M, NS (เรียงตามขนาดของยีน) ดังนั้นการวิเคราะห์ข้อมูลรหัสพันธุกรรมจึงวิเคราะห์ตามบริเวณที่มีความสำคัญหรือเป็นคุณสมบัติจำเพาะในแต่ละยีนของเชื้อไข้หวัดนก

ยีน Hemagglutinin gene (HA) สร้างโปรตีน 1 ชนิด คือโปรตีน Hemagglutinin ซึ่งเป็นส่วนประกอบผิวนอกเปลือกหุ้ม (envelope) ของเชื้อไวรัส โปรตีน HA ประกอบด้วยกรดอะมิโนประมาณ 560 ตัว ซึ่งเป็นสาย polypeptide เรียกว่า HA0 ซึ่งต่อมาจะถูกแบ่งย่อย (cleave) เป็นโปรตีน HA1 และ HA2 โดยที่ HA1 มีโครงสร้างเป็นส่วนหัว (globular domain) ที่ปลายของ HA spike ซึ่งมีความสำคัญในการเกาะจับของเชื้อไวรัสกับตัวรับ โดยที่บริเวณในการเกาะจับกับตัวรับ (receptor binding pocket) จะอยู่ที่บริเวณปลายสุดของแท่ง HA spike บริเวณปลายของโปรตีน HA1 เป็นบริเวณแอนติเจนที่กระตุ้นภูมิคุ้ม (antigenic epitopes) ส่วน HA 2 มีโครงสร้างเป็นแท่ง

แกนของ HA spike ซึ่งมีความสำคัญในการเชื่อม (fusion) ของผิวนอกเชื้อไวรัส (viral cell membrane) กับผิวนอกของเซลล์โฮสต์ (host cell membrane) (de Jong and Hien, 2006) บริเวณหรือตำแหน่งในยีน HA ที่มีความสำคัญและมีผลต่อคุณสมบัติของเชื้อไวรัส ได้แก่ connecting peptide sequences, receptor binding site, glycosylation sites และ amino acid under positive selection

บริเวณ connective peptide sequences เกี่ยวข้องกับความรุนแรงในการก่อโรคของเชื้อไวรัส โดยพบว่าเชื้อไวรัสที่มีกรดอะมิโนชนิดเบสหลายตัว (multiple basic amino acids) ในบริเวณดังกล่าวจะมีความรุนแรงในการก่อโรค และถือว่าเป็น Highly Pathogenic Avian Influenza (HPAI) (de Jong and Hien, 2006) เชื้อไข้หวัดนกในประเทศไทยส่วนใหญ่มี connective peptide sequences เป็น multiple basic amino acid (RERRRKK) ซึ่งถือได้ว่าเป็น HPAI นอกจากนี้ยังพบกรดอะมิโนชนิด RERKRKK REKRRKK ในนกป่าและสัตว์ปีกบางชนิด โดยเฉพาะในเชื้อไข้หวัดนกที่แยกได้จากปี พ.ศ 2548 (REKRRKK) แสดงถึงการเปลี่ยนแปลงของเชื้อไวรัสอย่างค่อยเป็นค่อยไป โดยที่เชื้อยังมีความรุนแรงและทำให้เกิดโรคเช่นเดิม (Amonsin et al., 2006a) นอกจากนี้จากการศึกษาในประเทศต่างๆ พบว่า connective peptide sequences ของเชื้อไวรัสจากยุโรปและแอฟริกาส่วนใหญ่ก็มี connective peptide sequences (GERRRKK) แตกต่างจากเชื้อไข้หวัดนกในประเทศไทย แต่ยังมีความรุนแรงและทำให้เกิดโรคในคนและสัตว์ปีกหลายชนิด (Salzberg et al., 2007) เป็นที่น่าสังเกตว่ามีเชื้อไวรัส 1 ตัวอย่างซึ่งเป็นเชื้อไข้หวัดนกที่แยกได้จากไก่ในปี 2549 (NP-172) มีกรดอะมิโนชนิดเบสจำนวน 1 ตัวลดลง (RERRRK—) แต่เชื้อไวรัสยังมีความรุนแรงและทำให้เกิดโรคได้เช่นกัน ดังนั้นจึงเห็นได้ว่าการเฝ้าระวังและติดตามการเปลี่ยนแปลงบริเวณ connective peptide sequences มีความสำคัญและบ่งบอกถึงความรุนแรงในการก่อโรคของเชื้อไวรัส

บริเวณ receptor binding site เป็นบริเวณกรดอะมิโนที่ 222-224 ของโปรตีน HA โดยพบว่ากรดอะมิโน Q (222) และ G (224) จะเกี่ยวข้องกับการเกาะจับของเชื้อไวรัสกับตัวรับบนเซลล์โฮสต์ชนิด SA-a-2,3 Gal ซึ่งเป็นตัวรับที่พบมากในสัตว์ปีก (Connor et al., 1994) ผลการวิจัยครั้งนี้พบว่าเชื้อไข้หวัดนกในประเทศไทยมีกรดอะมิโนที่ 222-224 เป็น Q (222) และ G (224) ทุกตัวอย่าง อย่างไรก็ตามพบว่าเชื้อไข้หวัดนกยังสามารถทำให้เกิดโรคในคนและสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมบางชนิด ทั้งนี้เนื่องจากรายงานการศึกษาในปัจจุบันพบว่า ในคนนอกจากจะมีตัวรับชนิด SA-a-2,6 Gal แล้ว ยังมีตัวรับชนิด SA-a-2,3 Gal โดยเฉพาะในทางเดินหายใจส่วนล่าง ดังนั้นเชื้อไข้หวัดนกจึงสามารถเกาะจับกับตัวรับและทำให้เกิดโรคได้ (Shinya et al., 2006)

การศึกษาครั้งนี้พบว่าเชื้อไข้หวัดนกในประเทศไทยส่วนใหญ่มี glycosylation sites จำนวน 7 แห่ง โดยเฉพาะตำแหน่งที่ 154-156 ซึ่งมีเกี่ยวข้องกับ receptor binding site และส่งผลต่อการเกาะจับของเชื้อไวรัส จากรายงานการศึกษาในต่างประเทศพบว่าการเปลี่ยนแปลงของ glycosylation sites ในบริเวณที่ใกล้เคียงกับ receptor binding site อาจเกี่ยวข้องกับการเกาะจับของคาร์โบไฮเดรตที่บริเวณ globular head หรือป้องการเกาะจับของเชื้อไวรัสกับสารต่างๆ (non-specific targets) (Matrosovich et al., 1999; Shortridge et al., 1998)

ยีน Neuraminidase สร้างโปรตีน NA ซึ่งเป็นส่วนประกอบของเปลือกหุ้มที่สำคัญ glycoprotein NA หรือ neuraminidase มีหน้าที่ที่สำคัญคือการแบ่งย่อยตัวรับที่มี sialic acid และ glycoprotein ทำให้เกิดการปล่อยของเชื้อไวรัสตัวใหม่จากผิวของเซลล์โฮสต์ ยาต้านไวรัส เช่น Oseltamivir (Tamiflu) และ Zanamivir (Relenza) ซึ่งเป็น Sialic acid analogues นำมาใช้ในการยับยั้งการทำงานของเอ็มไซม์ neuraminidase ทำให้ไม่สามารถปล่อยเชื้อไวรัสตัวใหม่จากผิวของเซลล์โฮสต์ จึงสามารถใช้ในการป้องกันการติดเชื้อไวรัส บริเวณหรือตำแหน่งในยีน NA ที่มีความสำคัญและมีผลต่อคุณสมบัติของเชื้อไวรัส ได้แก่ NA stalk region ที่ตำแหน่งกรดอะมิโนที่ 49-68 และ Oseltamivir resistance ที่ตำแหน่งกรดอะมิโนที่ 119, 275, 293, 295

ผลการเปรียบเทียบ NA stalk region หรือบริเวณกรดอะมิโนในส่วนต้นของโปรตีน NA พบว่าเชื้อไข้หวัดนกทุกตัวอย่างในประเทศไทยมีกรดอะมิโนจำนวน 20 ตัวลดลงใน NA stalk region (20 amino acids deletion in NA stalk region) การลดลงของกรดะมิโนเกี่ยวข้องกับวิวัฒนาการและการปรับตัวของเชื้อไวรัสในการติดเชื้อจากสัตว์ปีกหรือนกป่ามายังสัตว์ปีกทั่วไป (ไก่และเป็ด) (Shortridge et al., 1998) จากรายงานการศึกษาในต่างประเทศพบว่า ยังไม่มีการลดลงของกรดอะมิโนบริเวณ stalk region ในเชื้อไข้หวัดนกที่พบในห่านในประเทศจีน (Goose/GD/1/96) และเริ่มมีการเปลี่ยนแปลงในเชื้อไวรัสที่พบในไก่และเป็ดในประเทศฮ่องกง (2000-2001) โดยมีการลดลงของกรดอะมิโนบริเวณ stalk region จำนวน 19 ตัว จากนั้นเริ่มพบการเปลี่ยนแปลงลดลงของกรดอะมิโนจำนวน 20 ตัว ในเชื้อไข้หวัดนกส่วนใหญ่ ตั้งแต่ปี 2546 เป็นต้นมา (Viseshakul et al., 2004) Oseltamivir (Tamiflu) เป็นยาต้านไวรัสชนิด sialic acid analogues นำมาใช้ในการยับยั้งการทำงานของเอ็นไซม์ neuraminidase จากการศึกษาถึง Oseltamivir resistance ที่ตำแหน่งกรดอะมิโนที่ 119, 275, 293, 295 ของโปรตีน NA พบว่าเชื้อไข้หวัดนกทุกตัวอย่างไม่มีการเปลี่ยนแปลงของกรดอะมิโนเป็น oseltamivir resistance (E119, H275, R293, และ N295) ในกรณีที่มีการเปลี่ยนแปลงของกรดอะมิโนในตำแหน่งดังกล่าว เช่น 119 (E to V), 275 (H to Y), 293 (R to K) และ 295 (N to S) จะส่งผลให้เชื้อไวรัสดื้อต่อยาต้านไวรัส Oseltamivir หรือ neuraminidase inhibitor (Gubareva et al., 2000; Kiso et al., 2004)

ยีน Matrix (M) สร้างโปรตีน 2 ชนิด คือ M1 และ M2 โปรตีนทั้ง 2 ชนิดเกี่ยวข้องเป็นโปรตีนโครงสร้างของเชื้อไวรัส โดยโปรตีน M2 ทำหน้าที่เป็น ion channel ที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการติดเชื้อไวรัส เช่นการปรับความเป็นกรดด่างภายในตัวเชื้อไวรัส (modulating the pH) โปรตีน M2 เป็นเป้าหมายของยาต้านไวรัสบางชนิด เช่น Amantadine และ Rimantadine (Pinto et al., 1992) การเปลี่ยนแปลงของกรดอะมิโนที่ตำแหน่งที่ 26, 27, 30 , 31, 64, 66 ของโปรตีน M2 อาจส่งผลให้เชื้อมีคุณสมบัติที่ดื้อต่อยาต้านไวรัส Amantadine ในการศึกษาครั้งนี้พบว่าเชื้อไข้หวัดนกในประเทศไทยส่วนใหญ่ (ยกเว้นตัวอย่าง DLD-66 และ NP-172) มีคุณสมบัติที่ดื้อต่อยาต้านไวรัส Amantadine โดยเฉพาะบริเวณกรดอะมิโนที่ 26 และ 31 ซึ่งมีการเปลี่ยนแปลงของกรดอะมิโน Leu26Ile (Leucine (L) to Isoleucine (I) และ Ser31Asn (Serine (S) to Asparagine (N)) ผลการวิเคราะห์โปรตีน M2 สอดคล้องกับการศึกษาในต่างประเทศ โดยพบว่าเชื้อไข้หวัดนกในประเทศไทย เวียดนาม และมาเลเซียส่วนใหญ่ดื้อต่อยาต้านไวรัส Amantadine (31N) ส่วนเชื้อไวรัสในอินโดนีเซีย จีน และยุโรป มีกรดอะมิโนชนิด Serine (31S) แสดงถึงคุณสมบัติการไวต่อยาต้านไวรัส (Cheung et al., 2006) ผลการเปรียบเทียบยีน M2 ของเชื้อไข้หวัดนกในตำแหน่งกรดอะมิโนที่ 16, 28 และ 55 ซึ่งแสดงถึงกรดอะมิโนที่เป็นลักษณะของเชื้อไวรัสในสัตว์ปีกและคน พบว่าเชื้อไข้หวัดนกในประเทศไทยส่วนใหญ่มีทั้งกรดอะมิโนที่เป็นลักษณะของเชื้อไวรัสในสัตว์ปีก 16E และ 55L และลักษณะของเชื้อไวรัสในคน 28V

ยีน Non-structural (NS) สร้างโปรตีน 2 ชนิดเช่นกัน คือ NS1 และ NS2 โปรตีน NS พบได้ปริมาณมากในเซลล์โฮสต์ที่ติดเชื้อ และอาจเกี่ยวข้องกับการตอบสนองของ cytokine ในขบวนการติดเชื้อไวรัส (Seo et al., 2004) การศึกษาครั้งนี้ได้เฝ้าระวังการเปลี่ยนแปลงของ virulence determinants ที่สำคัญในโปรตีน NS1 คือ กรดอะมิโนที่ตำแหน่งที่ 92 และ c-terminal จากการศึกษาของ Seo และคณะ (2004) โดยวิธี reverse genetic พบว่าการเปลี่ยนแปลงของกรดอะมิโนที่ตำแหน่งที่ 92 ของโปรตีน NS1 จาก aspartic acid (D) เป็น glutamic acid (E) มีผลต่อความรุนแรงของการติดเชื้อในสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม (Seo et al., 2004) อย่างไรก็ตามเชื้อไข้หวัดนกในประเทศไทยทุกตัวอย่าง (ยกเว้น CU-23) มีกรดอะมิโนที่ตำแหน่ง 92 เป็น aspartic acid (D) จากการศึกษาของ Krug และคณะ (2006) พบว่า carboxy-terminal ของโปรตีน NS1 มี PDZ binding motif (ESEV or EPEV) ซึ่งเกี่ยวข้องกับความรุนแรงของการติดเชื้อไวรัสในสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม (Krug, 2006; Obenauer et al., 2006) การศึกษาครั้งนี้พบว่าเชื้อไข้หวัดนกในประเทศไทยส่วนใหญ่ (ยกเว้น CU-202, CU-203, CU-209) มีกรดอะมิโนที่ตำแหน่ง c-terminal เป็น PDZ binding motif (ESEV) นอกจากนี้เป็นที่น่าสังเกตว่าเชื้อไข้หวัดนกส่วนใหญ่ (ยกเว้น DLD-66) มี 5 amino acid deletion ของโปรตีน NS1

ยีนที่เกี่ยวข้องกับการสร้าง polymerase โปรตีนได้แก่ PB1, PB2 และ PA ซึ่งการศึกษาครั้งนี้ได้เฝ้าระวังการเปลี่ยนแปลงของ virulence determinants และกรดอะมิโนที่เป็นลักษณะของเชื้อไวรัสในสัตว์ปีกและคน virulence determinant ที่สำคัญของโปรตีน PB2 คือกรดอะมิโนที่ตำแหน่ง 627 ซึ่งโดยส่วนใหญ่พบว่าเชื้อไข้หวัดนกในคนและสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมมีกรดอะมิโน Lysine (K) ในขณะที่เชื้อไข้หวัดนกส่วนใหญ่ในสัตว์ปีกมีกรดอะมิโนชนิด glutamic acid (E) การมีกรดอะมิโน Lysine (K) ที่ตำแหน่งดังกล่าวอาจเกี่ยวข้องกับคุณสมบัติของเชื้อไวรัสในการติดเชื้อในภาวะแวดล้อมที่มีอุณหภูมิแตกต่างกัน (Massin et al., 2001; Shinya et al., 2004) ผลการศึกษาพบว่าเชื้อไวรัสส่วนใหญ่มีกรดอะมิโนในตำแหน่งที่ 355 (R) และ 627 (E) ซึ่งเป็นกรดอะมิโนชนิดที่พบส่วนใหญ่ในเชื้อไวรัสจากสัตว์ปีก ส่วนเชื้อไวรัสที่แยกได้จากสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมทั้งหมด (คน (NK-165) เสือ (CU-T3-8) แมว (KU-02) และ สุนัข (KU-08)) มีกรดอะมิโนตำแหน่งที่ 627 เป็น K (lysine) นอกจากนี้ในการศึกษาเชื้อไข้หวัดนกในยุโรปและแอฟริกาพบว่าเชื้อไวรัสกลุ่มดังกล่าวส่วนใหญ่มี PB2 627 เป็นกรด Lysine (K) ดังนั้นการเฝ้าระวังการก่อโรคในสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมของเชื้อไวรัสกลุ่มนี้จึงมีความสำคัญอย่างยิ่ง ส่วนการศึกษา virulence determinant ของ PB1 พบว่าเชื้อไข้หวัดนกมีคุณสมบัติของเชื้อไวรัสจากสัตว์ปีก

ผลการเปรียบเทียบเชื้อไข้หวัดนกในตำแหน่งกรดอะมิโนที่ 119, 661, 667 และ 702 ในโปรตีน PB2 และตำแหน่งกรดอะมิโนที่ 22, 31, 78 และ 84 ในโปรตีน PB1 และตำแหน่งกรดอะมิโนที่ 409 ในโปรตีน PA พบว่าเชื้อไข้หวัดนกในประเทศไทยส่วนใหญ่มีกรดอะมิโนที่เป็นลักษณะร่วมของเชื้อไวรัสในสัตว์ปีกและเชื้อไวรัสในคนร่วมกัน ในขณะที่การเปรียบเทียบยีน NP ในตำแหน่งกรดอะมิโนที่ 136 ของเชื้อไข้หวัดนกในประเทศไทยส่วนใหญ่มีกรดอะมิโน Leucine (L) ซึ่งเป็นลักษณะของเชื้อไวรัสในสัตว์ปีก

การวิจัยครั้งนี้ได้แสดงผลการสร้างฐานข้อมูลรหัสพันธุกรรมของเชื้อไข้หวัดนกในประเทศไทยที่ http://www.thai-ai-database.org โดยได้จัดทำฐานข้อมูลทั้งในรูปแบบของภาษาไทยและภาษาอังกฤษ ส่วนประกอบของฐานข้อมูลประกอบด้วย 1. ส่วนฐานข้อมูล ทั้งข้อมูลรหัสพันธุกรรมและข้อมูลการวิเคราะห์เปรียบเทียบรหัสพันธุกรรม 2. ส่วนแสดงผลซึ่งเผยแพร่ในรูปแบบของ web page โดยมีหัวข้อหลัก ประกอบด้วย สาระน่ารู้ ข่าว ตรวจสอบการกบายพันธุ์ ค้นหารหัสพันธุกรรม และสรุปผลการเฝ้าระวัง 3. ส่วนการค้นหาข้อมูล ซึ่งมี search engine ช่วยในการค้นหาข้อมูล ทั้งการค้นหาตรวจสอบการกลายพันธุ์ การค้นหารหัสพันธุกรรม และ การค้นหาข้อมูลสรุปผลการเฝ้าระวัง 4. ส่วนปรับปรุงข้อมูล ซึ่งผู้วิจัยสามารถเพิ่มเติมและปรับปรุงข้อมูลได้อย่างต่อเนื่อง

โดยสรุปผลการวิจัยครั้งนี้ทำให้ได้ฐานข้อมูลรหัสพันธุกรรมของเชื้อไข้หวัดนกในประเทศไทยซึ่งได้เผยแพร่ในรูปแบบเทคโนโลยีสารสนเทศที่ http://www.thai-ai-database.org โดยมีข้อมูลรหัสพันธุกรรมของเชื้อไข้หวัดนกสายพันธุ์ H5N1 ที่แยกได้ในประเทศไทยจากสัตว์ปีกและสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมหลายชนิดจำนวน 148 ตัวอย่าง และมีข้อมูลการวิเคราะห์เปรียบเทียบรหัสพันธุกรรมของแต่ยีนทั้ง 8 ยีนของเชื้อไข้หวัดนก จุดเด่นสำคัญของการวิจัยครั้งนี้ คือ การสร้างฐานข้อมูลและการเผยแพร่ข้อมูลรหัสพันธุกรรม และผลการเฝ้าระวังการเปลี่ยนแปลงหรือการกลายพันธุ์ในรูปแบบของการแสดงผล และการค้นหาข้อมูลผ่าน web page ซึ่งจะเป็นข้อมูลที่สำคัญในการศึกษาวิจัยโรคไข้หวัดนกต่อไป

ข้อสรุปและข้อเสนอแนะ

1. ผลการวิจัยครั้งนี้เป็นการสร้างฐานข้อมูลรหัสพันธุกรรมของเชื้อไข้หวัดนกที่แยกได้ในประเทศไทย และได้เผยแพร่ในรูปแบบเทคโนโลยีสารสนเทศที่ http://www.thai-ai-database.org
2. ข้อมูลรหัสพันธุกรรมของเชื้อไข้หวัดนกในฐานข้อมูลมีจำนวน 148 ตัวอย่าง โดยเป็นเชื้อไข้หวัดนกสายพันธุ์ H5N1 ที่แยกได้ในประเทศไทยจากสัตว์ปีกและสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมหลายชนิดในปี 2547-2549
3. ผลของการเปรียบเทียบรหัสพันธุกรรมและกรดอะมิโนของยีนทั้ง 8 ยีนของเชื้อไข้หวัดนกที่ได้จากการวิจัยครั้งนี้พบว่า
    - เชื้อไข้หวัดนกในประเทศไทยส่วนใหญ่มี connective peptide sequences เป็น multiple basic amino acid (RERRRKK) ซึ่งถือได้ว่าเชื้อไข้หวัดนกในประเทศไทยเป็น HPAI นอกจากนี้ยังพบกรดอะมิโนชนิด RERKRKK REKRRKK ในนกป่าและสัตว์ปีกบางชนิด โดยเฉพาะในเชื้อไข้หวัดนกที่แยกได้จากปี พ.ศ 2548 (REKRRKK) แสดงถึงการเปลี่ยนแปลงของเชื้อไวรัสอย่างค่อยเป็นค่อยไป โดยที่เชื้อยังมีความรุนแรงและทำให้เกิดโรคเช่นเดิม และพบว่าเชื้อไข้หวัดนกในประเทศไทย มีกรดอะมิโนชนิด 22Q และ 224G บริเวณ receptor binding site ซึ่งเหมาะกับการเกาะจับกับ receptor ชนิด SA-a-2,3 Gal ซึ่งเป็นตัวรับที่พบมากในสัตว์ปีก
    - ผลการเปรียบเทียบ NA stalk region ของโปรตีน NA พบว่าเชื้อไข้หวัดนกทุกตัวอย่างในประเทศไทยมีกรดอะมิโนจำนวน 20 ตัวลดลงใน NA stalk region ซึ่งเกี่ยวข้องกับวิวัฒนาการและการปรับตัวของเชื้อไวรัส และผลการศึกษาถึงการดื้อต่อยาต้านไวรัส Oseltamivir พบว่าเชื้อไข้หวัดนกทุกตัวอย่างไม่มีการเปลี่ยนแปลงของกรดอะมิโนที่มีผลต่อคุณสมบัติของเชื้อไวรัสในการดื้อต่อยาต้านไวรัส
    - เชื้อไข้หวัดนกในประเทศไทยส่วนใหญ่มีคุณสมบัติที่ดื้อต่อยาต้านไวรัส Amantadine โดยเฉพาะบริเวณกรดอะมิโนที่ 26I และ 31N
    - เชื้อไข้หวัดนกในประเทศไทยส่วนใหญ่มีกรดอะมิโนที่ตำแหน่ง c-terminal เป็น PDZ binding motif (ESEV) ซึ่งแสดงถึงความรุนแรงของเชื้อในสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม ในขณะที่กรดอะมิโนที่ตำแหน่งที่ 92 ของโปรตีน NS1 เป็น 92D ซึ่งไม่เปลี่ยนแปลงความรุนแรงของเชื้อไข้หวัดนกในสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม
    - ผลการเฝ้าระวังการเปลี่ยนแปลงของ virulence determinants ใน polymerase โปรตีนได้แก่ PB1, PB2 และ PA พบว่าเชื้อไข้หวัดนกจากสัตว์ปีกส่วนใหญ่มี

กรด อะมิโนชนิด 627E ของโปรตีน PB2 ในขณะที่เชื้อไข้หวัดนกในคนและสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมมีกรดอะมิโนชนิด Lysine (627K)

- ผลการเฝ้าระวังการเปลี่ยนแปลงของกรดอะมิโนในยีนต่างๆ พบว่าเชื้อไข้หวัดนกในประเทศไทยส่วนใหญ่มีกรดอะมิโนที่เป็นลักษณะร่วมของเชื้อไวรัสในสัตว์ปีกและเชื้อไวรัสในคน

4. การวิจัยครั้งนี้ได้แสดงผลการสร้างฐานข้อมูลรหัสพันธุกรรมและผลการวิเคราะห์รหัสพันธุกรรมของเชื้อไข้หวัดนกในประเทศไทยที่ http://www.thai-ai-database.org โดยได้จัดทำฐานข้อมูลทั้งในรูปแบบของภาษาไทยและภาษาอังกฤษ
5. การวิจัยครั้งนี้ได้สร้างส่วนปรับปรุงข้อมูลซึ่งผู้วิจัยสามารถเพิ่มเติมและปรับปรุงข้อมูลได้อย่างต่อเนื่องผ่าน http://www.thai-ai-database.org
6. ประโยชน์ที่ได้จากการวิจัยครั้งนี้ คือได้เผยแพร่ข้อมูลรหัสพันธุกรรมของเชื้อไข้หวัดนกในประเทศไทย และแสดงผลการเฝ้าระวังการเปลี่ยนแปลงและการกลายพันธุ์ของเชื้อไข้หวัดนกที่ได้จากการวิจัย ในรูปของเทคโนโลยีสารสนเทศที่ http://www.thai-ai-database.org ซึ่งจะเป็นแหล่งข้อมูลที่สำคัญต่อนักวิทยาศาสตร์และประชาชนทั่วไป

Output ที่ได้จากโครงการ

1. ฐานข้อมูลรหัสพันธุกรรมของเชื้อไข้หวัดนกที่แยกได้ในประเทศไทย ซึ่งได้เผยแพร่ในรูปแบบเทคโนโลยีสารสนเทศที่ http://www.thai-ai-database.org
2. ผลของการเปรียบเทียบรหัสพันธุกรรมและกรดอะมิโนของยีนทั้ง 8 ยีนของเชื้อไข้หวัดนก ซึ่งสามารถจะนำไปใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงระบาดวิทยา เชิงวิวัฒนาการ และเขียนบทความทางวิชาการเพื่อตีพิมพ์เผยแพร่ต่อไป
3. ข้อมูลข่าวสารในรูปแบบเทคโนโลยีสารสนเทศที่ http://www.thai-ai-database.org ซึ่งจะเป็นแหล่งข้อมูลที่สำคัญต่อนักวิทยาศาสตร์และประชาชนทั่วไป

เอกสารอ้างอิง

Amonsin, A., Chutinimitkul, S., Pariyothorn, N., Songserm, T., Damrongwantanapokin, S., Puranaveja, S., Jam-On, R., Sae-Heng, N., Payungporn, S., Theamboonlers, A., Chaisingh, A., Tantilertcharoen, R., Suradhat, S., Thanawongnuwech, R., Poovorawan, Y., 2006a, Genetic characterization of influenza A viruses (H5N1) isolated from 3rd wave of Thailand AI outbreaks. Virus Res.

Amonsin, A., Payungporn, S., Theamboonlers, A., Thanawongnuwech, R., Suradhat, S., Pariyothorn, N., Tantilertcharoen, R., Damrongwantanapokin, S., Buranathai, C., Chaisingh, A., Songserm, T., Poovorawan, Y., 2006b, Genetic characterization of H5N1 influenza A viruses isolated from zoo tigers in Thailand. Virology 344, 480-491.

Areechokchai, D., Jiraphongsa, C., Laosiritaworn, Y., Hanshaoworakul, W., O'Reilly, M., 2006, Investigation of avian influenza (H5N1) outbreak in humans--Thailand, 2004. MMWR Morb Mortal Wkly Rep 55 Suppl 1, 3-6.

Capua, I., Brown, I., Johnson, M., Senne, D., Swayne, D., 2006, Veterinary virologists share avian flu data. Science 312, 1597.

Cheung, C.L., Rayner, J.M., Smith, G.J., Wang, P., Naipospos, T.S., Zhang, J., Yuen, K.Y., Webster, R.G., Peiris, J.S., Guan, Y., Chen, H., 2006, Distribution of amantadine-resistant H5N1 avian influenza variants in Asia. J Infect Dis 193, 1626-1629.

Chotpitayasunondh, T., Ungchusak, K., Hanshaoworakul, W., Chunsuthiwat, S., Sawanpanyalert, P., Kijphati, R., Lochindarat, S., Srisan, P., Suwan, P., Osotthanakorn, Y., Anantasetagoon, T., Kanjanawasri, S., Tanupattarachai, S., Weerakul, J., Chaiwirattana, R., Maneerattanaporn, M., Poolsavathitikool, R., Chokephaibulkit, K., Apisarnthanarak, A., Dowell, S.F., 2005, Human disease from influenza A (H5N1), Thailand, 2004. Emerg Infect Dis 11, 201-209.

Claas, E.C., Osterhaus, A.D., van Beek, R., De Jong, J.C., Rimmelzwaan, G.F., Senne, D.A., Krauss, S., Shortridge, K.F., Webster, R.G., 1998, Human influenza A H5N1 virus related to a highly pathogenic avian influenza virus. Lancet 351, 472-477.

Connor, R.J., Kawaoka, Y., Webster, R.G., Paulson, J.C., 1994, Receptor specificity in human, avian, and equine H2 and H3 influenza virus isolates. Virology 205, 17-23.

de Jong, M.D., Hien, T.T., 2006, Avian influenza A (H5N1). J Clin Virol 35, 2-13.

Gubareva, L.V., Kaiser, L., Hayden, F.G., 2000, Influenza virus neuraminidase inhibitors. Lancet 355, 827-835.

Keawcharoen, J., Oraveerakul, K., Kuiken, T., Fouchier, R.A., Amonsin, A., Payungporn, S., Noppornpanth, S., Wattanodorn, S., Theambooniers, A., Tantilertcharoen, R., Pattanarangsan,

R., Arya, N., Ratanakorn, P., Osterhaus, D.M., Poovorawan, Y., 2004, Avian influenza H5N1 in tigers and leopards. Emerg Infect Dis 10, 2189-2191.

Kiso, M., Mitamura, K., Sakai-Tagawa, Y., Shiraishi, K., Kawakami, C., Kimura, K., Hayden, F.G., Sugaya, N., Kawaoka, Y., 2004, Resistant influenza A viruses in children treated with oseltamivir: descriptive study. Lancet 364, 759-765.

Krug, R.M., 2006, Virology. Clues to the virulence of H5N1 viruses in humans. Science 311, 1562-1563.

Li, K.S., Guan, Y., Wang, J., Smith, G.J., Xu, K.M., Duan, L., Rahardjo, A.P., Puthavathana, P., Buranathai, C., Nguyen, T.D., Estoepangestie, A.T., Chaisingh, A., Auewarakul, P., Long, H.T., Hanh, N.T., Webby, R.J., Poon, L.L., Chen, H., Shortridge, K.F., Yuen, K.Y., Webster, R.G., Peiris, J.S., 2004, Genesis of a highly pathogenic and potentially pandemic H5N1 influenza virus in eastern Asia. Nature 430, 209-213.

Massin, P., van der Werf, S., Naffakh, N., 2001, Residue 627 of PB2 is a determinant of cold sensitivity in RNA replication of avian influenza viruses. J Virol 75, 5398-5404.

Matrosovich, M., Zhou, N., Kawaoka, Y., Webster, R., 1999, The surface glycoproteins of H5 influenza viruses isolated from humans, chickens, and wild aquatic birds have distinguishable properties. J Virol 73, 1146-1155.

Obenauer, J.C., Denson, J., Mehta, P.K., Su, X., Mukatira, S., Finkelstein, D.B., Xu, X., Wang, J., Ma, J., Fan, Y., Rakestraw, K.M., Webster, R.G., Hoffmann, E., Krauss, S., Zheng, J., Zhang, Z., Naeve, C.W., 2006, Large-scale sequence analysis of avian influenza isolates. Science 311, 1576-1580.

Pinto, L.H., Holsinger, L.J., Lamb, R.A., 1992, Influenza virus M2 protein has ion channel activity. Cell 69, 517-528.

Ruigrok, R.W.H., 1998, Structure of influenza A, B and C viruses, In: Nicholson, K.G., Webster, R.G., Hay, A.J. (Eds.) Textbook of Influenza. Blackwell Science, pp. 29-42.

Russell, C.J., Webster, R.G., 2005, The genesis of a pandemic influenza virus. Cell 123, 368-371.

Salzberg, S., Ghedin, E., Spiro, D., 2006, Shared data are key to beating threat from flu. Nature 440, 605.

Salzberg, S.L., Kingsford, C., Cattoli, G., Spiro, D.J., Janies, D.A., Mehrez Aly, M., Brown, I.H., Couacy-Hymann, E., De Mia, G.M., Dung, D.H., Guercio, A., Joannis, T., Maken Ali, A.S., Osmani, A., Padalino, I., Saad, M.D., Savi , V., Sengamalay, N.A., Yingst, S., Zaborsky, J., Zorman-Rojs, O., Ghedin, E., Capua, I., 2007, Genome Analysis Linking Recent European and African Infl uenza (H5N1) Viruses. Emerging Infectious Diseases 13, 713-718.

Seo, S.H., Hoffmann, E., Webster, R.G., 2004, The NS1 gene of H5N1 influenza viruses circumvents the host anti-viral cytokine responses. Virus Res 103, 107-113.

Shinya, K., Ebina, M., Yamada, S., Ono, M., Kasai, N., Kawaoka, Y., 2006, Avian flu: influenza virus receptors in the human airway. Nature 440, 435-436.

Shinya, K., Hamm, S., Hatta, M., Ito, H., Ito, T., Kawaoka, Y., 2004, PB2 amino acid at position 627 affects replicative efficiency, but not cell tropism, of Hong Kong H5N1 influenza A viruses in mice. Virology 320, 258-266.

Shortridge, K.F., Zhou, N.N., Guan, Y., Gao, P., Ito, T., Kawaoka, Y., Kodihalli, S., Krauss, S., Markwell, D., Murti, K.G., Norwood, M., Senne, D., Sims, L., Takada, A., Webster, R.G., 1998, Characterization of avian H5N1 influenza viruses from poultry in Hong Kong. Virology 252, 331-342.

Smith, G.J., Naipospos, T.S., Nguyen, T.D., de Jong, M.D., Vijaykrishna, D., Usman, T.B., Hassan, S.S., Nguyen, T.V., Dao, T.V., Bui, N.A., Leung, Y.H., Cheung, C.L., Rayner, J.M., Zhang, J.X., Zhang, L.J., Poon, L.L., Li, K.S., Nguyen, V.C., Hien, T.T., Farrar, J., Webster, R.G., Chen, H., Peiris, J.S., Guan, Y., 2006, Evolution and adaptation of H5N1 influenza virus in avian and human hosts in Indonesia and Vietnam. Virology 350, 258-268.

Songserm, T., Amonsin, A., Jam-on, R., Sae-Heng, N., Pariyothorn, N., Payungporn, S., Theamboonlers, A., Chutinimitkul, S., Thanawongnuwech, R., Poovorawan, Y., 2006, Fatal avian influenza A H5N1 in a dog. Emerg Infect Dis 12, 1744-1747.

Songsermn, T., Amonsin, A., Jam-on, R., Sae-Heng, N., Meemak, N., Pariyothorn, N., Payungporn, S., Theamboonlers, A., Poovorawan, Y., 2006, Avian influenza H5N1 in naturally infected domestic cat. Emerg Infect Dis 12, 681-683.

Taubenberger, J.K., Morens, D.M., 2006, 1918 Influenza: the mother of all pandemics. Emerg Infect Dis 12, 15-22.

Thanawongnuwech, R., Amonsin, A., Tantilertcharoen, R., Damrongwatanapokin, S., Theamboonlers, A., Payungporn, S., Nanthapornphiphat, K., Ratanamungklanon, S., Tunak, E., Songserm, T., Vivatthanavanich, V., Lekdumrongsak, T., Kesdangsakonwut, S., Tunhikorn, S., Poovorawan, Y., 2005, Probable tiger-to-tiger transmission of avian influenza H5N1. Emerg Infect Dis 11, 699-701.

Ungchusak, K., Auewarakul, P., Dowell, S.F., Kitphati, R., Auwanit, W., Puthavathana, P., Uiprasertkul, M., Boonnak, K., Pittayawonganon, C., Cox, N.J., Zaki, S.R., Thawatsupha, P., Chittaganpitch, M., Khontong, R., Simmerman, J.M., Chunsutthiwat, S., 2005, Probable person-to-person transmission of avian influenza A (H5N1). N Engl J Med 352, 333-340.

Viseshakul, N., Thanawongnuwech, R., Amonsin, A., Suradhat, S., Payungporn, S., Keawchareon, J., Oraveerakul, K., Wongyanin, P., Plitkul, S., Theamboonlers, A., Poovorawan, Y., 2004, The genome sequence analysis of H5N1 avian influenza A virus isolated from the outbreak among poultry populations in Thailand. Virology 328, 169-176.

von Itzstein, M., Dyason, J.C., Oliver, S.W., White, H.F., Wu, W.Y., Kok, G.B., Pegg, M.S., 1996, A study of the active site of influenza virus sialidase: an approach to the rational design of novel anti-influenza drugs. J Med Chem 39, 388-391.

Webster, R.G., Bean, W.J., Gorman, O.T., Chambers, T.M., Kawaoka, Y., 1992, Evolution and ecology of influenza A viruses. Microbiol Rev 56, 152-179.

Webster, R.G., Govorkova, E.A., 2006, H5N1 influenza--continuing evolution and spread. N Engl J Med 355, 2174-2177.

Webster, R.G., Laver, W.G., 1980, Determination of the number of nonoverlapping antigenic areas on Hong Kong (H3N2) influenza virus hemagglutinin with monoclonal antibodies and the selection of variants with potential epidemiological significance. Virology 104, 139-148.

Webster, R.G., Shortridge, K.F., Kawaoka, Y., 1997, Influenza: interspecies transmission and emergence of new pandemics. FEMS Immunol Med Microbiol 18, 275-279.

WHO 2007. Cumulative Number of Confirmed Human Cases of Avian Influenza A/(H5N1) Reported to WHO.

Witayathawornwong, P., 2006, Avian influenza A (H5N1) infection in a child. Southeast Asian J Trop Med Public Health 37, 684-689.

Wright, P.F., Webster, R.G., 2001, Fields Virology, 4th Edition. Lippincott Williams & Wilkins.

Xu, X., Subbarao, Cox, N.J., Guo, Y., 1999, Genetic characterization of the pathogenic influenza A/Goose/Guangdong/1/96 (H5N1) virus: similarity of its hemagglutinin gene to those of H5N1 viruses from the 1997 outbreaks in Hong Kong. Virology 261, 15-19.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

รายละเอียดผลการรวบรวมรหัสพันธุกรรมในแต่ละยีนของเชื้อไวรัสไข้หวัดนก

ตัวอย่าง	ชื่อตัวอย่าง	ปี	พิกัด	หมายเลขของลำดับเบสในฐานข้อมูล							
				HA	NA	M	NS	PB2	PB1	PA	NP
CU-01	A/Chicken/Suphan Buri/CU-1/04	2547	100.129459	DQ083550	DQ083586	DQ083660	DQ083622	CU01PB2	CU01PB1	CU01PA	CU01NP
CU-02	A/Duck/Chon Buri/CU-2/04	2547	100.9872	AY779048	AY779049	DQ083696	DQ083658				
CU-03	A/Chicken/Bangkok/CU-3/04	2547	100.521005	DQ083551	DQ083587	DQ083661	DQ083623				
CU-04	A/Crow/Bangkok/CU-4/04	2547	100.521005	DQ083552	DQ083588	DQ083662	DQ083624	CU04PB2	CU04PB1	CU04PA	CU04NP
CU-05	A/Duck/Chon Buri/CU-5/04	2547	100.9872	DQ083553	DQ083589	DQ083663	DQ083625				
CU-06	A/Chicken/Bangkok/CU-6/04	2547	100.521005	DQ083554	DQ083590	DQ083664	DQ083626				
CU-07	A/Chicken/Chon Buri/CU-7/04	2547	100.9872	DQ083555	DQ083591	DQ083665	DQ083627				
CU-08	A/Chicken/Prachin Buri/CU-8/04	2547	101.377870	DQ083556	DQ083592	DQ083666	DQ083628				
CU-09	A/Chicken/Suphan Buri/CU-9/04	2547	100.129404	DQ083557	DQ083593	DQ083667	DQ083629				
CU-10	A/Chicken/Chachoengsao/CU-10/04	2547	101.075800	DQ083558	DQ083594	DQ083668	DQ083630	CU10PB2	CU10PB1	CU10PA	CU10NP
CU-11	A/Chicken/Chachoengsao/CU-11/04	2547	101.075800	DQ083559	DQ083595	DQ083669	DQ083631	CU11PB2	CU11PB1	CU11PA	CU11NP
CU-12	A/Chicken/Nakhon Sawan/CU-12/04	2547	99.177207	DQ083560	DQ083596	DQ083670	DQ083632				
CU-13	A/Chicken/Nakhon Sawan/CU-13/04	2547	99.177207	DQ083561	DQ083597	DQ083671	DQ083633				
CU-14	A/Chicken/Nakhon Pathom/CU-14/04	2547	100.064014	DQ083562	DQ083598	DQ083672	DQ083634				
CU-15	A/Crow/Bangkok/CU-15/04	2547	100.521005	DQ083563	DQ083599	DQ083673	DQ083635	CU15PB2	CU15PB1	CU15PA	CU15NP
CU-16	A/White Peafowl/Bangkok/CU-16/04	2547	100.521005	DQ083564	DQ083600	DQ083674	DQ083636	CU16PB2	CU16PB1	CU16PA	CU16NP
CU-17	A/Chicken/Saraburi/CU-17/04	2547	100.913528	DQ083565	DQ083601	DQ083675	DQ083637	CU17PB2	CU17PB1	CU17PA	CU17NP
CU-18	A/Kalji Pheasant/Bangkok/CU-18/04	2547	100.521005	DQ083566	DQ083602	DQ083676	DQ083638	CU18PB2	CU18PB1	CU18PA	CU18NP
CU-19	A/Ostrich/Samut Prakan/CU-19/04	2547	100.603901	DQ083567	DQ083603	DQ083677	DQ083639	CU19PB2	CU19PB1	CU19PA	CU19NP
CU-20	A/Chicken/Bangkok/CU-20/04	2547	100.521005	DQ083568	DQ083604	DQ083678	DQ083640				
CU-21	A/Chicken/Bangkok/CU-21/04	2547	100.521005	AY779050	AY779051	DQ083697	DQ083659				
CU-23	A/Chicken/Ayutthaya/CU-23/04	2547	100.561212	AY770991	AY770992	AY770998	AY770997	AY770993	AY770994	AY770995	AY770996
CU-24	A/Chicken/Ayutthaya/CU-24/04	2547	100.561212	DQ083569	DQ083605	DQ083679	DQ083641				
CU-25	A/Crow/Bangkok/CU-25/04	2547	100.521005	DQ083570	DQ083606	DQ083680	DQ083642	CU25PB2	CU25PB1	CU25PA	CU25NP
CU-26	A/Roller/Bangkok/CU-26/04	2547	100.521005	DQ083571	DQ083607	DQ083681	DQ083643	CU26PB2	CU26PB1	CU26PA	CU26NP
CU-27	A/Chicken/Saraburi/CU-27/04	2547	100.913528	DQ083572	DQ083608	DQ083682	DQ083644	CU27PB2	CU27PB1	CU27PA	CU27NP
CU-29	A/White Peafowl/Bangkok/CU-29/04	2547	100.521005	DQ083573	DQ083609	DQ083683	DQ083645	CU29PB2	CU29PB1	CU29PA	CU29NP
CU-31	A/Ostrich/Samut Prakan/CU-31/04	2547	100.603901	DQ083574	DQ083610	DQ083684	DQ083646	CU31PB2	CU31PB1	CU31PA	CU31NP
CU-35	A/Crow/Bangkok/CU-35/04	2547	100.521005	DQ083575	DQ083611	DQ083685	DQ083647				
CU-38	A/Chicken/Lop Buri/CU-38/04	2547	100.653898	DQ083576	DQ083612	DQ083686	DQ083648	CU38PB2	CU38PB1	CU38PA	CU38NP
CU-39	A/Chicken/Nakhon Sawan/CU-39/04	2547	100.133819	DQ083577	DQ083613	DQ083687	DQ083649				
CU-68	A/Chicken/Ratchaburi/CU-68/04	2547	99.819998	DQ083578	DQ083614	DQ083688	DQ083650				
CU-66 (T3)	A/Tiger/Chon Buri/CU-T3/04	2547	100.987200	AY842935	AY842936	AY972547	AY907673	AY907672	AY972550	AY972549	AY972548
CU-71	A/Duck/Nakhon Pathom/CU-71/04	2547	102.509063	DQ083579	DQ083615	DQ083689	DQ083651				
CU-73	A/Chicken/Chon Buri/CU-73/04	2547	100.9872	DQ083580	DQ083616	DQ083690	DQ083652				
CU-74	A/Duck/Saraburi/CU-74/04	2547	100.913528	DQ083581	DQ083617	DQ083691	DQ083653				

ตัวอย่าง	ชื่อตัวอย่าง	ปี	พิกัด	หมายเลขของลำดับเบสในฐานข้อมูล							
				HA	NA	M	NS	PB2	PB1	PA	NP
CU-104	A/Chicken/Prachin Buri/CU-104/04	2547	101.377870	DQ083582	DQ083618	DQ083692	DQ083654				
CU-202	A/Pigeon/Samut Prakan/CU-202/04	2547	100.603901	DQ083583	DQ083619	DQ083693	DQ083655				
CU-203	A/Sparrow/Phang-Nga/CU-203/04	2547	98.533858	DQ083584	DQ083620	DQ083694	DQ083656				
CU-209	A/Mynas/Ranong/CU-209/04	2547	98.638199	DQ083585	DQ083621	DQ083695	DQ083657				
CK-160	A/Chicken/Kanchanaburi/CK-160/05	2548	99.529998	DQ334760	DQ334762	DQ334763	DQ334764	DQ334757	DQ334758	DQ334759	DQ334761
CK-162	A/Chicken/Nonthaburi/CK-162/05	2548	100.524101	DQ334776	DQ334778	DQ334779	DQ334780	DQ334773	DQ334774	DQ334775	DQ334777
QA-161	A/Quail/Nakhon Pathom/QA-161/05	2548	100.064014	DQ334768	DQ334770	DQ334771	DQ334772	DQ334765	DQ334766	DQ334767	DQ334769
DLD22	A/Duck/Unknown/DLD-22/04	2547		DLD22HA	DLD22NA	DLD22M	DLD22NS	DLD22PB2			
DLD23	A/Chicken/Unknown/DLD23/04	2547		DLD23HA	DLD23NA	DLD23M	DLD23NS	DLD23PB2			
DLD24	A/Chicken/Unknown/DLD24/04	2547		DLD24HA	DLD24NA	DLD24M	DLD24NS	DLD24PB2			
DLD25	A/Chicken/Unknown/DLD25/04	2547		DLD25HA	DLD25NA	DLD25M	DLD25NS	DLD25PB2			
DLD26	A/Chicken/Unknown/DLD26/04	2547		DLD26HA	DLD26NA	DLD26M	DLD26NS	DLD26PB2			
DLD27	A/Chicken/Unknown/DLD27/04	2547		DLD27HA	DLD27NA	DLD27M	DLD27NS	DLD27PB2			
DLD28	A/Chicken/Unknown/DLD28/04	2547		DLD28HA	DLD28NA	DLD28M	DLD28NS	DLD28PB2			
DLD29	A/Chicken/Unknown/DLD29/04	2547		DLD29HA	DLD29NA	DLD29M	DLD29NS	DLD29PB2			
DLD30	A/Chicken/Unknown/DLD30/04	2547		DLD30HA	DLD30NA	DLD30M	DLD30NS	DLD30PB2			
DLD31	A/Chicken/Unknown/DLD31/04	2547		DLD31HA	DLD31NA	DLD31M	DLD31NS	DLD31PB2			
DLD32	A/Goose/Unknown/DLD32/04	2547		DLD32HA	DLD32NA	DLD32M	DLD32NS	DLD32PB2			
DLD33	A/Chicken/Unknown/DLD33/04	2547		DLD33HA	DLD33NA	DLD33M	DLD33NS	DLD33PB2			
DLD34	A/Quail/Unknown/DLD34/04	2547		DLD34HA	DLD34NA	DLD34M	DLD34NS	DLD34PB2			
DLD35	A/Chicken/Unknown/DLD35/04	2547		DLD35HA	DLD35NA	DLD35M	DLD35NS	DLD35PB2			
DLD36	A/Chicken/Unknown/DLD36/04	2547		DLD36HA	DLD36NA	DLD36M	DLD36NS	DLD36PB2			
DLD37	A/Chicken/Unknown/DLD37/04	2547		DLD37HA	DLD37NA	DLD37M	DLD37NS	DLD37PB2			
DLD38	A/Chicken/Unknown/DLD38/04	2547		DLD38HA	DLD38NA	DLD38M	DLD38NS	DLD38PB2			
DLD39	A/Chicken/Unknown/DLD39/04	2547		DLD39HA	DLD39NA	DLD39M	DLD39NS	DLD39PB2			
DLD40	A/Chicken/Unknown/DLD40/04	2547		DLD40HA	DLD40NA	DLD40M	DLD40NS	DLD40PB2			
DLD41	A/Chicken/Unknown/DLD41/04	2547		DLD41HA	DLD41NA	DLD41M	DLD41NS	DLD41PB2			
DLD42	A/Chicken/Unknown/DLD42/04	2547		DLD42HA	DLD42NA	DLD42M	DLD42NS	DLD42PB2			
CU-K2	A/Chicken/Nakhon Pathom/CU-K2/04	2547	100.064014	AY560568	AY590567	AY590578	AY590580	AY590581	AY590582	AY551934	AY590579
DLD43	A/Chicken/Unknown/DLD43/04	2547		DLD43HA	DLD43NA	DLD43M	DLD43NS	DLD43PB2			
DLD44	A/Chicken/Unknown/DLD44/04	2547		DLD44HA	DLD44NA	DLD44M	DLD44NS	DLD44PB2			
DLD45	A/Chicken/Unknown/DLD45/04	2547		DLD45HA	DLD45NA	DLD45M	DLD45NS	DLD45PB2			
DLD46	A/Chicken/Unknown/DLD46/04	2547		DLD46HA	DLD46NA	DLD46M	DLD46NS	DLD46PB2			
DLD47	A/Chicken/Unknown/DLD47/04	2547		DLD47HA	DLD47NA	DLD47M	DLD47NS	DLD47PB2			
DLD48	A/Chicken/Unknown/DLD48/04	2547		DLD48HA	DLD48NA	DLD48M	DLD48NS	DLD48PB2			
DLD49	A/Chicken/Unknown/DLD49/04	2547		DLD49HA	DLD49NA	DLD49M	DLD49NS	DLD49PB2			
DLD50	A/Duck/Chon Buri/DLD50/04	2547	100.987200	DLD50HA	DLD50NA	DLD50M	DLD50NS	DLD50PB2			
DLD51	A/Duck/Chachoengsao/DLD51/04	2547	101.075800	DLD51HA	DLD51NA	DLD51M	DLD51NS	DLD51PB2			
DLD52	A/Duck/Chon Buri/DLD52/04	2547	100.987200	DLD52HA	DLD52NA	DLD52M	DLD52NS	DLD52PB2			
DLD53	A/Unknown/Unknown/DLD53/04	2547		DLD53HA	DLD53NA	DLD53M	DLD53NS	DLD53PB2			
DLD54	A/Duck/Prachin Buri/DLD54/04	2547	101.377870	DLD54HA	DLD54NA	DLD54M	DLD54NS	DLD54PB2			

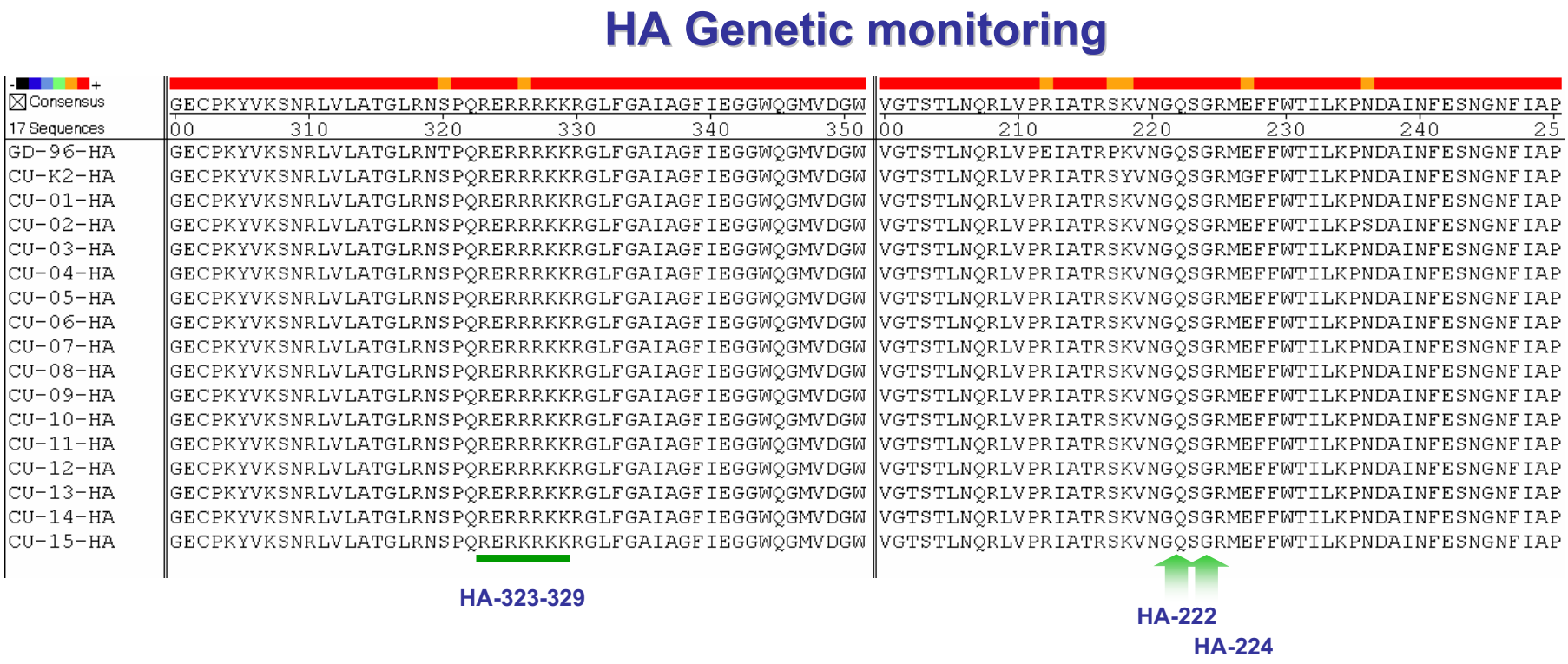
ตัวอย่าง	ชื่อตัวอย่าง	ปี	พิกัด	หมายเลขของลำดับเบสในฐานข้อมูล							
				HA	NA	M	NS	PB2	PB1	PA	NP
DLD55	A/Duck/Chon Buri/DLD55/04	2547	100.987200	DLD55HA	DLD55NA	DLD55M	DLD55NS	DLD55PB2			
DLD56	A/Duck/Prachin Buri/DLD56/04	2547	101.377870	DLD56HA	DLD56NA	DLD56M	DLD56NS	DLD56PB2			
DLD57	A/Duck/Nakhon Nayok/DLD57/04	2547		DLD57HA	DLD57NA	DLD57M	DLD57NS	DLD57PB2			
DLD58	A/Duck/Nakhon Sawan/DLD58/04	2547	99.177207	DLD58HA	DLD58NA	DLD58M	DLD58NS	DLD58PB2			
DLD59	A/Unknown/Unknown/DLD59/04	2547		DLD59HA	DLD59NA	DLD59M	DLD59NS	DLD59PB2			
DLD60	A/Unknown/Unknown/DLD60/04	2547		DLD60HA	DLD60NA	DLD60M	DLD60NS	DLD60PB2			
DLD61	A/Duck/Pathum Thani/DLD61/04	2547		DLD61HA	DLD61NA	DLD61M	DLD61NS	DLD61PB2			
DLD62	A/Duck/Chon Buri/DLD62/04	2547	100.987200	DLD62HA	DLD62NA	DLD62M	DLD62NS	DLD62PB2			
DLD63	A/Duck/Prachin Buri/DLD63/04	2547	101.377870	DLD63HA	DLD63NA	DLD63M	DLD63NS	DLD63PB2			
DLD64	A/Unknown/Unknown/DLD64/04	2547		DLD64HA	DLD64NA	DLD64M	DLD64NS	DLD64PB2			
DLD65	A/Duck/Chon Buri/DLD65/04	2547	100.987200	DLD65HA	DLD65NA	DLD65M	DLD65NS	DLD65PB2			
DLD66	A/Unknown/Unknown/DLD66/04	2547		DLD66HA	DLD66NA	DLD66M	DLD66NS	DLD66PB2			
DLD67	A/Unknown/Unknown/DLD67/04	2547		DLD67HA	DLD67NA	DLD67M	DLD67NS	DLD67PB2			
DLD68	A/Unknown/Unknown/DLD68/04	2547		DLD68HA	DLD68NA	DLD68M	DLD68NS	DLD68PB2			
DLD69	A/Unknown/Unknown/DLD69/04	2547		DLD69HA	DLD69NA	DLD69M	DLD69NS	DLD69PB2			
DLD70	A/Unknown/Unknown/DLD70/04	2547		DLD70HA	DLD70NA	DLD70M	DLD70NS	DLD70PB2			
DLD71	A/Unknown/Unknown/DLD71/04	2547		DLD71HA	DLD71NA	DLD71M	DLD71NS	DLD71PB2			
DLD72	A/Unknown/Unknown/DLD71/04	2547		DLD72HA	DLD72NA	DLD72M	DLD72NS	DLD72PB2			
DLD73	A/Unknown/Unknown/DLD73/04	2547		DLD73HA	DLD73NA	DLD73M	DLD73NS	DLD73PB2			
DLD74	A/Unknown/Unknown/DLD74/04	2547		DLD74HA	DLD74NA	DLD74M	DLD74NS	DLD74PB2			
DLD75	A/Unknown/Unknown/DLD75/04	2547		DLD75HA	DLD75NA	DLD75M	DLD75NS	DLD75PB2			
DLD76	A/Unknown/Unknown/DLD76/04	2547		DLD76HA	DLD76NA	DLD76M	DLD76NS	DLD76PB2			
DLD77	A/Unknown/Unknown/DLD77/04	2547		DLD77HA	DLD77NA	DLD77M	DLD77NS	DLD77PB2			
DLD78	A/Unknown/Unknown/DLD78/04	2547		DLD78HA	DLD78NA	DLD78M	DLD78NS	DLD78PB2			
DLD79	A/Unknown/Unknown/DLD79/04	2547		DLD79HA	DLD79NA	DLD79M	DLD79NS	DLD79PB2			
CU-T7	A/Tiger/Chon Buri/CU-T7/04	2547	100.987200	AY866475	AY866476	AY972551	AY907674	AY907671	AY972554	AY972553	AY972552
CU-T4	A/Tiger/Chon Buri/CU-T4/04	2547	100.987200	AY972539	AY972543			DQ017251			
CU-T5	A/Tiger/Chon Buri/CU-T5/04	2547	100.987200	AY972540	AY972544			DQ017252			
CU-T6	A/Tiger/Chon Buri/CU-T6/04	2547	100.987200	AY972541	AY972545			DQ017253			
CU-T8	A/Tiger/Chon Buri/CU-T8/04	2547	100.987200	AY972542	AY972546			DQ017254			
CU-268	A/Chicken/Chon Buri/CU-268/06	2549	100.987200	CU268HA	CU268NA	CU268M	CU268NS	CU268PB2			CU268NP
CU-269	A/Chicken/Bangkok/CU-269/06	2549	100.521005	CU269HA	CU269NA	CU269M	CU269NS	CU269PB2			CU269NP
CU-270	A/Chicken/Phetchaburi/CU-270/06	2549	99.950504	CU270HA	CU270NA	CU270M	CU270NS	CU270PB2			CU270NP
CU-271	A/Chicken/Chon Buri/CU-271/06	2549	100.987200	CU271HA	CU271NA	CU271M	CU271NS	CU271PB2			CU271NP
CU-273	A/Chicken/Nakhonratchasima/CU-273/06	2549	102.102131	CU273HA	CU273NA	CU273M	CU273NS	CU273PB2			CU273NP
CU-274	A/Chicken/Phetchabun/CU-274/06	2549	101.159489	CU274HA	CU274NA	CU274M	CU274NS	CU274PB2			CU274NP
CU-275	A/Chicken/Phetchabun/CU-275/06	2549	101.159489	CU275HA	CU275NA	CU275M	CU275NS	CU275PB2			CU275NP
CU-276	A/Chicken/Chon Buri/CU-276/06	2549	100.987200	CU276HA	CU276NA	CU276M	CU276NS	CU276PB2			CU276NP
CU-279	A/Chicken/Chon Buri/CU-279/06	2549	100.987200	CU279HA	CU279NA	CU279M	CU279NS	CU279PB2			CU279NP
CU-280	A/Chicken/Chon Buri/CU-280/06	2549	100.987200	CU280HA	CU280NA	CU280M	CU280NS	CU280PB2			CU289NP
CU-283	A/Chicken/Chon Buri/CU-283/06	2549	100.987200	CU283HA	CU283NA	CU283M	CU283NS	CU283PB2			CU283NP

ตัวอย่าง	ชื่อตัวอย่าง	ปี	พิกัด	หมายเลขของลำดับเบสในฐานข้อมูล							
				HA	NA	M	NS	PB2	PB1	PA	NP
CU-284	A/Chicken/Nakhonratchasima/CU-284/06	2549	102.102131	CU284HA	CU284NA	CU284M	CU284NS	CU284PB2			CU284NP
CU-285	A/Chicken/Chon Buri/CU-285/06	2549	100.987200	CU285HA	CU285NA	CU285M	CU285NS	CU285PB2			CU285NP
CU-286	A/Chicken/Chon Buri/CU-286/06	2549	100.987200	CU286HA	CU286NA	CU286M	CU286NS	CU286PB2			CU286NP
CU-287	A/Chicken/Chon Buri/CU-287/06	2549	100.987200	CU287HA	CU287NA	CU287M	CU287NS	CU287PB2			CU287NP
CU-289	A/Chicken/Unknown/CU-289/06	2549		CU289HA	CU289NA	CU289M	CU289NS	CU289PB2			CU289NP
CU-290	A/Chicken/Unknown/CU-290/06	2549		CU290HA	CU290NA						
CU-291	A/Chicken/Unknown/CU-291/06	2549		CU291HA	CU291NA	CU291M	CU291NS	CU291PB2			CU291NP
CU-294	A/Chicken/Unknown/CU-294/06	2549		CU294HA	CU294NA						
CU-297	A/Chicken/Unknown/CU-297/06	2549		CU297HA	CU297NA	CU297M	CU297NS	CU297PB2			CU297NP
CU-298	A/Chicken/Unknown/CU-298/06	2549		CU298HA	CU298NA	CU298M	CU298NS	CU298PB2			CU298NP
CU-299	A/Chicken/Unknown/CU-299/06	2549		CU299HA	CU299NA	CU299M	CU299NS	CU299PB2			CU299NP
CU-300	A/Chicken/Unknown/CU-300/06	2549		CU300HA	CU300NA	CU300M	CU300NS	CU300PB2			CU300NP
CU-301	A/Chicken/Unknown/CU-301/06	2549		CU301HA	CU301NA						
CU-304	A/Chicken/Prachin Buri/CU-304/06	2549	101.377870	CU304HA	CU304NA	CU304M	CU304NS	CU304PB2			CU304NP
CU-305	A/Chicken/Prachin Buri/CU-305/06	2549	101.377870	CU305HA	CU305NA						
CU-306	A/Chicken/Unknown/CU-306/06	2549		CU306HA	CU306NA						
CU-307	A/Chicken/Unknown/CU-307/06	2549		CU307HA		CU307M	CU307NS	CU307PB2			CU307NP
CU-309	A/Chicken/Unknown/CU-309/06	2549		CU309HA	CU309NA						
CU-282	A/Chicken/Chon Buri/CU-282/06	2549	100.987200	CU282HA	CU282NA						
CU-293	A/Chicken/Unknown/CU-293/06	2549		CU293HA	CU293NA						
CU-308	A/Chicken/Unknown/CU-309/06	2549		CU308HA	CU308NA						
KU-02	A/Cat/Suphan Buri/KU-02/04	2547	100.129459	DQ236077	DQ236078	DQ236084	DQ236083	DQ236079	DQ236080	DQ236081	DQ236082
KU-03	A/Pigeon/Saraburi/KU-03/04	2547	100.129459	DQ236085	DQ236086			DQ236087			
KU-08	A/Dog/Suphan Buri/KU-08/04	2547	100.129459	DQ530173	DQ530175	DQ530176	DQ530177	DQ530170	DQ530171	DQ530172	DQ530174
PC-168	A/Chicken/Phichit/PC-168/06	2549	100.351385	DQ999880	DQ999881	DQ999882	DQ999879	DQ999884	DQ999886	DQ999885	DQ999883
PC-170	A/Chicken/Phichit/PC-170/06	2549	100.351385	DQ999887	DQ999888	DQ999889	DQ999890	DQ999893	DQ999892	DQ999894	DQ999891
NP-172	A/Chicken/Nakhon Phanom/NP-172/06	2549	104.340992	DQ999872	DQ999873	DQ999874	DQ999871	DQ999878	DQ999875	DQ999876	DQ999877
CU-288	A/Chicken/Chon Buri/CU-288/06	2549	100.987200	CU288HA	CU288NA						
CU-329	A/Duck/Bangkok/CU-329/06	2549	100.521005	CU329HA	CU329NA		CU329NS		CU329PB1	CU329PA	CU329NP
NK-165	A/Human/Nong Khai/NK-165/05	2548	102.747608	DQ372591	DQ372593	DQ372592	DQ372595	DQ372598	DQ372597	DQ372596	DQ372594

ภาคผนวก ข

รายละเอียดผลการเปรียบเทียบรหัสพันธุกรรมในแต่ละยีนของเชื้อไวรัสไข้หวัดนก

ผลการเปรียบเทียบยีน HA ของเชื้อไวรัสไข้หวัดนกในตำแหน่งกรดอะมิโนที่ 323-329 (connective peptide sequences) และ 222, 224 (receptor binding site)



ผลการเปรียบเทียบยีน HA ของเชื้อไวรัสไข้หวัดนกในตำแหน่งกรดอะมิโนที่ 323-329 (connective peptide sequences) และ 222, 224 (receptor binding site)

HA Genetic monitoring



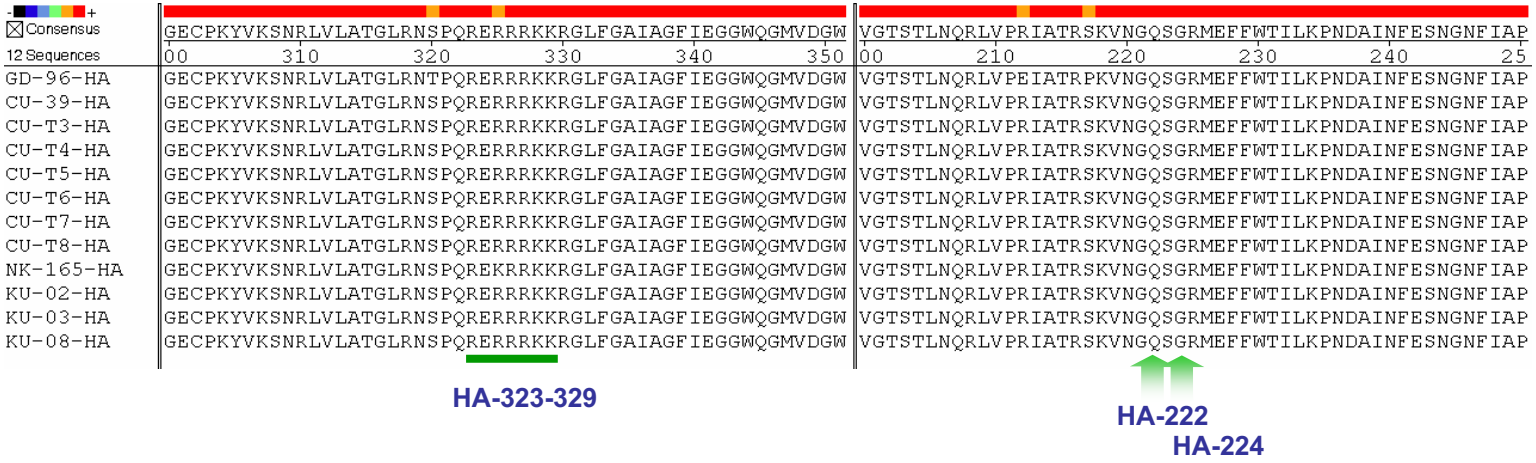
ผลการเปรียบเทียบยีน HA ของเชื้อไวรัสไข้หวัดนกในตำแหน่งกรดอะมิโนที่ 323-329 (connective peptide sequences) และ 222, 224 (receptor binding site)

HA Genetic monitoring



ผลการเปรียบเทียบยีน HA ของเชื้อไวรัสไข้หวัดนกในตำแหน่งกรดอะมิโนที่ 323-329 (connective peptide sequences) และ 222, 224 (receptor binding site)

HA Genetic monitoring



ผลการเปรียบเทียบยีน HA ของเชื้อไวรัสไข้หวัดนกในตำแหน่งกรดอะมิโนที่ 323-329 (connective peptide sequences) และ 222, 224 (receptor binding site)

HA Genetic monitoring



ผลการเปรียบเทียบยีน HA ของเชื้อไวรัสไข้หวัดนกในตำแหน่งกรดอะมิโนที่ 323-329 (connective peptide sequences) และ 222, 224 (receptor binding site)

HA Genetic monitoring



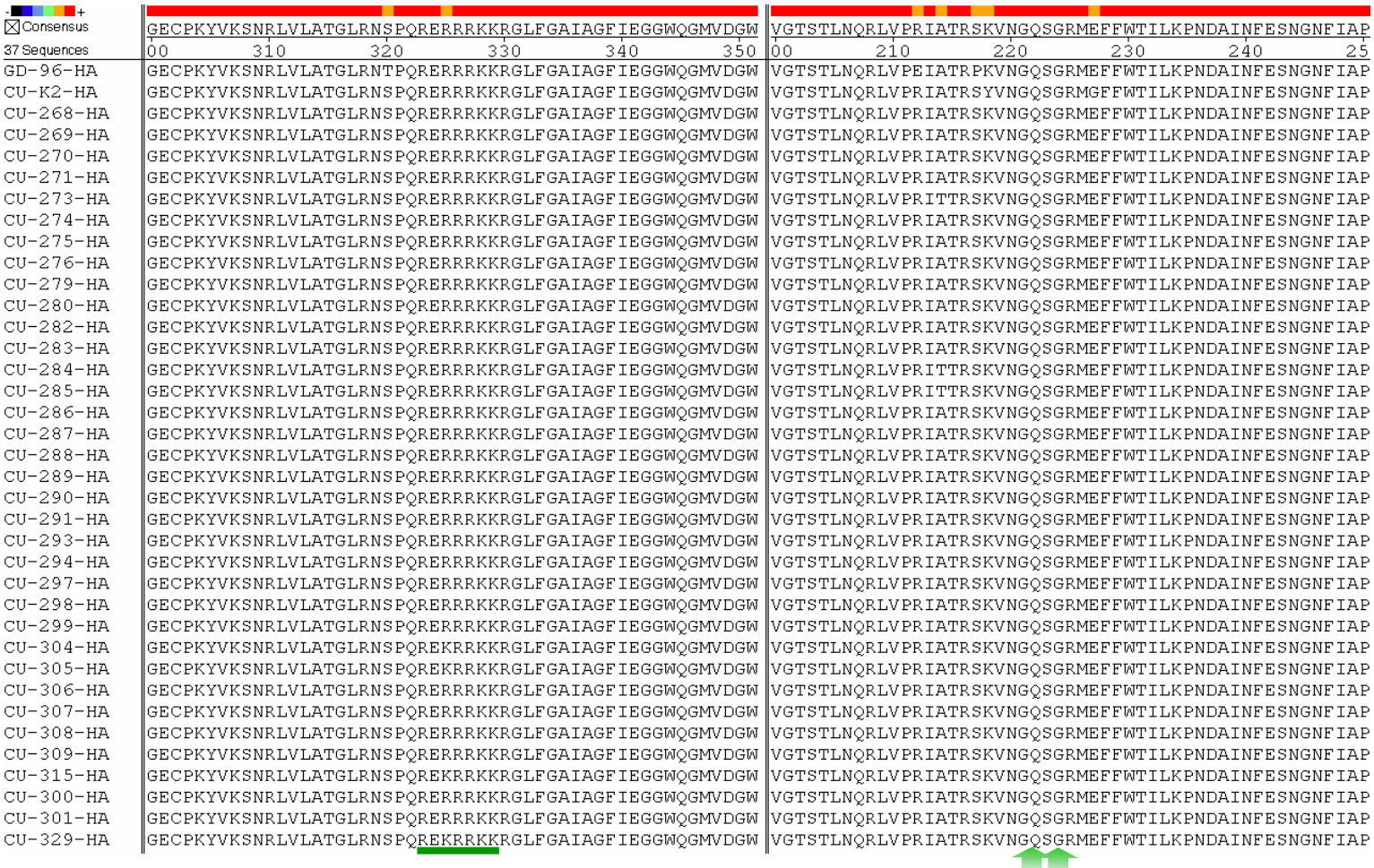
ผลการเปรียบเทียบยีน HA ของเชื้อไวรัสไข้หวัดนกในตำแหน่งกรดอะมิโนที่ 323-329 (connective peptide sequences) และ 222, 224 (receptor binding site)

HA Genetic monitoring



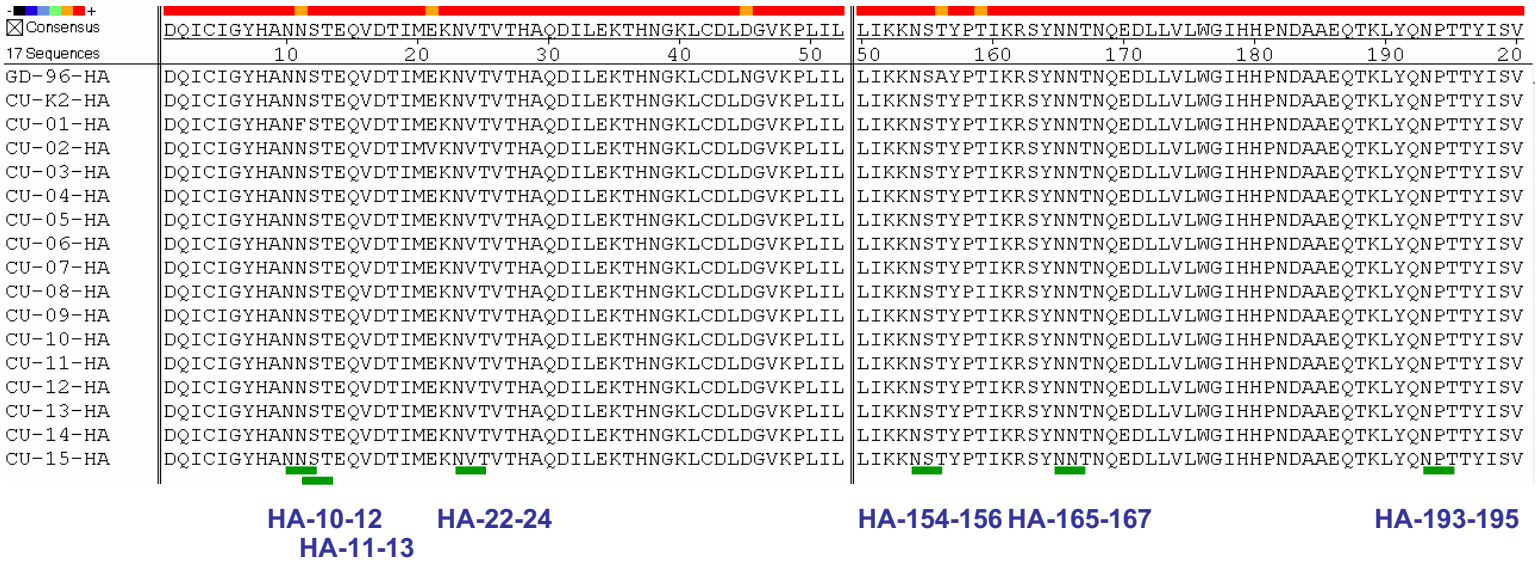
ผลการเปรียบเทียบยีน HA ของเชื้อไวรัสไข้หวัดนกในตำแหน่งกรดอะมิโนที่ 323-329 (connective peptide sequences) และ 222, 224 (receptor binding site)

HA Genetic monitoring



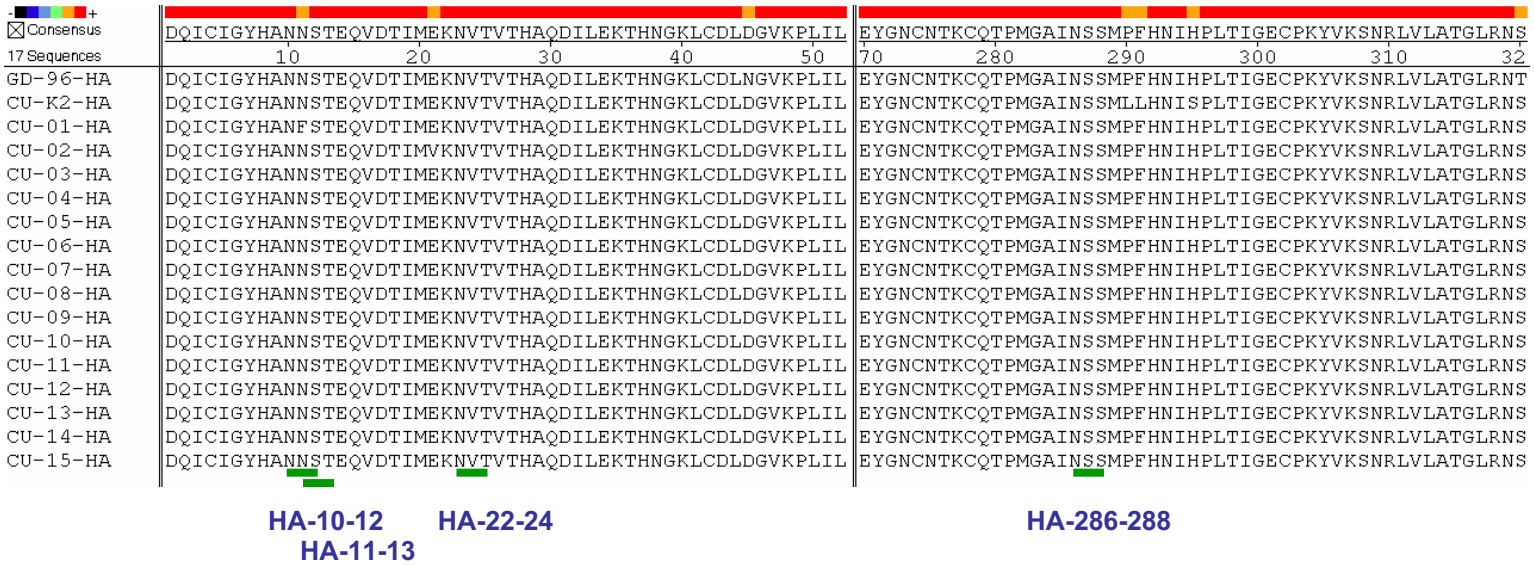
ผลการเปรียบเทียบยีน HA ของเชื้อไวรัสไข้หวัดนกในตำแหน่งกรดอะมิโนที่ 10-12, 11-13, 22-24, 154-156, 165-167, 193-195, 286-288 (glycosylation sites)

HA Genetic monitoring



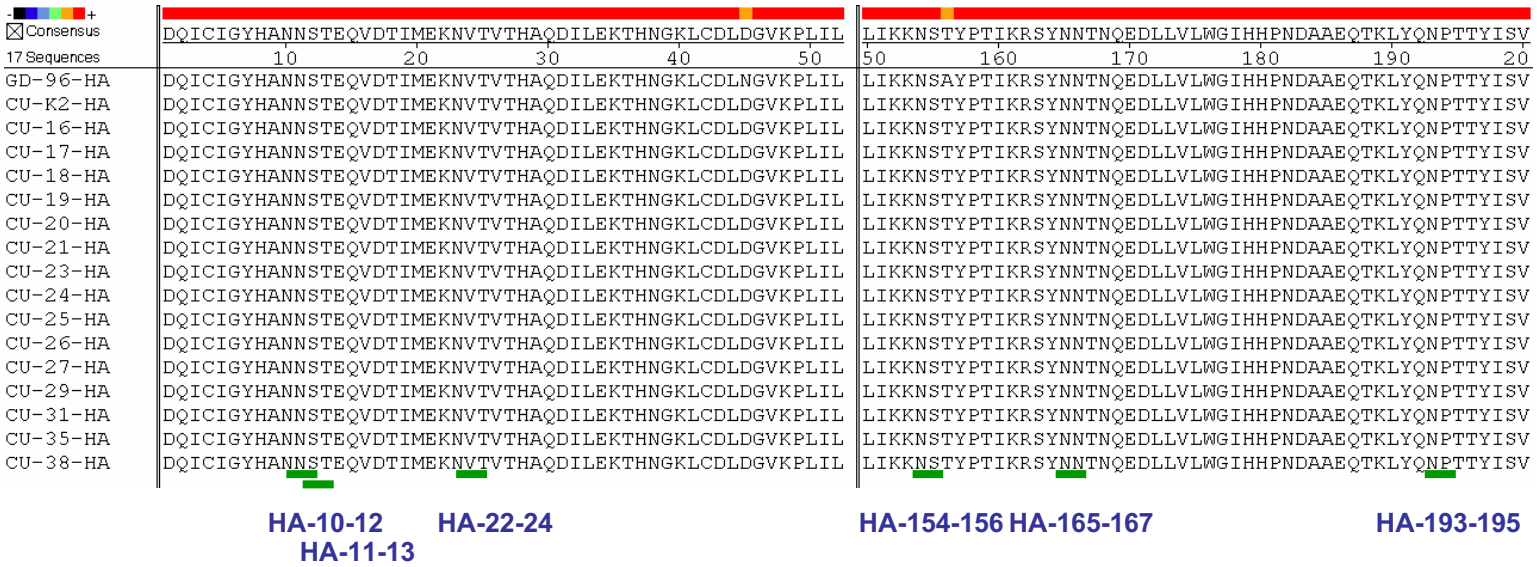
ผลการเปรียบเทียบยีน HA ของเชื้อไวรัสไข้หวัดนกในตำแหน่งกรดอะมิโนที่ 10-12, 11-13, 22-24, 154-156, 165-167, 193-195, 286-288 (glycosylation sites)

HA Genetic monitoring



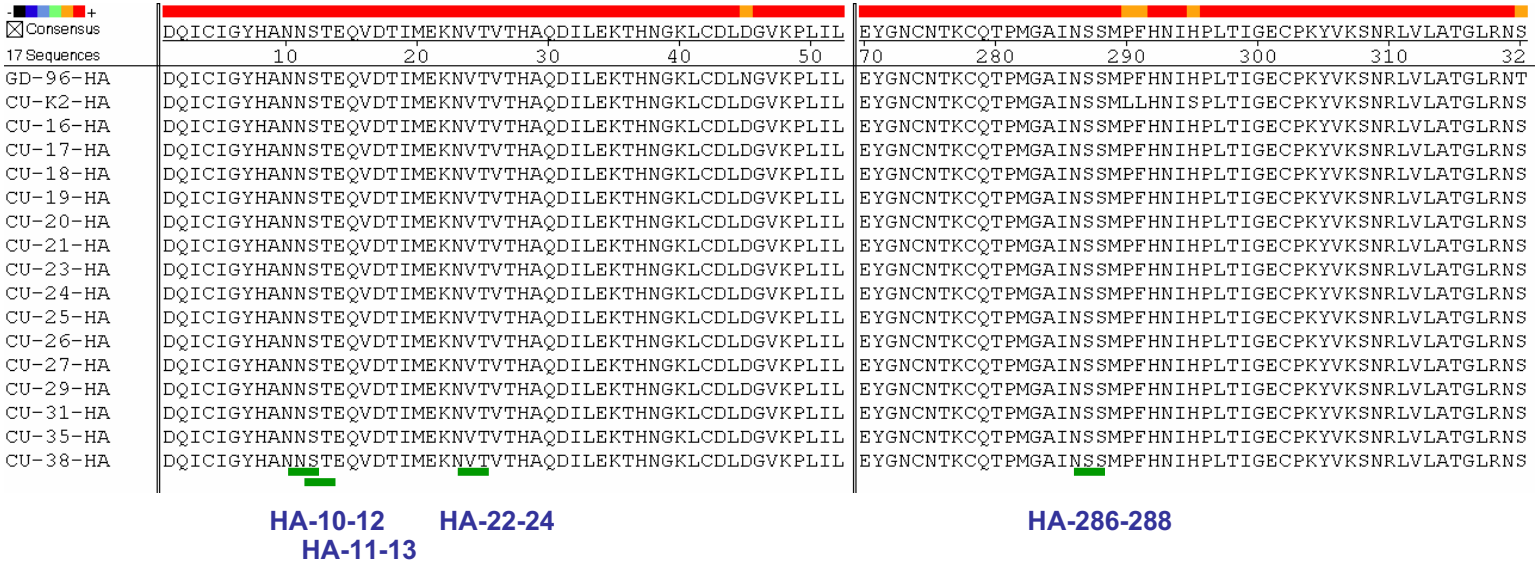
ผลการเปรียบเทียบยีน HA ของเชื้อไวรัสไข้หวัดนกในตำแหน่งกรดอะมิโนที่ 10-12, 11-13, 22-24, 154-156, 165-167, 193-195, 286-288 (glycosylation sites)

HA Genetic monitoring



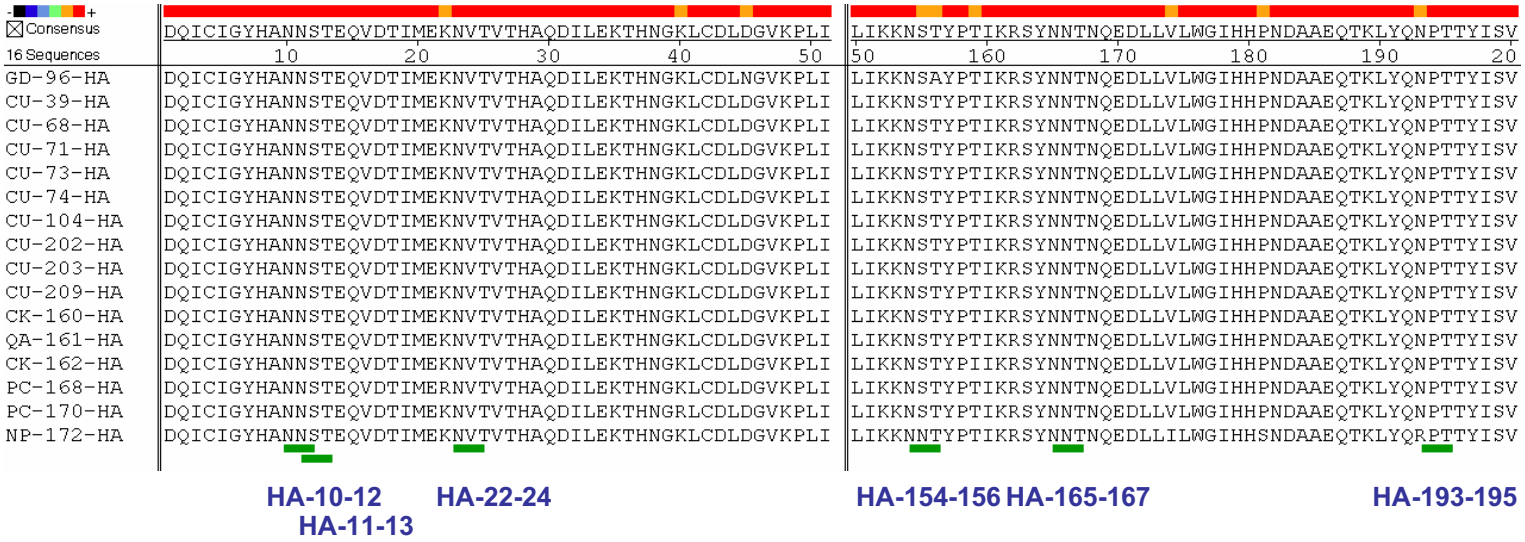
ผลการเปรียบเทียบยีน HA ของเชื้อไวรัสไข้หวัดนกในตำแหน่งกรดอะมิโนที่ 10-12, 11-13, 22-24, 154-156, 165-167, 193-195, 286-288 (glycosylation sites)

HA Genetic monitoring



ผลการเปรียบเทียบยีน HA ของเชื้อไวรัสไข้หวัดนกในตำแหน่งกรดอะมิโนที่ 10-12, 11-13, 22-24, 154-156, 165-167, 193-195, 286-288 (glycosylation sites)

HA Genetic monitoring



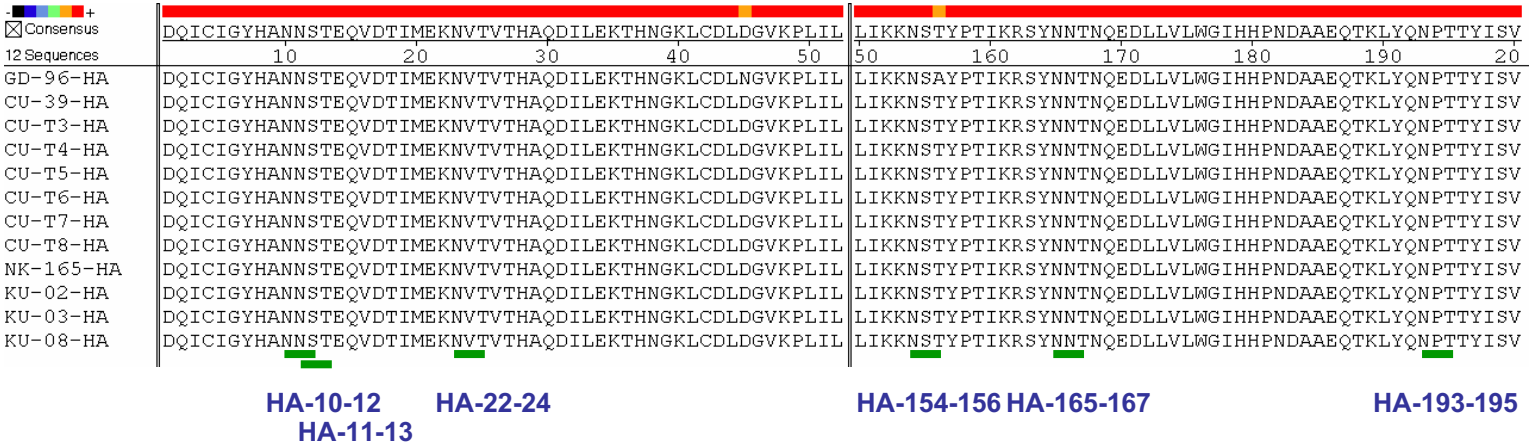
ผลการเปรียบเทียบยีน HA ของเชื้อไวรัสไข้หวัดนกในตำแหน่งกรดอะมิโนที่ 10-12, 11-13, 22-24, 154-156, 165-167, 193-195, 286-288 (glycosylation sites)

HA Genetic monitoring



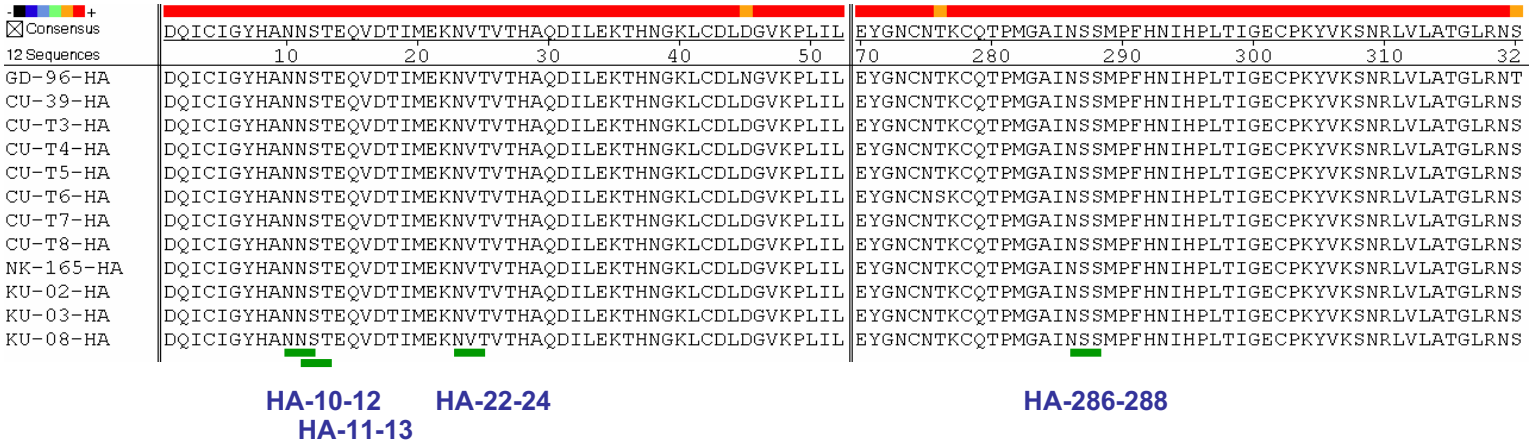
ผลการเปรียบเทียบยีน HA ของเชื้อไวรัสไข้หวัดนกในตำแหน่งกรดอะมิโนที่ 10-12, 11-13, 22-24, 154-156, 165-167, 193-195, 286-288 (glycosylation sites)

HA Genetic monitoring



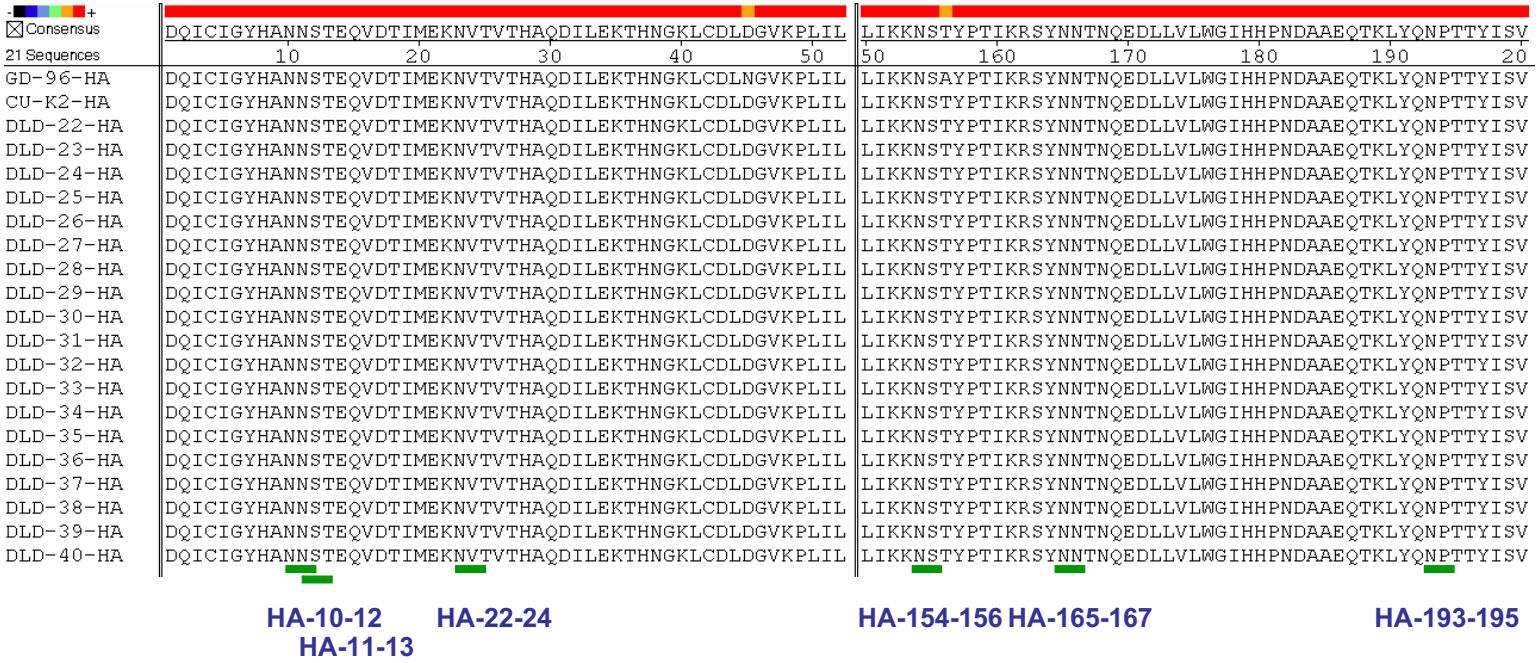
ผลการเปรียบเทียบยีน HA ของเชื้อไวรัสไข้หวัดนกในตำแหน่งกรดอะมิโนที่ 10-12, 11-13, 22-24, 154-156, 165-167, 193-195, 286-288 (glycosylation sites)

HA Genetic monitoring



ผลการเปรียบเทียบยีน HA ของเชื้อไวรัสไข้หวัดนกในตำแหน่งกรดอะมิโนที่ 10-12, 11-13, 22-24, 154-156, 165-167, 193-195, 286-288 (glycosylation sites)

HA Genetic monitoring



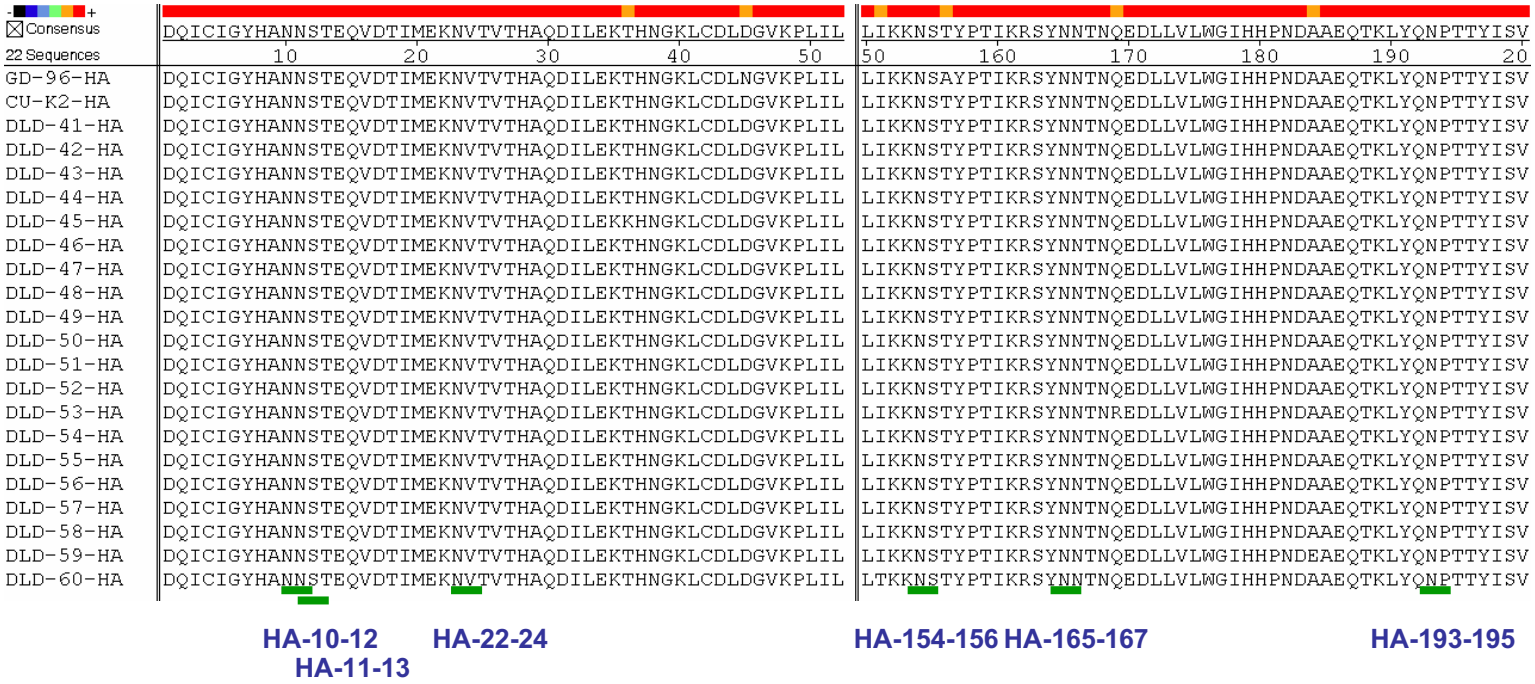
ผลการเปรียบเทียบยีน HA ของเชื้อไวรัสไข้หวัดนกในตำแหน่งกรดอะมิโนที่ 10-12, 11-13, 22-24, 154-156, 165-167, 193-195, 286-288 (glycosylation sites)

HA Genetic monitoring



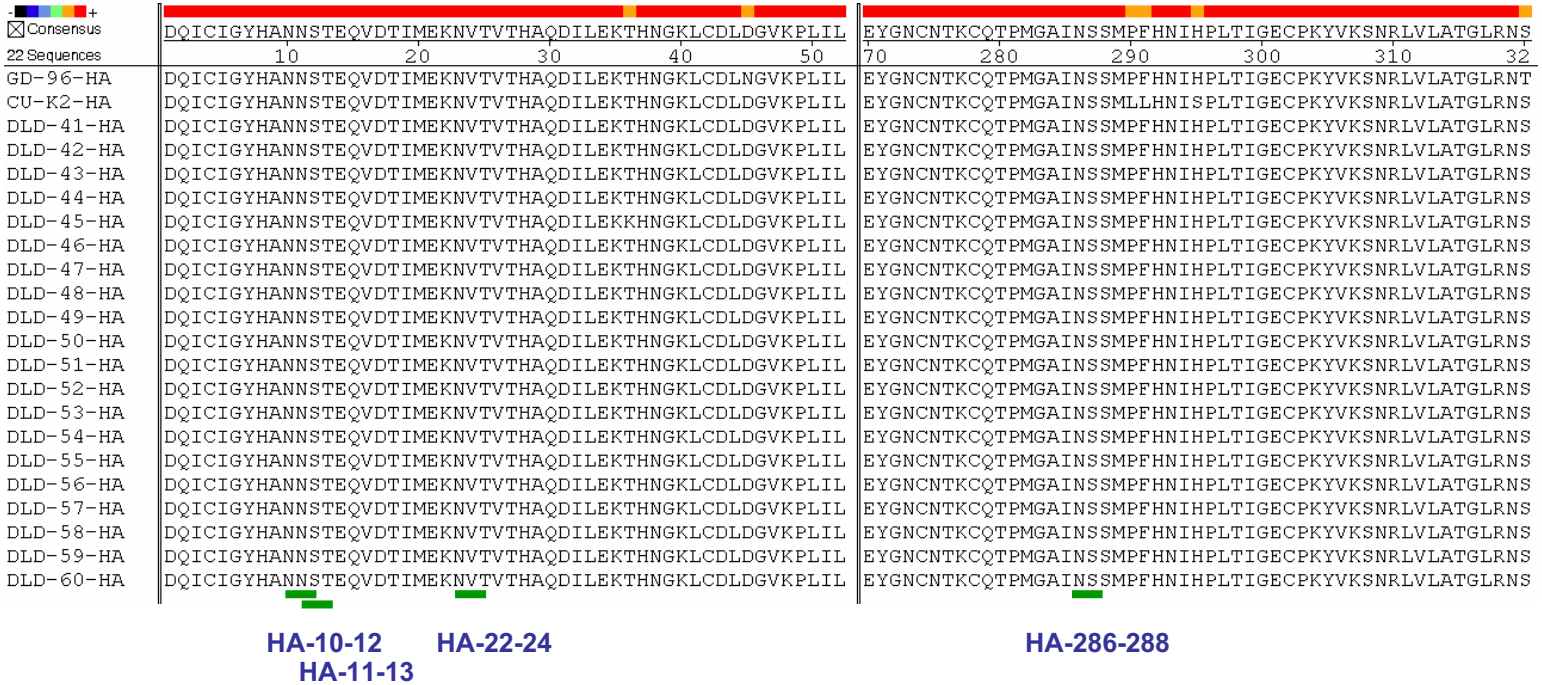
ผลการเปรียบเทียบยีน HA ของเชื้อไวรัสไข้หวัดนกในตำแหน่งกรดอะมิโนที่ 10-12, 11-13, 22-24, 154-156, 165-167, 193-195, 286-288 (glycosylation sites)

HA Genetic monitoring



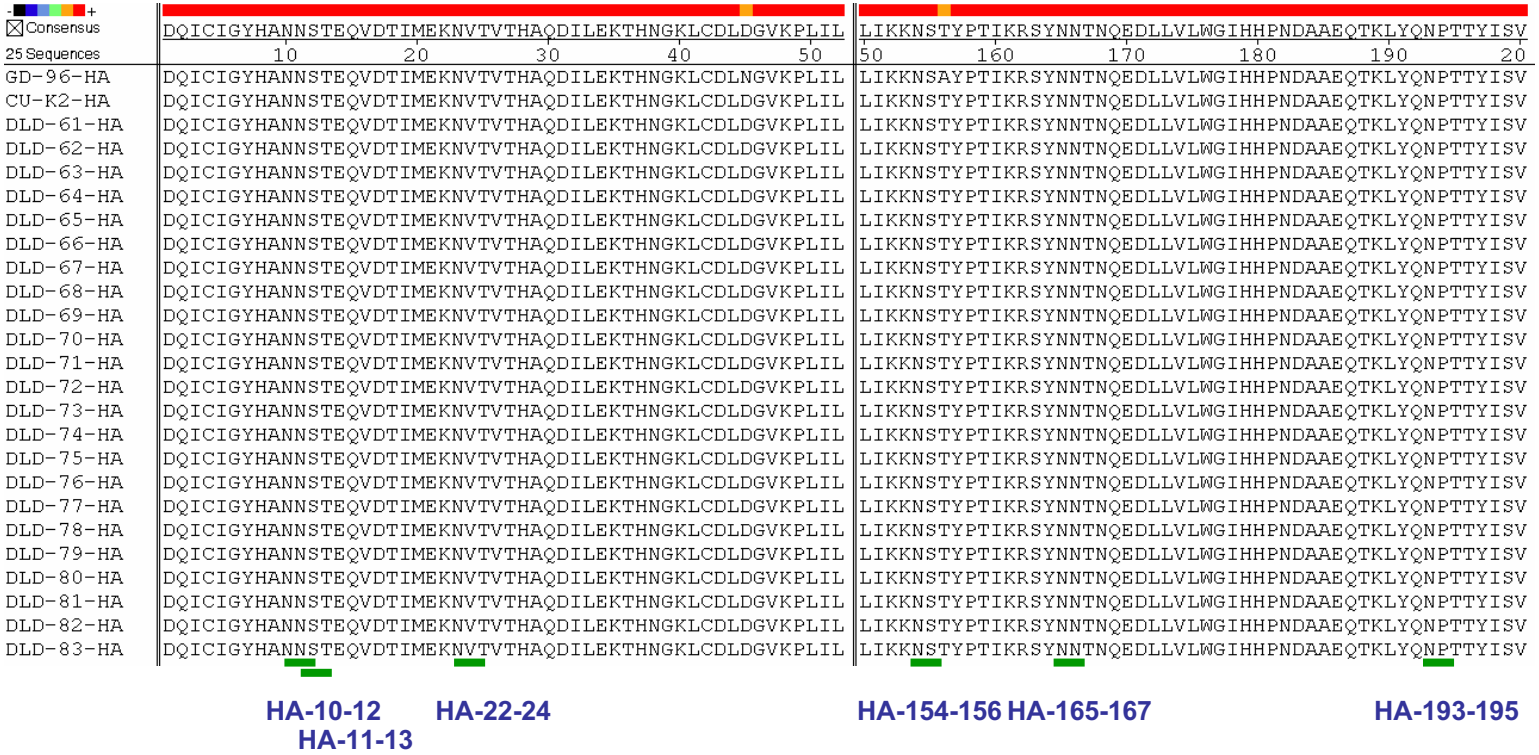
ผลการเปรียบเทียบยีน HA ของเชื้อไวรัสไข้หวัดนกในตำแหน่งกรดอะมิโนที่ 10-12, 11-13, 22-24, 154-156, 165-167, 193-195, 286-288 (glycosylation sites)

HA Genetic monitoring



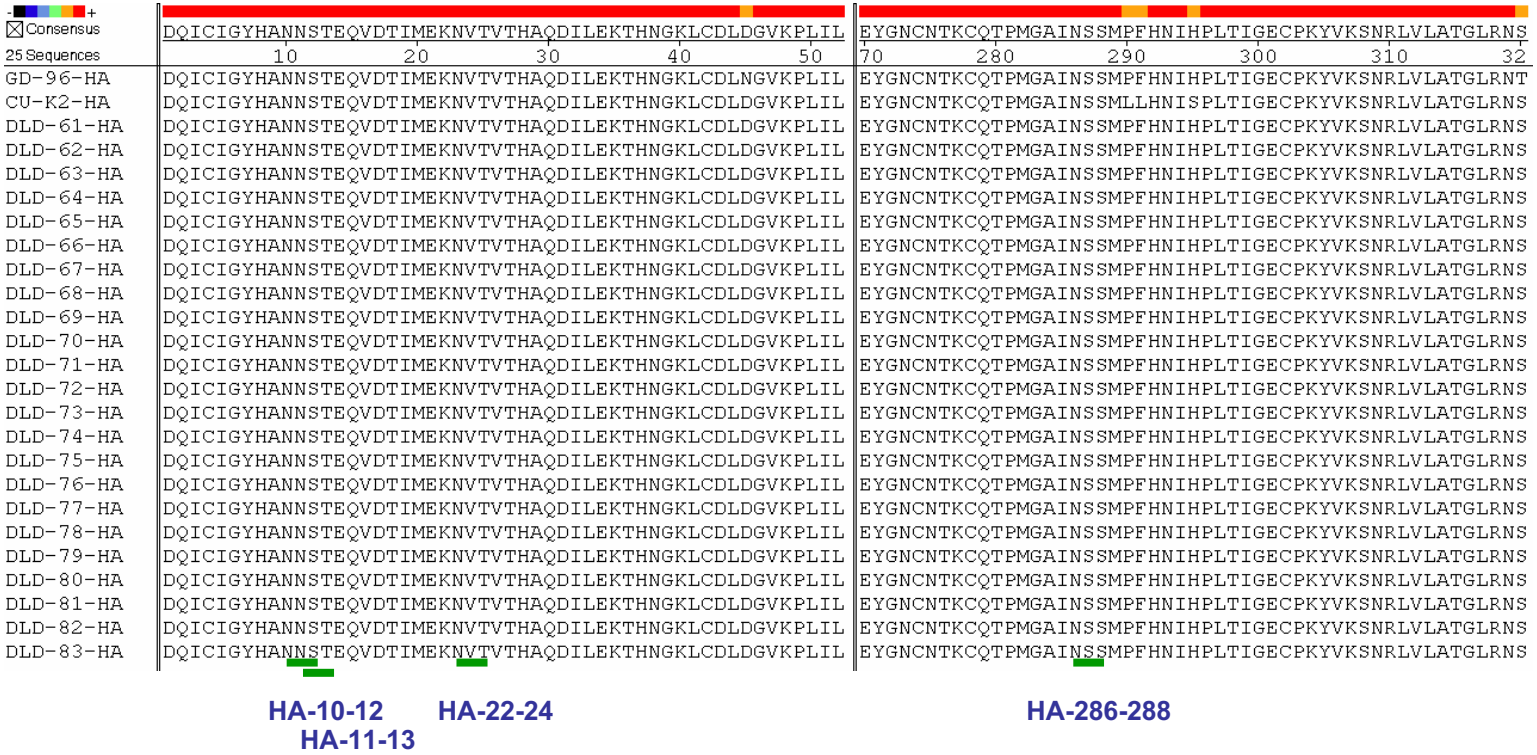
ผลการเปรียบเทียบยีน HA ของเชื้อไวรัสไข้หวัดนกในตำแหน่งกรดอะมิโนที่ 10-12, 11-13, 22-24, 154-156, 165-167, 193-195, 286-288 (glycosylation sites)

HA Genetic monitoring



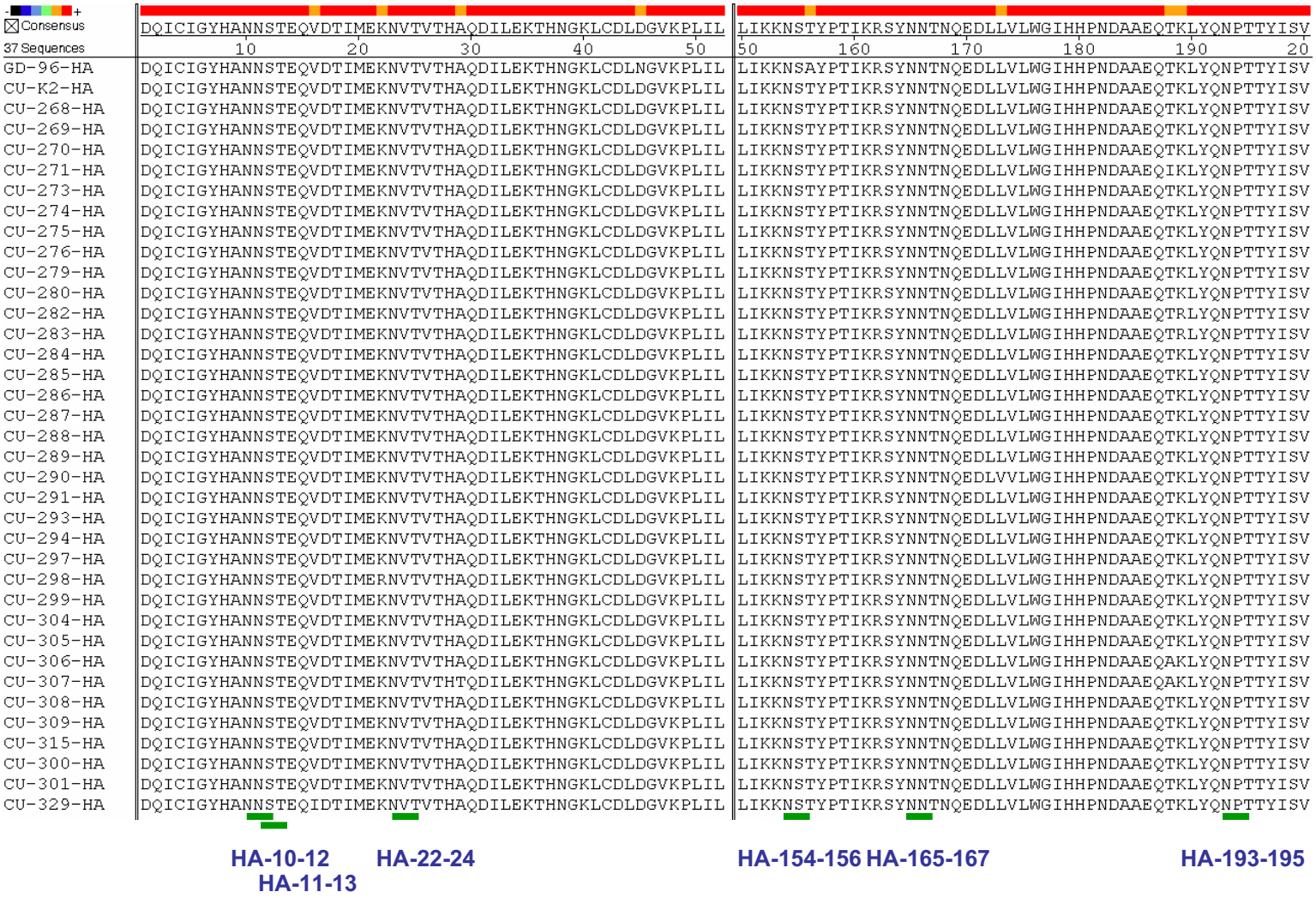
ผลการเปรียบเทียบยีน HA ของเชื้อไวรัสไข้หวัดนกในตำแหน่งกรดอะมิโนที่ 10-12, 11-13, 22-24, 154-156, 165-167, 193-195, 286-288 (glycosylation sites)

HA Genetic monitoring



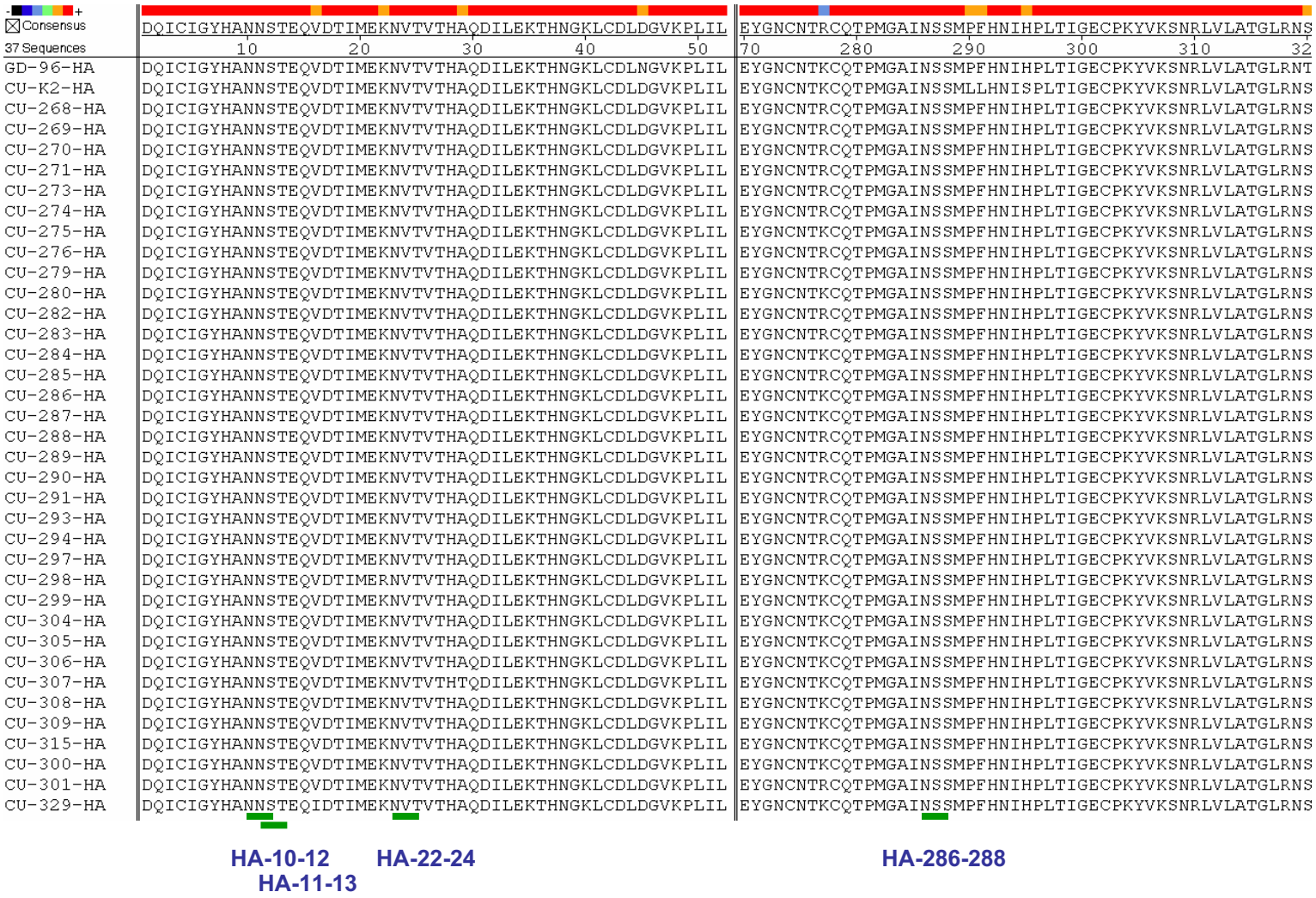
ผลการเปรียบเทียบยีน HA ของเชื้อไวรัสไข้หวัดนกในตำแหน่งกรดอะมิโนที่ 10-12, 11-13, 22-24, 154-156, 165-167, 193-195, 286-288 (glycosylation sites)

HA Genetic monitoring

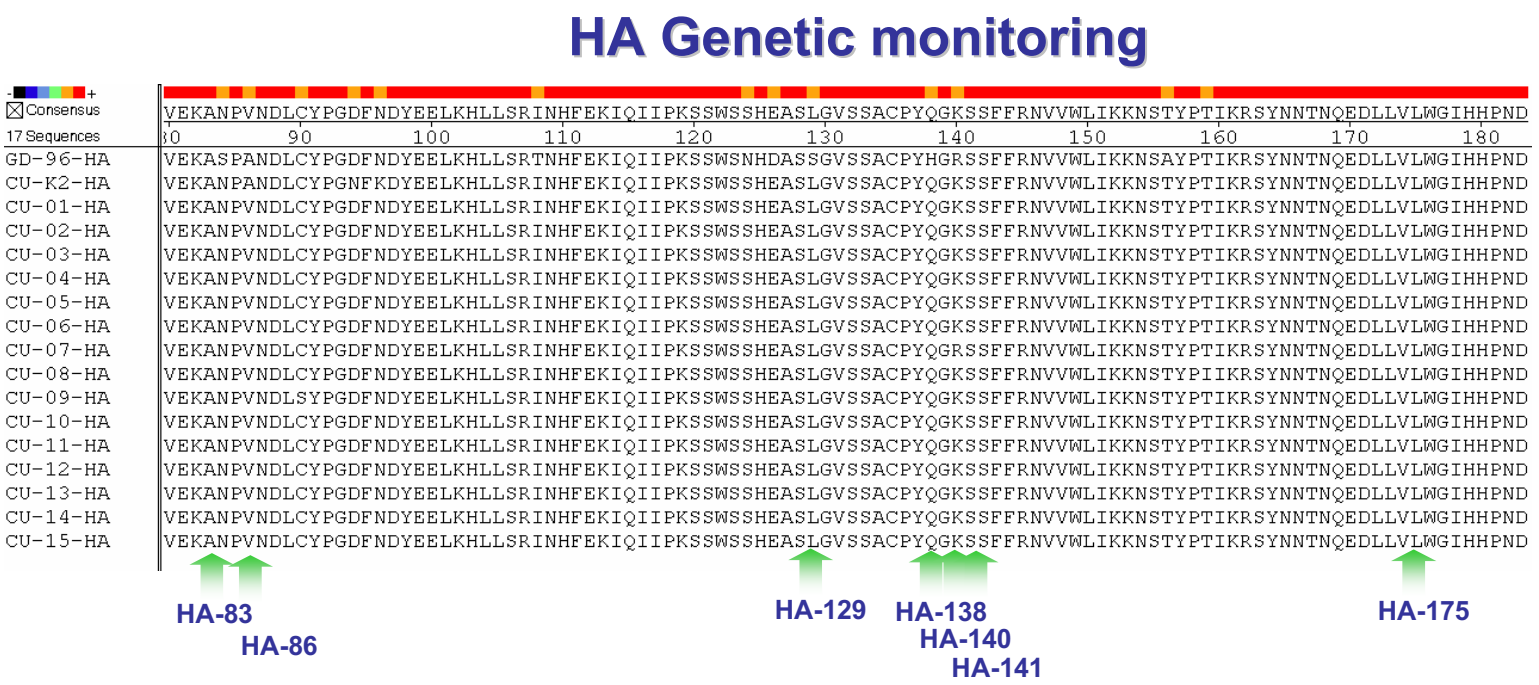


ผลการเปรียบเทียบยีน HA ของเชื้อไวรัสไข้หวัดนกในตำแหน่งกรดอะมิโนที่ 10-12, 11-13, 22-24, 154-156, 165-167, 193-195, 286-288 (glycosylation sites)

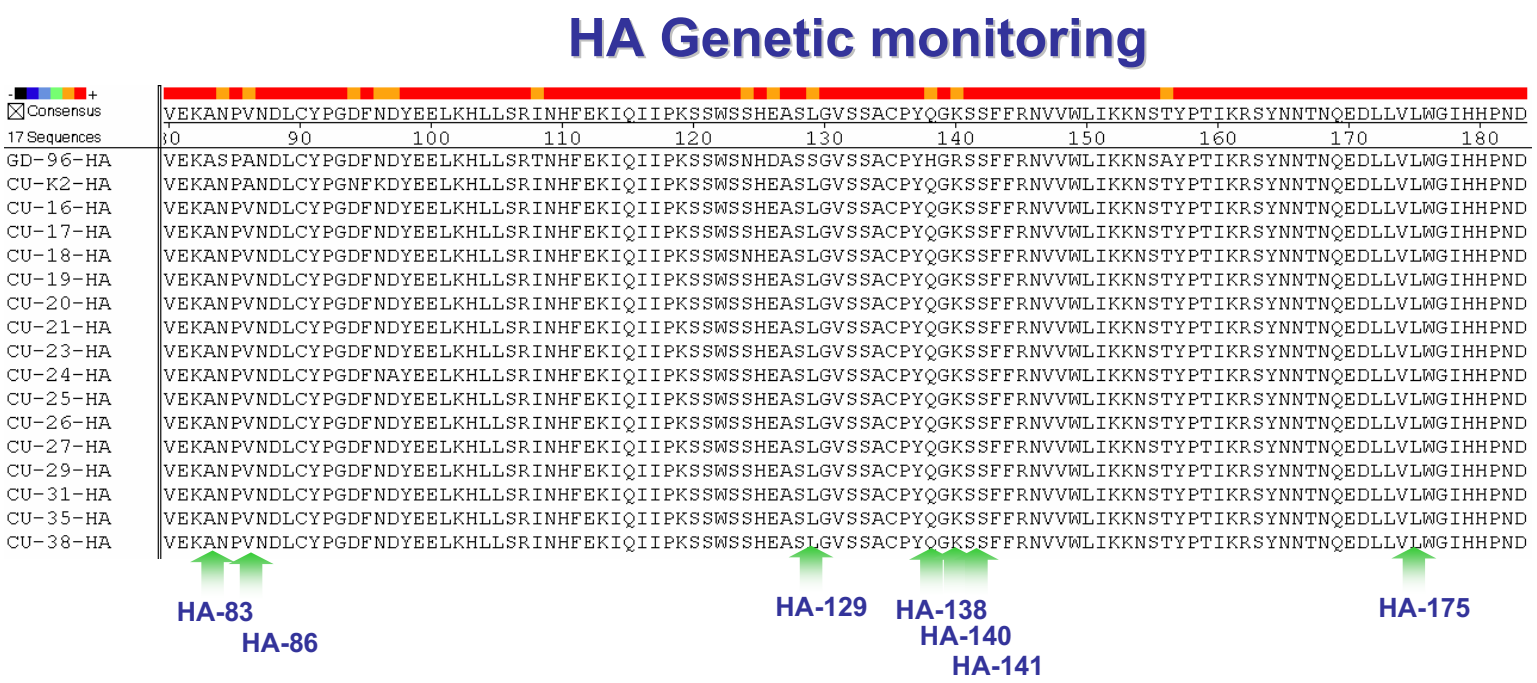
HA Genetic monitoring



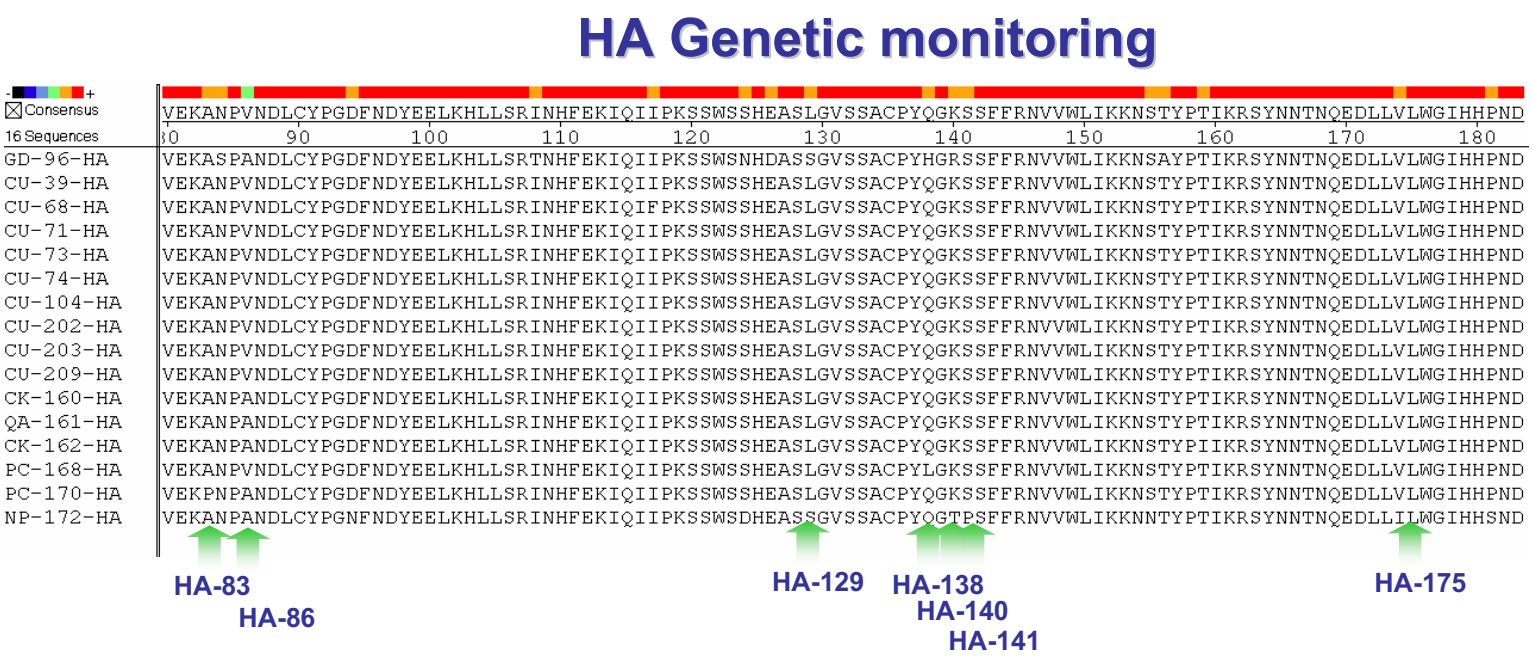
ผลการเปรียบเทียบยีน HA ของเชื้อไวรัสไข้หวัดนกในตำแหน่งกรดอะมิโนที่ 83, 86, 138, 140, 141, 129 และ 175 (amino acids under positive selection pressure)



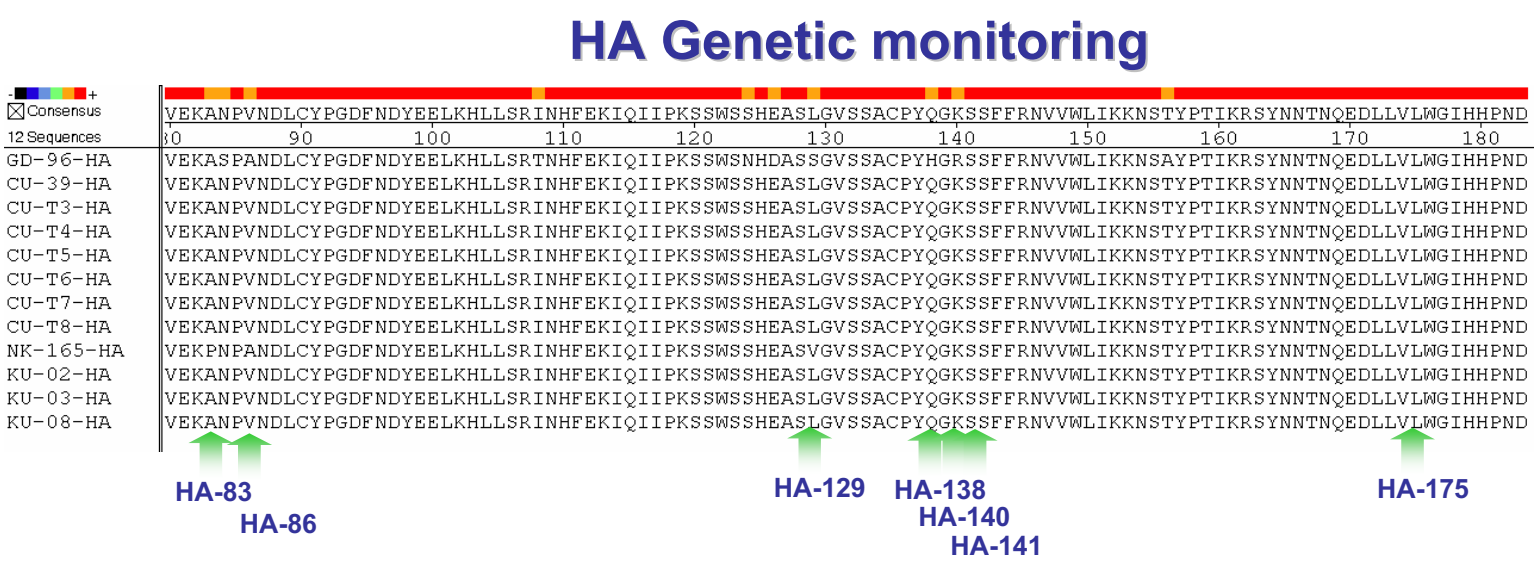
ผลการเปรียบเทียบยีน HA ของเชื้อไวรัสไข้หวัดนกในตำแหน่งกรดอะมิโนที่ 83, 86, 138, 140, 141, 129 และ 175 (amino acids under positive selection pressure)



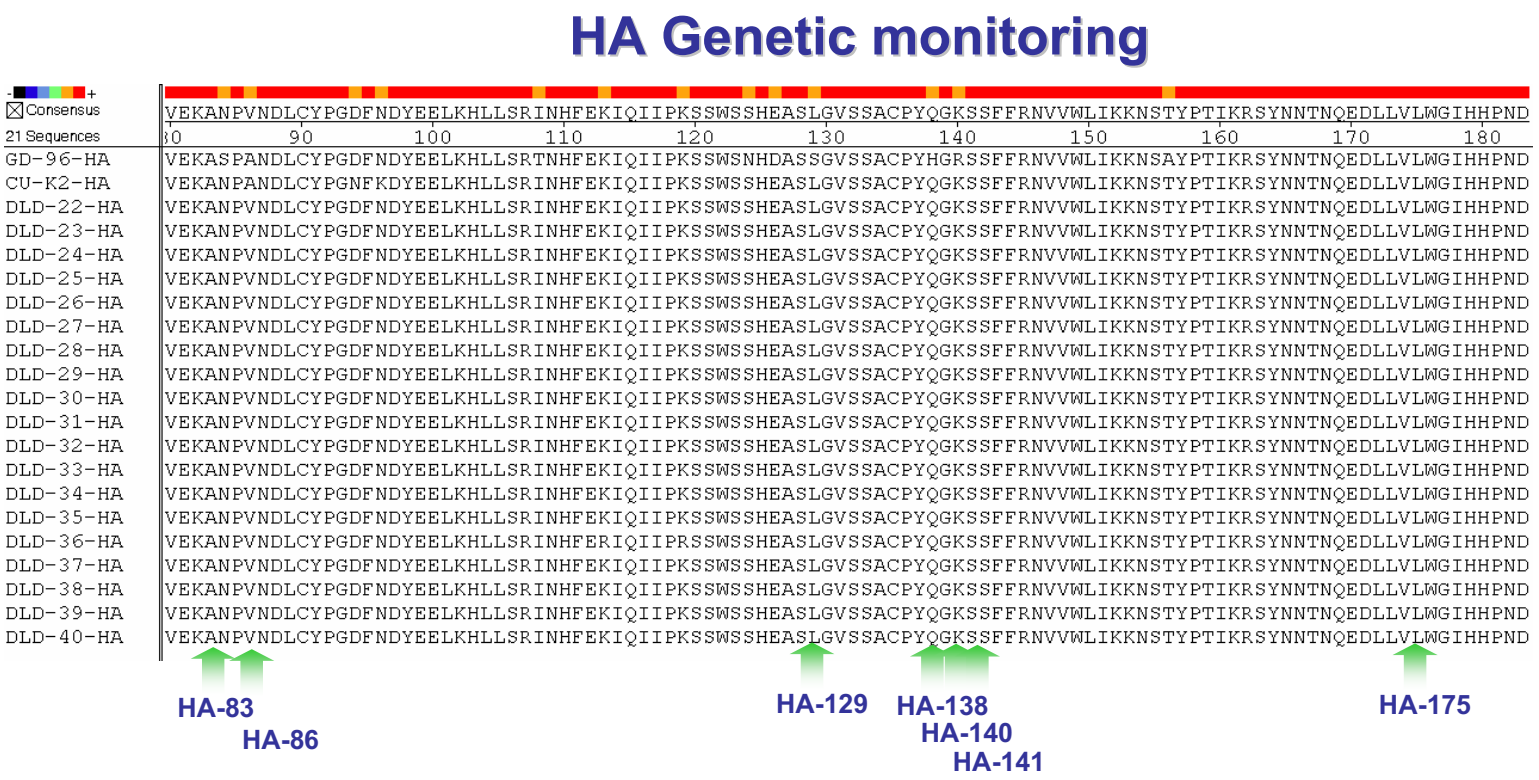
ผลการเปรียบเทียบยีน HA ของเชื้อไวรัสไข้หวัดนกในตำแหน่งกรดอะมิโนที่ 83, 86, 138, 140, 141, 129 และ 175 (amino acids under positive selection pressure)



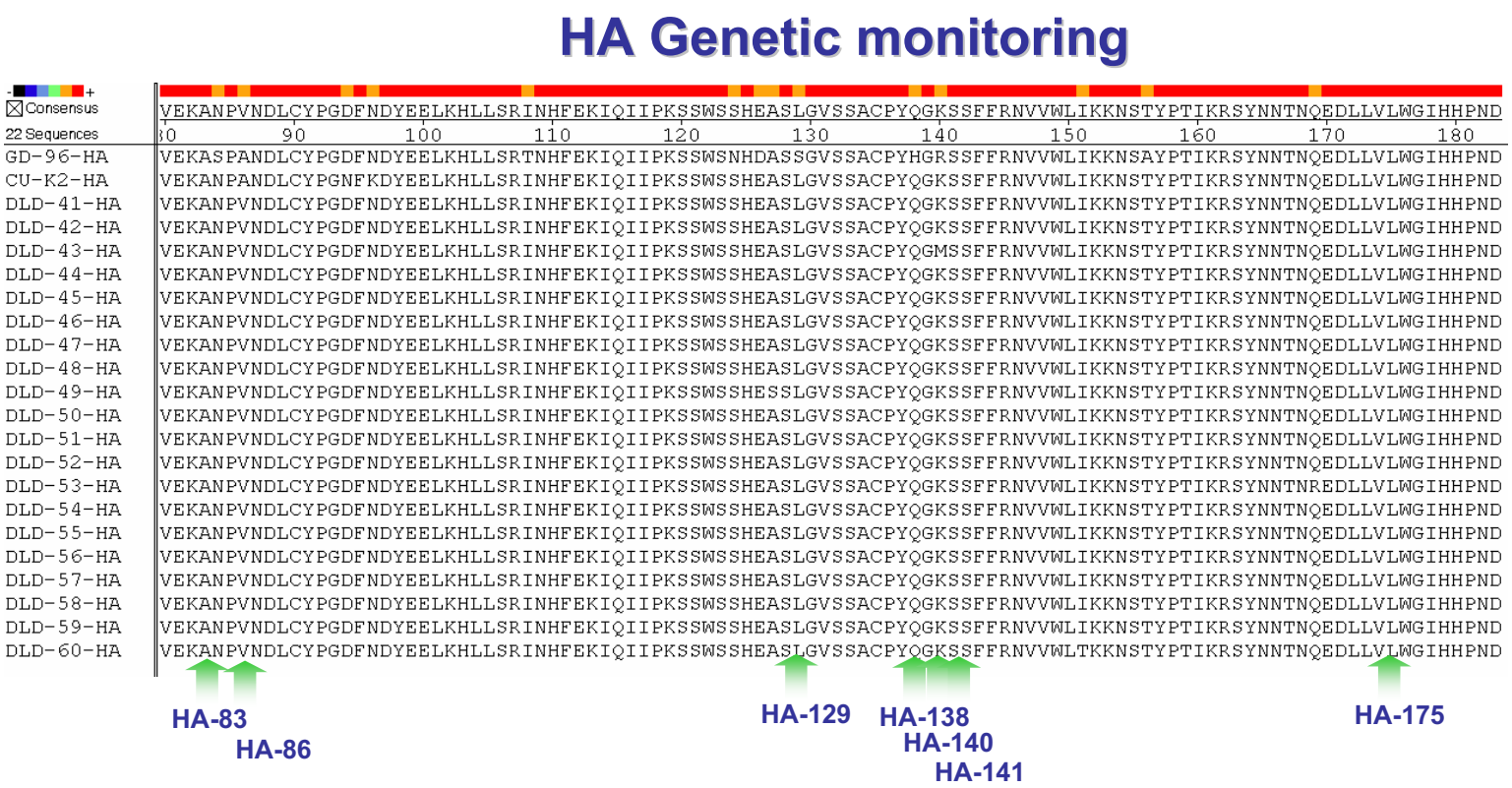
ผลการเปรียบเทียบยีน HA ของเชื้อไวรัสไข้หวัดนกในตำแหน่งกรดอะมิโนที่ 83, 86, 138, 140, 141, 129 และ 175 (amino acids under positive selection pressure)



ผลการเปรียบเทียบยีน HA ของเชื้อไวรัสไข้หวัดนกในตำแหน่งกรดอะมิโนที่ 83, 86, 138, 140, 141, 129 และ 175 (amino acids under positive selection pressure)

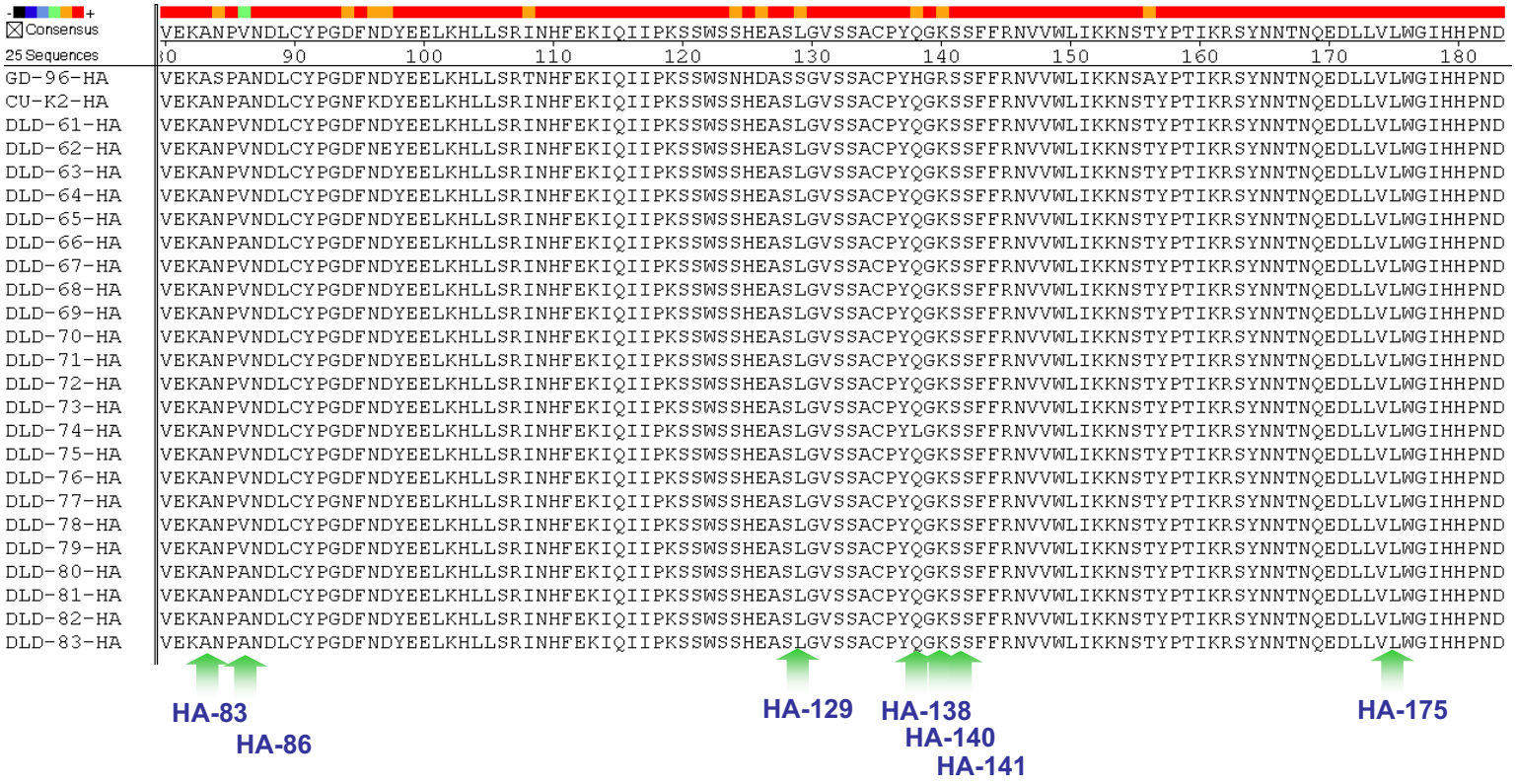


ผลการเปรียบเทียบยีน HA ของเชื้อไวรัสไข้หวัดนกในตำแหน่งกรดอะมิโนที่ 83, 86, 138, 140, 141, 129 และ 175 (amino acids under positive selection pressure)



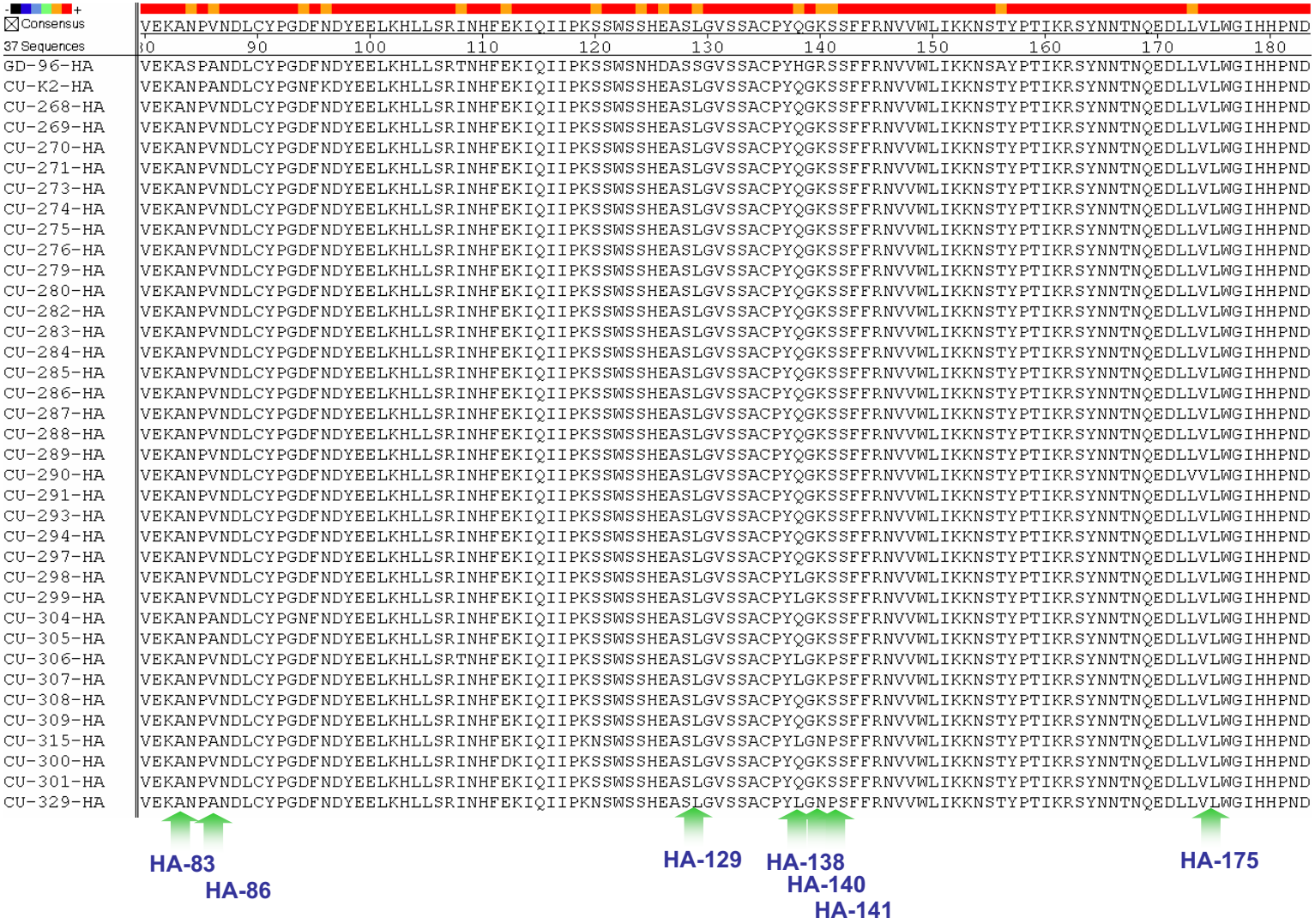
ผลการเปรียบเทียบยีน HA ของเชื้อไวรัสไข้หวัดนกในตำแหน่งกรดอะมิโนที่ 83, 86, 138, 140, 141, 129 และ 175 (amino acids under positive selection pressure)

HA Genetic monitoring



ผลการเปรียบเทียบยีน HA ของเชื้อไวรัสไข้หวัดนกในตำแหน่งกรดอะมิโนที่ 83, 86, 138, 140, 141, 129 และ 175 (amino acids under positive selection pressure)

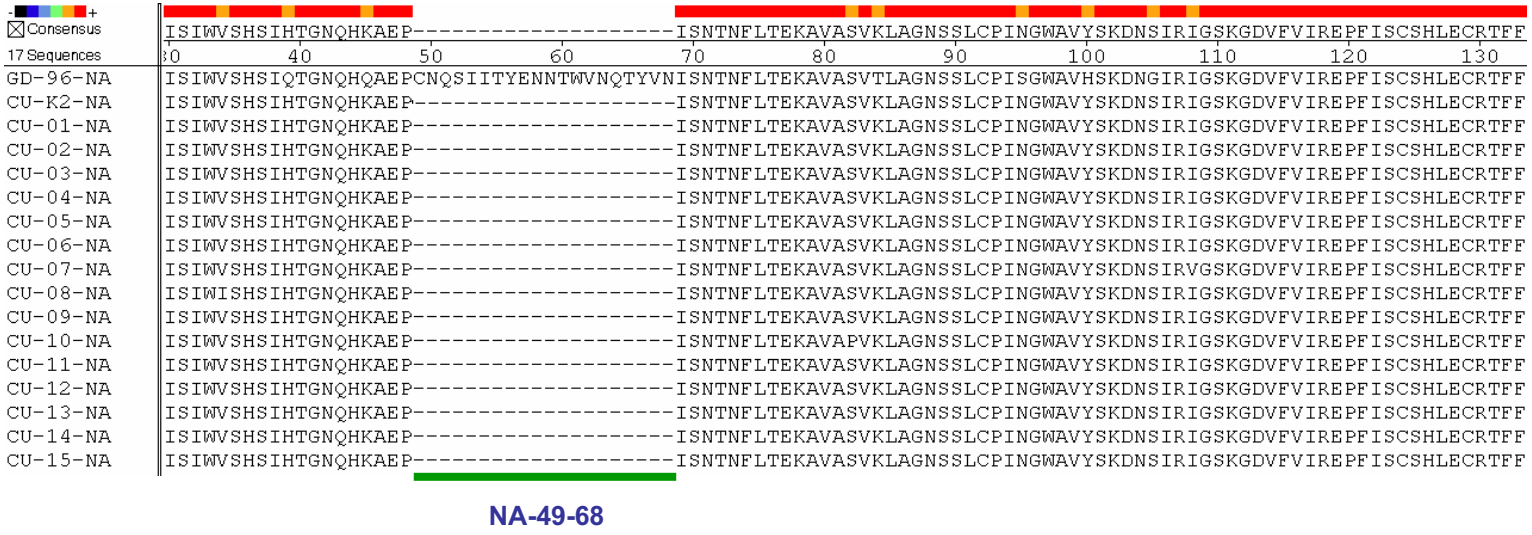
HA Genetic monitoring



ภาคผนวก ข

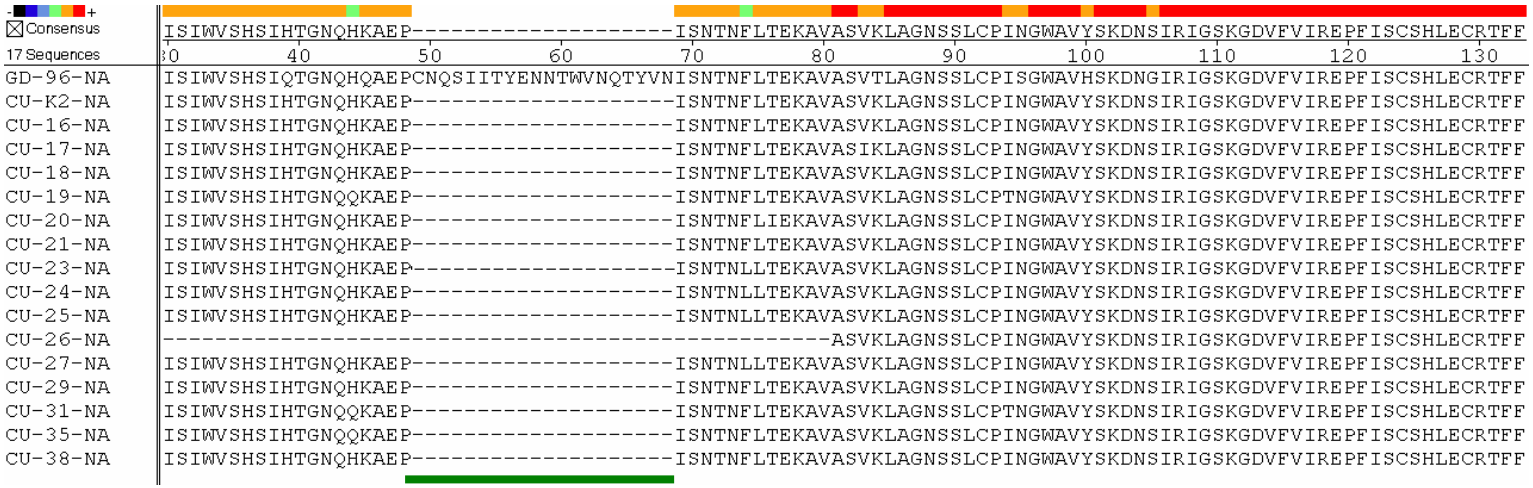
รายละเอียดผลการเปรียบเทียบมรหัสพันธุกรรมในแต่ละยีนของเชื้อไวรัสไข้หวัดนก

ผลการเปรียบเทียบยีน NA ของเชื้อไวรัสไข้หวัดนกในตำแหน่งกรดอะมิโนที่ 49-68 (NA stalk region)



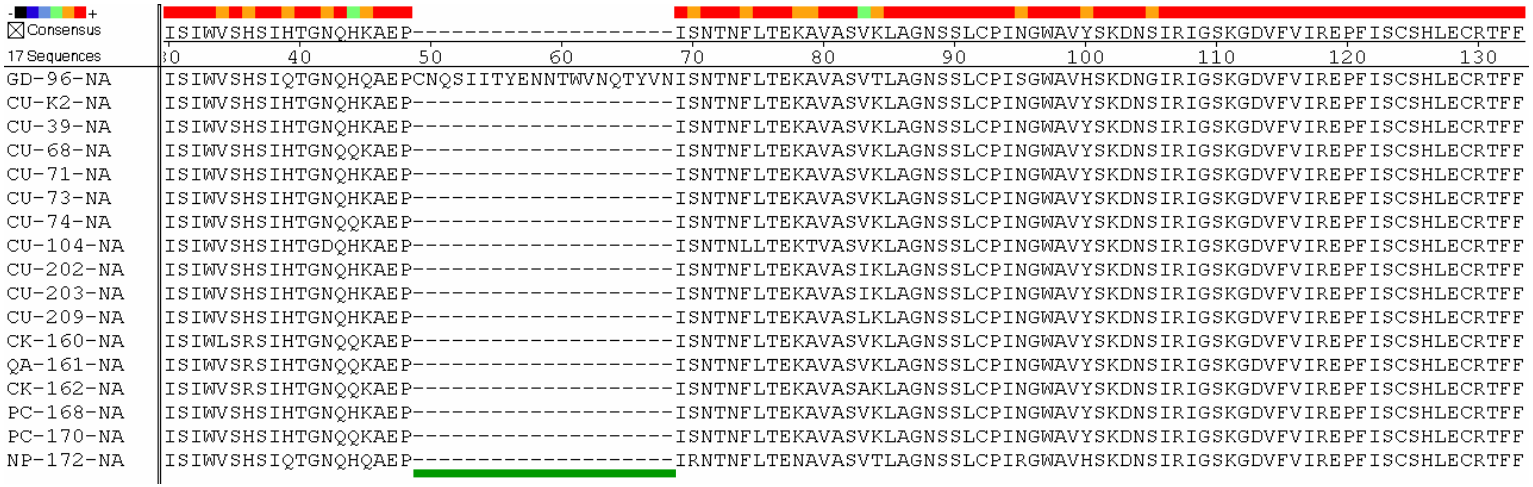
ผลการเปรียบเทียบยีน NA ของเชื้อไวรัสไข้หวัดนกในตำแหน่งกรดอะมิโนที่ 49-68 (NA stalk region)

NA Genetic monitoring



ผลการเปรียบเทียบยีน NA ของเชื้อไวรัสไข้หวัดนกในตำแหน่งกรดอะมิโนที่ 49-68 (NA stalk region)

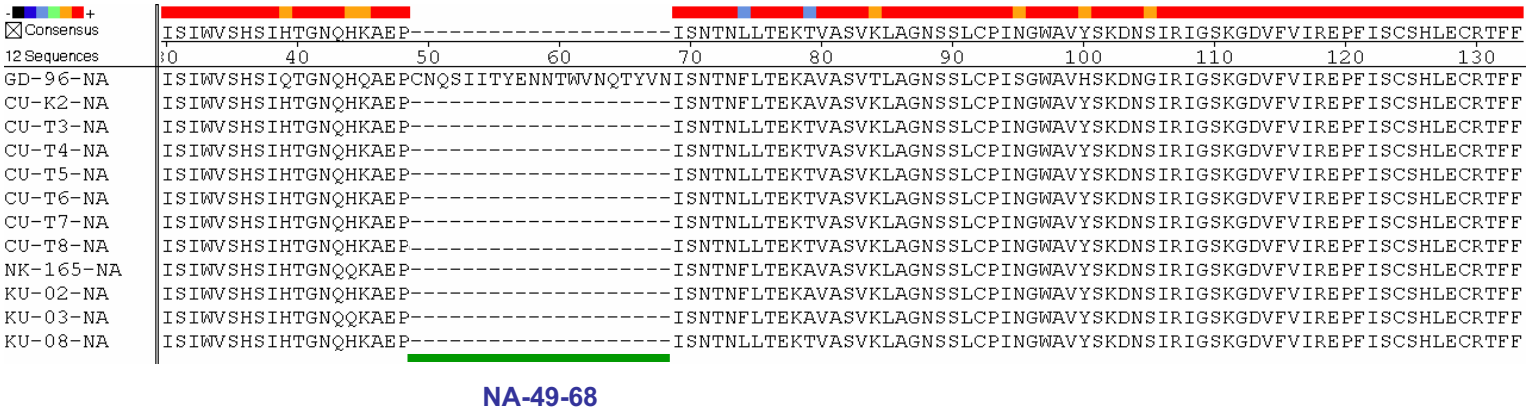
NA Genetic monitoring



NA-49-68

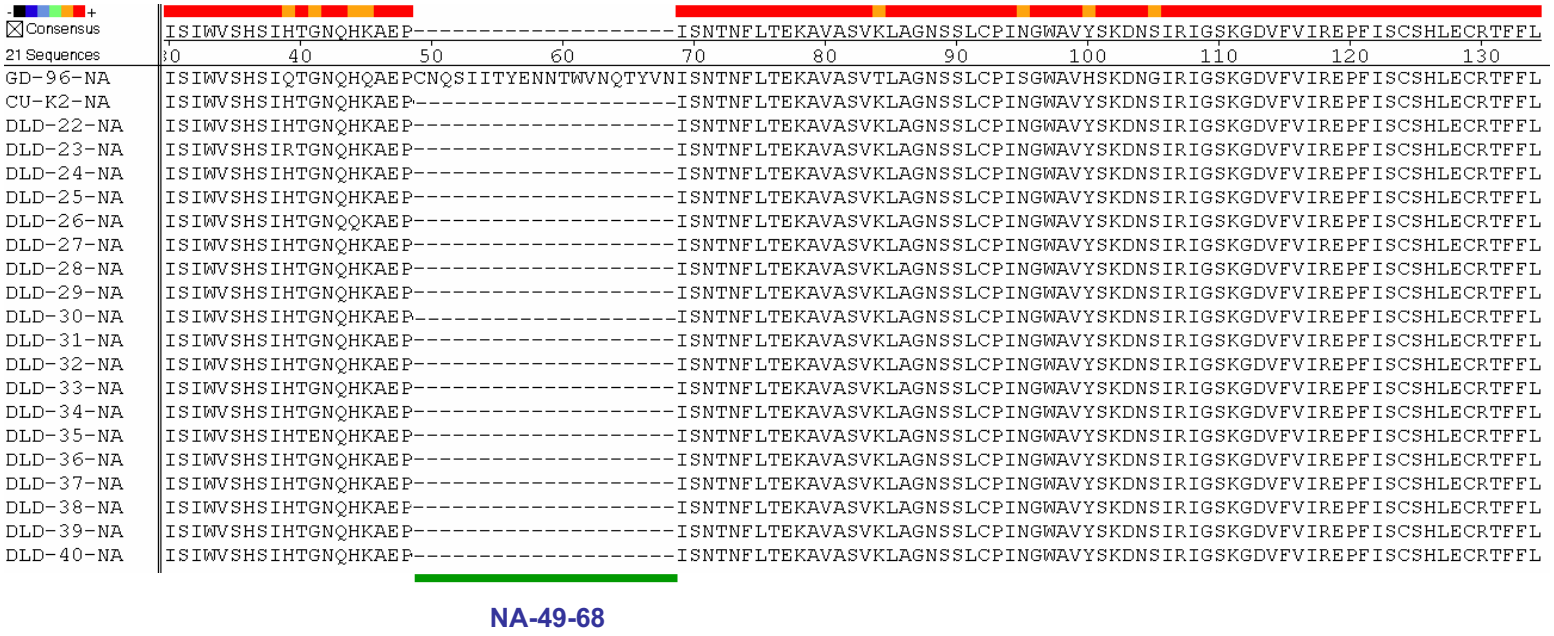
ผลการเปรียบเทียบยีน NA ของเชื้อไวรัสไข้หวัดนกในตำแหน่งกรดอะมิโนที่ 49-68 (NA stalk region)

NA Genetic monitoring



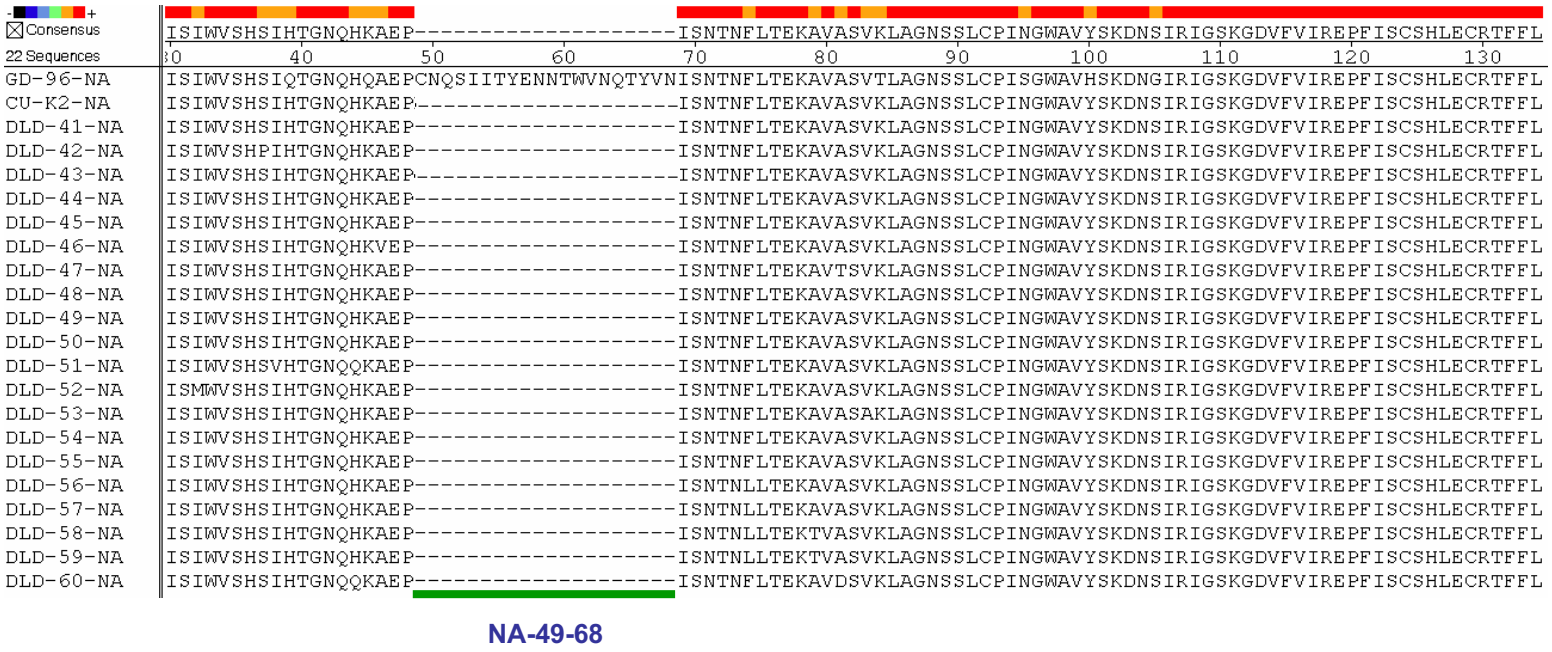
ผลการเปรียบเทียบยีน NA ของเชื้อไวรัสไข้หวัดนกในตำแหน่งกรดอะมิโนที่ 49-68 (NA stalk region)

NA Genetic monitoring



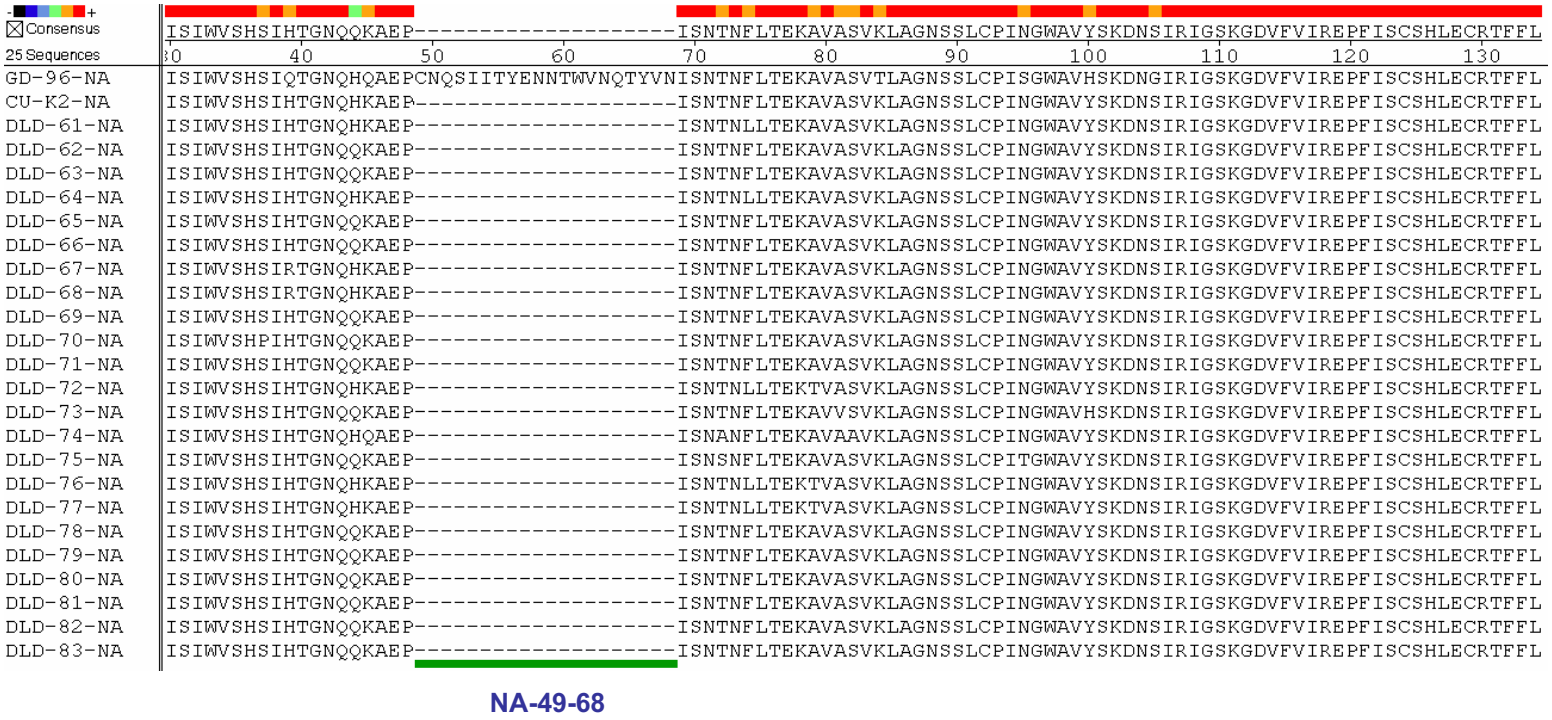
ผลการเปรียบเทียบยีน NA ของเชื้อไวรัสไข้หวัดนกในตำแหน่งกรดอะมิโนที่ 49-68 (NA stalk region)

NA Genetic monitoring



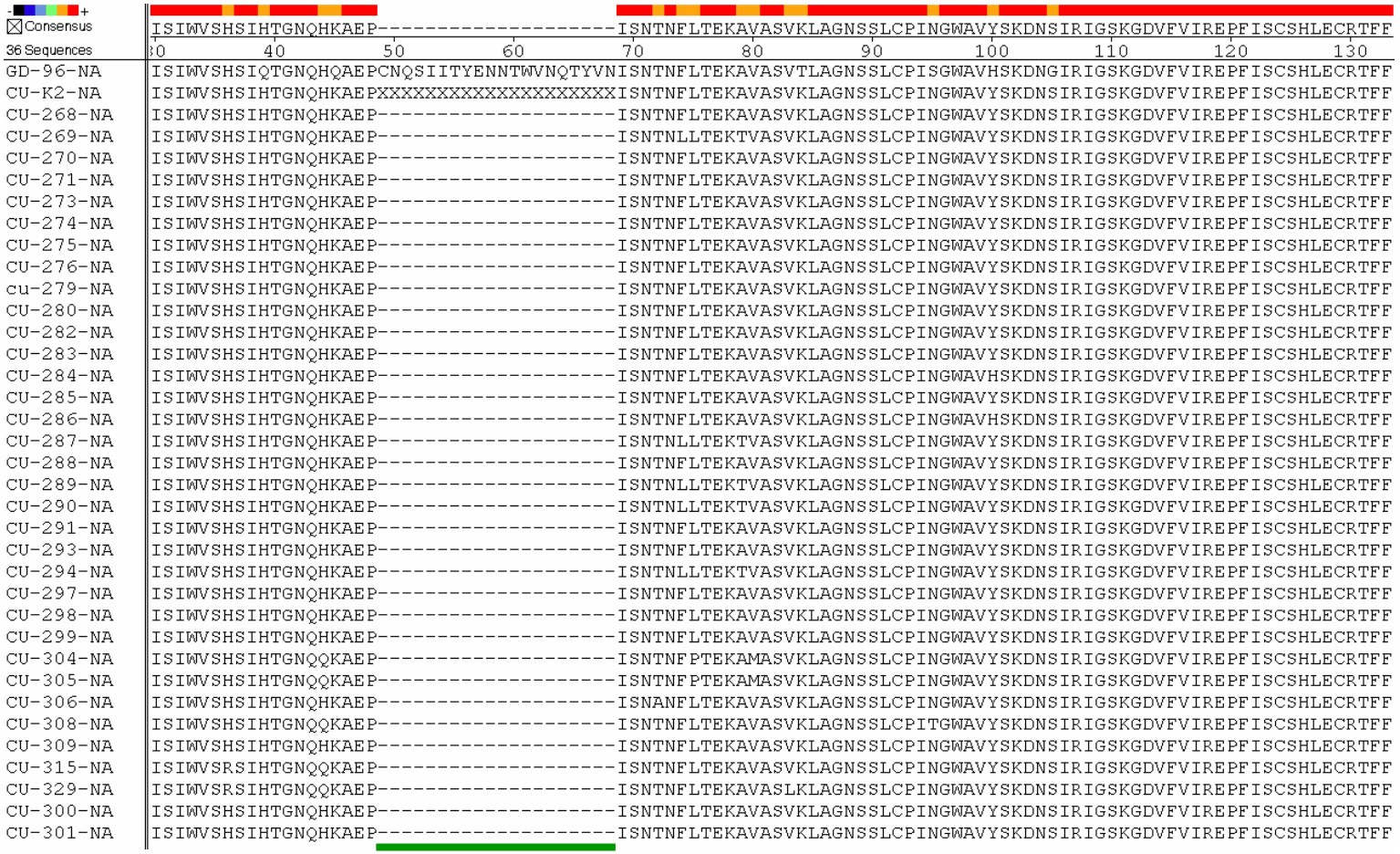
ผลการเปรียบเทียบยีน NA ของเชื้อไวรัสไข้หวัดนกในตำแหน่งกรดอะมิโนที่ 49-68 (NA stalk region)

NA Genetic monitoring



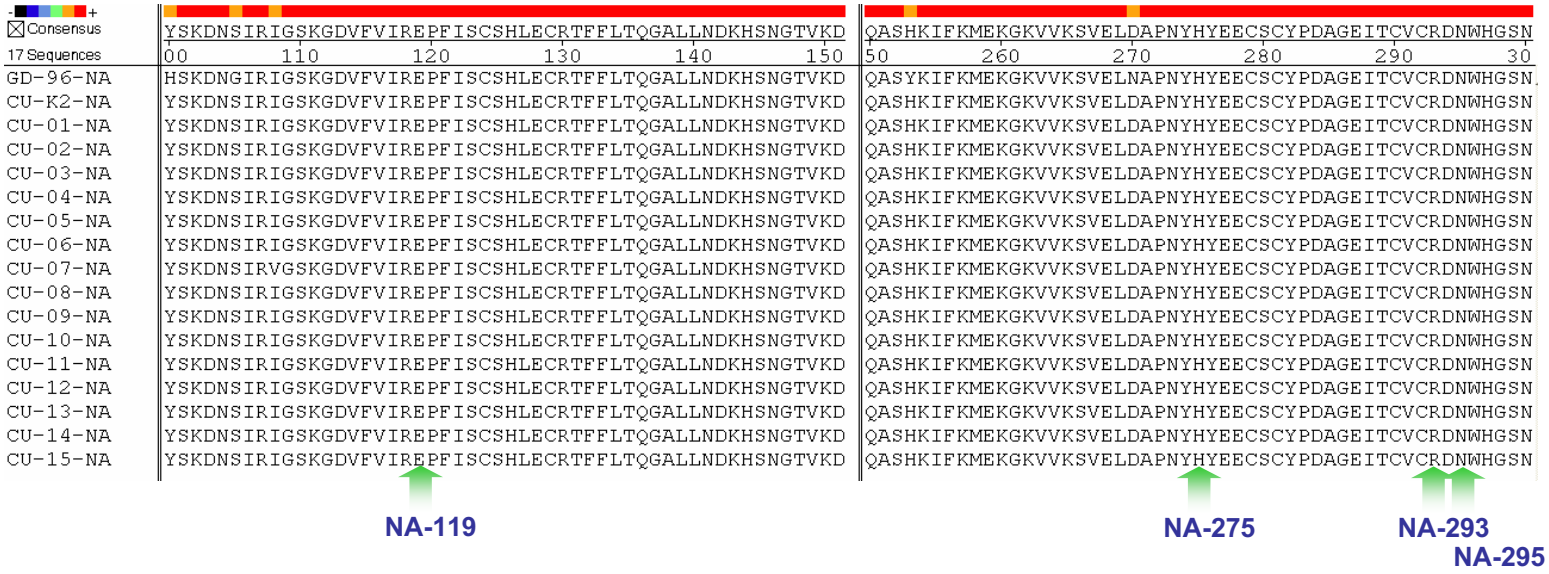
ผลการเปรียบเทียบยีน NA ของเชื้อไวรัสไข้หวัดนกในตำแหน่งกรดอะมิโนที่ 49-68 (NA stalk region)

NA Genetic monitoring



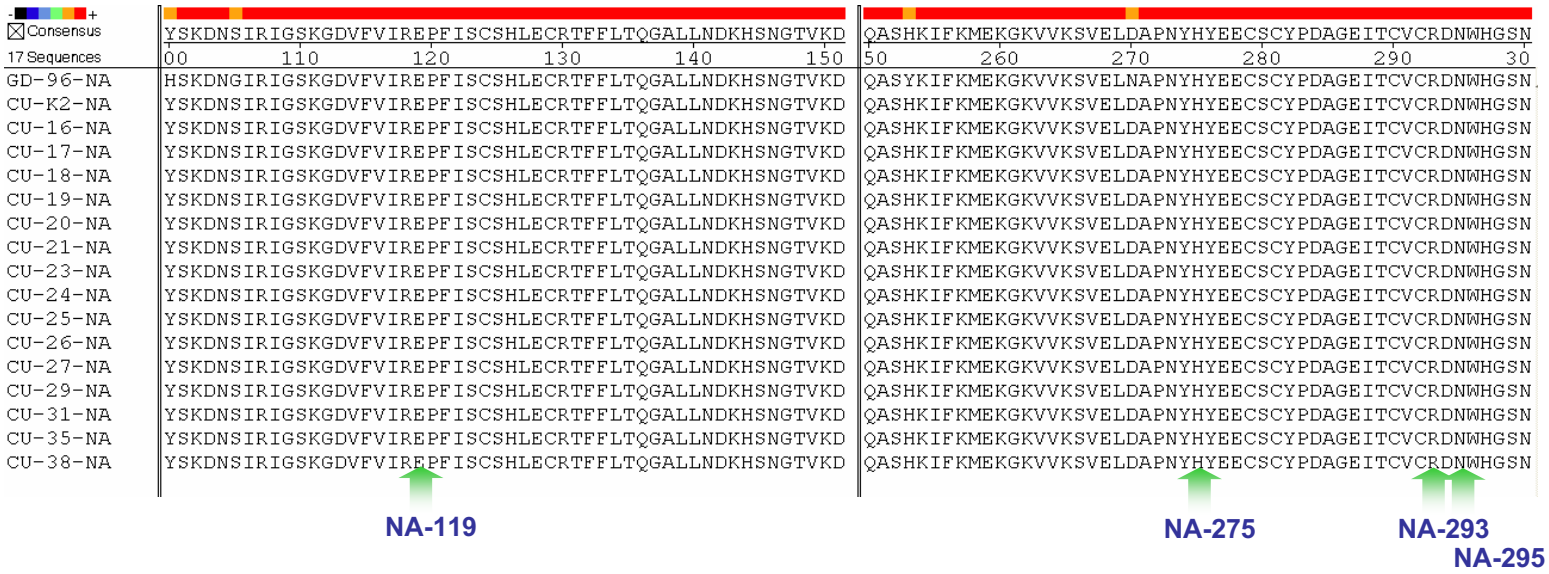
ผลการเปรียบเทียบยีน NA ของเชื้อไวรัสไข้หวัดนกในตำแหน่งกรดอะมิโนที่ 119, 275, 293, 295 (Oseltamivir resistance)

NA Genetic monitoring



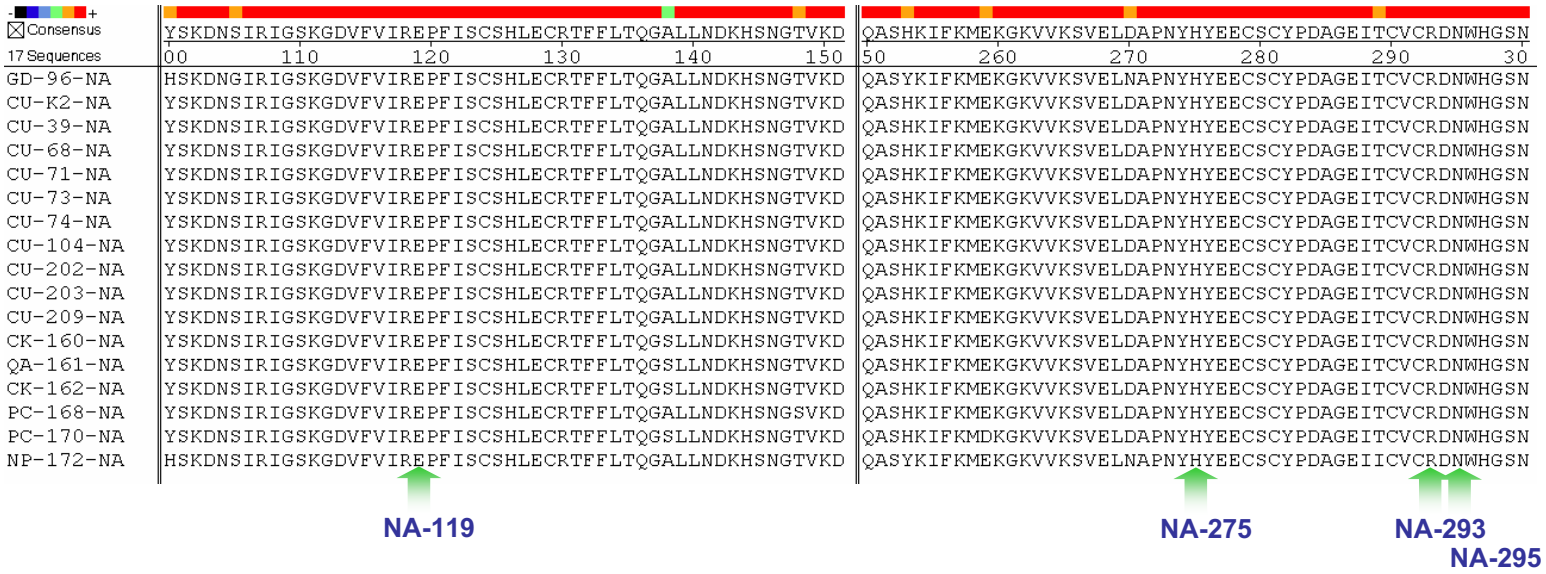
ผลการเปรียบเทียบยีน NA ของเชื้อไวรัสไข้หวัดนกในตำแหน่งกรดอะมิโนที่ 119, 275, 293, 295 (Oseltamivir resistance)

NA Genetic monitoring



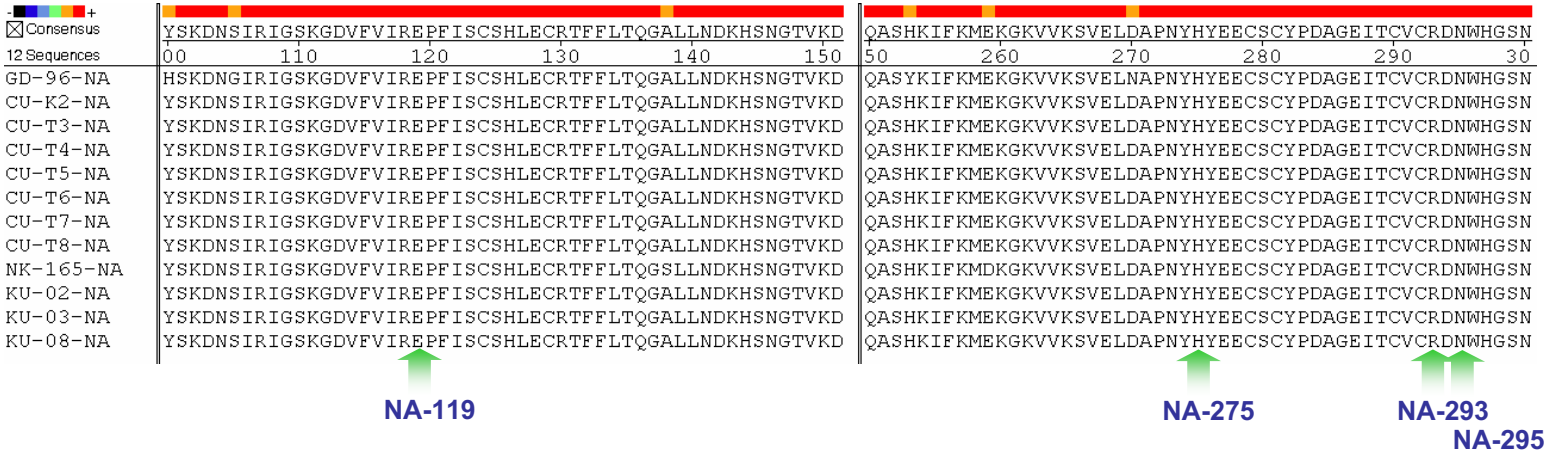
ผลการเปรียบเทียบยีน NA ของเชื้อไวรัสไข้หวัดนกในตำแหน่งกรดอะมิโนที่ 119, 275, 293, 295 (Oseltamivir resistance)

NA Genetic monitoring



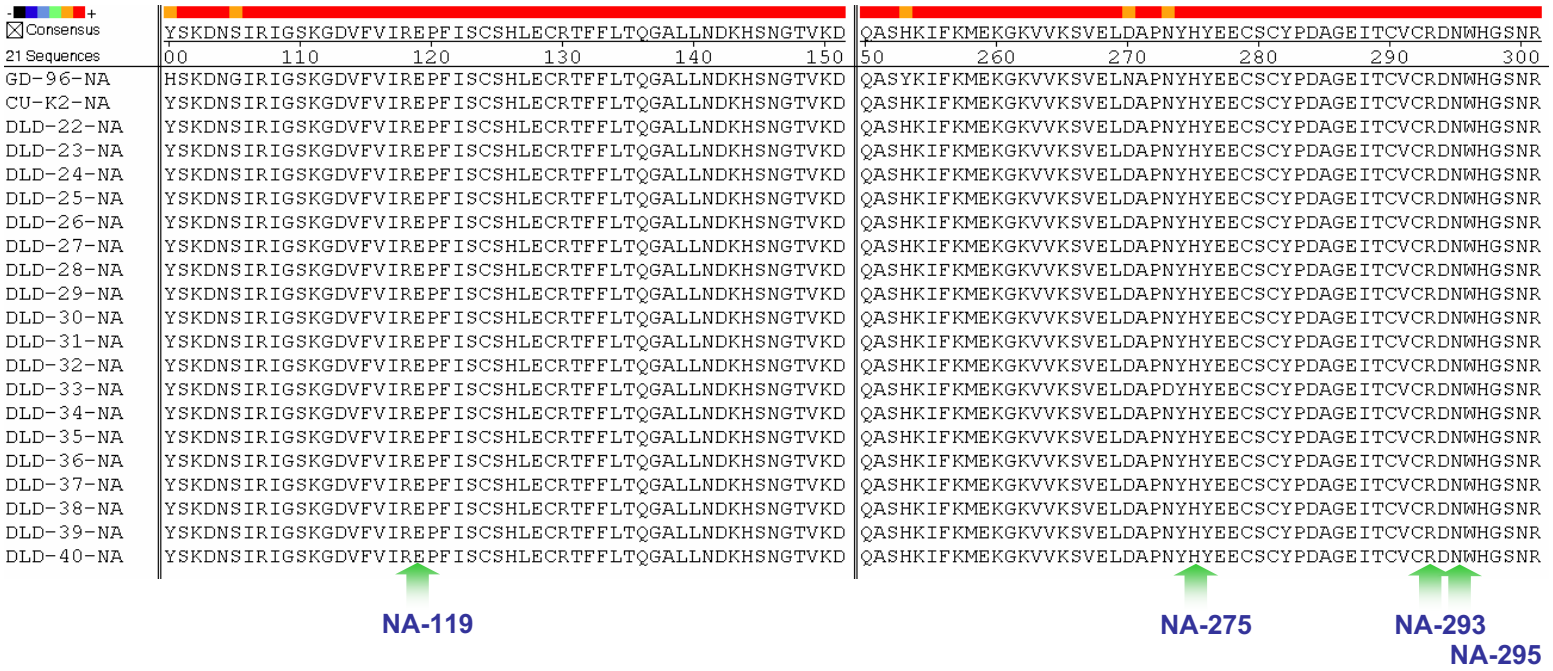
ผลการเปรียบเทียบยีน NA ของเชื้อไวรัสไข้หวัดนกในตำแหน่งกรดอะมิโนที่ 119, 275, 293, 295 (Oseltamivir resistance)

NA Genetic monitoring



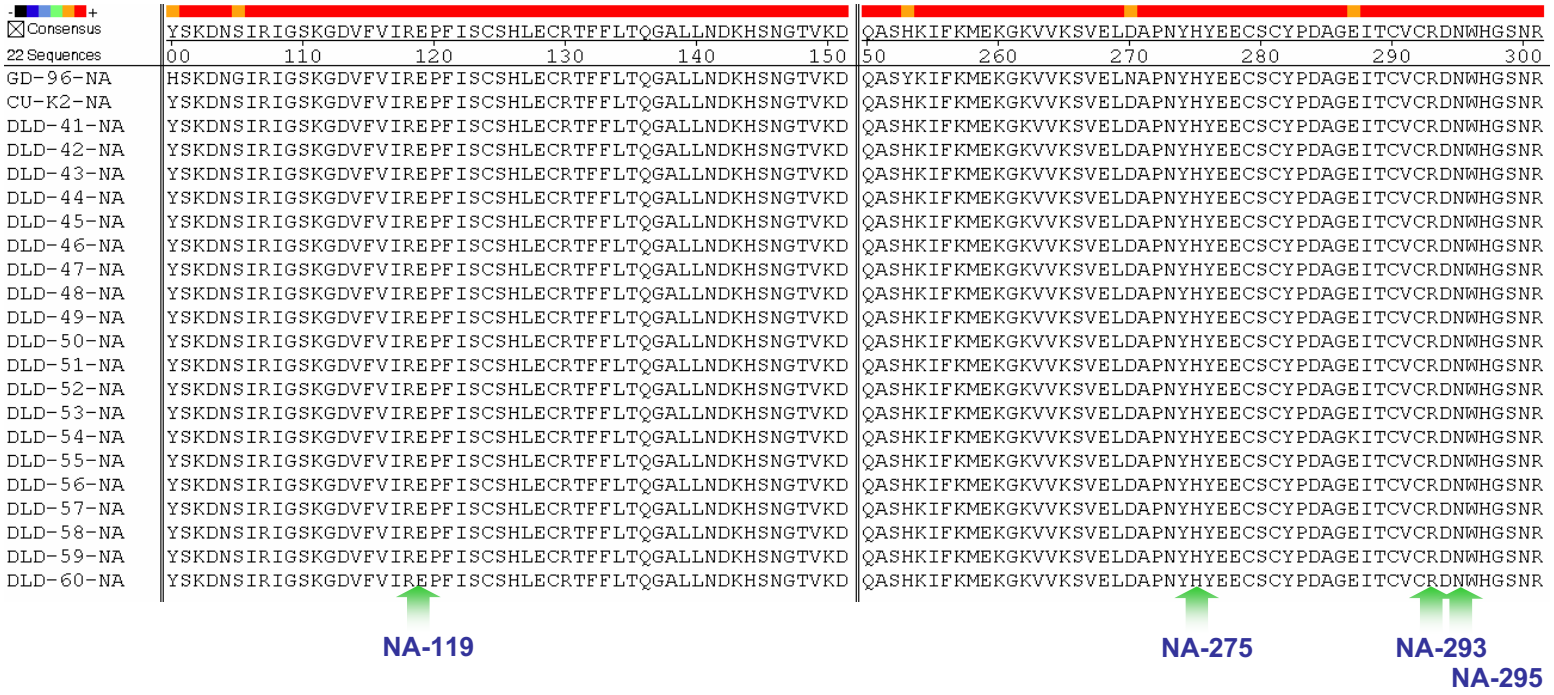
ผลการเปรียบเทียบยีน NA ของเชื้อไวรัสไข้หวัดนกในตำแหน่งกรดอะมิโนที่ 119, 275, 293, 295 (Oseltamivir resistance)

NA Genetic monitoring



ผลการเปรียบเทียบยีน NA ของเชื้อไวรัสไข้หวัดนกในตำแหน่งกรดอะมิโนที่ 119, 275, 293, 295 (Oseltamivir resistance)

NA Genetic monitoring



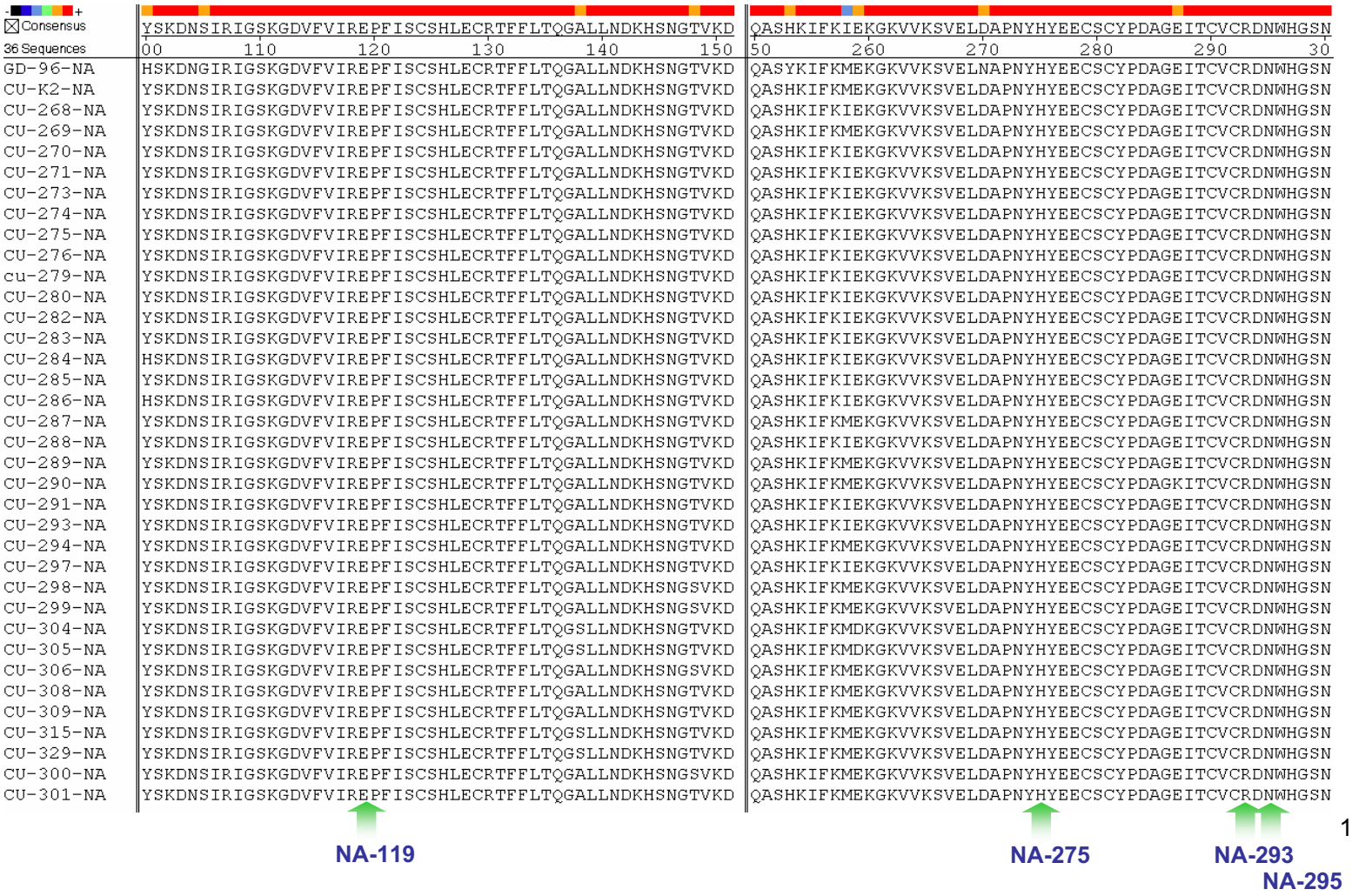
ผลการเปรียบเทียบยีน NA ของเชื้อไวรัสไข้หวัดนกในตำแหน่งกรดอะมิโนที่ 119, 275, 293, 295 (Oseltamivir resistance)

NA Genetic monitoring



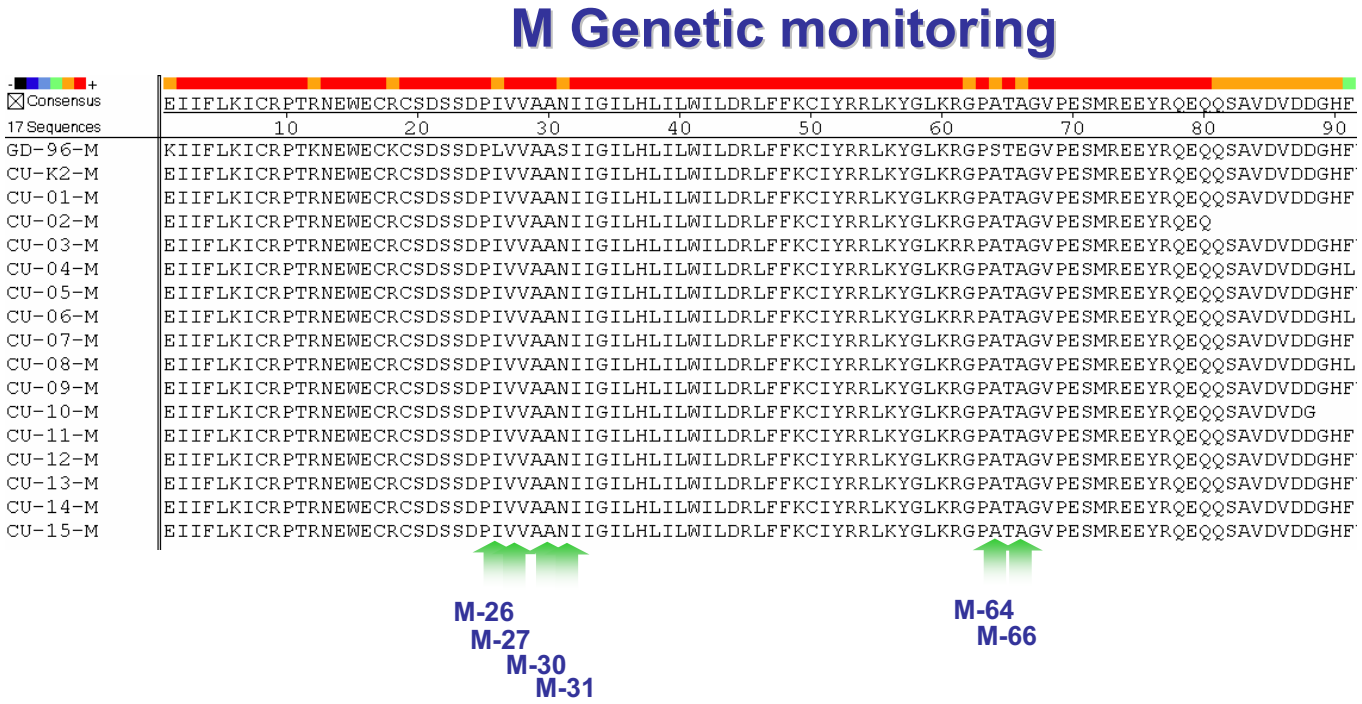
ผลการเปรียบเทียบยีน NA ของเชื้อไวรัสไข้หวัดนกในตำแหน่งกรดอะมิโนที่ 119, 275, 293, 295 (Oseltamivir resistance)

NA Genetic monitoring



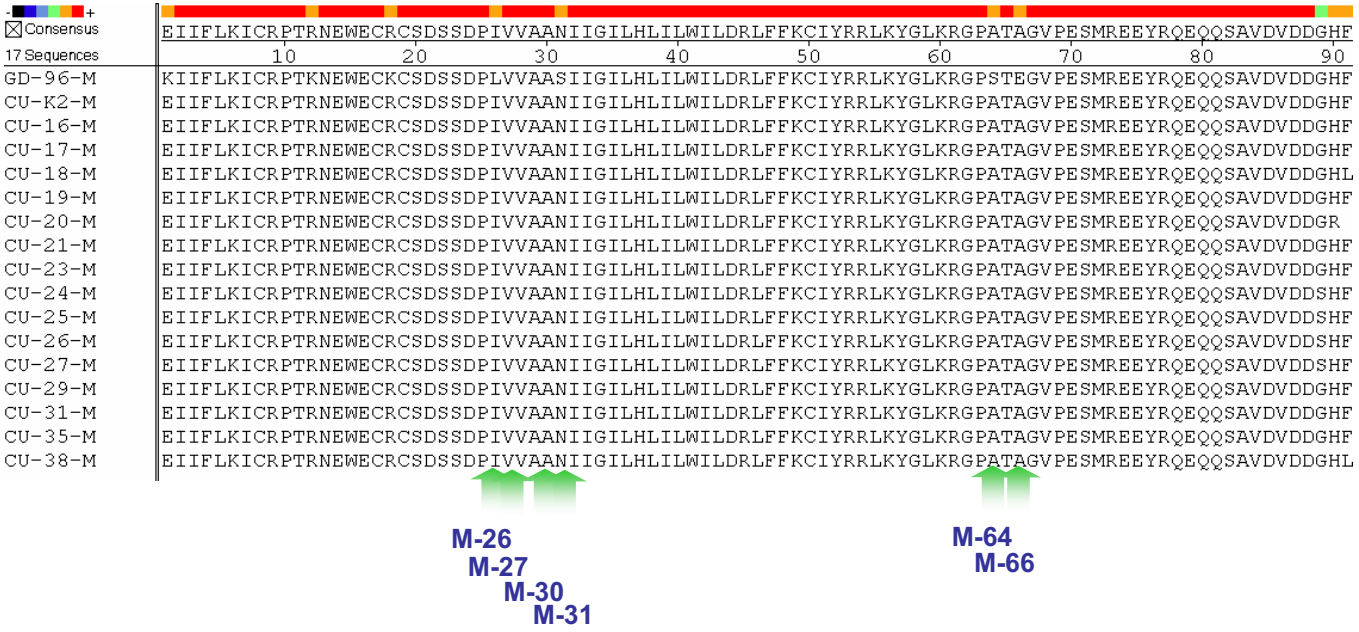
รายละเอียดผลการเปรียบเทียบมรหัสพันธุกรรมในแต่ละยีนของเชื้อไวรัสไข้หวัดนก

ผลการเปรียบเทียบยีน M2 ของเชื้อไวรัสไข้หวัดนกในตำแหน่งกรดอะมิโนที่ 26, 27, 30, 31, 64 และ 66 (amantadine resistance)



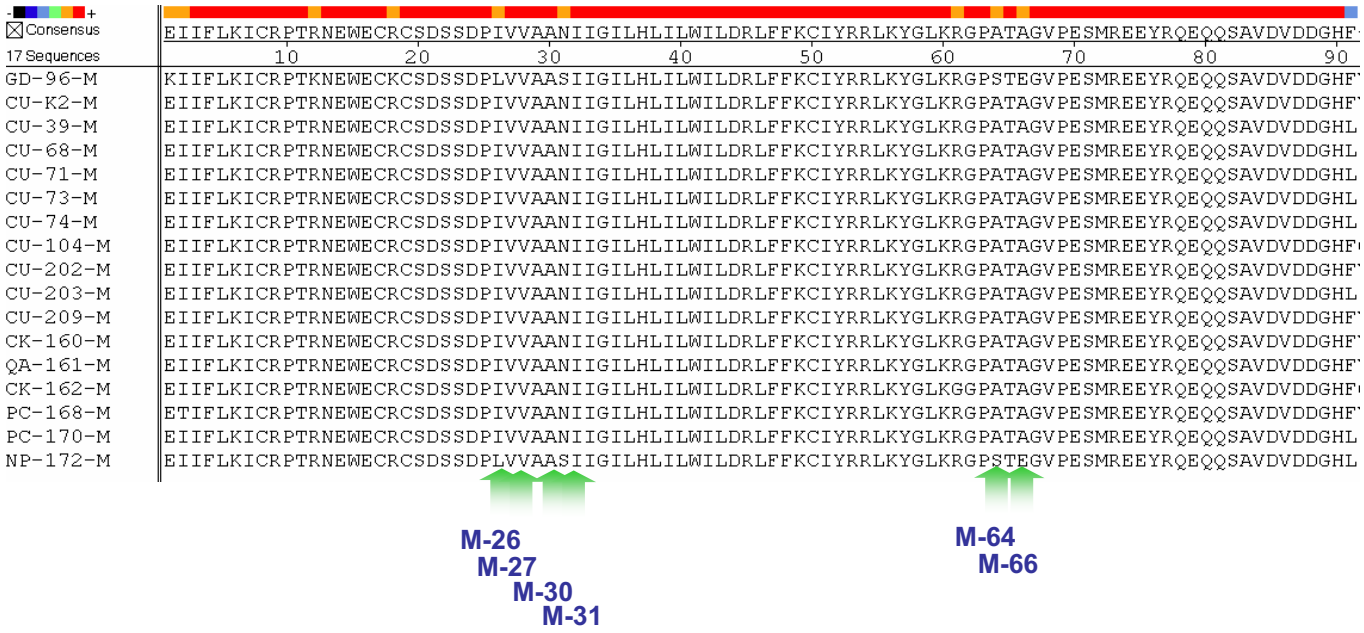
ผลการเปรียบเทียบยีน M2 ของเชื้อไวรัสไข้หวัดนกในตำแหน่งกรดอะมิโนที่ 26, 27, 30, 31, 64 และ 66 (amantadine resistance)

M Genetic monitoring



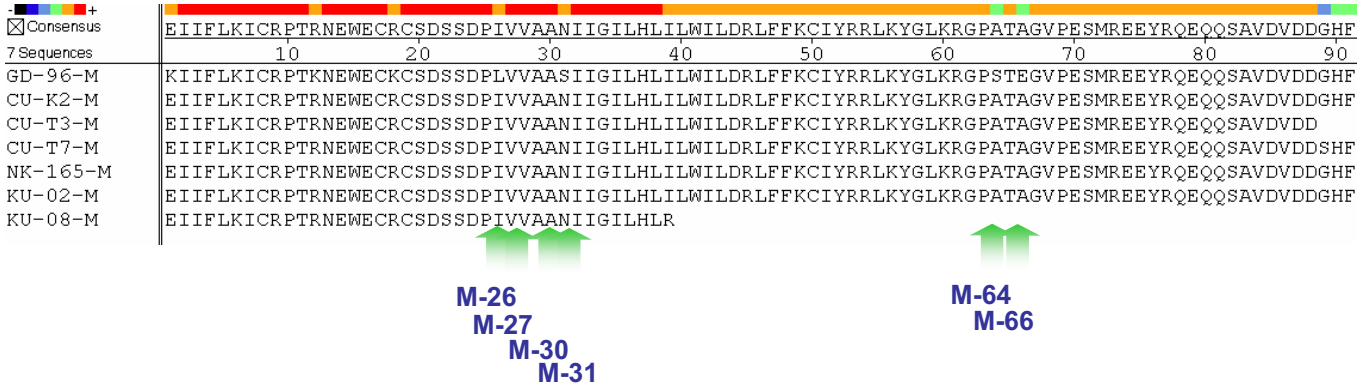
ผลการเปรียบเทียบยีน M2 ของเชื้อไวรัสไข้หวัดนกในตำแหน่งกรดอะมิโนที่ 26, 27, 30, 31, 64 และ 66 (amantadine resistance)

M Genetic monitoring



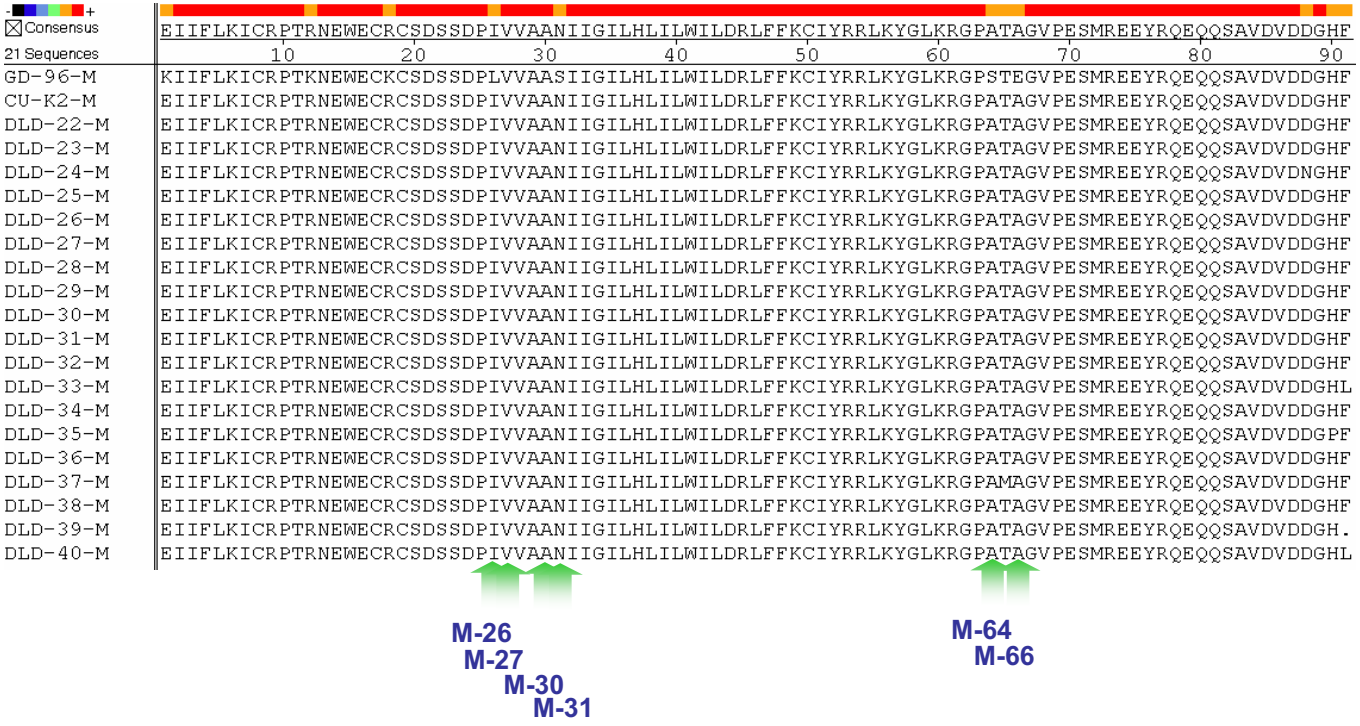
ผลการเปรียบเทียบยีน M2 ของเชื้อไวรัสไข้หวัดนกในตำแหน่งกรดอะมิโนที่ 26, 27, 30, 31, 64 และ 66 (amantadine resistance)

M Genetic monitoring



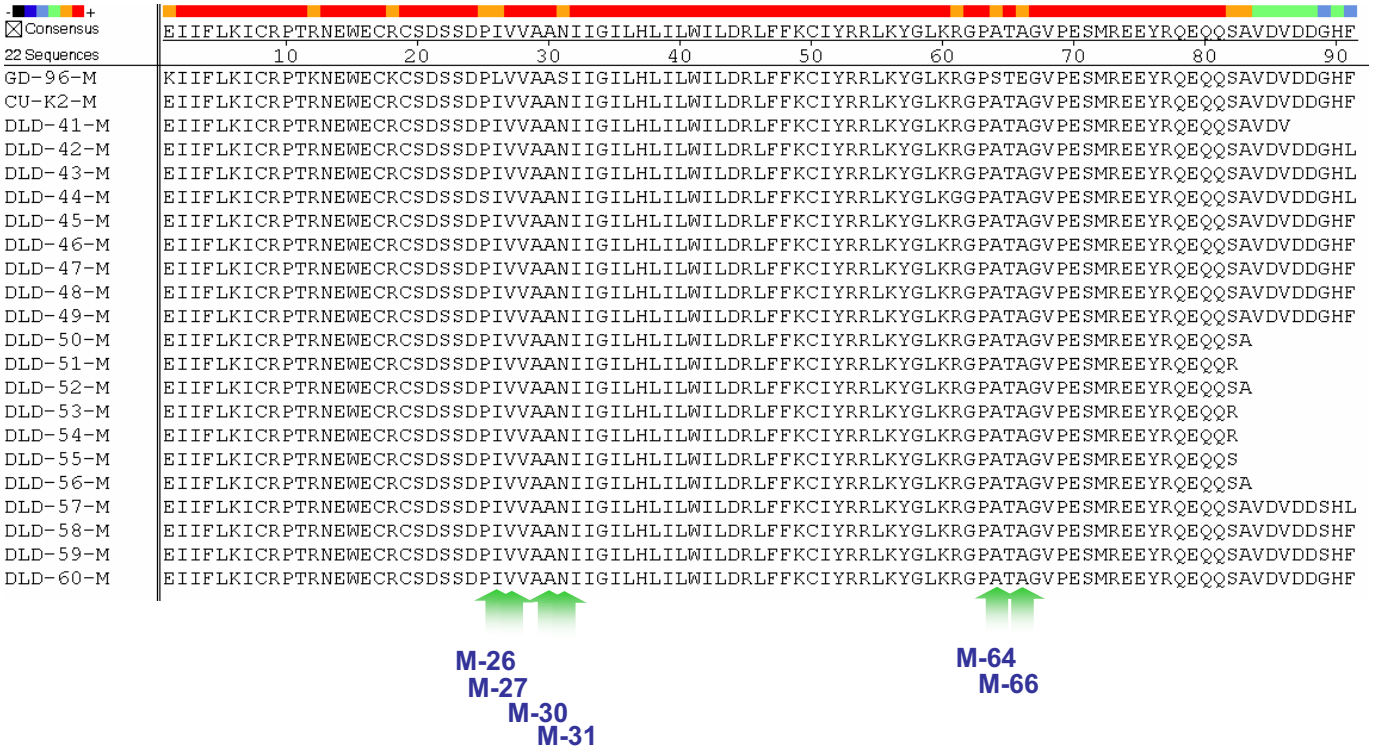
ผลการเปรียบเทียบยีน M2 ของเชื้อไวรัสไข้หวัดนกในตำแหน่งกรดอะมิโนที่ 26, 27, 30, 31, 64 และ 66 (amantadine resistance)

M Genetic monitoring



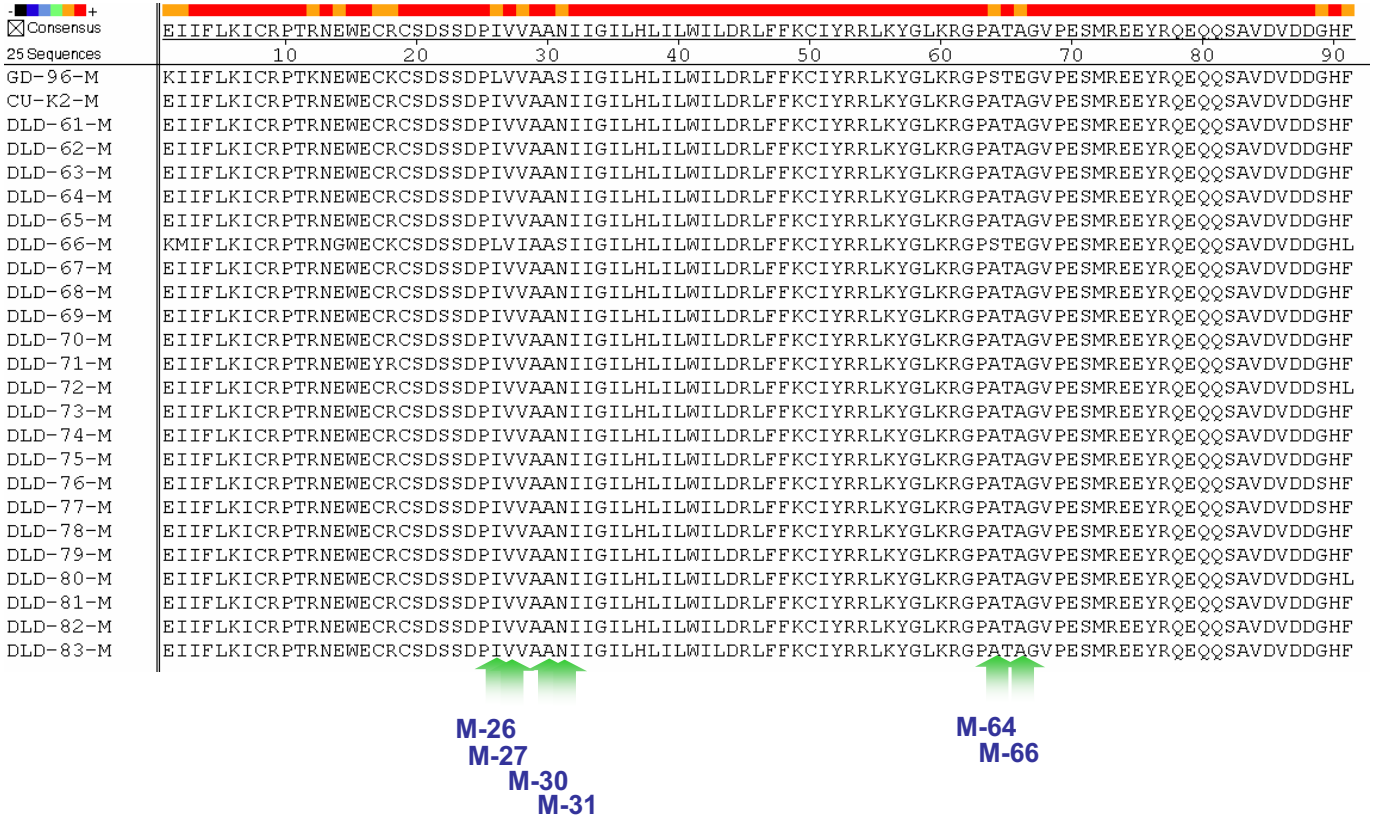
ผลการเปรียบเทียบยีน M2 ของเชื้อไวรัสไข้หวัดนกในตำแหน่งกรดอะมิโนที่ 26, 27, 30, 31, 64 และ 66 (amantadine resistance)

M Genetic monitoring



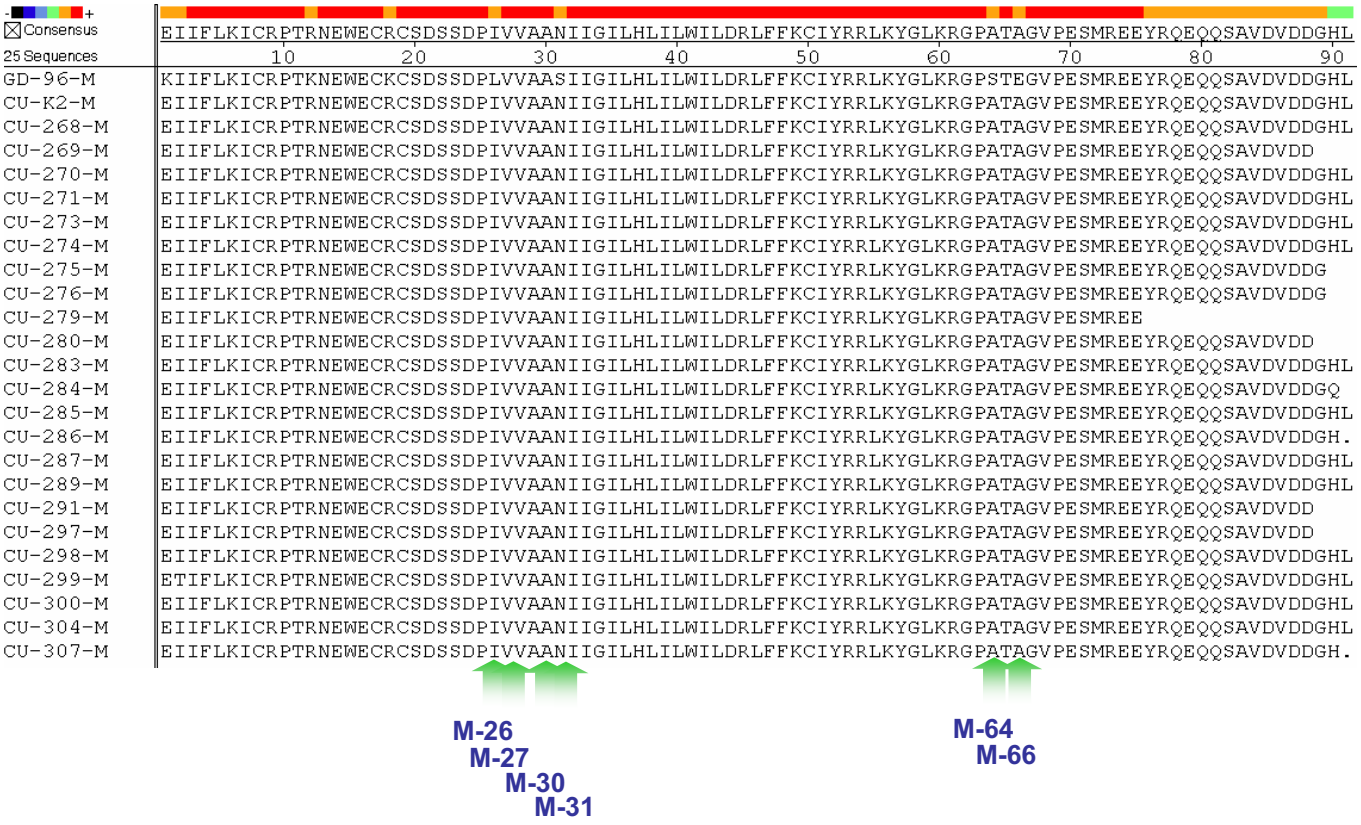
ผลการเปรียบเทียบยีน M2 ของเชื้อไวรัสไข้หวัดนกในตำแหน่งกรดอะมิโนที่ 26, 27, 30, 31, 64 และ 66 (amantadine resistance)

M Genetic monitoring



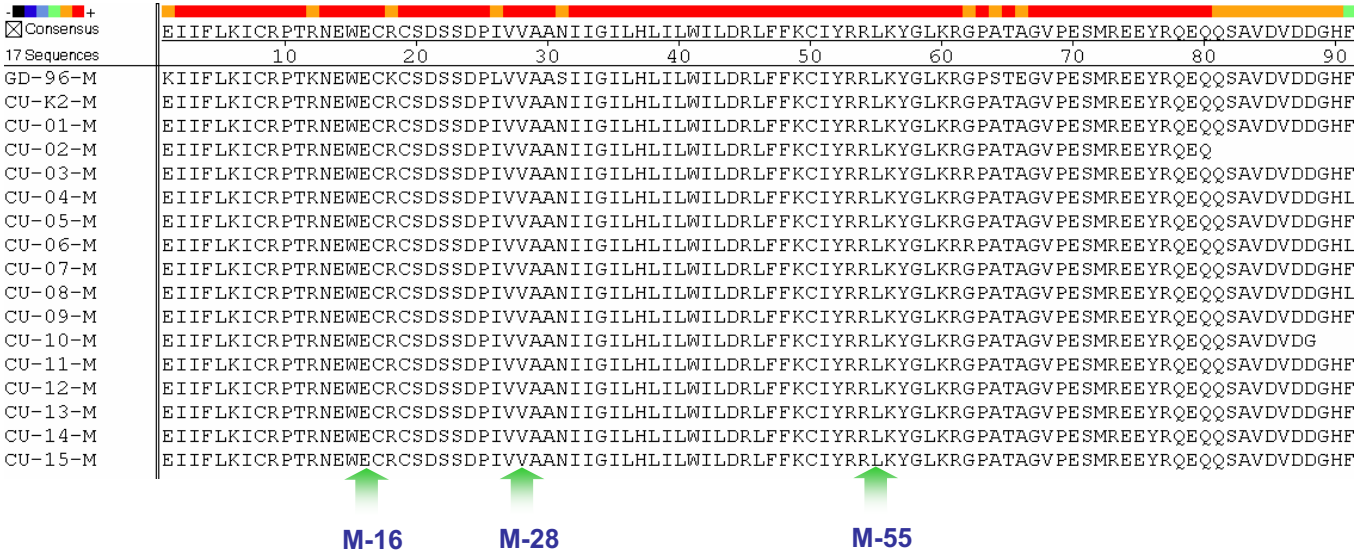
ผลการเปรียบเทียบยีน M2 ของเชื้อไวรัสไข้หวัดนกในตำแหน่งกรดอะมิโนที่ 26, 27, 30, 31, 64 และ 66 (amantadine resistance)

M Genetic monitoring



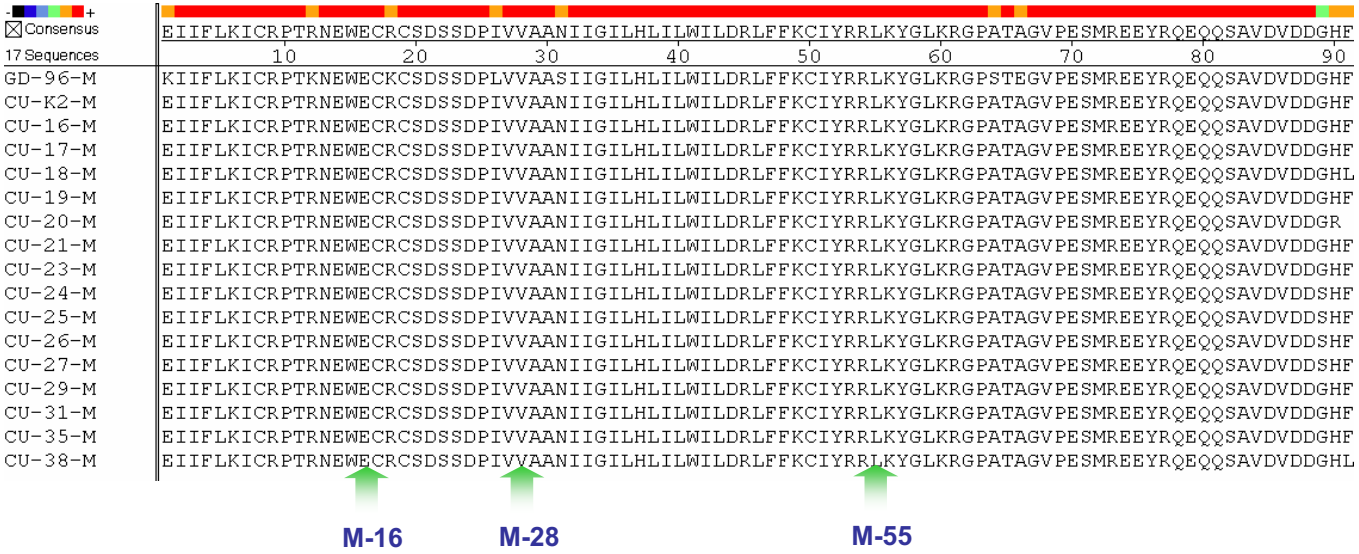
ผลการเปรียบเทียบยีน M2 ของเชื้อไวรัสไข้หวัดนกในตำแหน่งกรดอะมิโนที่ 16, 28 และ 55 (human/avian like characteristics)

M Genetic monitoring



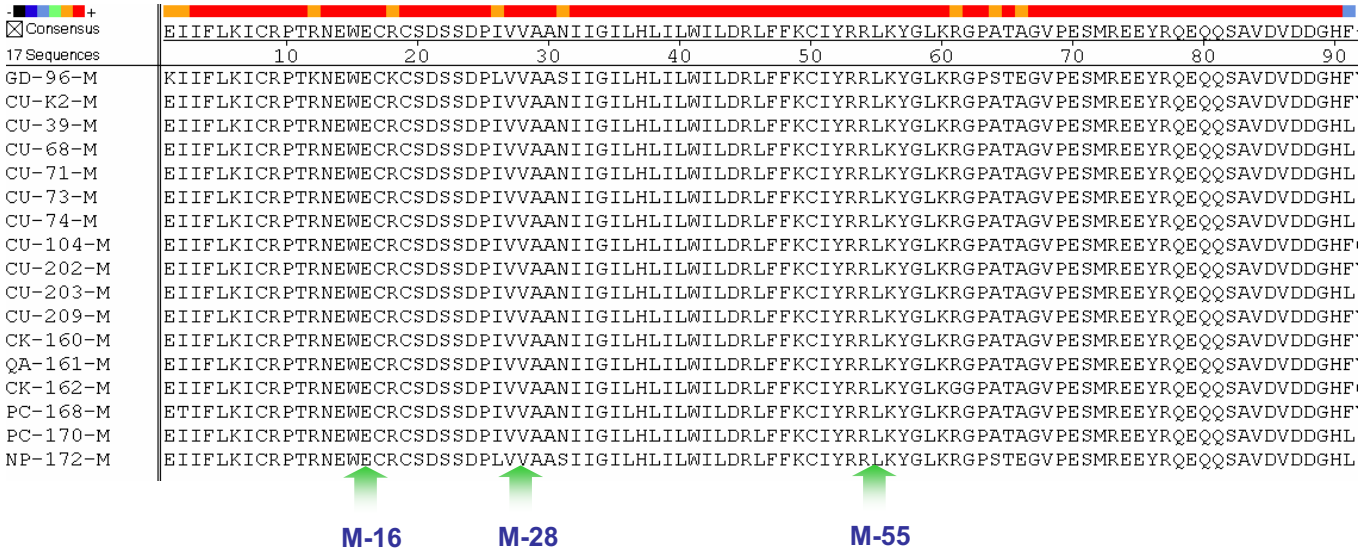
ผลการเปรียบเทียบยีน M2 ของเชื้อไวรัสไข้หวัดนกในตำแหน่งกรดอะมิโนที่ 16, 28 และ 55 (human/avian like characteristics)

M Genetic monitoring



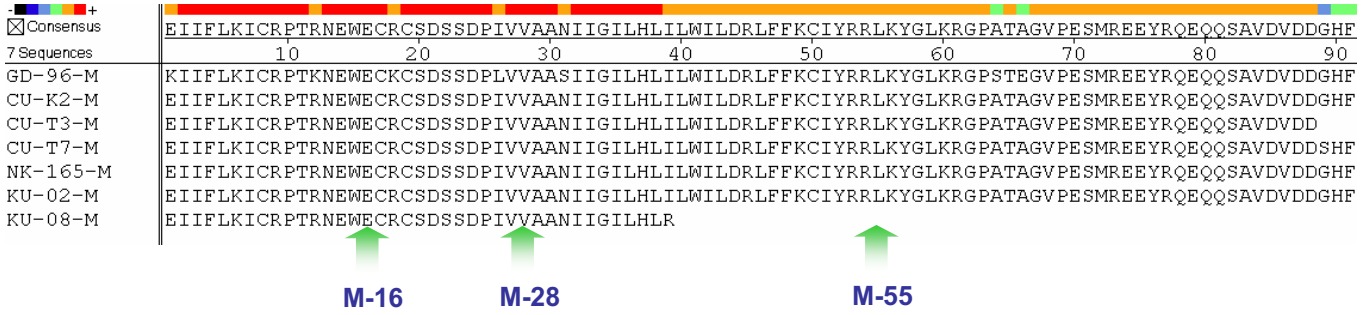
ผลการเปรียบเทียบยีน M2 ของเชื้อไวรัสไข้หวัดนกในตำแหน่งกรดอะมิโนที่ 16, 28 และ 55 (human/avian like characteristics)

M Genetic monitoring



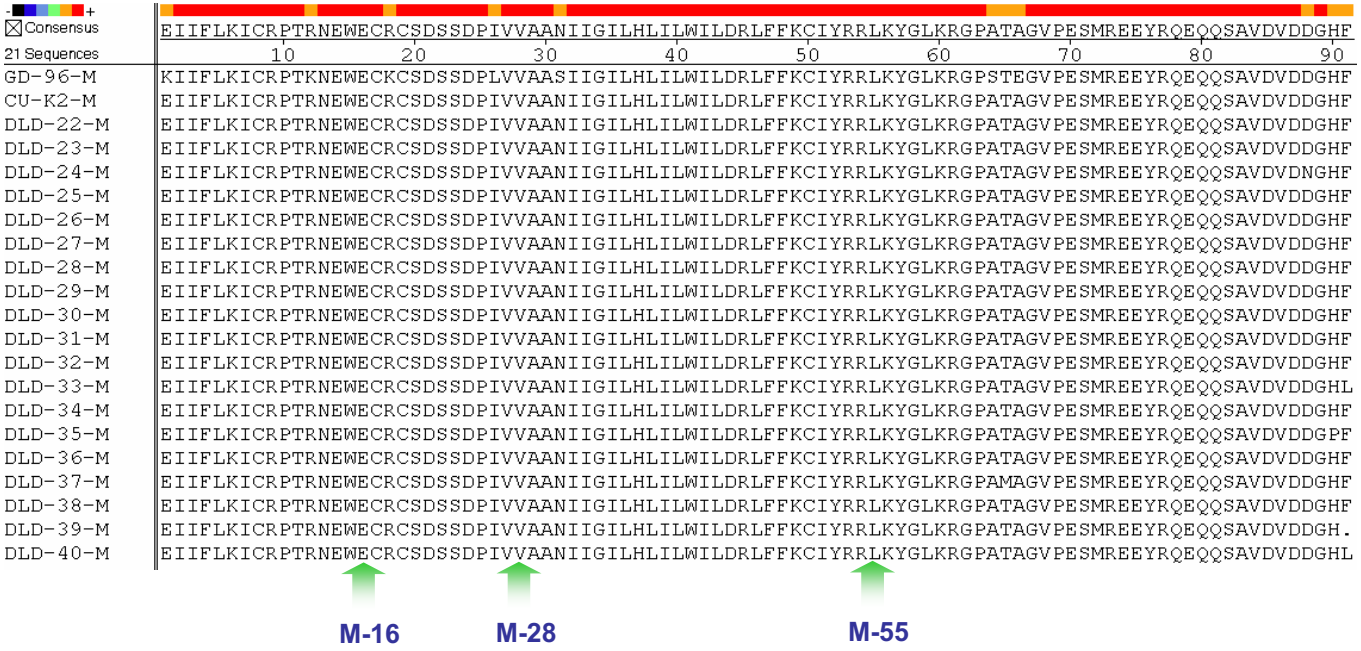
ผลการเปรียบเทียบยีน M2 ของเชื้อไวรัสไข้หวัดนกในตำแหน่งกรดอะมิโนที่ 16, 28 และ 55 (human/avian like characteristics)

M Genetic monitoring



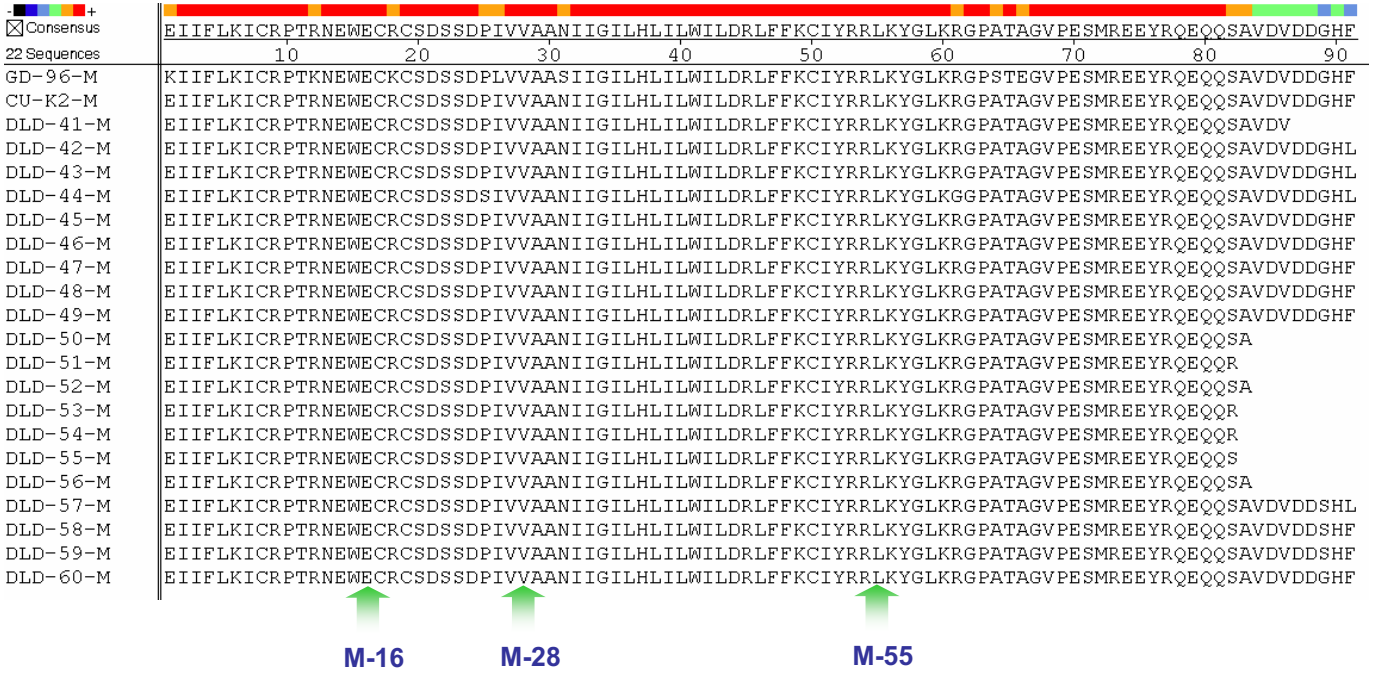
ผลการเปรียบเทียบยีน M2 ของเชื้อไวรัสไข้หวัดนกในตำแหน่งกรดอะมิโนที่ 16, 28 และ 55 (human/avian like characteristics)

M Genetic monitoring



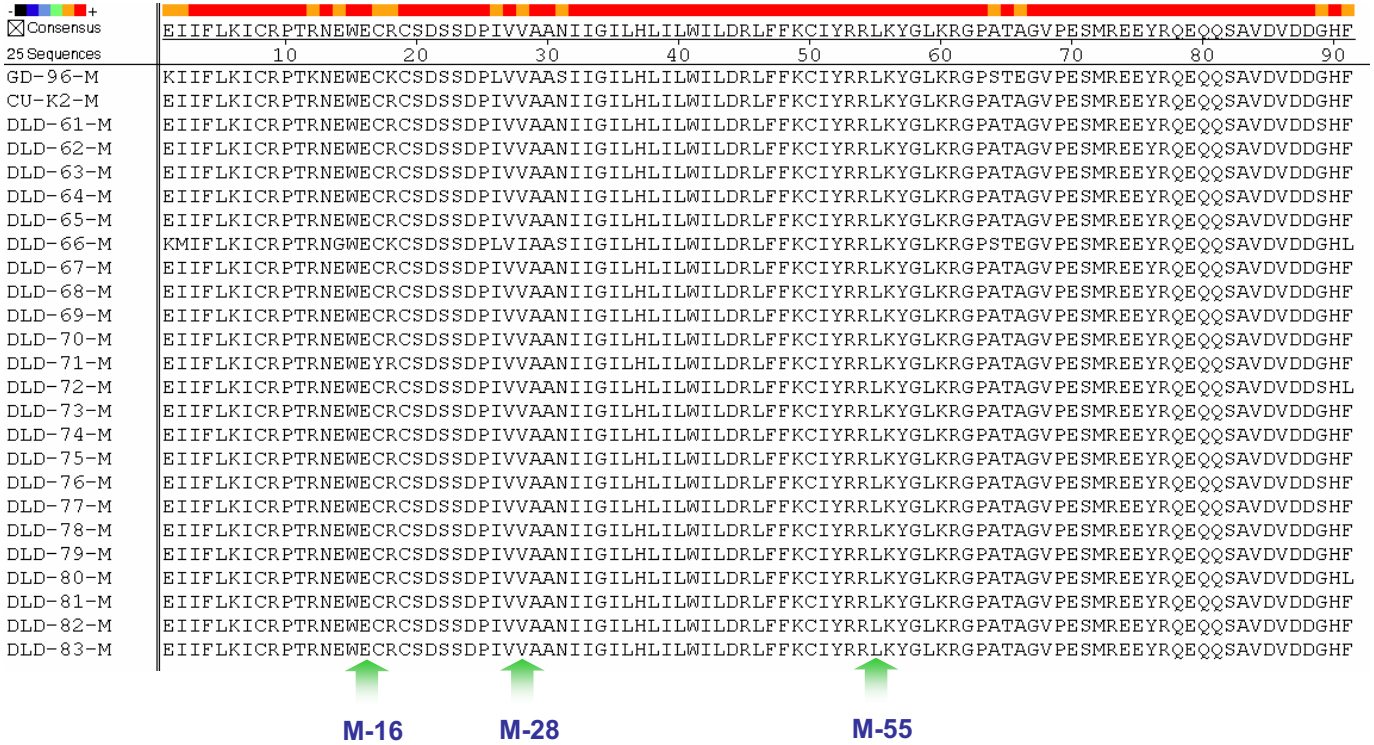
ผลการเปรียบเทียบยีน M2 ของเชื้อไวรัสไข้หวัดนกในตำแหน่งกรดอะมิโนที่ 16, 28 และ 55 (human/avian like characteristics)

M Genetic monitoring



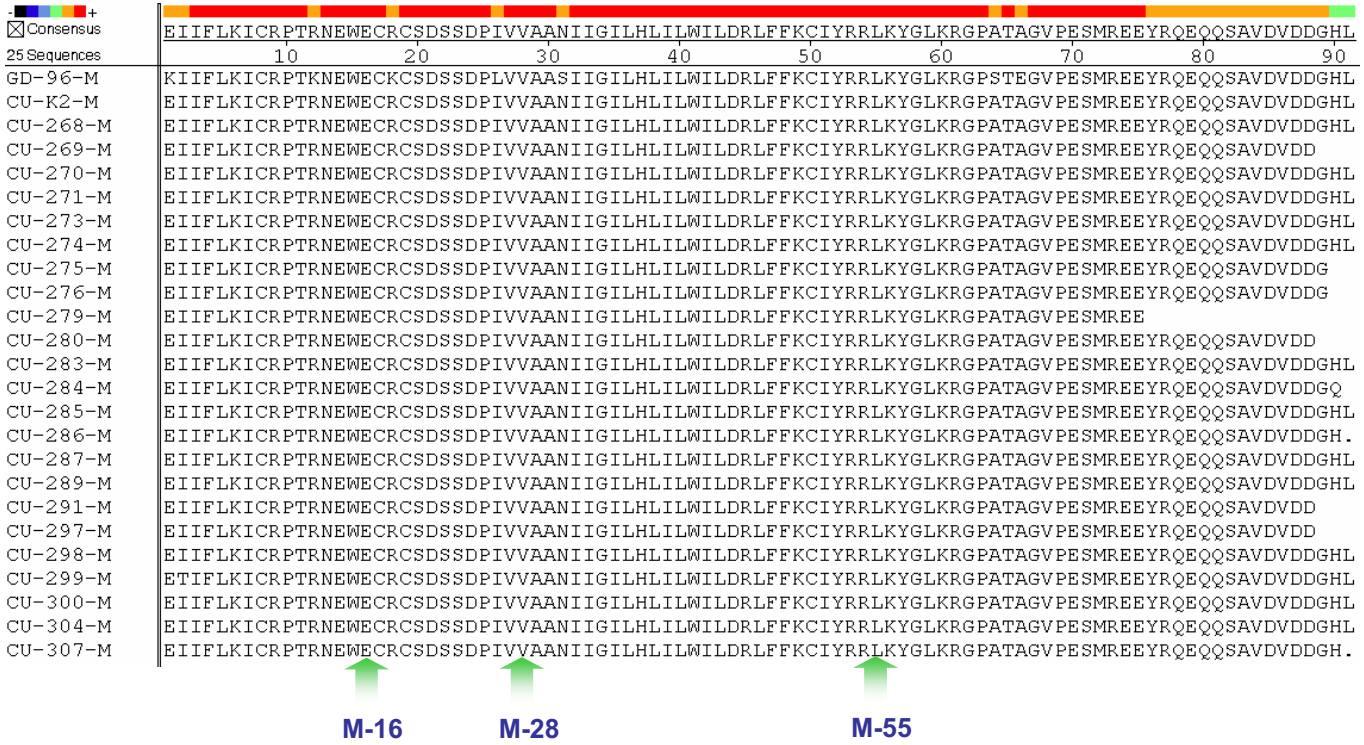
ผลการเปรียบเทียบยีน M2 ของเชื้อไวรัสไข้หวัดนกในตำแหน่งกรดอะมิโนที่ 16, 28 และ 55 (human/avian like characteristics)

M Genetic monitoring



ผลการเปรียบเทียบยีน M2 ของเชื้อไวรัสไข้หวัดนกในตำแหน่งกรดอะมิโนที่ 16, 28 และ 55 (human/avian like characteristics)

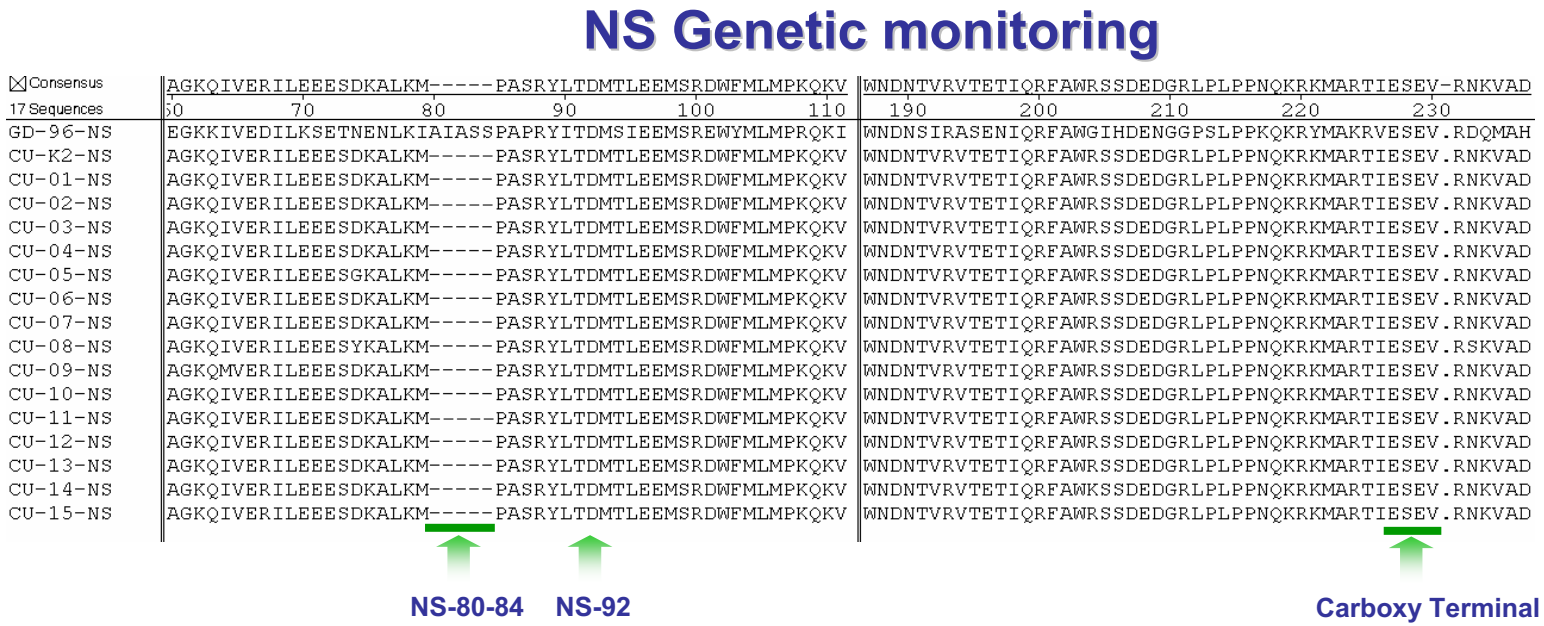
M Genetic monitoring



ภาคผนวก ข

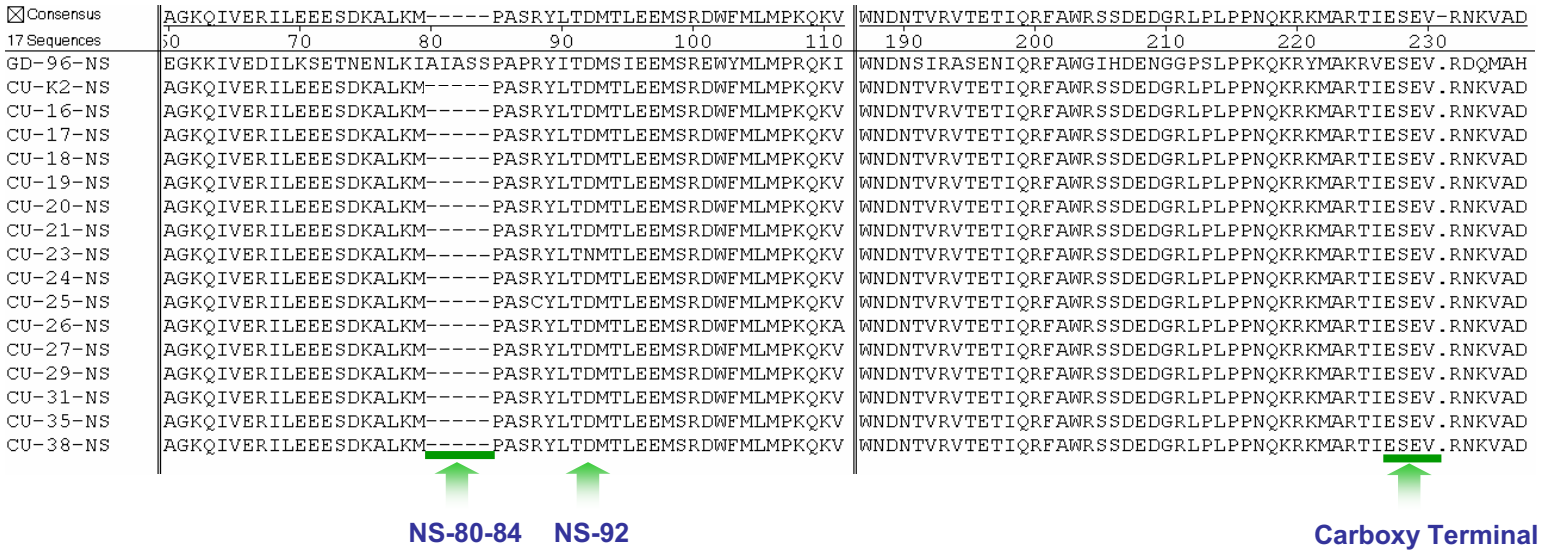
รายละเอียดผลการเปรียบเทียบมรหัสพันธุกรรมในแต่ละยีนของเชื้อไวรัสไข้หวัดนก

ผลการเปรียบเทียบยีน NS1 ของเชื้อไวรัสไข้หวัดนกในตำแหน่งกรดอะมิโนที่ 80-84, 92 และcarboxyl terminal (virulence determinant)

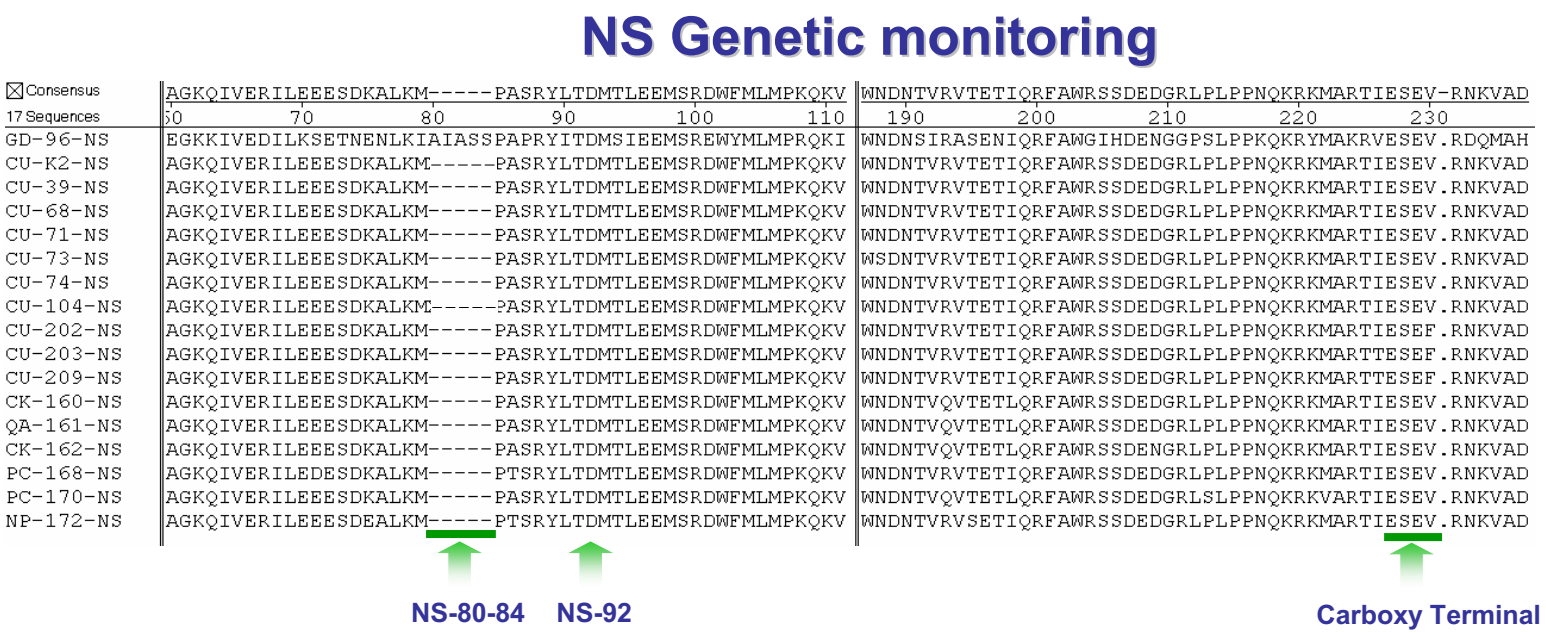


ผลการเปรียบเทียบยีน NS1 ของเชื้อไวรัสไข้หวัดนกในตำแหน่งกรดอะมิโนที่ 80-84, 92 และcarboxyl terminal (virulence determinant)

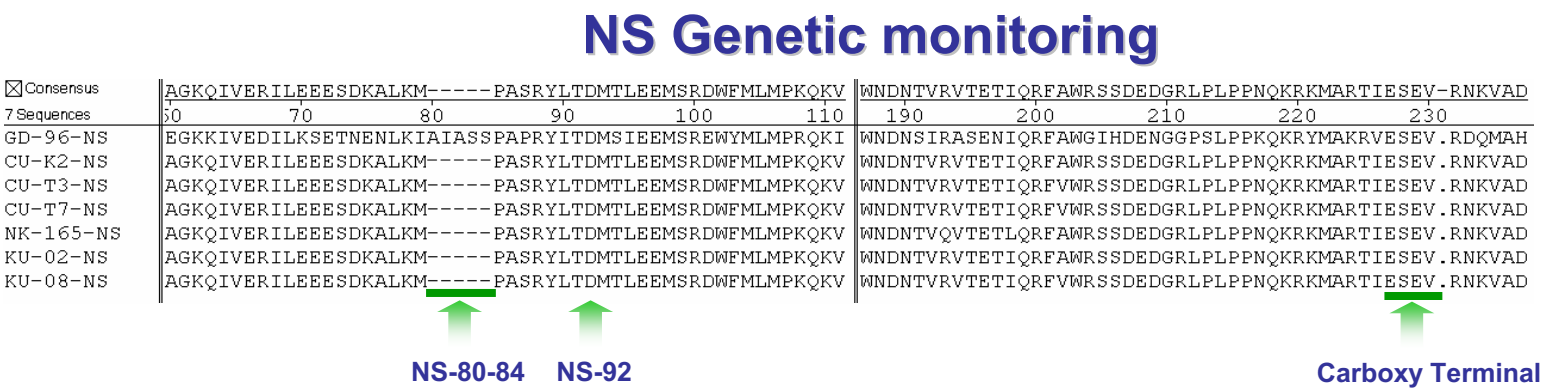
NS Genetic monitoring



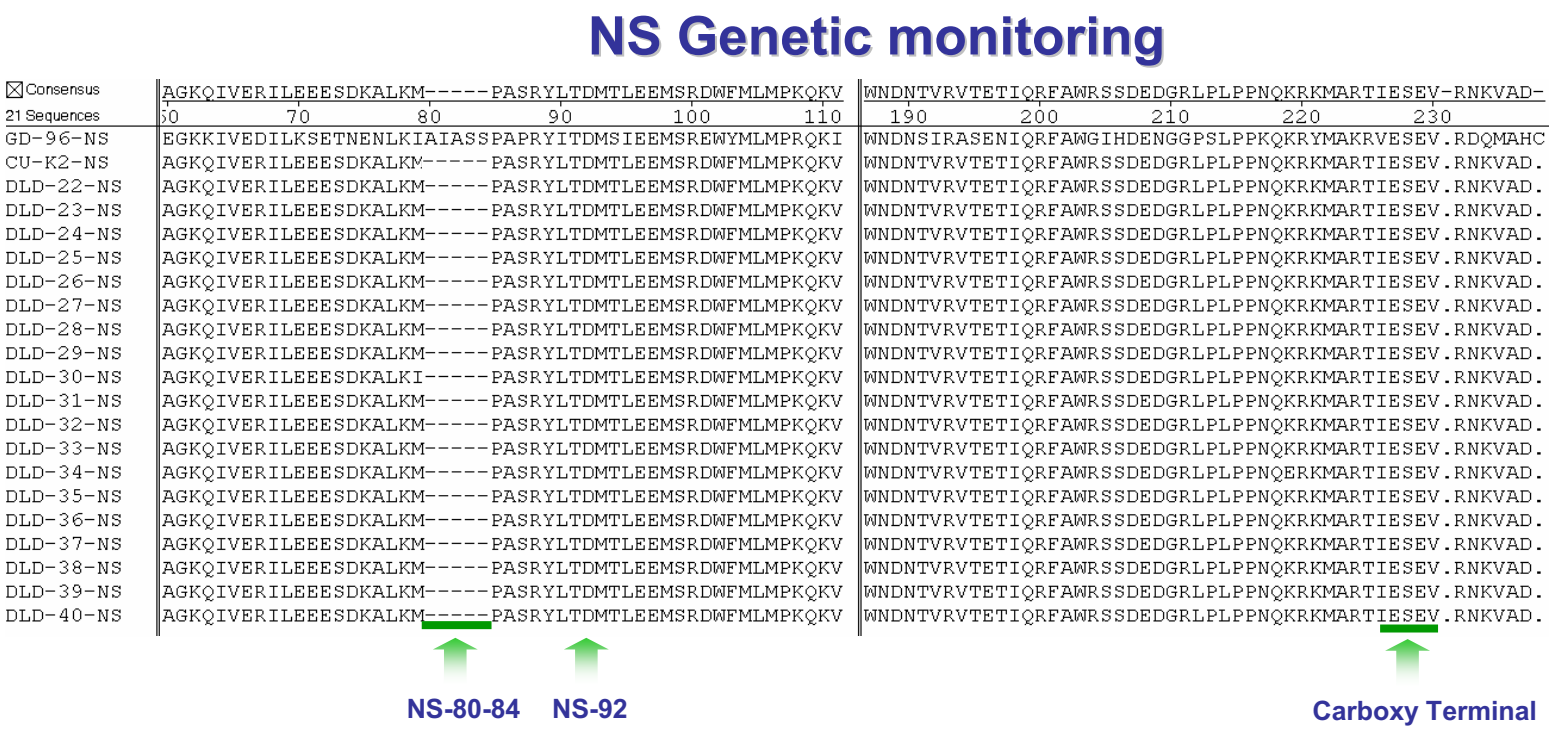
ผลการเปรียบเทียบยีน NS1 ของเชื้อไวรัสไข้หวัดนกในตำแหน่งกรดอะมิโนที่ 80-84, 92 และcarboxyl terminal (virulence determinant)



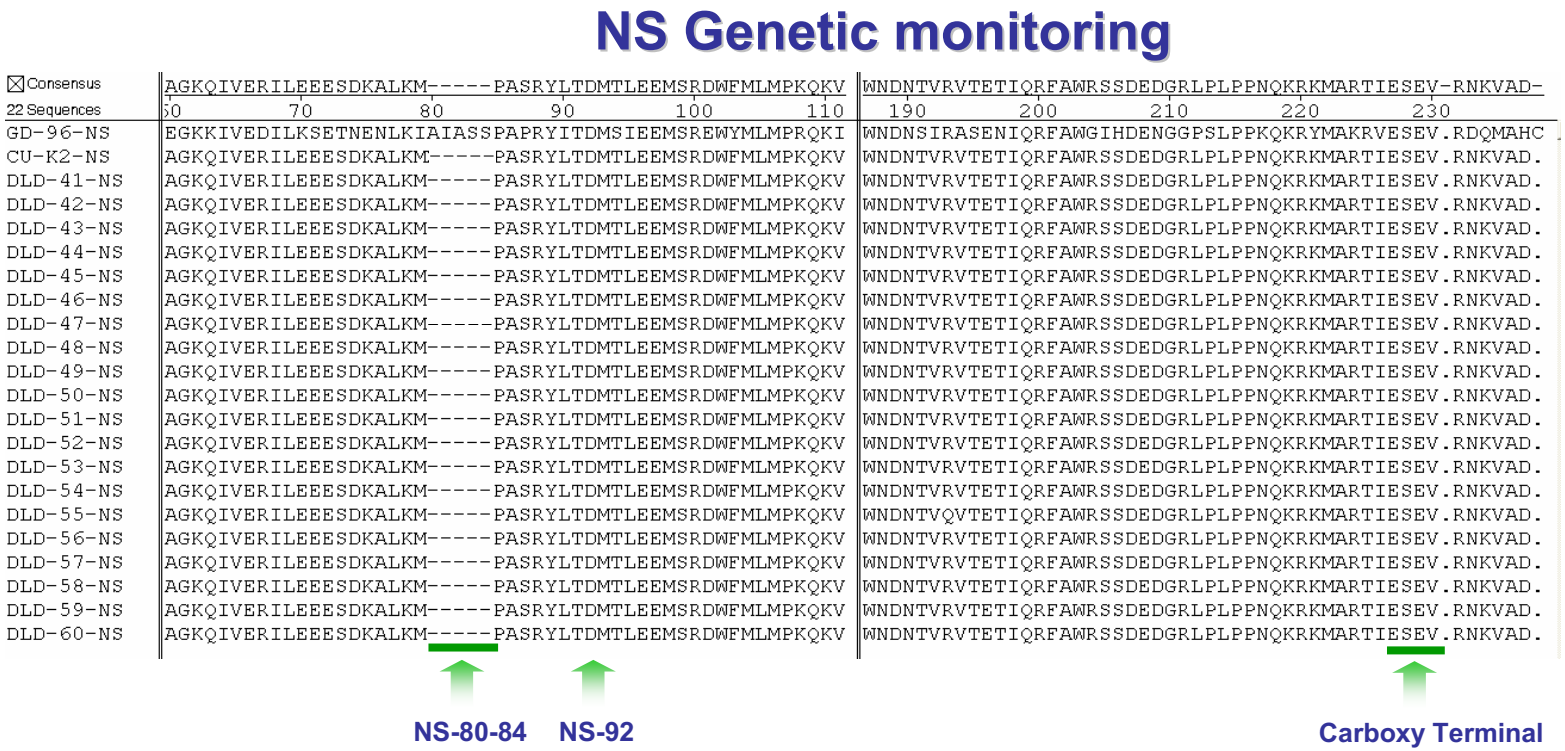
ผลการเปรียบเทียบยีน NS1 ของเชื้อไวรัสไข้หวัดนกในตำแหน่งกรดอะมิโนที่ 80-84, 92 และcarboxyl terminal (virulence determinant)



ผลการเปรียบเทียบยีน NS1 ของเชื้อไวรัสไข้หวัดนกในตำแหน่งกรดอะมิโนที่ 80-84, 92 และcarboxyl terminal (virulence determinant)

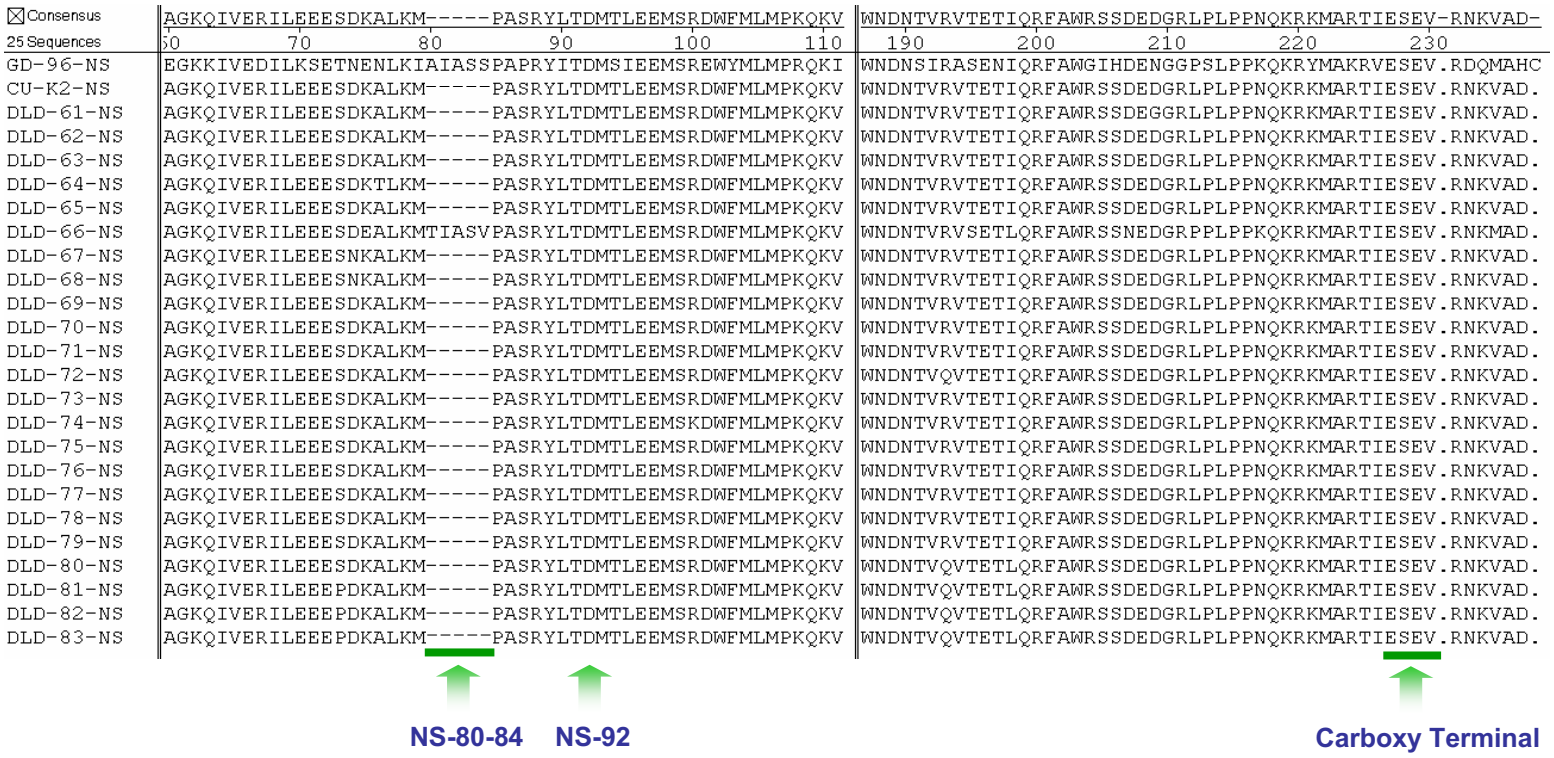


ผลการเปรียบเทียบยีน NS1 ของเชื้อไวรัสไข้หวัดนกในตำแหน่งกรดอะมิโนที่ 80-84, 92 และcarboxyl terminal (virulence determinant)



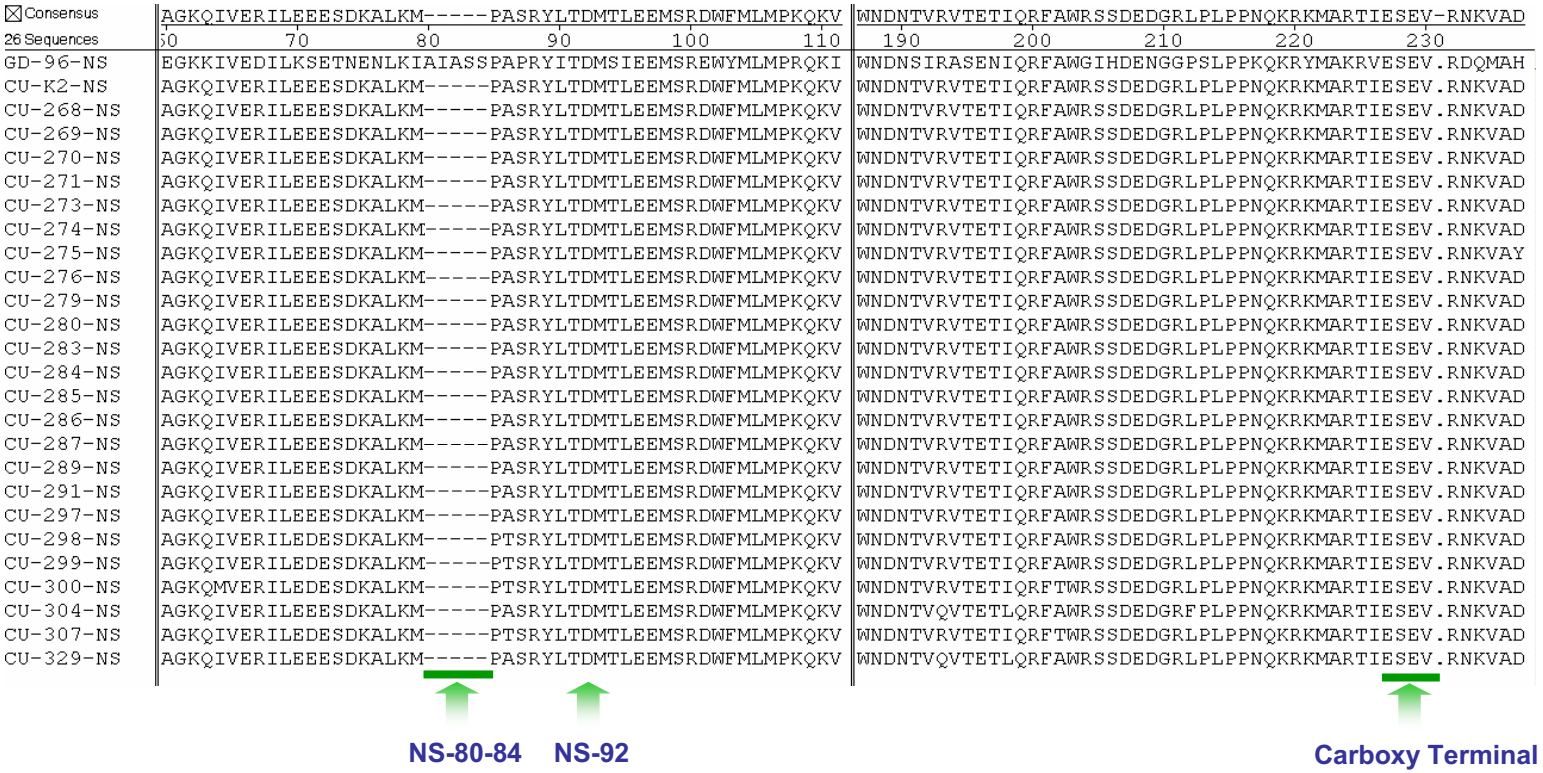
ผลการเปรียบเทียบยีน NS1 ของเชื้อไวรัสไข้หวัดนกในตำแหน่งกรดอะมิโนที่ 80-84, 92 และcarboxyl terminal (virulence determinant)

NS Genetic monitoring



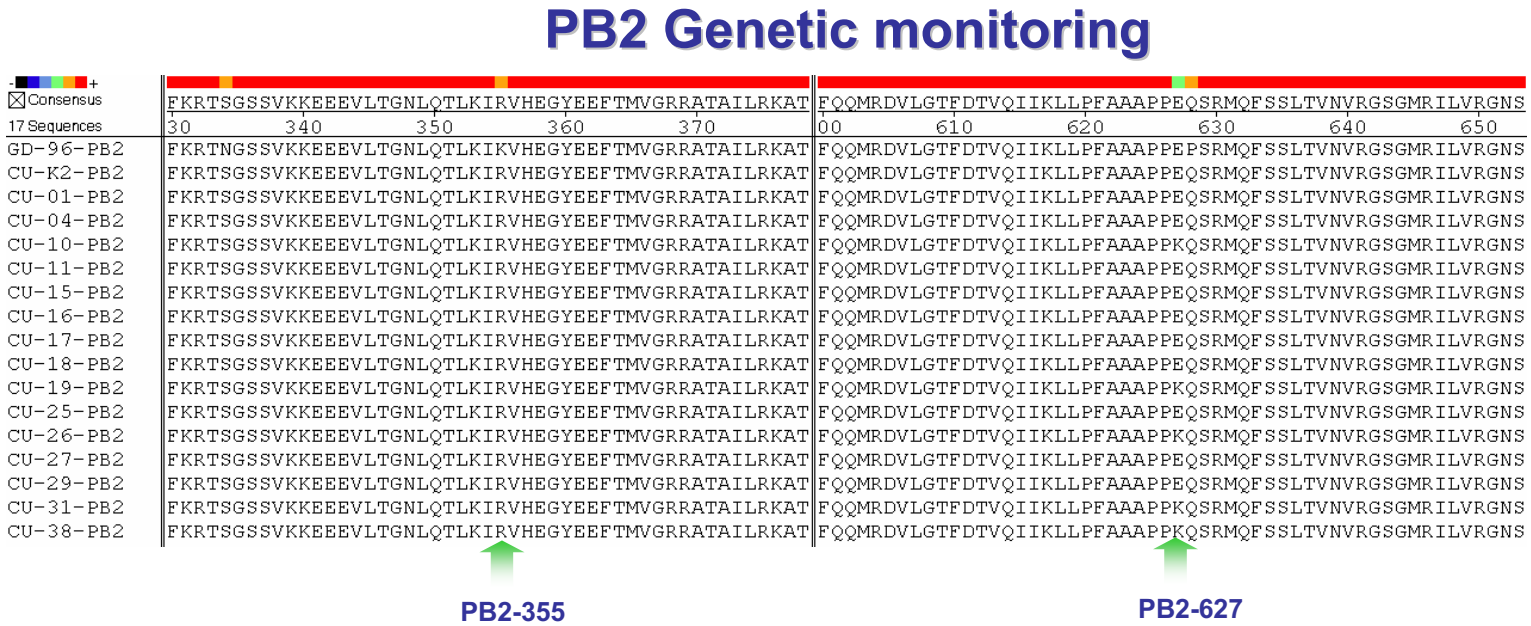
ผลการเปรียบเทียบยีน NS1 ของเชื้อไวรัสไข้หวัดนกในตำแหน่งกรดอะมิโนที่ 80-84, 92 และcarboxyl terminal (virulence determinant)

NS Genetic monitoring



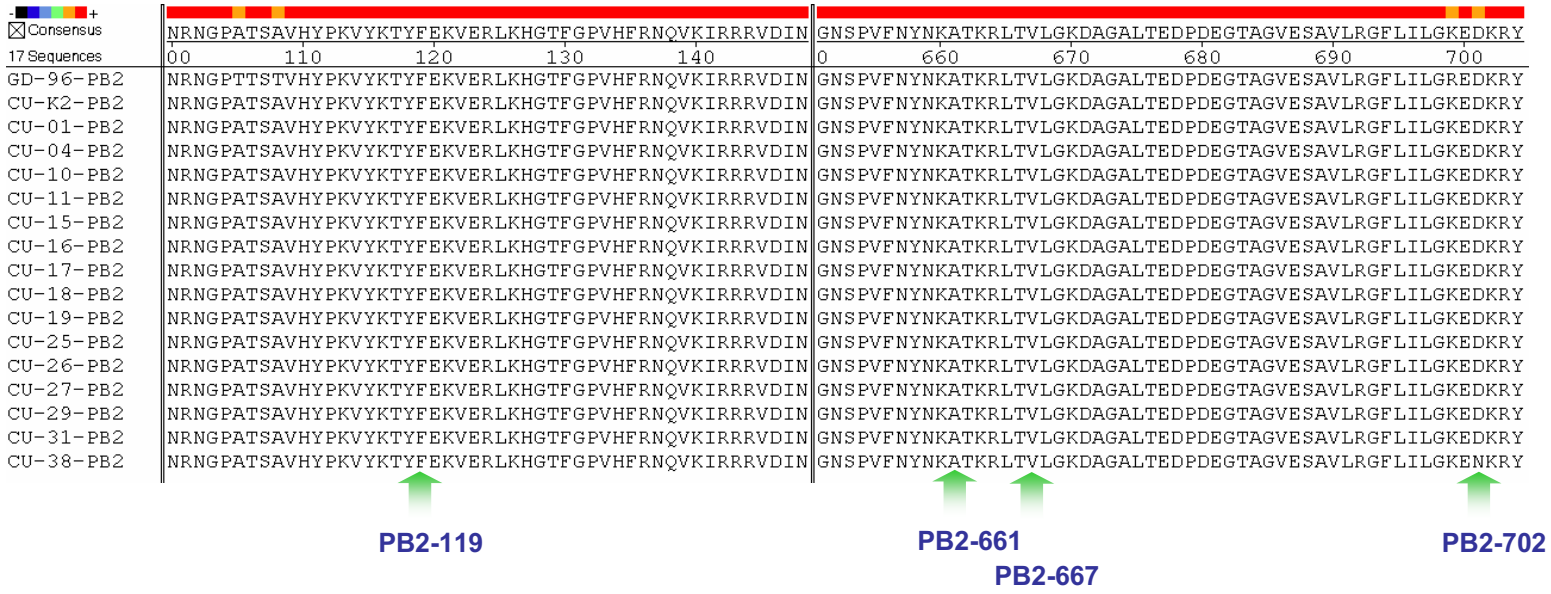
รายละเอียดผลการเปรียบเทียบมรหัสพันธุกรรมในแต่ละยีนของเชื้อไวรัสไข้หวัดนก

ผลการเปรียบเทียบยีน PB2 ของเชื้อไวรัสไข้หวัดนกในตำแหน่งกรดอะมิโนที่ 627, 355 (virulence determinants) และ199, 661, 667, 702 (human/avian like characteristics)



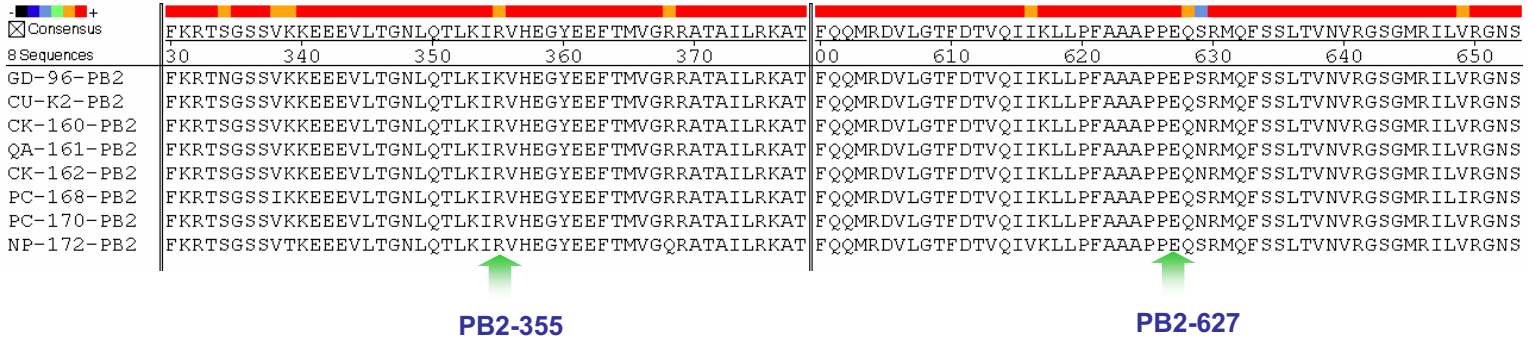
ผลการเปรียบเทียบยีน PB2 ของเชื้อไวรัสไข้หวัดนกในตำแหน่งกรดอะมิโนที่ 627, 355 (virulence determinants) และ199, 661, 667, 702 (human/avian like characteristics)

PB2 Genetic monitoring

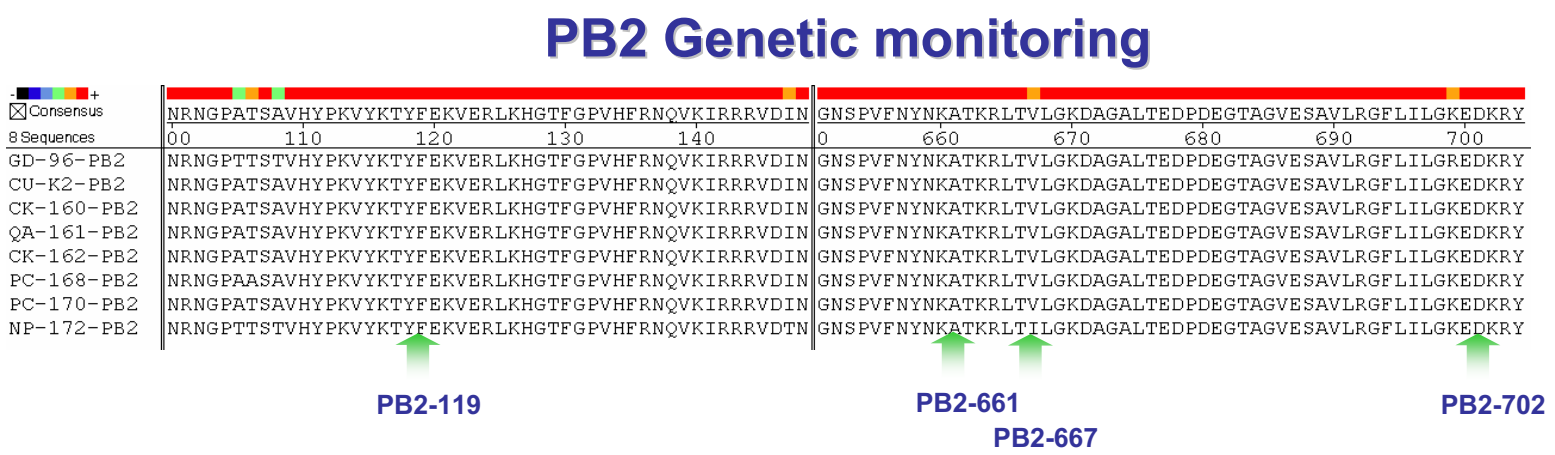


ผลการเปรียบเทียบยีน PB2 ของเชื้อไวรัสไข้หวัดนกในตำแหน่งกรดอะมิโนที่ 627, 355 (virulence determinants) และ199, 661, 667, 702 (human/avian like characteristics)

PB2 Genetic monitoring

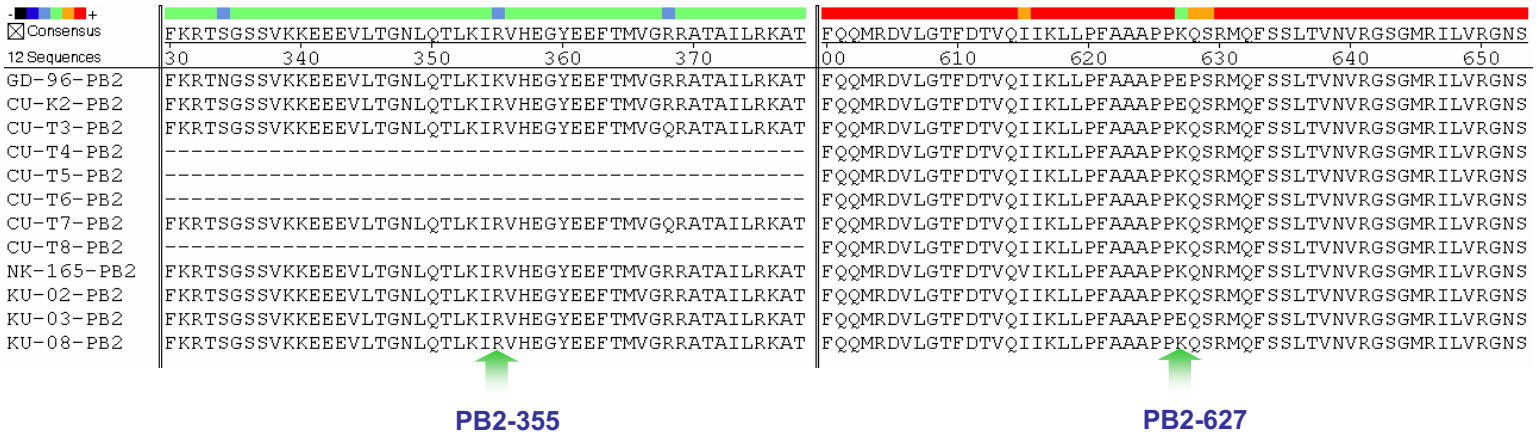


ผลการเปรียบเทียบยีน PB2 ของเชื้อไวรัสไข้หวัดนกในตำแหน่งกรดอะมิโนที่ 627, 355 (virulence determinants) และ199, 661, 667, 702 (human/avian like characteristics)



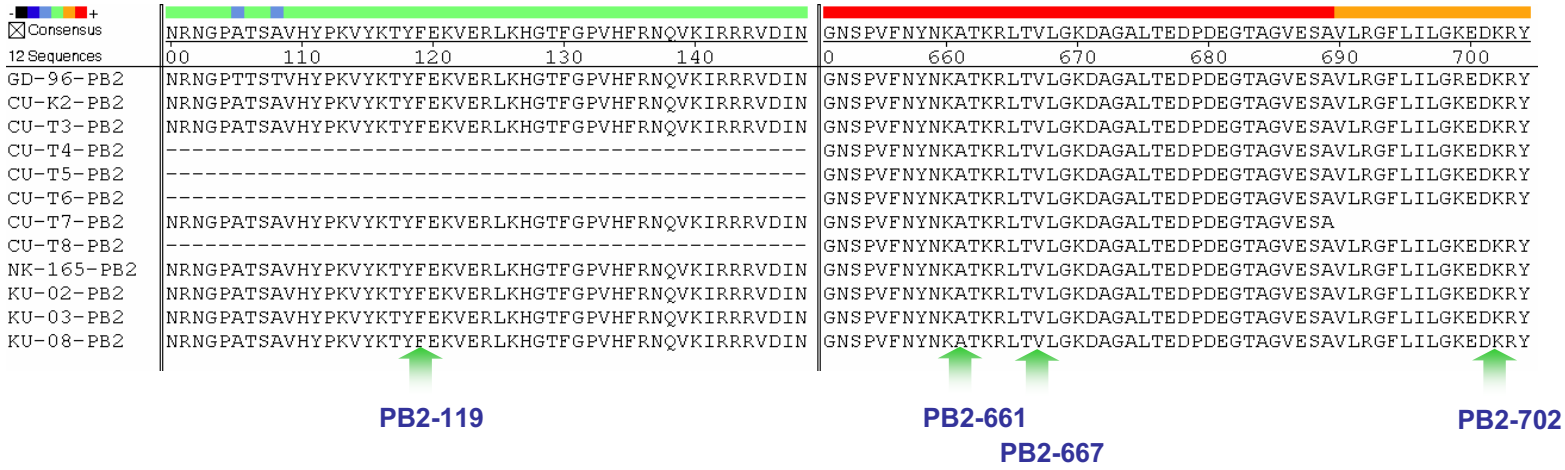
ผลการเปรียบเทียบยีน PB2 ของเชื้อไวรัสไข้หวัดนกในตำแหน่งกรดอะมิโนที่ 627, 355 (virulence determinants) และ199, 661, 667, 702 (human/avian like characteristics)

PB2 Genetic monitoring



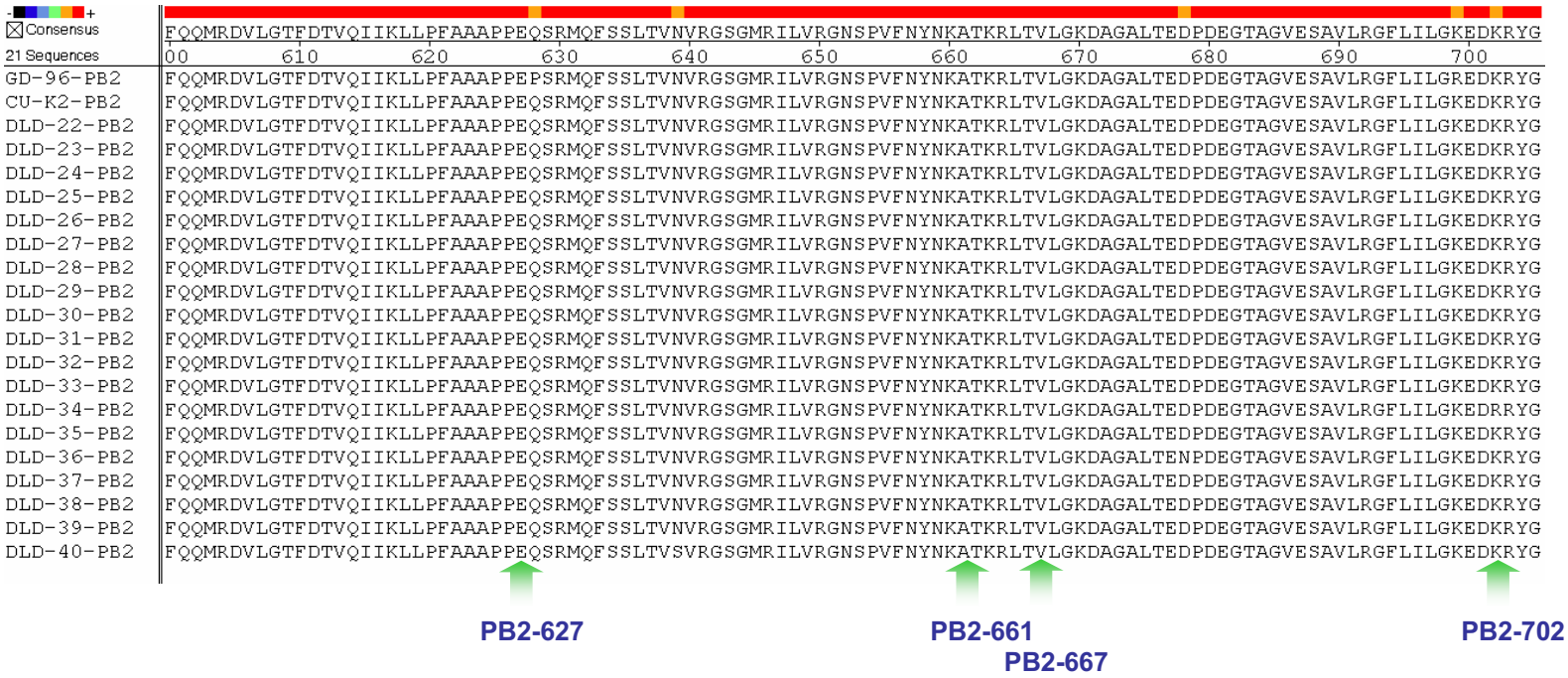
ผลการเปรียบเทียบยีน PB2 ของเชื้อไวรัสไข้หวัดนกในตำแหน่งกรดอะมิโนที่ 627, 355 (virulence determinants) และ199, 661, 667, 702 (human/avian like characteristics)

PB2 Genetic monitoring



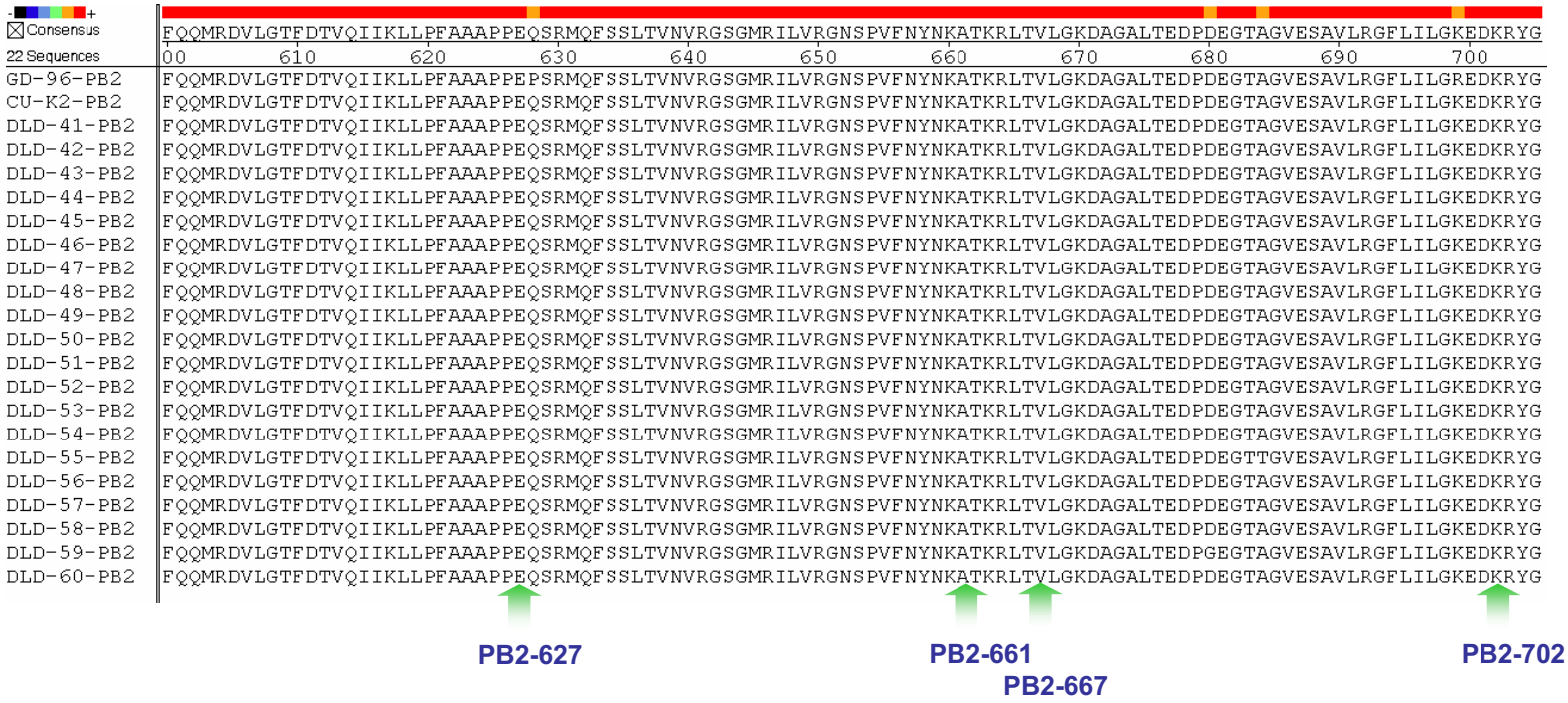
ผลการเปรียบเทียบยีน PB2 ของเชื้อไวรัสไข้หวัดนกในตำแหน่งกรดอะมิโนที่ 627, 355 (virulence determinants) และ199, 661, 667, 702 (human/avian like characteristics)

PB2 Genetic monitoring



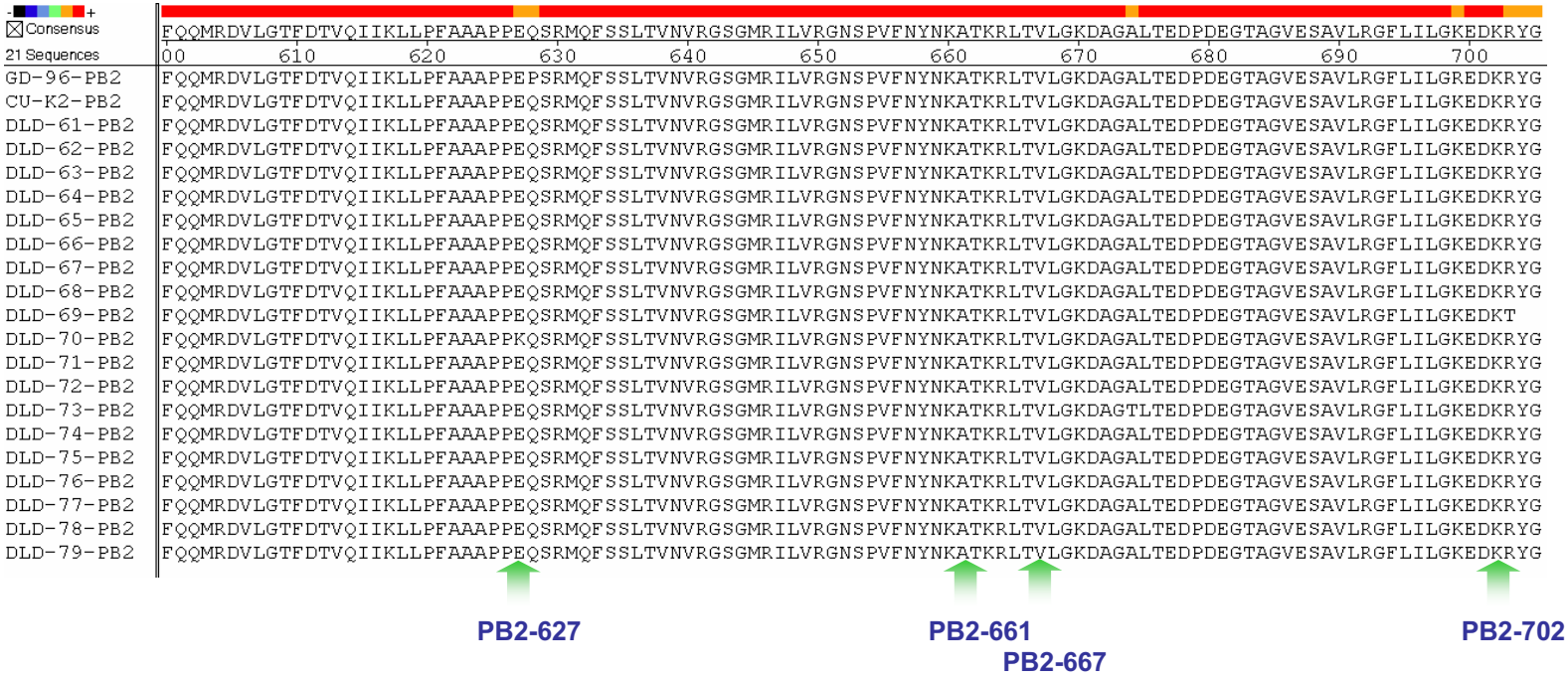
ผลการเปรียบเทียบยีน PB2 ของเชื้อไวรัสไข้หวัดนกในตำแหน่งกรดอะมิโนที่ 627, 355 (virulence determinants) และ199, 661, 667, 702 (human/avian like characteristics)

PB2 Genetic monitoring



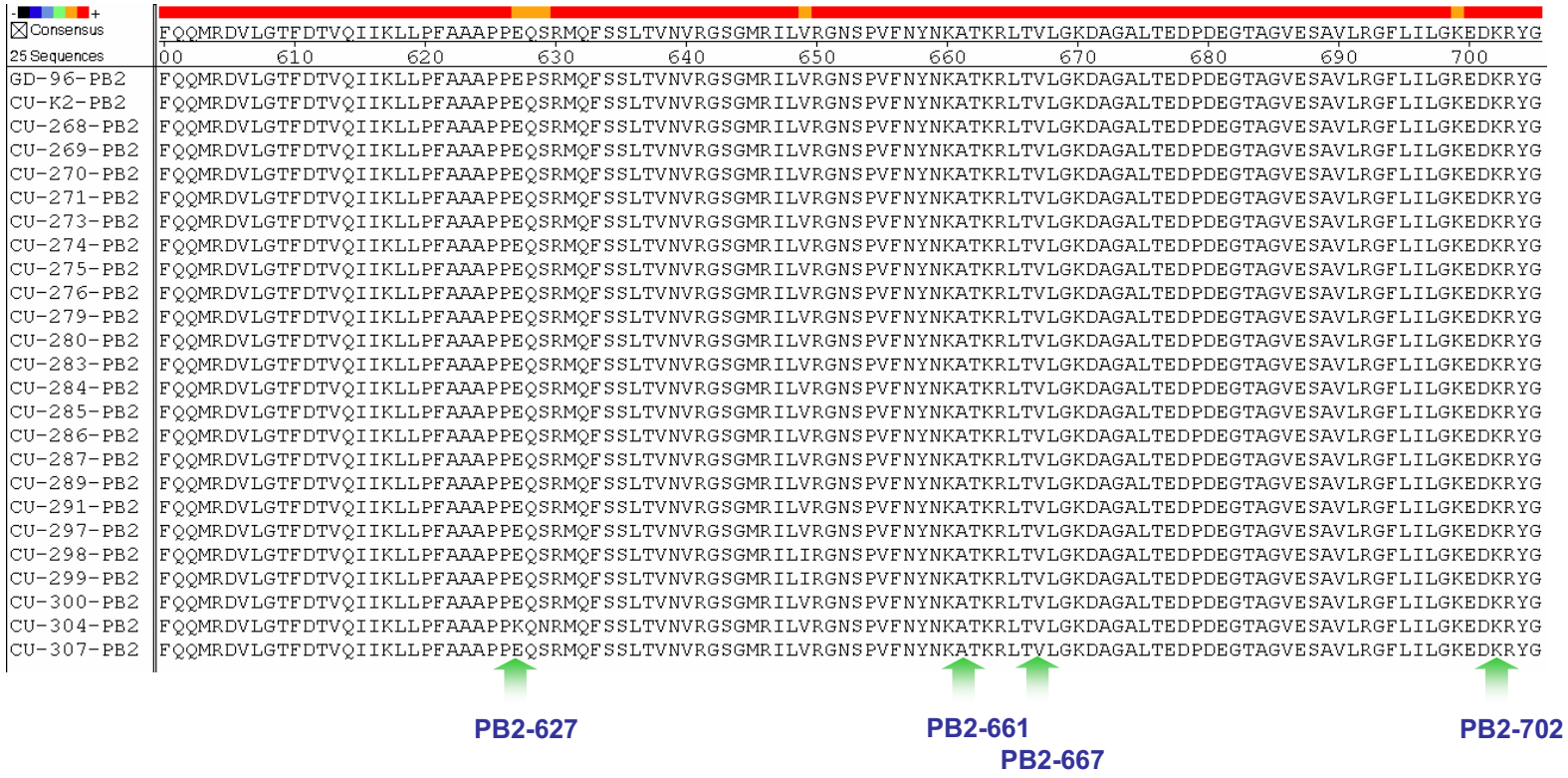
ผลการเปรียบเทียบยีน PB2 ของเชื้อไวรัสไข้หวัดนกในตำแหน่งกรดอะมิโนที่ 627, 355 (virulence determinants) และ199, 661, 667, 702 (human/avian like characteristics)

PB2 Genetic monitoring



ผลการเปรียบเทียบยีน PB2 ของเชื้อไวรัสไข้หวัดนกในตำแหน่งกรดอะมิโนที่ 627, 355 (virulence determinants) และ199, 661, 667, 702 (human/avian like characteristics)

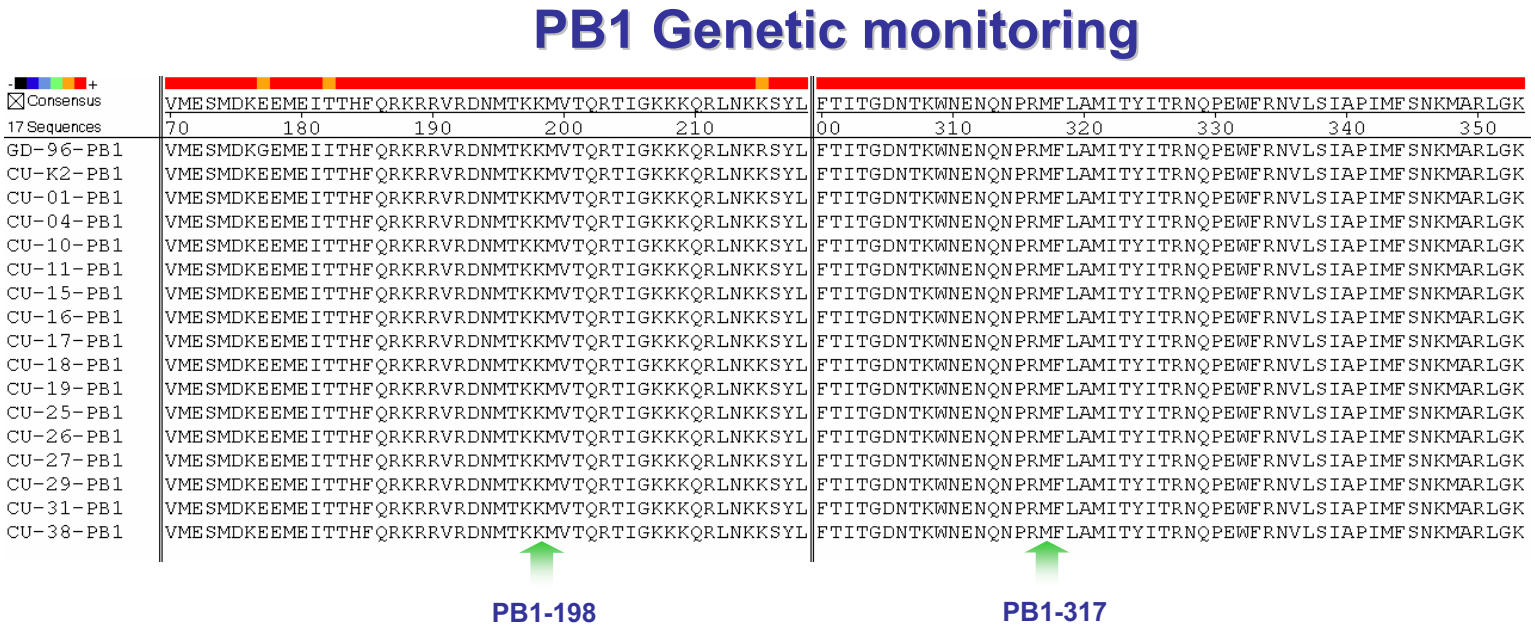
PB2 Genetic monitoring



ภาคผนวก ข

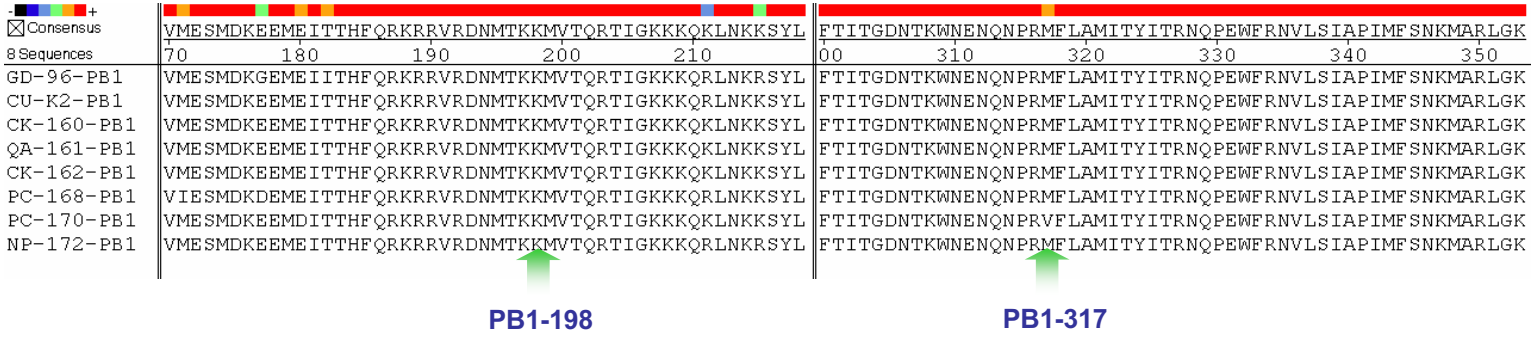
รายละเอียดผลการเปรียบเทียบมรหัสพันธุกรรมในแต่ละยีนของเชื้อไวรัสไข้หวัดนก

ผลการเปรียบเทียบยีน PB1 ของเชื้อไวรัสไข้หวัดนกในตำแหน่งกรดอะมิโนที่ 198, 317 (virulence determinants)



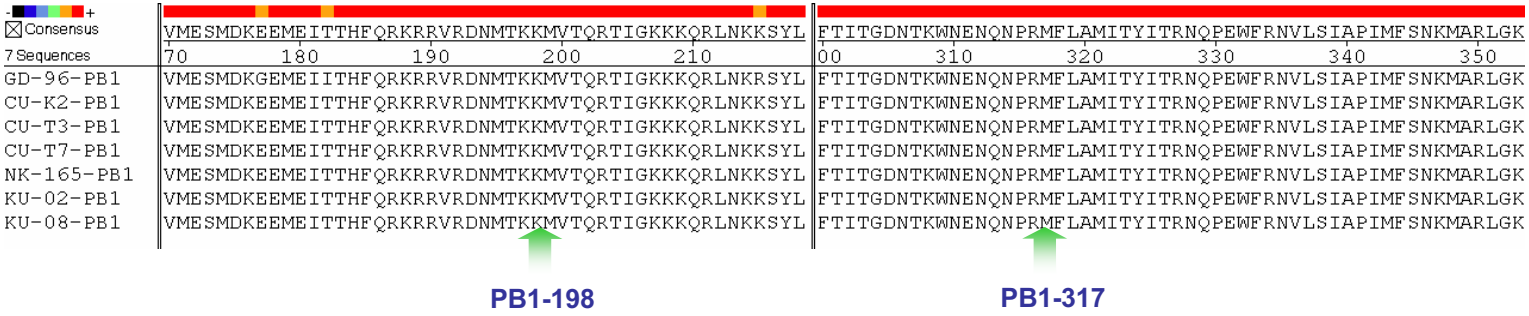
ผลการเปรียบเทียบยีน PB1 ของเชื้อไวรัสไข้หวัดนกในตำแหน่งกรดอะมิโนที่ 198, 317 (virulence determinants)

PB1 Genetic monitoring



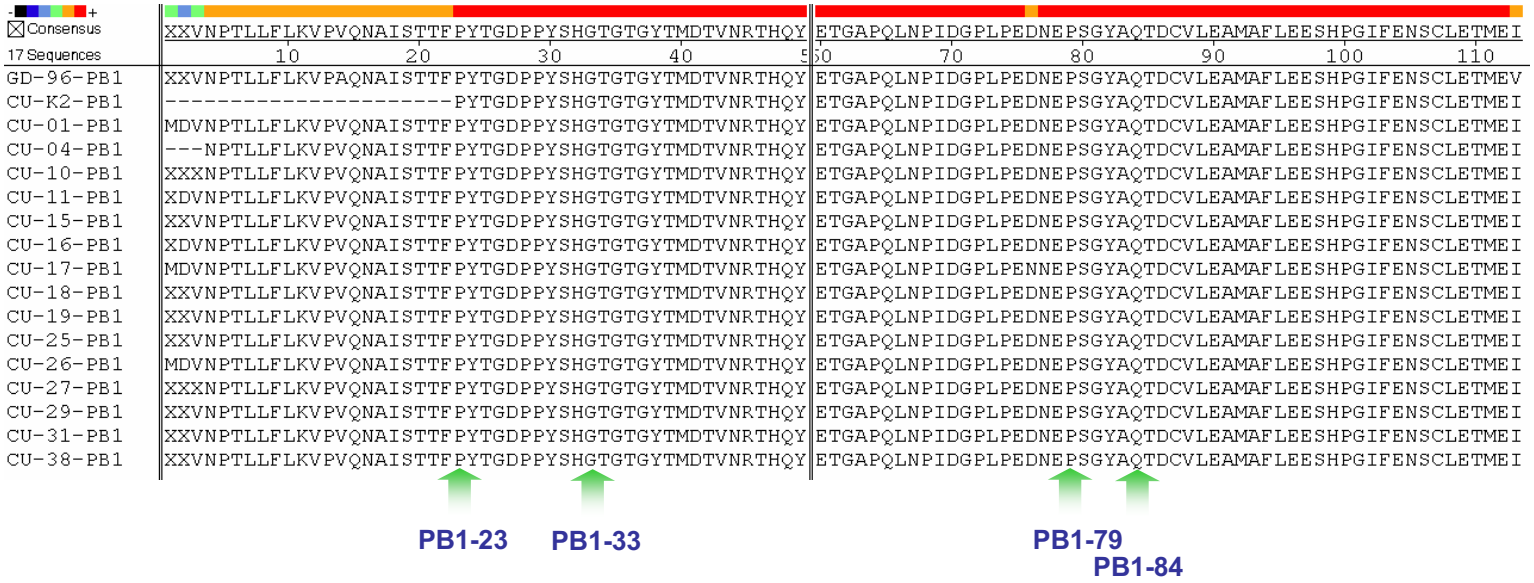
ผลการเปรียบเทียบยีน PB1 ของเชื้อไวรัสไข้หวัดนกในตำแหน่งกรดอะมิโนที่ 198, 317 (virulence determinants)

PB1 Genetic monitoring



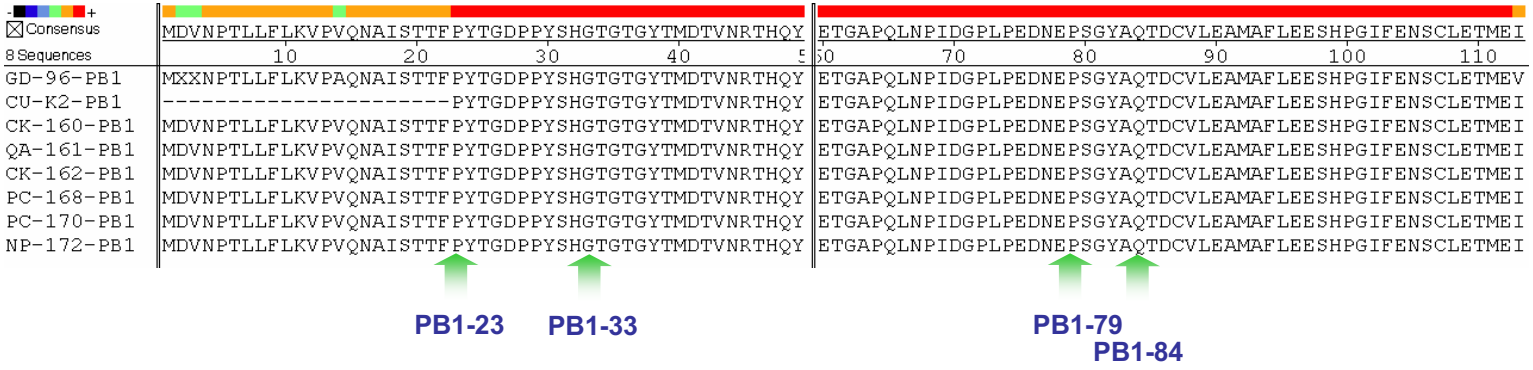
ผลการเปรียบเทียบยีน PB1 ของเชื้อไวรัสไข้หวัดนกในตำแหน่งกรดอะมิโนที่ 23, 33, 79, 84 (function unknown)

PB1 Genetic monitoring



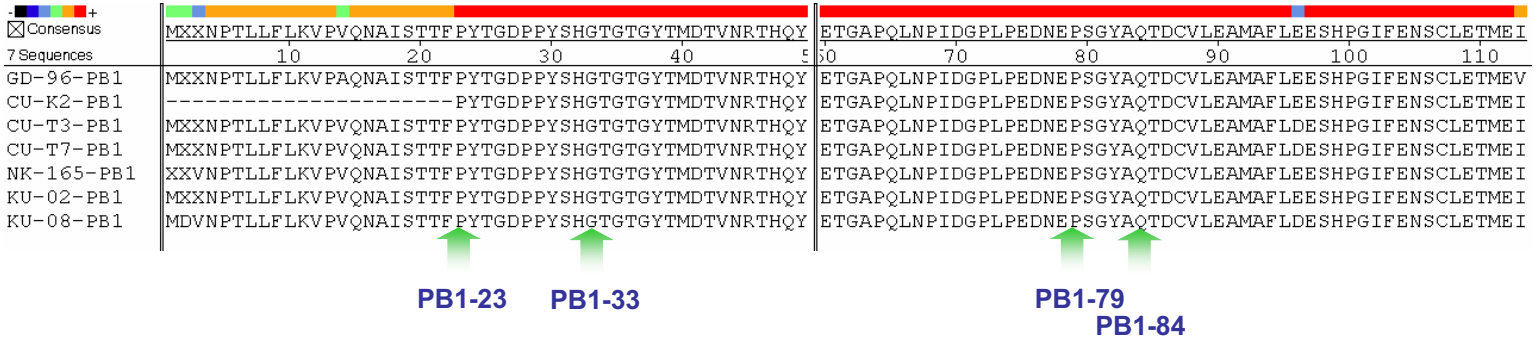
ผลการเปรียบเทียบยีน PB1 ของเชื้อไวรัสไข้หวัดนกในตำแหน่งกรดอะมิโนที่ 23, 33, 79, 84 (function unknown)

PB1 Genetic monitoring



ผลการเปรียบเทียบยีน PB1 ของเชื้อไวรัสไข้หวัดนกในตำแหน่งกรดอะมิโนที่ 23, 33, 79, 84 (function unknown)

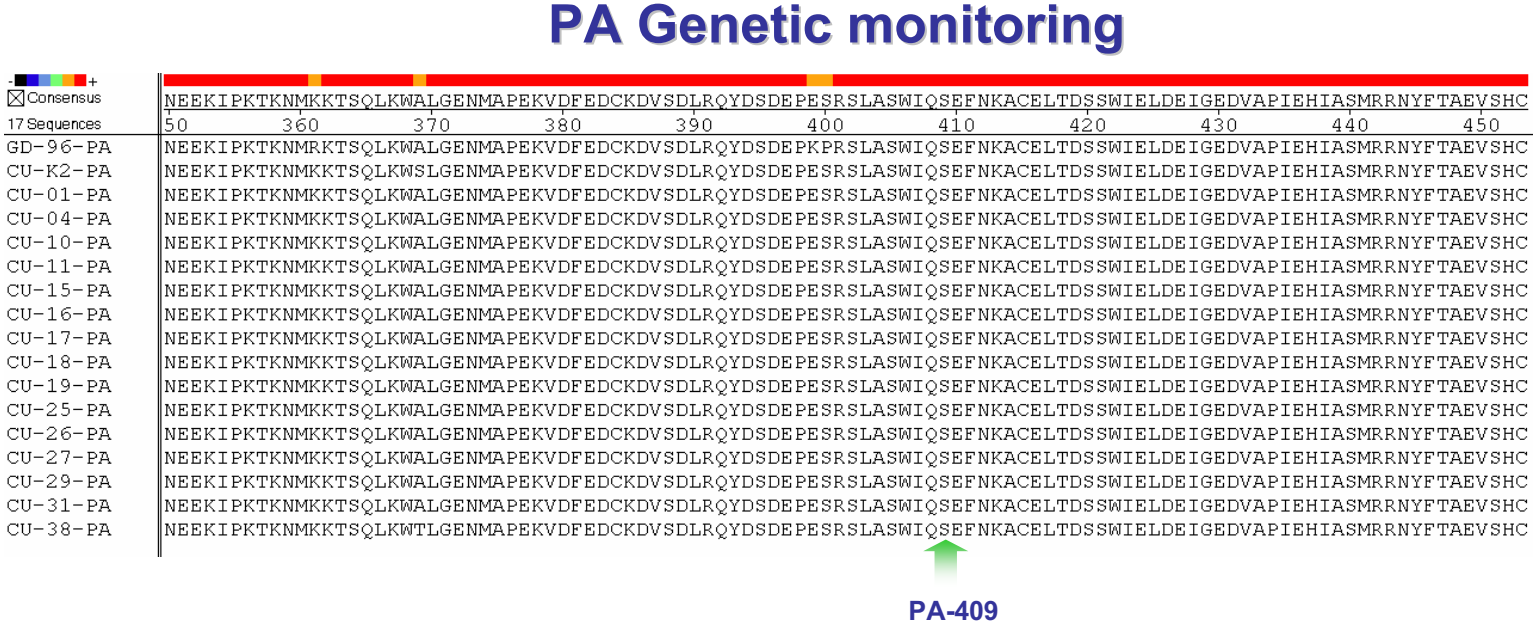
PB1 Genetic monitoring



ภาคผนวก ข

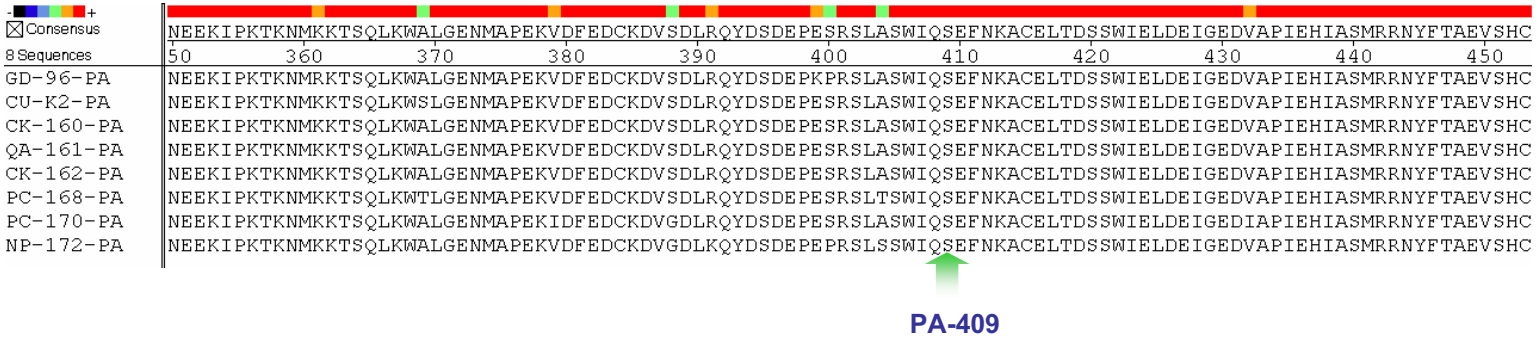
รายละเอียดผลการเปรียบเทียบมรหัสพันธุกรรมในแต่ละยีนของเชื้อไวรัสไข้หวัดนก

ผลการเปรียบเทียบยีน PA ของเชื้อไวรัสไข้หวัดนกในตำแหน่งกรดอะมิโนที่ 409 (human/avian like characteristics)



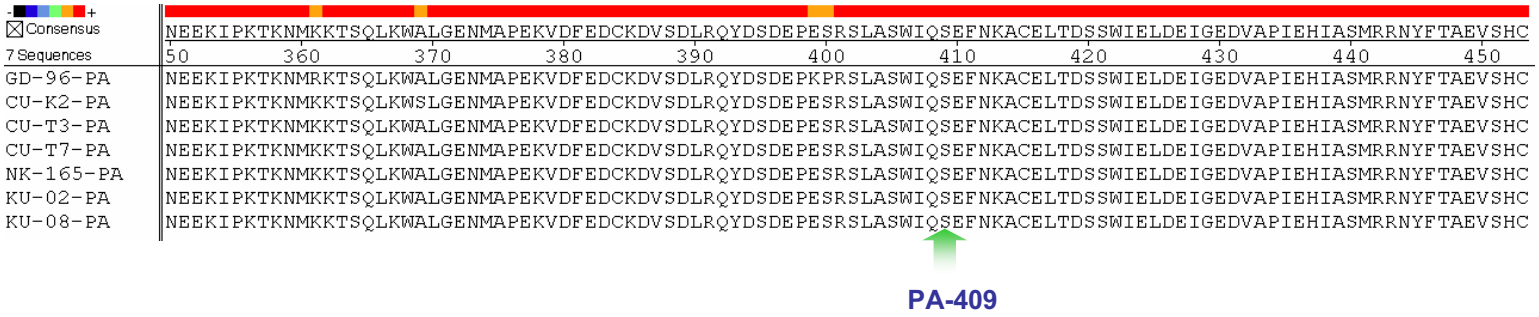
ผลการเปรียบเทียบยีน PA ของเชื้อไวรัสไข้หวัดนกในตำแหน่งกรดอะมิโนที่ 409 (human/avian like characteristics)

PA Genetic monitoring



ผลการเปรียบเทียบยีน PA ของเชื้อไวรัสไข้หวัดนกในตำแหน่งกรดอะมิโนที่ 409 (human/avian like characteristics)

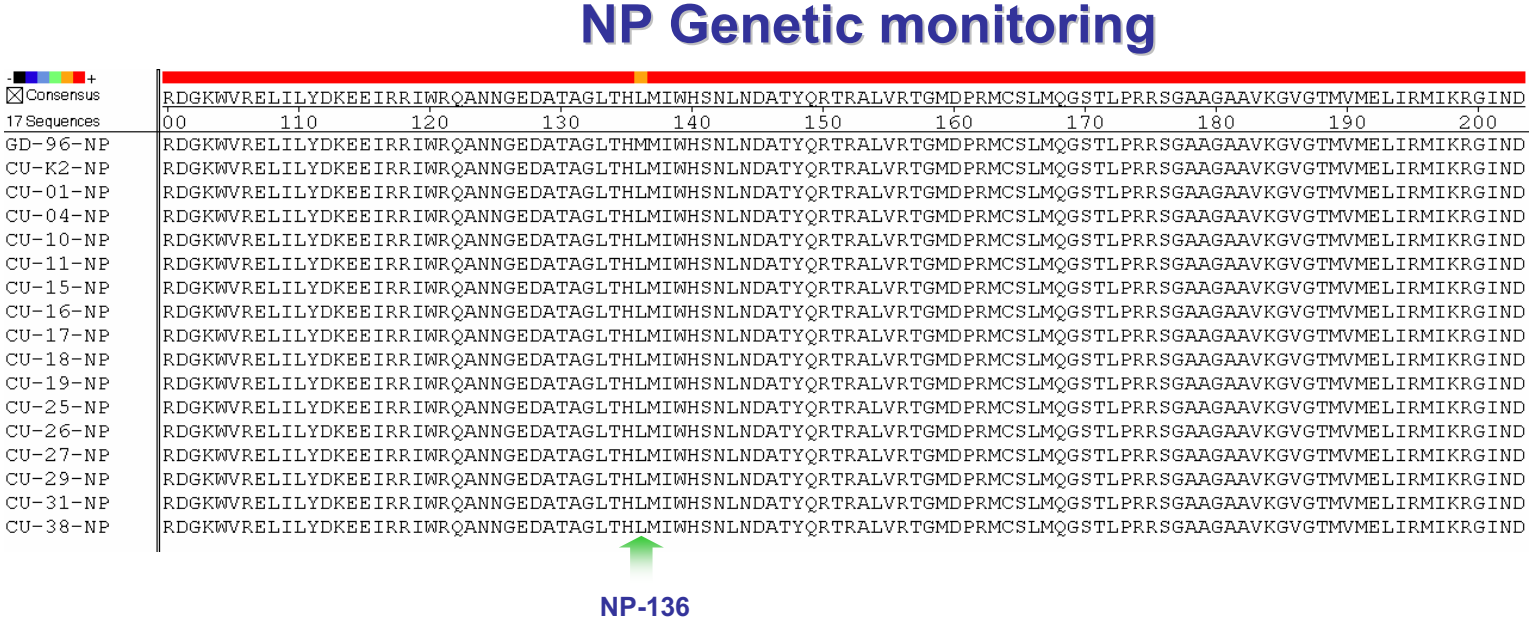
PA Genetic monitoring



ภาคผนวก ข

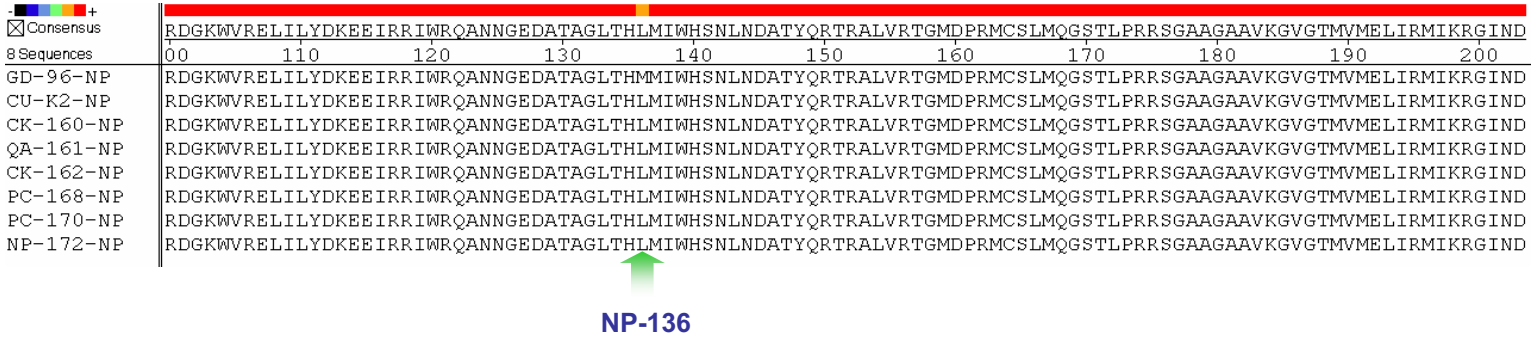
รายละเอียดผลการเปรียบเทียบมรหัสพันธุกรรมในแต่ละยีนของเชื้อไวรัสไข้หวัดนก

ผลการเปรียบเทียบยีน NP ของเชื้อไวรัสไข้หวัดนกในตำแหน่งกรดอะมิโนที่ 136, (human/avian like characteristics)



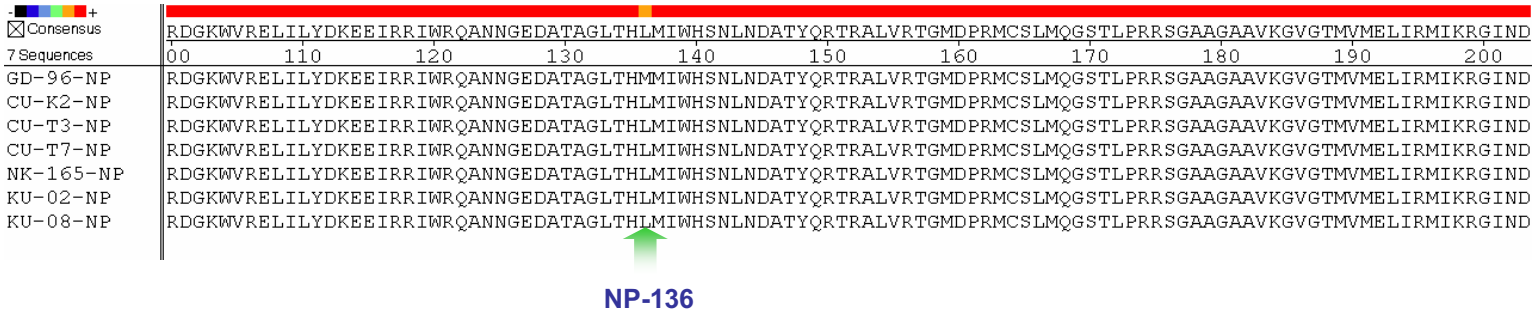
ผลการเปรียบเทียบยีน NP ของเชื้อไวรัสไข้หวัดนกในตำแหน่งกรดอะมิโนที่ 136, (human/avian like characteristics)

NP Genetic monitoring



ผลการเปรียบเทียบยีน NP ของเชื้อไวรัสไข้หวัดนกในตำแหน่งกรดอะมิโนที่ 136, (human/avian like characteristics)

NP Genetic monitoring



NP-136

ผลการเปรียบเทียบยีน NP ของเชื้อไวรัสไข้หวัดนกในตำแหน่งกรดอะมิโนที่ 136, (human/avian like characteristics)

NP Genetic monitoring



ภาคผนวก ค

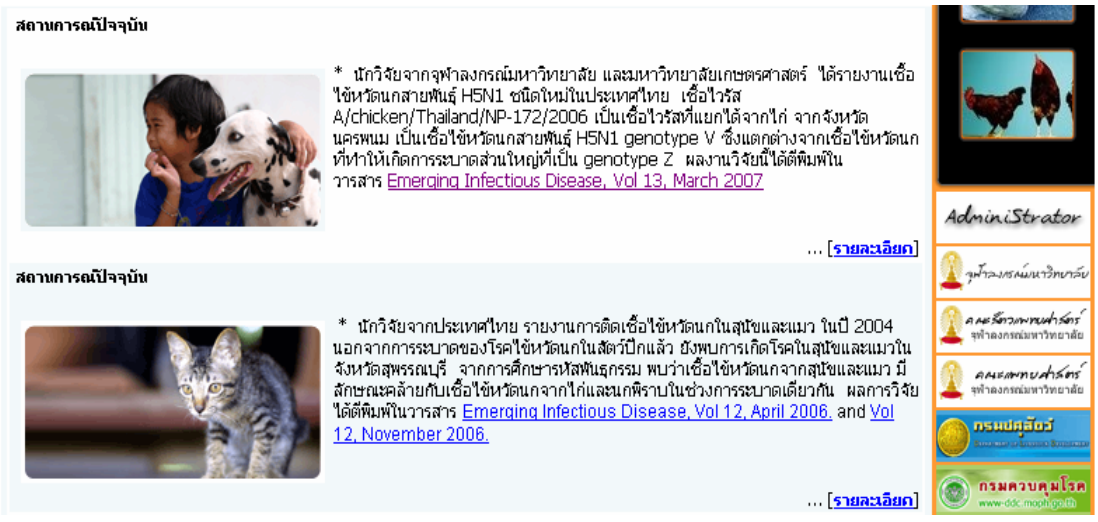
รายละเอียดขั้นตอนการนำไปสู่ฐานข้อมูลรหัสพันธุกรรมของเชื้อไข้หวัดนกในประเทศไทย ที่เผยแพร่ใน http://www.thai-ai-database.org

การนำไปสู่ฐานข้อมูลรหัสพันธุกรรมของเชื้อไข้หวัดนกในประเทศไทย ประกอบด้วย

1. การเปิดหน้าหลักของฐานข้อมูล http://www.thai-ai-database.org
   - ท่านสามารถเลือก menu ภาษาไทยหรือภาษาอังกฤษ ที่มุมขาวด้านบนของหน้าหลัก
2. Menu หลักประกอบด้วย
   - สาระหน้ารู้ (AI information)
   - ข่าว (News)
   - ตรวจสอบการกลายพันธุ์ (AI genetic monitoring)
   - ค้นหารหัสพันธุกรรม (AI gene sequences)
   - สรุปการเฝ้าระวัง (AI summary & surveillance)
   - ติดต่อเรา (Contact us)



3. Menu สาระหน้ารู้และข่าว เป็นข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับโรคและเชื้อไข้หวัดนก และข้อมูลการระบาด ข้อมูลการวิจัย และสถานการณ์ปัจจุบัน

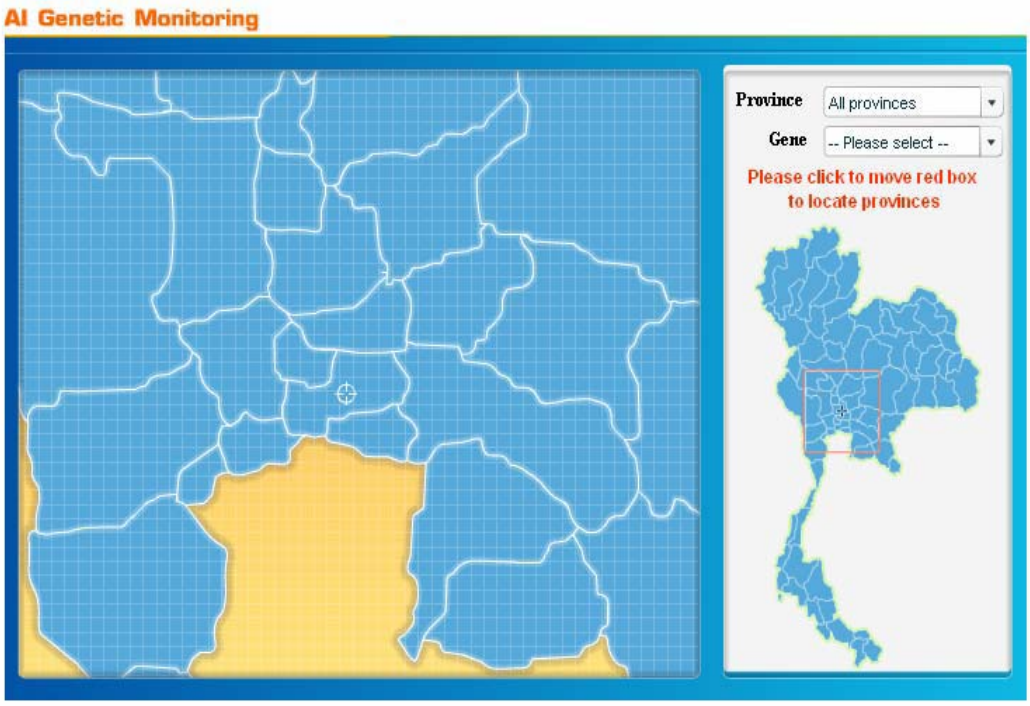


รายละเอียดขั้นตอนการนำไปสู่ฐานข้อมูลรหัสพันธุกรรมของเชื้อไข้หวัดนกในประเทศไทย ที่เผยแพร่ใน http://www.thai-ai-database.org

4. Menu ตรวจสอบการกลายพันธุ์ ประกอบด้วย

4.1 หน้าค้นหา (AI genetic monitoring) ซึ่งประกอบด้วย

- แผนที่ประเทศไทย (ทั้งส่วนภาพรวม (ขวามือ) และส่วนขยาย (ซ้ายมือ)
- ส่วนค้นหา โดยสามารถตรวจสอบการกลายพันธุ์ได้จาก
  - จังหวัดที่พบเชื้อ (Province)
  - ยีนที่สนใจ (Gene)



4.2 หน้าแสดงผล ซึ่งประกอบด้วย

- ส่วนแสดงผลสรุปจำนวนตัวอย่างที่ได้จากการค้นหา (ตามจังหวัดหรือยีน)
- ตารางแสดงผลการตรวจสอบการกลายพันธุ์ในแต่ยีน



Province	Bangkok
Number of sample	14 sample(s)

NA GENE

Virus	Isolate Description	••	NA stalk region (49-68)	Oseltamivir resistance			
				119	275	293	295
CU-03	A/Chicken/Bangkok/CU-3/04	2547	20 amino acid deletion	E	H	R	N
CU-04	A/Crow/Bangkok/CU-4/04	2547	20 amino acid deletion	E	H	R	N
CU-06	A/Chicken/Bangkok/CU-6/04	2547	20 amino acid deletion	E	H	R	N
CU-15	A/Crow/Bangkok/CU-15/04	2547	20 amino acid deletion	E	H	R	N
CU-16	A/White Peafowl/Bangkok/CU-16/04	2547	20 amino acid deletion	E	H	R	N
CU-18	A/Kalji Pheasant/Bangkok/CU-18/04	2547	20 amino acid deletion	E	H	R	N
CU-20	A/Chicken/Bangkok/CU-20/04	2547	20 amino acid deletion	E	H	R	N
CU-21	A/Chicken/Bangkok/CU-21/04	2547	20 amino acid deletion	E	H	R	N
CU-25	A/Crow/Bangkok/CU-25/04	2547	20 amino acid deletion	E	H	R	N
CU-26	A/Roller/Bangkok/CU-26/04	2547	20-amino acid deletion	E	H	R	N
CU-269	A/Chicken/Bangkok/CU-269/06	2549	20-amino acid deletion	E	H	R	N
CU-29	A/White Peafowl/Bangkok/CU-29/04	2547	20 amino acid deletion	E	H	R	N
CU-329	A/Duck/Bangkok/CU-329/06	2549	20-amino acid deletion	E	H	R	N
CU-35	A/Crow/Bangkok/CU-35/04	2547	20 amino acid deletion	E	H	R	N

รายละเอียดขั้นตอนการนำไปสู่ฐานข้อมูลรหัสพันธุกรรมของเชื้อไข้หวัดนกในประเทศไทย ที่เผยแพร่ใน http://www.thai-ai-database.org

5. Menu ค้นหารหัสพันธุกรรม ประกอบด้วย

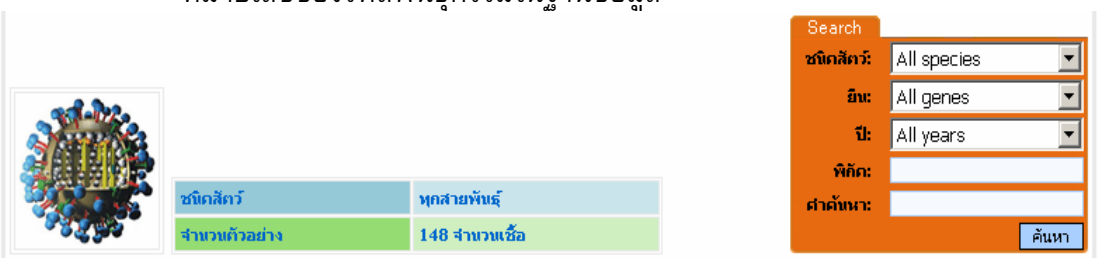
5.1 หน้าค้นหา (AI gene sequence) ซึ่งประกอบด้วย

- ส่วนค้นหา โดยสามารถตรวจสอบค้นหารหัสพันธุกรรมได้จาก
  - ชนิดสัตว์ (Host)
  - ยีนที่สนใจ (Gene)
  - ปีที่พบเชื้อ (Year)
  - พิกัด (GIS)
  - คำค้นหา (Key word)



5.2 หน้าแสดงผล ซึ่งประกอบด้วย

- ส่วนแสดงผลสรุปจำนวนตัวอย่างที่ได้จากการค้นหา
- ตารางแสดงผลการค้นหารหัสพันธุกรรม ประกอบด้วย ชื่อตัวอย่าง ปี พิกัด และหมายเลขของรหัสพันธุกรรมในฐานข้อมูล



ตัวอย่าง	ชื่อตัวอย่าง	ปี	พิกัด	หมายเลขของลำดับเบสในฐานข้อมูล							
				HA	NA	M	NS	PB2	PB1	PA	NP
CU-01	A/Chicken/Suphan Buri/CU-1/04	2547	14.471245 100.129459	DQ083550	DQ083586	DQ083660	DQ083622	CU01PB2	CU01PB1	CU01PA	CU01NP
CU-02	A/Duck/Chon Buri/CU-2/04	2547	13.368448 100.9872	AY779048	AY779049	DQ083696	DQ083658				
CU-03	A/Chicken/Bangkok/CU-3/04	2547	13.730775 100.521005	DQ083551	DQ083587	DQ083661	DQ083623				
CU-04	A/Crow/Bangkok/CU-4/04	2547	13.730775 100.521005	DQ083552	DQ083588	DQ083662	DQ083624	CU04PB2	CU04PB1	CU04PA	CU04NP
CU-05	A/Duck/Chon Buri/CU-5/04	2547	13.368448 100.9872	DQ083553	DQ083589	DQ083663	DQ083625				
CU-06	A/Chicken/Bangkok/CU-6/04	2547	13.730775 100.521005	DQ083554	DQ083590	DQ083664	DQ083626				
CU-07	A/Chicken/Chon Buri/CU-7/04	2547	13.368448 100.9872	DQ083555	DQ083591	DQ083665	DQ083627				
CU-08	A/Chicken/Prachin Buri/CU-8/04	2547	14.048680 101.377870	DQ083556	DQ083592	DQ083666	DQ083628				
CU-09	A/Chicken/Suphan Buri/CU-9/04	2547	14.471198 100.129404	DQ083557	DQ083593	DQ083667	DQ083629				
CU-10	A/Chicken/Chachoengsao/CU-10/04	2547	13.679070 101.075800	DQ083558	DQ083594	DQ083668	DQ083630	CU10PB2	CU10PB1	CU10PA	CU10NP

ภาคผนวก ง

รายละเอียดส่วนแสดงผลการสร้างฐานข้อมูลรหัสพันธุกรรมของเชื้อไข้หวัดนกในประเทศไทย ที่เผยแพร่ใน http://www.thai-ai-database.org

เมนูหลัก (ภาษาไทย)



สาระน่ารู้เกี่ยวกับเชื้อไวรัสไข้หวัดนกสายพันธุ์ H5N1

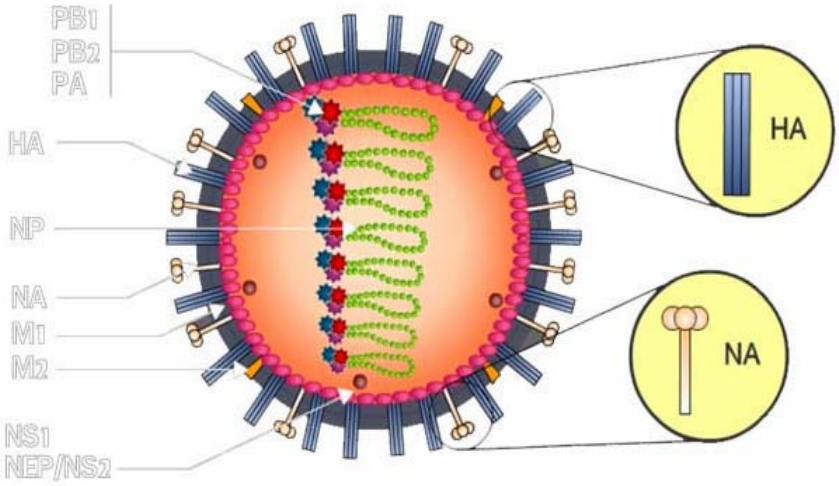
สาเหตุของโรคไข้นกวัก



โรคไข้หวัดนก (Avian Influenza) เกิดจากเชื้อไวรัส Influenza type A เชื้อไวรัสชนิดนี้สามารถแบ่งออกเป็น subtype ตามชนิดของแอนติเจน hemagglutinin (H) และ neuraminidase (N) โดยที่สามารถแบ่งได้เป็นหลาย subtype คือ H1-16 และ N1-9 เชื้อไวรัสไข้หวัดนกสายพันธุ์ H5N1 เป็น subtype ที่มีความสำคัญในด้านการผลิตสัตว์ และการสาธารณสุข เนื่องจากเชื้อไวรัสสายพันธุ์นี้สามารถทำให้เกิดโรคไข้หวัดนกในสัตว์ปีก และสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมหลายชนิด รวมทั้งคน โดยองค์การโรคระบาดสัตว์ระหว่างประเทศ (Office International des Epizooties (OIE)) ได้จัดให้โรคไข้หวัดนกอยู่ในกลุ่ม list A ซึ่งเป็นกลุ่มโรคที่มีความรุนแรง แพร่กระจายอย่างรวดเร็วและทำให้เกิดความเสียหาย ทางด้านเศรษฐกิจและสาธารณสุข ในประเทศไทยโรคไข้หวัดนก หรือ เอเวียนอินฟลูเอนซ่า (Avian Influenza) ถูกจัดให้เป็นโรคระบาดสัตว์ ในพระราชบัญญัติโรคระบาดสัตว์ ตามกฎกระทรวงว่าด้วยโรคระบาดสัตว์เพิ่มเติม พ.ศ. 2545 (ประกาศในราชกิจจานุเบกษา ลงวันที่ 15 ธันวาคม 2545) ซึ่งโรคไข้หวัดนกเดิมเรียกว่า โรค Fowl plague

ลักษณะทางไวรัสวิทยาของเชื้อไวรัสไข้นกวัก

เชื้อไวรัสไข้หวัดนก (Avian Influenza virus) เป็นเชื้อไวรัสในกลุ่มที่เรียกว่า Influenza A virus ซึ่งอยู่ในกลุ่มของเชื้อไวรัสไข้หวัด หรือ อินฟลูเอนซ่า (Influenza)
เชื้อ Influenza virus เป็น enveloped virus ซึ่งเป็น single stranded RNA virus เชื้อไวรัสชนิดนี้จัดอยู่ใน family Orthomyxoviridae ประกอบด้วย 3 genus คือ Influenza A B C โดยจำแนกตามความแตกต่างในการกระตุ้นภูมิคุ้มของโปรตีน (antigenic difference) ความแตกต่างของโปรตีนบริเวณผิวนอกของไวรัส (variability of surface glycoproteins) การจัดเรียงตัวของยีน (genome organization) และลักษณะรูปร่างของเชื้อไวรัส (morphology) เชื้อไวรัส Influenza A ทำให้เกิดการระบาดของโรคไข้หวัดในแต่ละปี และยังทำให้เกิดการระบาดครั้งใหญ่ (pandemic outbreaks) ส่วนเชื้อไวรัส Influenza B และ C มีความสำคัญน้อย ส่วนใหญ่เป็นสาเหตุของโรคไข้หวัดที่ไม่แสดงอาการรุนแรง



เชื้อ Influenza virus เป็น enveloped virus ซึ่งเป็น single stranded RNA virus มีรูปทรงกลม (spherical) หรือบางครั้งมีรูปทรงไม่แน่นอน (pleomorphic) มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 80-120 นาโนเมตร รูปร่างและโครงสร้างของเชื้อไวรัส Influenza ได้แสดงไว้ในภาพประกอบ โดยเชื้อไวรัส Influenza เป็นเชื้อไวรัสที่มียีนแบบท่อน (segmented genome) โดยประกอบด้วย RNA segment จำนวน 8 ยีน คือ Polymerase Basic protein 1 and 2 gene (PB1) (PB2) Polymerase gene (PA) Hemagglutinin gene (HA) Nucleoprotein gene (NP) Neuraminidase gene (NA) Matrix protein gene (M) Nonstructural protein gene (NS) โครงสร้างผิวนอกของเชื้อไวรัส ประกอบด้วยโปรตีน 3 ชนิดคือ HA, NA และ M2 Ion channel โดยที่ RNA segments จะบรรจุอยู่ใน viral core โดยมีโปรตีนห่อหุ้มยีนอยู่ภายในประกอบเป็น Ribonucleoprotein

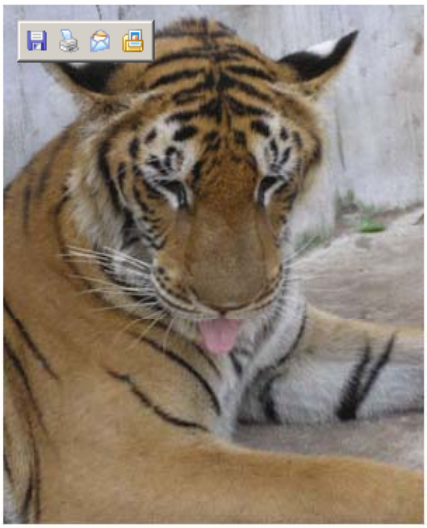
การระบาดของเชื้อไข้นวัดนกสายพันธุ์ H5N1 ในประเทศไทย

ต้นปี 2547 พบการระบาดของโรคไข้หวัดนก H5N1 ในสัตว์ปีกและคนในแถบทวีปเอเชีย 8 ประเทศ ได้แก่ กัมพูชา จีน อินโดนีเซีย ญี่ปุ่น ลาว เกาหลีใต้ เวียดนาม รวมทั้งประเทศไทย และได้มีการทำลายสัตว์ปีกไปเป็นจำนวนมากกว่า 100 ล้านตัว จากนั้นเดือนมิถุนายน 2547 พบการระบาดเพิ่มขึ้นอีกครั้ง ในหลายประเทศแถบทวีปเอเชีย ได้แก่ มาเลเซีย มองโกเลีย รัสเซีย (ไซบีเรีย) จีน รวมทั้งในปี 2548-2549 ได้มีการแพร่ระบาดของโรคไข้หวัดนกใน สัตว์ปีกและคน ไปยังหลายประเทศในเอเชีย ยุโรป และ แอฟริกา ในระหว่างปี 2546-2550 ได้มีรายงานของผู้ติดเชื้อไวรัสไข้หวัดนกในประเทศต่างๆ จำนวน 291 รายและเสียชีวิต 172 ราย (ณ วันที่ 11 เมษายน 2550)

การระบาดของเชื้อไวรัสไข้หวัดนก H5N1 ในประเทศไทยได้สร้างความเสียหายทั้งด้านเศรษฐกิจและสาธารณสุข โดยพบว่าตั้งแต่ต้นปี 2547 จนถึงปัจจุบัน (เมษายน 2550) ประเทศไทยมีรายงานของผู้ติดเชื้อไวรัสไข้หวัดนก (H5N1) ทั้งหมด 25 ราย และเสียชีวิต 17 ราย (รายงานเมื่อวันที่ 11 เมษายน 2550) (WHO, 2007) จากรายงานพบว่าผู้ป่วยและเสียชีวิตได้สัมผัสหรือทำงานใกล้ชิดกับไก่ ขณะเดียวกันโรคไข้หวัดนกยังมีผลกระทบต่ออุตสาหกรรมการเลี้ยงไก่ และการส่งออก เช่น การกำจัดสัตว์ปีกในรัศมีบริเวณที่มีการระบาดของโรค การงดการนำเข้าเนื้อไก่จากกลุ่มประเทศต่าง ๆ และการลดการบริโภคเนื้อไก่ของประชาชนในประเทศ ด้วยเหตุนี้จึงทำให้มีการกำหนดมาตรการต่างๆของรัฐ ทั้งในส่วนของกระทรวงเกษตรและสหกรณ์ และกระทรวงสาธารณสุข ในการควบคุมและป้องกันการระบาด ของโรค ตัวอย่างเช่น กรมปศุสัตว์ได้กำหนดมาตรการการดำเนินงานแก้ปัญหาไข้หวัดนกของประเทศ เช่น มาตรการการเฝ้าระวังและค้นหาโรคไข้หวัดนก มาตรการการควบคุมเคลื่อนย้ายสัตว์ปีกและผลิตภัณฑ์สัตว์ปีก มาตรการการทำลายสัตว์และการจ่ายค่าชดเชย มาตรการการทำความสะอาดและทำลายเชื้อ มาตรการการควบคุมโรงฆ่าสัตว์ปีกและโรงงานแปรรูป มาตรการการปรับปรุงและพัฒนาระบบการเลี้ยงสัตว์ปีก ดังนั้นจึงนับได้ว่าโรคไข้หวัดนกเป็น emerging disease ที่กำลังเป็นปัญหาสำคัญทางด้านเศรษฐกิจและการสาธารณสุขในขณะนี้

เชื้อไวรัสไข้หวัดนกสายพันธุ์ H5N1 สามารถ แบ่งออกเป็นกลุ่มต่างๆ ตามการเปรียบเทียบรหัสพันธุกรรมและภูมิภาคการระบาด โดยแบ่งได้เป็น **กลุ่มที่ 1** เป็นเชื้อไวรัส ที่ระบาดจากประเทศจีนตอนใต้ และแพร่ไปยังญี่ปุ่น เกาหลี เวียดนาม กัมพูชา ลาว **กลุ่มที่ 2 กลุ่มย่อย 1** เป็นเชื้อไวรัส genotype Z ที่ระบาดในประเทศ อินโดนีเซีย โดยที่เชื้อไวรัสมีรหัสพันธุกรรมใกล้เคียงกับเชื้อไวรัสจาก Yunan และ Hunan ในประเทศจีน **กลุ่มที่ 2 กลุ่มย่อย 2** เป็นเชื้อไวรัสที่ระบาดในกลุ่ม ประเทศไทยและเวียดนาม รวมทั้ง มาเลเซีย กัมพูชา เชื้อไวรัสกลุ่มนี้เป็นเชื้อใน genotype Z เช่นกัน **กลุ่มที่ 2 กลุ่มย่อย 3** เป็นเชื้อไวรัสใน genotype Z ที่ระบาดในกลุ่มประเทศยุโรป และ แอฟริกา เชื้อไวรัสมีรหัสพันธุกรรมใกล้เคียงกับเชื้อไวรัสจาก Qinghai ในประเทศจีน

การแพร่ระบาดของเชื้อไวรัสไข้นวัดนกสายพันธุ์ H5N1 ในสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมในประเทศไทย



ในประเทศไทยต้นปี พ.ศ. 2547 สัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมชนิดแรกที่มีรายงานการ ติดเชื้อคือ เสือดาวและเสือโคร่ง ในสวนสัตว์จังหวัดสุพรรณบุรี ประวัติการติดเชื้อของเสือเกิดจากการกินซากโครงไก่ที่ตายจากโรงฆ่าสัตว์ ผลการศึกษารหัสพันธุกรรมของ เชื้อไวรัส พบว่า เชื้อไวรัสจากเสือมีลักษณะทางพันธุกรรมใกล้เคียงกับ เชื้อไวรัสจากไก่ ที่ทำให้เกิดการระบาดของโรคไข้หวัดนกในช่วงเวลาเดียวกัน

ในปีเดียวกันได้มีการระบาดของโรคไข้หวัดนกในเสือโคร่ง ที่สวนเสือศรีราชา จังหวัดชลบุรี ซึ่งทำให้เสือโคร่งจำนวน 147 ตัวจาก 441 ตัว เสียชีวิตจากโรคไข้หวัดนก และการทำลาย เพื่อหยุดยั้งการระบาดของโรค เสือดังกล่าวมีประวัติ การติดเชื้อจาก การกินซากไก่ ที่ติดเชื้อไข้หวัดนกสายพันธุ์ H5N1 ทำให้มีการเปลี่ยนอาหารจากซากไก่สดมาเป็นไก่ ที่ผ่านความร้อนให้สุก อย่างไรก็ตามหลังจากนั้นประมาณ 12 วัน หลังจากที่เปลี่ยนอาหาร ก็ยังพบเสือที่ติดเชื้อไข้หวัดนกสายพันธุ์ H5N1 อยู่ ทำให้สันนิษฐานได้ว่าเชื้อไวรัส สามารถติดต่อจากเสือตัวหนึ่งไปสู่เสืออีกตัวหนึ่ง

ในต้นปี พ.ศ.2547 มีรายงานการพบการติดเชื้อ H5N1 ในแมว โดยแมวได้ไปกินซากนกพิราบที่ติดเชื้อหลังจากนั้น5 วันจึงมีอาการไข้สูง ชัก กล้ามเนื้อทำงานไม่ประสานกัน และหลังจากนั้นอีกสองวันจึงเสียชีวิต ในพื้นที่ที่แมวเสียชีวิตพบนกพิราบเสียชีวิตอีกหลาย ตัว ผลจากการผ่าซากแมวพบว่ามีเลือดคั่งอยู่ในสมอง เยื่อตาขาวอักเสบ น้ำท่วมปอด ปอดบวม เลือดออกในไต และมีจุดเลือดออกในเยื่อบุลำไส้ นอกจากนี้ยังสามารถแยก เชื้อไวรัส และพบว่าเชื้อไวรัสไข้หวัดนกในแมว และนกพิราบมีสายพันธุ์ที่ใกล้เคียงกัน

นอกจากนี้การติดเชื้อในสุนัขที่มีรายงานในประเทศไทยนั้นพบในปลายปี พ.ศ. 2547 ซึ่งเป็นสุนัขในจังหวัดสุพรรณบุรี โดยสุนัขได้ไปกินซากเป็ดที่ตายจากการติดเชื้อ ไข้หวัดนกสายพันธุ์ H5N1 หลังจากสุนัขกินซากเป็ด 5 วัน สุนัขเริ่มมีอาการของไข้สูง หายใจขัด ซึมและเสียชีวิตในวันถัดมา จากการผ่าซากสุนัขที่เสียชีวิตพบว่าสุนัข มีอาการปอดบวม และน้ำท่วมปอด เลือดออกในม้าม ไต และตับ ซึ่งได้รับการตรวจ ยืนยันด้วยวิธี immunohistochemistry รวมทั้งได้ทำการตรวจหาเชื้อไข้หวัดนกสายพันธุ์ H5N1 ในอวัยวะต่าง ๆ โดยพบเชื้อในปอด ตับ ไตและปัสสาวะ จากการศึกษา รหัสพันธุกรรมของไวรัส พบว่า เป็นเชื้อไวรัสไข้หวัดนกสายพันธุ์ H5N1 ที่ระบาด ในช่วงเวลาเดียวกัน

การศึกษาในเสือ แมว และสุนัขที่ผ่านมานั้น แสดงให้เห็นว่าเชื้อไข้หวัดนกสายพันธุ์ H5N1 สามารถกระจายไปได้ทุกอวัยวะและสามารถแพร่กระจายระหว่างสัตว์ที่ติดเชื้อนั้น ๆ ถึงแม้ว่ายังไม่มีรายงานการติดเชื้อจากแมว สุนัข หรือเสือมายังมนุษย์แต่สิ่งหนึ่งที่ควรคำนึงถึงคือมีสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมชนิดอื่นๆ นอกจากสัตว์ปีกสามารถติดเชื้อไข้หวัดนกสายพันธุ์ H5N1 ได้ ซึ่งจำเป็นอย่างยิ่งต่อการเฝ้าระวังการแพร่ระบาดของเชื้อไวรัสชนิดนี้

Copyright © 2006 CHULALONGKORN UNIVERSITY All rights reserved.

รู้ทันไข้หวัดนก

สถานการณ์ปัจจุบัน



* นักวิจัยจากจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย และมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ได้รายงานเชื้อไข้หวัดนกสายพันธุ์ H5N1 ชนิดใหม่ในประเทศไทย เชื้อไวรัส A/chicken/Thailand/NP-172/2006 เป็นเชื้อไวรัสที่แยกได้จากไก่ จากจังหวัดนครพนม เป็นเชื้อไข้หวัดนกสายพันธุ์ H5N1 genotype V ซึ่งแตกต่างจากเชื้อไข้หวัดนกที่ทำให้เกิดการระบาดส่วนใหญ่ที่เป็น genotype Z ผลงานวิจัยนี้ได้ตีพิมพ์ในวารสาร Emerging Infectious Disease, Vol 13, March 2007

... [รายละเอียด]

สถานการณ์ปัจจุบัน



* นักวิจัยจากประเทศไทย รายงานการติดเชื้อไข้หวัดนกในสุนัขและแมว ในปี 2004 นอกจากการระบาดของโรคไข้หวัดนกในสัตว์ปีกแล้ว ยังพบการเกิดโรคในสุนัขและแมวในจังหวัดสุพรรณบุรี จากการศึกษารหัสพันธุกรรม พบว่าเชื้อไข้หวัดนกจากสุนัขและแมว มีลักษณะคล้ายกับเชื้อไข้หวัดนกจากไก่และนกพิราบในช่วงการระบาดเดียวกัน ผลการวิจัยได้ตีพิมพ์ในวารสาร Emerging Infectious Disease, Vol 12, April 2006. and Vol 12, November 2006.

... [รายละเอียด]

รายงานการเฝ้าระวังการกลายพันธุ์ของเชื้อไข้นวัดนก





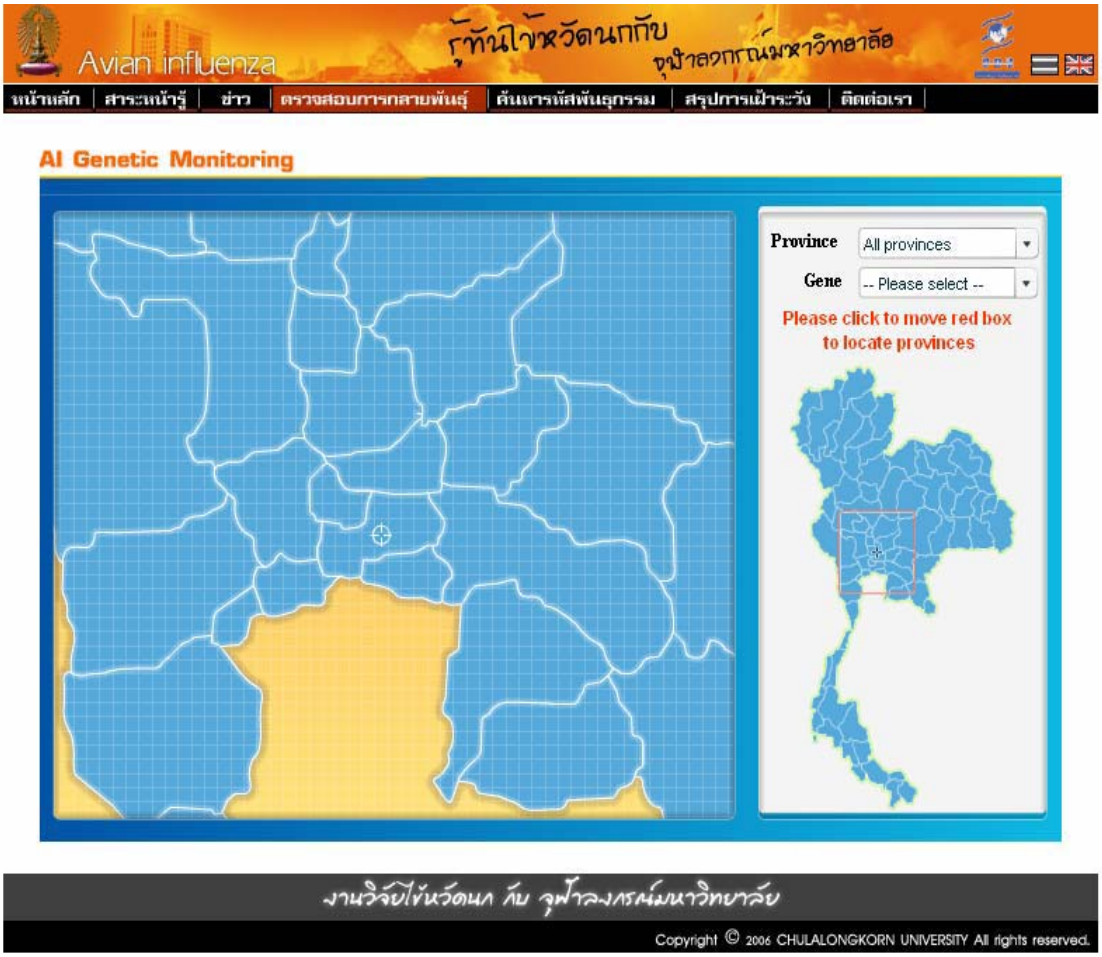


*การเฝ้าระวังการกลายพันธุ์ของเชื้อไข้หวัดนกในประเทศไทย เริ่มดำเนินการตั้งแต่ ปี พ.ศ. 2547 โดยการเฝ้าระวังการกลายพันธุ์ จะเป็นการตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงรหัสพันธุกรรมของเชื้อไวรัส ณ. จุดต่างๆ ในยีนทั้ง 8 ยีน ซึ่งสามารถแสดงถึงคุณสมบัติและความรุนแรงของเชื้อไวรัส ผลการเฝ้าระวังการกลายพันธุ์ของเชื้อไวรัส สามารถนำไปใช้เป็นข้อมูล ในการป้องกันการแพร่ระบาดอย่างรุนแรงของเชื้อไวรัสในสัตว์ปีกและคน

*จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยได้ถอดรหัสพันธุกรรมของเชื้อไข้หวัดนก สายพันธุ์ H5N1 ที่แยกได้จากสัตว์ปีกชนิดต่างๆ ในประเทศไทย จำนวนมากกว่า 140 ตัวอย่าง ผลการศึกษายัง**ไม่พบการกลายพันธุ์** ของเชื้อไวรัสไข้หวัดนก ซึ่งผู้ที่สนใจรายละเอียดของรหัสพันุกรรมและผลการเฝ้าระวังการกลายพันธุ์สามารถเข้าไปหาข้อมูลเพิ่มเติมได้ที่หัวข้อ **ค้นหารหัสพันธุกรรม** และ **ตรวจสอบการกลายพันธุ์**

... [รายละเอียด]

ตรวจสอบการกลายพันธุ์ (ภาษาไทย)



ตารางแสดงผลการตรวจสอบการกลายพันธุ์ (ภาษาไทย)

Avian influenza — Chulalongkorn University Avian Influenza Database



Province	Bangkok
Number of sample	14 sample(s)

NA GENE

Virus	Isolate Description	••	NA stalk region (49-68)	Oseltamivir resistance			
				119	275	293	295
CU-03	A/Chicken/Bangkok/CU-3/04	2547	20 amino acid deletion	E	H	R	N
CU-04	A/Crow/Bangkok/CU-4/04	2547	20 amino acid deletion	E	H	R	N
CU-06	A/Chicken/Bangkok/CU-6/04	2547	20 amino acid deletion	E	H	R	N
CU-15	A/Crow/Bangkok/CU-15/04	2547	20 amino acid deletion	E	H	R	N
CU-16	A/White Peafowl/Bangkok/CU-16/04	2547	20 amino acid deletion	E	H	R	N
CU-18	A/Kalji Pheasant/Bangkok/CU-18/04	2547	20 amino acid deletion	E	H	R	N
CU-20	A/Chicken/Bangkok/CU-20/04	2547	20 amino acid deletion	E	H	R	N
CU-21	A/Chicken/Bangkok/CU-21/04	2547	20 amino acid deletion	E	H	R	N
CU-25	A/Crow/Bangkok/CU-25/04	2547	20 amino acid deletion	E	H	R	N
CU-26	A/Roller/Bangkok/CU-26/04	2547	20-amino acid deletion	E	H	R	N
CU-269	A/Chicken/Bangkok/CU-269/06	2549	20-amino acid deletion	E	H	R	N
CU-29	A/White Peafowl/Bangkok/CU-29/04	2547	20 amino acid deletion	E	H	R	N
CU-329	A/Duck/Bangkok/CU-329/06	2549	20-amino acid deletion	E	H	R	N
CU-35	A/Crow/Bangkok/CU-35/04	2547	20 amino acid deletion	E	H	R	N

HA GENE

Virus	Isolate Description	••	Connecting peptide sequences (323-329)	Receptor binding site		Glycosylation site						Amino acids under positive selection pressure						
				222	224	10-12	11-13	22-24	154-156	165-167	193-195	286-288	Antigenic site E (83)	Antigenic site E (86)	Antigenic site A (138)	Antigenic site A (140)	Antigenic site A (141)	Receptor binding (129)	Receptor binding (175)
CU-03	A/Chicken/Bangkok/CU-3/04	2547	RERRRKK	Q	G	N-S	N-T	N-T	N-T	N-T	N-T	N-S	A	V	Q	K	S	L	L
CU-04	A/Crow/Bangkok/CU-4/04	2547	RERRRKK	Q	G	N-S	N-T	N-T	N-T	N-T	N-T	N-S	A	V	Q	K	S	L	L
CU-06	A/Chicken/Bangkok/CU-6/04	2547	RERRRKK	Q	G	N-S	N-T	N-T	N-T	N-T	N-T	N-S	A	V	Q	K	S	L	L
CU-15	A/Crow/Bangkok/CU-15/04	2547	RERKRKK*	Q	G	N-S	N-T	N-T	N-T	N-T	N-T	N-S	A	V	Q	K	S	L	L
CU-16	A/White Peafowl/Bangkok/CU-16/04	2547	RERKRKK*	Q	G	N-S	N-T	N-T	N-T	N-T	N-T	N-S	A	V	Q	K	S	L	L
CU-18	A/Kalji Pheasant/Bangkok/CU-18/04	2547	RERKRKK*	Q	G	N-S	N-T	N-T	N-T	N-T	N-T	N-S	A	V	Q	K	S	L	L
CU-20	A/Chicken/Bangkok/CU-20/04	2547	RERRRKK	Q	G	N-S	N-T	N-T	N-T	N-T	N-T	N-S	A	V	Q	K	S	L	L
CU-21	A/Chicken/Bangkok/CU-21/04	2547	RERRRKK	Q	G	N-S	N-T	N-T	N-T	N-T	N-T	N-S	A	V	Q	K	S	L	L
CU-25	A/Crow/Bangkok/CU-25/04	2547	RERRRKK	Q	G	N-S	N-T	N-T	N-T	N-T	N-T	N-S	A	V	Q	K	S	L	L
CU-26	A/Roller/Bangkok/CU-26/04	2547	N/A	Q	G	N-S	N-T	N-T	N-T	N-T	N-T	N-S	A	V	Q	K	S	L	L
CU-29	A/White Peafowl/Bangkok/CU-29/04	2547	RERKRKK*	Q	G	N-S	N-T	N-T	N-T	N-T	N-T	N-S	A	V	Q	K	S	L	L
CU-329	A/Duck/Bangkok/CU-329/06	2549	RERRKK	Q	G	N-S	N-T	N-T	N-T	N-T	N-T	N-S	A	A	L	N	P	L	L
CU-35	A/Crow/Bangkok/CU-35/04	2547	REKRRKK*	Q	G	N-S	N-T	N-T	N-T	N-T	N-T	N-S	A	V	Q	K	S	L	L

NS GENE

Virus	Isolate Description	••	Amino acid deletion in NS1 (80-84)	Virulence determinant	
				Amino acid residue in NS1 (92)	Carboxy-terminal of NS1
CU-03	A/Chicken/Bangkok/CU-3/04	2547	5 amino acid deletion	D	ESEV
CU-04	A/Crow/Bangkok/CU-4/04	2547	5 amino acid deletion	D	ESEV
CU-06	A/Chicken/Bangkok/CU-6/04	2547	5 amino acid deletion	D	ESEV
CU-15	A/Crow/Bangkok/CU-15/04	2547	5 amino acid deletion	D	ESEV
CU-16	A/White Peafowl/Bangkok/CU-16/04	2547	5 amino acid deletion	D	ESEV
CU-18	A/Kalji Pheasant/Bangkok/CU-18/04	2547	5 amino acid deletion	D	ESEV
CU-20	A/Chicken/Bangkok/CU-20/04	2547	5 amino acid deletion	D	ESEV
CU-21	A/Chicken/Bangkok/CU-21/04	2547	5 amino acid deletion	D	ESEV
CU-25	A/Crow/Bangkok/CU-25/04	2547	5 amino acid deletion	D	ESEV
CU-26	A/Roller/Bangkok/CU-26/04	2547	5 amino acid deletion	D	ESEV
CU-269	A/Chicken/Bangkok/CU-269/06	2549	5-amino acid deletion	D	ESEV
CU-29	A/White Peafowl/Bangkok/CU-29/04	2547	5 amino acid deletion	D	ESEV
CU-329	A/Duck/Bangkok/CU-329/06	2549	5 amino acid deletion	D	ESEV
CU-35	A/Crow/Bangkok/CU-35/04	2547	5 amino acid deletion	D	ESEV

M GENE

Virus	Isolate Description	••	Amantadine resistance						Human/Avian like characteristics		
			26	27	30	31	64	66	Amino acid residue in M2 (16)	Amino acid residue in M2 (28)	Amino acid residue in M2 (55)
CU-03	A/Chicken/Bangkok/CU-3/04	2547	I	V	A	N	A	A	E	V	L
CU-04	A/Crow/Bangkok/CU-4/04	2547	I	V	A	N	A	A	E	V	L
CU-06	A/Chicken/Bangkok/CU-6/04	2547	I	V	A	N	A	A	E	V	L
CU-15	A/Crow/Bangkok/CU-15/04	2547	I	V	A	N	A	A	E	V	L
CU-16	A/White Peafowl/Bangkok/CU-16/04	2547	I	V	A	N	A	A	E	V	L
CU-18	A/Kalji Pheasant/Bangkok/CU-18/04	2547	I	V	A	N	A	A	E	V	L
CU-20	A/Chicken/Bangkok/CU-20/04	2547	I	V	A	N	A	A	E	V	L
CU-21	A/Chicken/Bangkok/CU-21/04	2547	I	V	A	N	A	A	E	V	L
CU-25	A/Crow/Bangkok/CU-25/04	2547	I	V	A	N	A	A	E	V	L
CU-26	A/Roller/Bangkok/CU-26/04	2547	I	V	A	N	A	A	E	V	L
CU-269	A/Chicken/Bangkok/CU-269/06	2549	I	V	A	N	A	A	E	V	L
CU-29	A/White Peafowl/Bangkok/CU-29/04	2547	I	V	A	N	A	A	E	V	L
CU-329	A/Duck/Bangkok/CU-329/06	2549									
CU-35	A/Crow/Bangkok/CU-35/04	2547	I	V	A	N	A	A	E	V	L

ตารางแสดงผลการตรวจสอบการกลายพันธุ์ (ภาษาไทย)

PB1 GENE

Virus	Isolate Description	**	Virulence determinant		Function unknown						
			Amino acid residue in PB1 (198)	Amino acid residue in PB1 (317)	Amino acid residue in PB1 (23)	Amino acid residue in PB1 (33)	Amino acid residue in PB1 (79)	Amino acid residue in PB1 (84)	N/A	N/A	N/A
CU-03	A/Chicken/Bangkok/CU-3/04	2547									
CU-04	A/Crow/Bangkok/CU-4/04	2547	K	M	P	G	P	Q			
CU-06	A/Chicken/Bangkok/CU-6/04	2547									
CU-15	A/Crow/Bangkok/CU-15/04	2547	K	M	P	G	P	Q			
CU-16	A/White Peafowl/Bangkok/CU-16/04	2547	K	M	P	G	P	Q			
CU-18	A/Kalji Pheasant/Bangkok/CU-18/04	2547	K	M	P	G	P	Q			
CU-20	A/Chicken/Bangkok/CU-20/04	2547									
CU-21	A/Chicken/Bangkok/CU-21/04	2547									
CU-25	A/Crow/Bangkok/CU-25/04	2547	K	M	P	G	P	Q			
CU-26	A/Roller/Bangkok/CU-26/04	2547	K	M	P	G	P	Q			
CU-269	A/Chicken/Bangkok/CU-269/06	2549									
CU-29	A/White Peafowl/Bangkok/CU-29/04	2547	K	M	P	G	P	Q			
CU-329	A/Duck/Bangkok/CU-329/06	2549									
CU-35	A/Crow/Bangkok/CU-35/04	2547									

PB2 GENE

Virus	Isolate Description	**	Virulence determinant		Human/Avian like characteristics						
			Amino acid residue in PB2 (627)	Amino acid residue in PB2 (355)	Amino acid residue in PB2 (199)	Amino acid residue in PB2 (661)	Amino acid residue in PB2 (667)	Amino acid residue in PB2 (702)	N/A	N/A	N/A
CU-03	A/Chicken/Bangkok/CU-3/04	2547									
CU-04	A/Crow/Bangkok/CU-4/04	2547	E	R	A	A	V	K			
CU-06	A/Chicken/Bangkok/CU-6/04	2547									
CU-15	A/Crow/Bangkok/CU-15/04	2547	E	R	A	A	V	K			
CU-16	A/White Peafowl/Bangkok/CU-16/04	2547	E	R	A	A	V	K			
CU-18	A/Kalji Pheasant/Bangkok/CU-18/04	2547	E	R	A	A	V	K			
CU-20	A/Chicken/Bangkok/CU-20/04	2547									
CU-21	A/Chicken/Bangkok/CU-21/04	2547									
CU-25	A/Crow/Bangkok/CU-25/04	2547	E	R	A	A	V	K			
CU-26	A/Roller/Bangkok/CU-26/04	2547	K	R	A	A	V	K			
CU-269	A/Chicken/Bangkok/CU-269/06	2549	E			A	V	K			
CU-29	A/White Peafowl/Bangkok/CU-29/04	2547	E	R	A	A	V	K			
CU-329	A/Duck/Bangkok/CU-329/06	2549									
CU-35	A/Crow/Bangkok/CU-35/04	2547									

NP GENE

Virus	Isolate Description	**	Human/Avian like characteristics			
			Amino acid residue in NP (136)	N/A	N/A	N/A
CU-03	A/Chicken/Bangkok/CU-3/04	2547				
CU-04	A/Crow/Bangkok/CU-4/04	2547	L			
CU-06	A/Chicken/Bangkok/CU-6/04	2547				
CU-15	A/Crow/Bangkok/CU-15/04	2547	L			
CU-16	A/White Peafowl/Bangkok/CU-16/04	2547	L			
CU-18	A/Kalji Pheasant/Bangkok/CU-18/04	2547	L			
CU-20	A/Chicken/Bangkok/CU-20/04	2547				
CU-21	A/Chicken/Bangkok/CU-21/04	2547				
CU-25	A/Crow/Bangkok/CU-25/04	2547	L			
CU-26	A/Roller/Bangkok/CU-26/04	2547	L			
CU-269	A/Chicken/Bangkok/CU-269/06	2549	L			
CU-29	A/White Peafowl/Bangkok/CU-29/04	2547	L			
CU-329	A/Duck/Bangkok/CU-329/06	2549	L			
CU-35	A/Crow/Bangkok/CU-35/04	2547				

PA GENE

Virus	Isolate Description	**	Human/Avian like characteristics			
			Amino acid residue in PA (409)	N/A	N/A	N/A
CU-03	A/Chicken/Bangkok/CU-3/04	2547				
CU-04	A/Crow/Bangkok/CU-4/04	2547	S			
CU-06	A/Chicken/Bangkok/CU-6/04	2547				
CU-15	A/Crow/Bangkok/CU-15/04	2547	S			
CU-16	A/White Peafowl/Bangkok/CU-16/04	2547	S			
CU-18	A/Kalji Pheasant/Bangkok/CU-18/04	2547	S			
CU-20	A/Chicken/Bangkok/CU-20/04	2547				
CU-21	A/Chicken/Bangkok/CU-21/04	2547				
CU-25	A/Crow/Bangkok/CU-25/04	2547	S			
CU-26	A/Roller/Bangkok/CU-26/04	2547	S			
CU-269	A/Chicken/Bangkok/CU-269/06	2549				
CU-29	A/White Peafowl/Bangkok/CU-29/04	2547	S			
CU-329	A/Duck/Bangkok/CU-329/06	2549				
CU-35	A/Crow/Bangkok/CU-35/04	2547				

งานวิจัยโรคอุบัติใหม่ กับ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Copyright © 2006 CHULALONGKORN UNIVERSITY All rights reserved.

ตารางแสดงผลการค้นหารหัสพันธุกรรม (ภาษาไทย)



ตัวอย่าง	ชื่อตัวอย่าง	ปี	พิกัด	หมายเลขของลำดับเบสในฐานข้อมูล							
				HA	NA	M	NS	PB2	PB1	PA	NP
CU-01	A/Chicken/Suphan Buri/CU-1/04	2547	14.471245 100.129459	DQ083550	DQ083586	DQ083660	DQ083622	CU01PB2	CU01PB1	CU01PA	CU01NP
CU-02	A/Duck/Chon Buri/CU-2/04	2547	13.368448 100.9872	AY779048	AY779049	DQ083696	DQ083658				
CU-03	A/Chicken/Bangkok/CU-3/04	2547	13.730775 100.521005	DQ083551	DQ083587	DQ083661	DQ083623				
CU-04	A/Crow/Bangkok/CU-4/04	2547	13.730775 100.521005	DQ083552	DQ083588	DQ083662	DQ083624	CU04PB2	CU04PB1	CU04PA	CU04NP
CU-05	A/Duck/Chon Buri/CU-5/04	2547	13.368448 100.9872	DQ083553	DQ083589	DQ083663	DQ083625				
CU-06	A/Chicken/Bangkok/CU-6/04	2547	13.730775 100.521005	DQ083554	DQ083590	DQ083664	DQ083626				
CU-07	A/Chicken/Chon Buri/CU-7/04	2547	13.368448 100.9872	DQ083555	DQ083591	DQ083665	DQ083627				
CU-08	A/Chicken/Prachin Buri/CU-8/04	2547	14.048680 101.377870	DQ083556	DQ083592	DQ083666	DQ083628				
CU-09	A/Chicken/Suphan Buri/CU-9/04	2547	14.471198 100.129404	DQ083557	DQ083593	DQ083667	DQ083629				
CU-10	A/Chicken/Chachoengsao/CU-10/04	2547	13.679070 101.075800	DQ083558	DQ083594	DQ083668	DQ083630	CU10PB2	CU10PB1	CU10PA	CU10NP
CU-11	A/Chicken/Chachoengsao/CU-11/04	2547	13.679070 101.075800	DQ083559	DQ083595	DQ083669	DQ083631	CU11PB2	CU11PB1	CU11PA	CU11NP
CU-12	A/Chicken/Nakhon Sawan/CU-12/04	2547	10.492447 99.177207	DQ083560	DQ083596	DQ083670	DQ083632				
CU-13	A/Chicken/Nakhon Sawan/CU-13/04	2547	10.492447 99.177207	DQ083561	DQ083597	DQ083671	DQ083633				
CU-14	A/Chicken/Nakhon Pathom/CU-14/04	2547	13.817814 100.064014	DQ083562	DQ083598	DQ083672	DQ083634				
CU-15	A/Crow/Bangkok/CU-15/04	2547	13.730775 100.521005	DQ083563	DQ083599	DQ083673	DQ083635	CU15PB2	CU15PB1	CU15PA	CU15NP
CU-16	A/White Peafowl/Bangkok/CU-16/04	2547	13.730775 100.521005	DQ083564	DQ083600	DQ083674	DQ083636	CU16PB2	CU16PB1	CU16PA	CU16NP
CU-17	A/Chicken/Saraburi/CU-17/04	2547	14.513047 100.913528	DQ083565	DQ083601	DQ083675	DQ083637	CU17PB2	CU17PB1	CU17PA	CU17NP
CU-18	A/Kalji Pheasant/Bangkok/CU-18/04	2547	13.730775 100.521005	DQ083566	DQ083602	DQ083676	DQ083638	CU18PB2	CU18PB1	CU18PA	CU18NP
CU-19	A/Ostrich/Samut Prakan/CU-19/04	2547	13.58804 100.603901	DQ083567	DQ083603	DQ083677	DQ083639	CU19PB2	CU19PB1	CU19PA	CU19NP
CU-20	A/Chicken/Bangkok/CU-20/04	2547	13.730775 100.521005	DQ083568	DQ083604	DQ083678	DQ083640				
CU-21	A/Chicken/Bangkok/CU-21/04	2547	13.730775 100.521005	AY779050	AY779051	DQ083697	DQ083659				
CU-23	A/Chicken/Ayutthaya/CU-23/04	2547	14.343974 100.561212	AY770991	AY770992	AY770998	AY770997	AY770993	AY770994	AY770995	AY770996
CU-24	A/Chicken/Ayutthaya/CU-24/04	2547	14.343974 100.561212	DQ083569	DQ083605	DQ083679	DQ083641				
CU-25	A/Crow/Bangkok/CU-25/04	2547	13.730775 100.521005	DQ083570	DQ083606	DQ083680	DQ083642	CU25PB2	CU25PB1	CU25PA	CU25NP
CU-26	A/Roller/Bangkok/CU-26/04	2547	13.730775 100.521005	DQ083571	DQ083607	DQ083681	DQ083643	CU26PB2	CU26PB1	CU26PA	CU26NP
CU-27	A/Chicken/Saraburi/CU-27/04	2547	14.513047 100.913528	DQ083572	DQ083608	DQ083682	DQ083644	CU27PB2	CU27PB1	CU27PA	CU27NP

CU-29	A/White Peafowl/Bangkok/CU-29/04	2547	13.730775 100.521005	DQ083573	DQ083609	DQ083683	DQ083645	CU29PB2	CU29PB1	CU29PA	CU29NP
CU-31	A/Ostrich/Samut Prakan/CU-31/04	2547	13.58804 100.603901	DQ083574	DQ083610	DQ083684	DQ083646	CU31PB2	CU31PB1	CU31PA	CU31NP
CU-35	A/Crow/Bangkok/CU-35/04	2547	13.730775 100.521005	DQ083575	DQ083611	DQ083685	DQ083647				
CU-38	A/Chicken/Lop Buri/CU-38/04	2547	14.793714 100.653898	DQ083576	DQ083612	DQ083686	DQ083648	CU38PB2	CU38PB1	CU38PA	CU38NP
CU-39	A/Chicken/Nakhon Sawan/CU-39/04	2547	15.700602 100.133819	DQ083577	DQ083613	DQ083687	DQ083649				
CU-68	A/Chicken/Ratchaburi/CU-68/04	2547	13.540000 99.819998	DQ083578	DQ083614	DQ083688	DQ083650				
CU-66 (T3)	A/Tiger/Chon Buri/CU-T3/04	2547	13.368448 100.987200	AY842935	AY842936	AY972547	AY907673	AY907672	AY972550	AY972549	AY972548
CU-71	A/Duck/Nakhon Pathom/CU-71/04	2547	12.237126 102.509063	DQ083579	DQ083615	DQ083689	DQ083651				
CU-73	A/Chicken/Chon Buri/CU-73/04	2547	13.368448 100.9872	DQ083580	DQ083616	DQ083690	DQ083652				
CU-74	A/Duck/Saraburi/CU-74/04	2547	14.513047 100.913528	DQ083581	DQ083617	DQ083691	DQ083653				
CU-104	A/Chicken/Prachin Buri/CU-104/04	2547	14.048680 101.377870	DQ083582	DQ083618	DQ083692	DQ083654				
CU-202	A/Pigeon/Samut Prakan/CU-202/04	2547	13.58804 100.603901	DQ083583	DQ083619	DQ083693	DQ083655				
CU-203	A/Sparrow/Phang-Nga/CU-203/04	2547	8.451362 98.533858	DQ083584	DQ083620	DQ083694	DQ083656				
CU-209	A/Mynas/Ranong/CU-209/04	2547	9.961652 98.638199	DQ083585	DQ083621	DQ083695	DQ083657				

1 2 3 4 หน้าถัดไป >>

ตัวอย่าง	ชื่อตัวอย่าง	ปี	พิกัด	หมายเลขของลำดับเบสในฐานข้อมูล							
				HA	NA	M	NS	PB2	PB1	PA	NP
CK-160	A/Chicken/Kanchanaburi/CK-160/05	2548	14.020000 99.529998	DQ334760	DQ334762	DQ334763	DQ334764	DQ334757	DQ334758	DQ334759	DQ334761
CK-162	A/Chicken/Nonthaburi/CK-162/05	2548	13.845466 100.524101	DQ334776	DQ334778	DQ334779	DQ334780	DQ334773	DQ334774	DQ334775	DQ334777
QA-161	A/Quail/Nakhon Pathom/QA-161/05	2548	13.817814 100.064014	DQ334768	DQ334770	DQ334771	DQ334772	DQ334765	DQ334766	DQ334767	DQ334769
DLD22	A/Duck/Unknown/DLD-22/04	2547		DLD22HA	DLD22NA	DLD22M	DLD22NS	DLD22PB2			
DLD23	A/Chicken/Unknown/DLD23/04	2547		DLD23HA	DLD23NA	DLD23M	DLD23NS	DLD23PB2			
DLD24	A/Chicken/Unknown/DLD24/04	2547		DLD24HA	DLD24NA	DLD24M	DLD24NS	DLD24PB2			
DLD25	A/Chicken/Unknown/DLD25/04	2547		DLD25HA	DLD25NA	DLD25M	DLD25NS	DLD25PB2			
DLD26	A/Chicken/Unknown/DLD26/04	2547		DLD26HA	DLD26NA	DLD26M	DLD26NS	DLD26PB2			
DLD27	A/Chicken/Unknown/DLD27/04	2547		DLD27HA	DLD27NA	DLD27M	DLD27NS	DLD27PB2			
DLD28	A/Chicken/Unknown/DLD28/04	2547		DLD28HA	DLD28NA	DLD28M	DLD28NS	DLD28PB2			
DLD29	A/Chicken/Unknown/DLD29/04	2547		DLD29HA	DLD29NA	DLD29M	DLD29NS	DLD29PB2			
DLD30	A/Chicken/Unknown/DLD30/04	2547		DLD30HA	DLD30NA	DLD30M	DLD30NS	DLD30PB2			
DLD31	A/Chicken/Unknown/DLD31/04	2547		DLD31HA	DLD31NA	DLD31M	DLD31NS	DLD31PB2			
DLD32	A/Goose/Unknown/DLD32/04	2547		DLD32HA	DLD32NA	DLD32M	DLD32NS	DLD32PB2			
DLD33	A/Chicken/Unknown/DLD33/04	2547		DLD33HA	DLD33NA	DLD33M	DLD33NS	DLD33PB2			
DLD34	A/Quail/Unknown/DLD34/04	2547		DLD34HA	DLD34NA	DLD34M	DLD34NS	DLD34PB2			
DLD35	A/Chicken/Unknown/DLD35/04	2547		DLD35HA	DLD35NA	DLD35M	DLD35NS	DLD35PB2			
DLD36	A/Chicken/Unknown/DLD36/04	2547		DLD36HA	DLD36NA	DLD36M	DLD36NS	DLD36PB2			
DLD37	A/Chicken/Unknown/DLD37/04	2547		DLD37HA	DLD37NA	DLD37M	DLD37NS	DLD37PB2			
DLD38	A/Chicken/Unknown/DLD38/04	2547		DLD38HA	DLD38NA	DLD38M	DLD38NS	DLD38PB2			
DLD39	A/Chicken/Unknown/DLD39/04	2547		DLD39HA	DLD39NA	DLD39M	DLD39NS	DLD39PB2			
DLD40	A/Chicken/Unknown/DLD40/04	2547		DLD40HA	DLD40NA	DLD40M	DLD40NS	DLD40PB2			
DLD41	A/Chicken/Unknown/DLD41/04	2547		DLD41HA	DLD41NA	DLD41M	DLD41NS	DLD41PB2			
DLD42	A/Chicken/Unknown/DLD42/04	2547		DLD42HA	DLD42NA	DLD42M	DLD42NS	DLD42PB2			
CU-K2	A/Chicken/Nakhon Pathom/CU-K2/04	2547	13.817814 100.064014	AY560568	AY590567	AY590578	AY590580	AY590581	AY590582	AY551934	AY590579
DLD43	A/Chicken/Unknown/DLD43/04	2547		DLD43HA	DLD43NA	DLD43M	DLD43NS	DLD43PB2			

ตารางแสดงผลการค้นหารหัสพันธุกรรม (ภาษาไทย)

DLD44	A/Chicken/Unknown/DLD44/04	2547		DLD44HA	DLD44NA	DLD44M	DLD44NS	DLD44PB2			
DLD45	A/Chicken/Unknown/DLD45/04	2547		DLD45HA	DLD45NA	DLD45M	DLD45NS	DLD45PB2			
DLD46	A/Chicken/Unknown/DLD46/04	2547		DLD46HA	DLD46NA	DLD46M	DLD46NS	DLD46PB2			
DLD47	A/Chicken/Unknown/DLD47/04	2547		DLD47HA	DLD47NA	DLD47M	DLD47NS	DLD47PB2			
DLD48	A/Chicken/Unknown/DLD48/04	2547		DLD48HA	DLD48NA	DLD48M	DLD48NS	DLD48PB2			
DLD49	A/Chicken/Unknown/DLD49/04	2547		DLD49HA	DLD49NA	DLD49M	DLD49NS	DLD49PB2			
DLD50	A/Duck/Chon Buri/DLD50/04	2547	13.368448 100.987200	DLD50HA	DLD50NA	DLD50M	DLD50NS	DLD50PB2			
DLD51	A/Duck/Chachoengsao/DLD51/04	2547	13.679070 101.075800	DLD51HA	DLD51NA	DLD51M	DLD51NS	DLD51PB2			
DLD52	A/Duck/Chon Buri/DLD52/04	2547	13.368448 100.987200	DLD52HA	DLD52NA	DLD52M	DLD52NS	DLD52PB2			
DLD53	A/Unknown/Unknown/DLD53/04	2547		DLD53HA	DLD53NA	DLD53M	DLD53NS	DLD53PB2			
DLD54	A/Duck/Prachin Buri/DLD54/04	2547	14.048680 101.377870	DLD54HA	DLD54NA	DLD54M	DLD54NS	DLD54PB2			
DLD55	A/Duck/Chon Buri/DLD55/04	2547	13.368448 100.987200	DLD55HA	DLD55NA	DLD55M	DLD55NS	DLD55PB2			
DLD56	A/Duck/Prachin Buri/DLD56/04	2547	14.048680 101.377870	DLD56HA	DLD56NA	DLD56M	DLD56NS	DLD56PB2			
DLD57	A/Duck/Nakhon Nayok/DLD57/04	2547		DLD57HA	DLD57NA	DLD57M	DLD57NS	DLD57PB2			

<< หน้าที่แล้ว 1 2 3 4 หน้าถัดไป >>

ตัวอย่าง	ชื่อตัวอย่าง	ปี	พิกัด	หมายเลขของลำดับเบสในฐานข้อมูล							
				HA	NA	M	NS	PB2	PB1	PA	NP
DLD58	A/Duck/Nakhon Sawan/DLD58/04	2547	10.492447 99.177207	DLD58HA	DLD58NA	DLD58M	DLD58NS	DLD58PB2			
DLD59	A/Unknown/Unknown/DLD59/04	2547		DLD59HA	DLD59NA	DLD59M	DLD59NS	DLD59PB2			
DLD60	A/Unknown/Unknown/DLD60/04	2547		DLD60HA	DLD60NA	DLD60M	DLD60NS	DLD60PB2			
DLD61	A/Duck/Pathum Thani/DLD61/04	2547		DLD61HA	DLD61NA	DLD61M	DLD61NS	DLD61PB2			
DLD62	A/Duck/Chon Buri/DLD62/04	2547	13.368448 100.987200	DLD62HA	DLD62NA	DLD62M	DLD62NS	DLD62PB2			
DLD63	A/Duck/Prachin Buri/DLD63/04	2547	14.048680 101.377870	DLD63HA	DLD63NA	DLD63M	DLD63NS	DLD63PB2			
DLD64	A/Unknown/Unknown/DLD64/04	2547		DLD64HA	DLD64NA	DLD64M	DLD64NS	DLD64PB2			
DLD65	A/Duck/Chon Buri/DLD65/04	2547	13.368448 100.987200	DLD65HA	DLD65NA	DLD65M	DLD65NS	DLD65PB2			
DLD66	A/Unknown/Unknown/DLD66/04	2547		DLD66HA	DLD66NA	DLD66M	DLD66NS	DLD66PB2			
DLD67	A/Unknown/Unknown/DLD67/04	2547		DLD67HA	DLD67NA	DLD67M	DLD67NS	DLD67PB2			
DLD68	A/Unknown/Unknown/DLD68/04	2547		DLD68HA	DLD68NA	DLD68M	DLD68NS	DLD68PB2			
DLD69	A/Unknown/Unknown/DLD69/04	2547		DLD69HA	DLD69NA	DLD69M	DLD69NS	DLD69PB2			
DLD70	A/Unknown/Unknown/DLD70/04	2547		DLD70HA	DLD70NA	DLD70M	DLD70NS	DLD70PB2			
DLD71	A/Unknown/Unknown/DLD71/04	2547		DLD71HA	DLD71NA	DLD71M	DLD71NS	DLD71PB2			
DLD72	A/Unknown/Unknown/DLD71/04	2547		DLD72HA	DLD72NA	DLD72M	DLD72NS	DLD72PB2			
DLD73	A/Unknown/Unknown/DLD73/04	2547		DLD73HA	DLD73NA	DLD73M	DLD73NS	DLD73PB2			
DLD74	A/Unknown/Unknown/DLD74/04	2547		DLD74HA	DLD74NA	DLD74M	DLD74NS	DLD74PB2			
DLD75	A/Unknown/Unknown/DLD75/04	2547		DLD75HA	DLD75NA	DLD75M	DLD75NS	DLD75PB2			
DLD76	A/Unknown/Unknown/DLD76/04	2547		DLD76HA	DLD76NA	DLD76M	DLD76NS	DLD76PB2			
DLD77	A/Unknown/Unknown/DLD77/04	2547		DLD77HA	DLD77NA	DLD77M	DLD77NS	DLD77PB2			
DLD78	A/Unknown/Unknown/DLD78/04	2547		DLD78HA	DLD78NA	DLD78M	DLD78NS	DLD78PB2			
DLD79	A/Unknown/Unknown/DLD79/04	2547		DLD79HA	DLD79NA	DLD79M	DLD79NS	DLD79PB2			
CU-T7	A/Tiger/Chon Buri/CU-T7/04	2547	13.368448 100.987200	AY866475	AY866476	AY972551	AY907674	AY907671	AY972554	AY972553	AY972552
CU-T4	A/Tiger/Chon Buri/CU-T4/04	2547	13.368448 100.987200	AY972539	AY972543			DQ017251			
CU-T5	A/Tiger/Chon Buri/CU-T5/04	2547	13.368448 100.987200	AY972540	AY972544			DQ017252			
CU-T6	A/Tiger/Chon Buri/CU-T6/04	2547	13.368448 100.987200	AY972541	AY972545			DQ017253			
CU-T8	A/Tiger/Chon Buri/CU-T8/04	2547	13.368448 100.987200	AY972542	AY972546			DQ017254			

ตารางแสดงผลการค้นหารหัสพันธุกรรม (ภาษาไทย)

CU-268	A/Chicken/Chon Buri/CU-268/06	2549	13.368448 100.987200	CU268HA	CU268NA	CU268M	CU268NS	CU268PB2			CU268NP
CU-269	A/Chicken/Bangkok/CU-269/06	2549	13.730775 100.521005	CU269HA	CU269NA	CU269M	CU269NS	CU269PB2			CU269NP
CU-270	A/Chicken/Phetchaburi/CU-270/06	2549	13.100095 99.950504	CU270HA	CU270NA	CU270M	CU270NS	CU270PB2			CU270NP
CU-271	A/Chicken/Chon Buri/CU-271/06	2549	13.368448 100.987200	CU271HA	CU271NA	CU271M	CU271NS	CU271PB2			CU271NP
CU-273	A/Chicken/Nakhonratchasima/CU-273/06	2549	14.967792 102.102131	CU273HA	CU273NA	CU273M	CU273NS	CU273PB2			CU273NP
CU-274	A/Chicken/Phetchabun/CU-274/06	2549	16.416482 101.159489	CU274HA	CU274NA	CU274M	CU274NS	CU274PB2			CU274NP
CU-275	A/Chicken/Phetchabun/CU-275/06	2549	16.416482 101.159489	CU275HA	CU275NA	CU275M	CU275NS	CU275PB2			CU275NP
CU-276	A/Chicken/Chon Buri/CU-276/06	2549	13.368448 100.987200	CU276HA	CU276NA	CU276M	CU276NS	CU276PB2			CU276NP
CU-279	A/Chicken/Chon Buri/CU-279/06	2549	13.368448 100.987200	CU279HA	CU279NA	CU279M	CU279NS	CU279PB2			CU279NP
CU-280	A/Chicken/Chon Buri/CU-280/06	2549	13.368448 100.987200	CU280HA	CU280NA	CU280M	CU280NS	CU280PB2			CU289NP
CU-283	A/Chicken/Chon Buri/CU-283/06	2549	13.368448 100.987200	CU283HA	CU283NA	CU283M	CU283NS	CU283PB2			CU283NP
CU-284	A/Chicken/Nakhonratchasima/CU-284/06	2549	14.967792 102.102131	CU284HA	CU284NA	CU284M	CU284NS	CU284PB2			CU284NP
CU-285	A/Chicken/Chon Buri/CU-285/06	2549	13.368448 100.987200	CU285HA	CU285NA	CU285M	CU285NS	CU285PB2			CU285NP

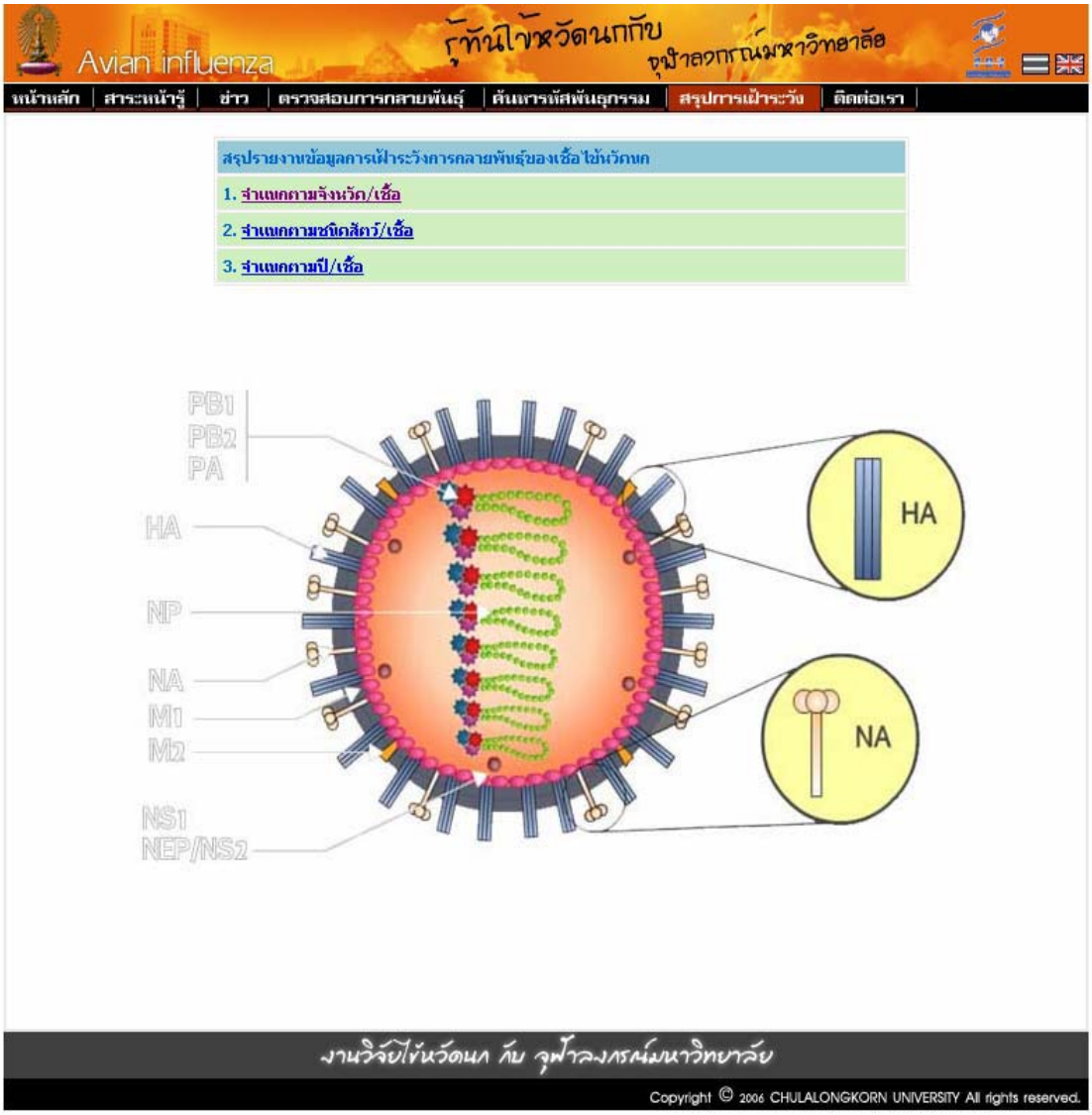
<< หน้าที่แล้ว 1 2 3 4 หน้าถัดไป >>

ตัวอย่าง	ชื่อตัวอย่าง	ปี	พิกัด	หมายเลขของลำดับเบสในฐานข้อมูล							
				HA	NA	M	NS	PB2	PB1	PA	NP
CU-286	A/Chicken/Chon Buri/CU-286/06	2549	13.368448 100.987200	CU286HA	CU286NA	CU286M	CU286NS	CU286PB2			CU286NP
CU-287	A/Chicken/Chon Buri/CU-287/06	2549	13.368448 100.987200	CU287HA	CU287NA	CU287M	CU287NS	CU287PB2			CU287NP
CU-289	A/Chicken/Unknown/CU-289/06	2549		CU289HA	CU289NA	CU289M	CU289NS	CU289PB2			CU289NP
CU-290	A/Chicken/Unknown/CU-290/06	2549		CU290HA	CU290NA						
CU-291	A/Chicken/Unknown/CU-291/06	2549		CU291HA	CU291NA	CU291M	CU291NS	CU291PB2			CU291NP
CU-294	A/Chicken/Unknown/CU-294/06	2549		CU294HA	CU294NA						
CU-297	A/Chicken/Unknown/CU-297/06	2549		CU297HA	CU297NA	CU297M	CU297NS	CU297PB2			CU297NP
CU-298	A/Chicken/Unknown/CU-298/06	2549		CU298HA	CU298NA	CU298M	CU298NS	CU298PB2			CU298NP
CU-299	A/Chicken/Unknown/CU-299/06	2549		CU299HA	CU299NA	CU299M	CU299NS	CU299PB2			CU299NP
CU-300	A/Chicken/Unknown/CU-300/06	2549		CU300HA	CU300NA	CU300M	CU300NS	CU300PB2			CU300NP
CU-301	A/Chicken/Unknown/CU-301/06	2549		CU301HA	CU301NA						
CU-304	A/Chicken/Prachin Buri/CU-304/06	2549	14.048680 101.377870	CU304HA	CU304NA	CU304M	CU304NS	CU304PB2			CU304NP
CU-305	A/Chicken/Prachin Buri/CU-305/06	2549	14.048680 101.377870	CU305HA	CU305NA						
CU-306	A/Chicken/Unknown/CU-306/06	2549		CU306HA	CU306NA						
CU-307	A/Chicken/Unknown/CU-307/06	2549		CU307HA		CU307M	CU307NS	CU307PB2			CU307NP
CU-309	A/Chicken/Unknown/CU-309/06	2549		CU309HA	CU309NA						
CU-282	A/Chicken/Chon Buri/CU-282/06	2549	13.368448 100.987200	CU282HA	CU282NA						
CU-293	A/Chicken/Unknown/CU-293/06	2549		CU293HA	CU293NA						
CU-308	A/Chicken/Unknown/CU-309/06	2549		CU308HA	CU308NA						
KU-02	A/Cat/Suphan Buri/KU-02/04	2547	14.471245 100.129459	DQ236077	DQ236078	DQ236084	DQ236083	DQ236079	DQ236080	DQ236081	DQ236082
KU-03	A/Pigeon/Saraburi/KU-03/04	2547	14.471245 100.129459	DQ236085	DQ236086			DQ236087			
KU-08	A/Dog/Suphan Buri/KU-08/04	2547	14.471245 100.129459	DQ530173	DQ530175	DQ530176	DQ530177	DQ530170	DQ530171	DQ530172	DQ530174
PC-168	A/Chicken/Phichit/PC-168/06	2549	16.442210 100.351385	DQ999880	DQ999881	DQ999882	DQ999879	DQ999884	DQ999886	DQ999885	DQ999883
PC-170	A/Chicken/Phichit/PC-170/06	2549	16.442210 100.351385	DQ999887	DQ999888	DQ999889	DQ999890	DQ999893	DQ999892	DQ999894	DQ999891

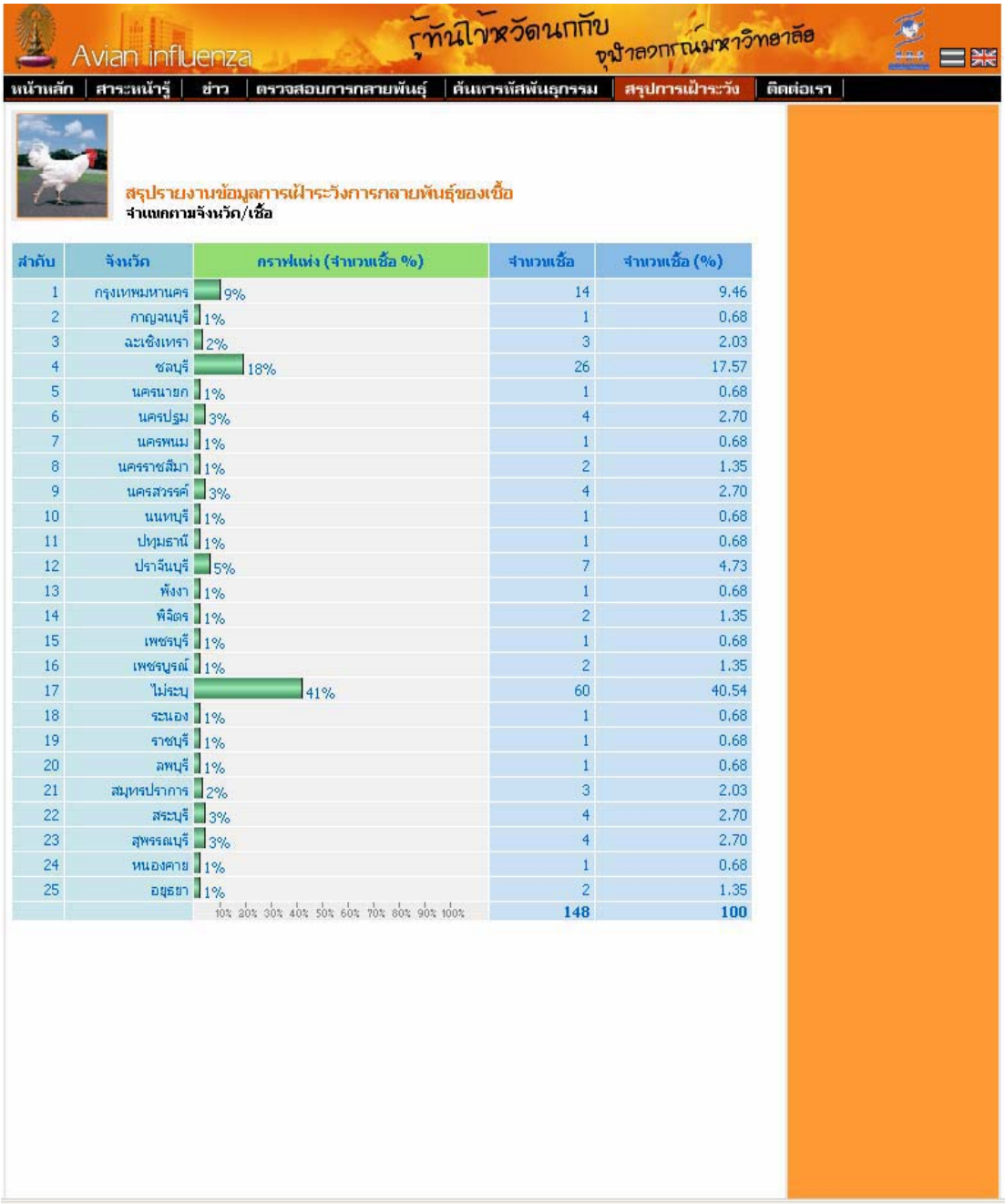
ตารางแสดงผลการค้นหารหัสพันธุกรรม (ภาษาไทย)

ตัวอย่าง	ชื่อตัวอย่าง	ปี	พิกัด	หมายเลขของลำดับเบสในฐานข้อมูล							
				HA	NA	M	NS	PB2	PB1	PA	NP
CU-286	A/Chicken/Chon Buri/CU-286/06	2549	13.368448 100.987200	CU286HA	CU286NA	CU286M	CU286NS	CU286PB2			CU286NP
CU-287	A/Chicken/Chon Buri/CU-287/06	2549	13.368448 100.987200	CU287HA	CU287NA	CU287M	CU287NS	CU287PB2			CU287NP
CU-289	A/Chicken/Unknown/CU-289/06	2549		CU289HA	CU289NA	CU289M	CU289NS	CU289PB2			CU289NP
CU-290	A/Chicken/Unknown/CU-290/06	2549		CU290HA	CU290NA						
CU-291	A/Chicken/Unknown/CU-291/06	2549		CU291HA	CU291NA	CU291M	CU291NS	CU291PB2			CU291NP
CU-294	A/Chicken/Unknown/CU-294/06	2549		CU294HA	CU294NA						
CU-297	A/Chicken/Unknown/CU-297/06	2549		CU297HA	CU297NA	CU297M	CU297NS	CU297PB2			CU297NP
CU-298	A/Chicken/Unknown/CU-298/06	2549		CU298HA	CU298NA	CU298M	CU298NS	CU298PB2			CU298NP
CU-299	A/Chicken/Unknown/CU-299/06	2549		CU299HA	CU299NA	CU299M	CU299NS	CU299PB2			CU299NP
CU-300	A/Chicken/Unknown/CU-300/06	2549		CU300HA	CU300NA	CU300M	CU300NS	CU300PB2			CU300NP
CU-301	A/Chicken/Unknown/CU-301/06	2549		CU301HA	CU301NA						
CU-304	A/Chicken/Prachin Buri/CU-304/06	2549	14.048680 101.377870	CU304HA	CU304NA	CU304M	CU304NS	CU304PB2			CU304NP
CU-305	A/Chicken/Prachin Buri/CU-305/06	2549	14.048680 101.377870	CU305HA	CU305NA						
CU-306	A/Chicken/Unknown/CU-306/06	2549		CU306HA	CU306NA						
CU-307	A/Chicken/Unknown/CU-307/06	2549		CU307HA		CU307M	CU307NS	CU307PB2			CU307NP
CU-309	A/Chicken/Unknown/CU-309/06	2549		CU309HA	CU309NA						
CU-282	A/Chicken/Chon Buri/CU-282/06	2549	13.368448 100.987200	CU282HA	CU282NA						
CU-293	A/Chicken/Unknown/CU-293/06	2549		CU293HA	CU293NA						
CU-308	A/Chicken/Unknown/CU-309/06	2549		CU308HA	CU308NA						
KU-02	A/Cat/Suphan Buri/KU-02/04	2547	14.471245 100.129459	DQ236077	DQ236078	DQ236084	DQ236083	DQ236079	DQ236080	DQ236081	DQ236082
KU-03	A/Pigeon/Saraburi/KU-03/04	2547	14.471245 100.129459	DQ236085	DQ236086			DQ236087			
KU-08	A/Dog/Suphan Buri/KU-08/04	2547	14.471245 100.129459	DQ530173	DQ530175	DQ530176	DQ530177	DQ530170	DQ530171	DQ530172	DQ530174
PC-168	A/Chicken/Phichit/PC-168/06	2549	16.442210 100.351385	DQ999880	DQ999881	DQ999882	DQ999879	DQ999884	DQ999886	DQ999885	DQ999883
PC-170	A/Chicken/Phichit/PC-170/06	2549	16.442210 100.351385	DQ999887	DQ999888	DQ999889	DQ999890	DQ999893	DQ999892	DQ999894	DQ999891
NP-172	A/Chicken/Nakhon Phanom/NP-172/06	2549	17.663744 104.340992	DQ999872	DQ999873	DQ999874	DQ999871	DQ999878	DQ999875	DQ999876	DQ999877
CU-288	A/Chicken/Chon Buri/CU-288/06	2549	13.368448 100.987200	CU288HA	CU288NA						
CU-329	A/Duck/Bangkok/CU-329/06	2549	13.730775 100.521005	CU329HA	CU329NA		CU329NS		CU329PB1	CU329PA	CU329NP
NK-165	A/Human/Nong Khai/NK-165/05	2548	17.884214 102.747608	DQ372591	DQ372593	DQ372592	DQ372595	DQ372598	DQ372597	DQ372596	DQ372594

<< หน้าที่แล้ว 1 2 3 4


Avian influenza
รู้ทันไข้หวัดนกกับ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
หน้าหลัก | สาระน่ารู้ | ข่าว | ตรวจสอบการกลายพันธุ์ | คันหาเชื้อพันธุกรรม | สรุปการเฝ้าระวัง | ติดต่อเรา
สรุปรายงานข้อมูลการเฝ้าระวังการกลายพันธุ์ของเชื้อไข้หวัดนก
1. จำแนกตามจังหวัด/เชื้อ
2. จำแนกตามชนิดสัตว์/เชื้อ
3. จำแนกตามปี/เชื้อ
PB1
PB2
PA
HA
NP
NA
M1
M2
NS1
NEP/NS2
HA
NA
งานวิจัยไข้หวัดนก กับ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Copyright © 2006 CHULALONGKORN UNIVERSITY All rights reserved.

ตารางแสดงผลสรุปการเฝ้าระวัง (ภาษาไทย)
จำแนกตามจังหวัด



ลำดับ	จังหวัด	กราฟแท่ง (จำนวนเชื้อ %)	จำนวนเชื้อ	จำนวนเชื้อ (%)
1	กรุงเทพมหานคร	9%	14	9.46
2	กาญจนบุรี	1%	1	0.68
3	ฉะเชิงเทรา	2%	3	2.03
4	ชลบุรี	18%	26	17.57
5	นครนายก	1%	1	0.68
6	นครปฐม	3%	4	2.70
7	นครพนม	1%	1	0.68
8	นครราชสีมา	1%	2	1.35
9	นครสวรรค์	3%	4	2.70
10	นนทบุรี	1%	1	0.68
11	ปทุมธานี	1%	1	0.68
12	ปราจีนบุรี	5%	7	4.73
13	พังงา	1%	1	0.68
14	พิจิตร	1%	2	1.35
15	เพชรบุรี	1%	1	0.68
16	เพชรบูรณ์	1%	2	1.35
17	ไม่ระบุ	41%	60	40.54
18	ระนอง	1%	1	0.68
19	ราชบุรี	1%	1	0.68
20	ลพบุรี	1%	1	0.68
21	สมุทรปราการ	2%	3	2.03
22	สระบุรี	3%	4	2.70
23	สุพรรณบุรี	3%	4	2.70
24	หนองคาย	1%	1	0.68
25	อยุธยา	1%	2	1.35
		10% 20% 30% 40% 50% 60% 70% 80% 90% 100%	**148**	**100**

ตารางแสดงผลสรุปการเฝ้าระวัง (ภาษาไทย)
จำแนกตามชนิดสัตว์





สรุปรายงานข้อมูลการเฝ้าระวังการกลายพันธุ์ของเชื้อ
จำแนกตามชนิดสัตว์/เชื้อ

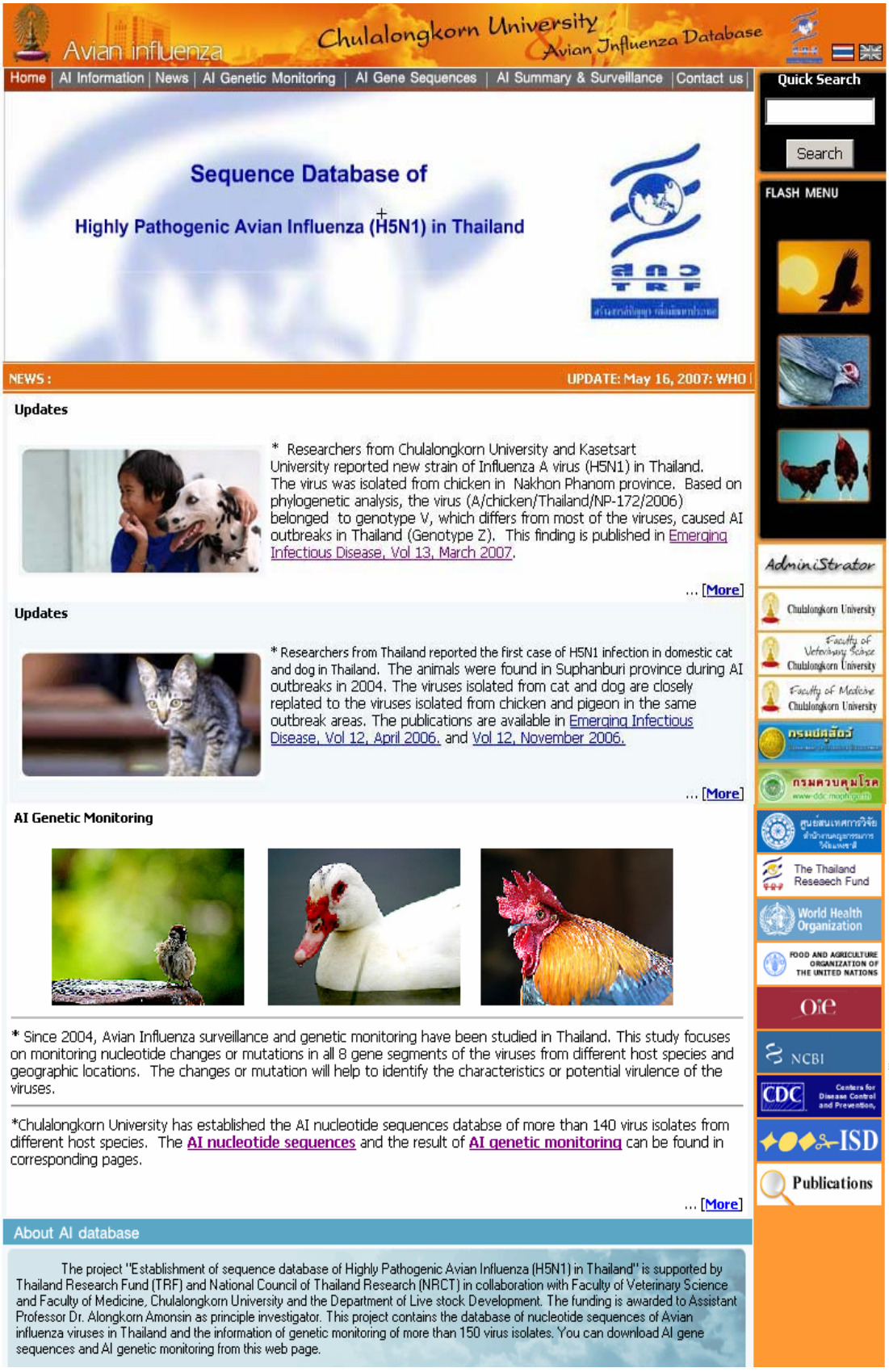
ลำดับ	สัตว์	กราฟแท่ง (จำนวนเชื้อ %)	จำนวนเชื้อ	จำนวนเชื้อ (%)
1	ไก่	58%	86	58.11
2	ไก่ฟ้า	1%	1	0.68
3	นกกระจอก	1%	1	0.68
4	นกกระจอกเทศ	1%	2	1.35
5	นกกระทา	1%	2	1.35
6	นกตะขาบ	1%	1	0.68
7	นกพิราบ	1%	2	1.35
8	นกยูงขาว	1%	2	1.35
9	นกเอี้ยง	1%	1	0.68
10	เป็ด	12%	18	12.16
11	มนุษย์	1%	1	0.68
12	แมว	1%	1	0.68
13	ไม่ทราบ	12%	18	12.16
14	สุนัข	1%	1	0.68
15	เสือ	4%	6	4.05
16	ห่าน	1%	1	0.68
17	อีกา	3%	4	2.70
		10% 20% 30% 40% 50% 60% 70% 80% 90% 100%	**148**	**100**

ตารางแสดงผลสรุปการเฝ้าระวัง (ภาษาไทย)
จำแนกตามปี



รายละเอียดส่วนแสดงผลการสร้างฐานข้อมูลรหัสพันธุกรรมของเชื้อไข้หวัดนกในประเทศไทย ที่เผยแพร่ใน http://www.thai-ai-database.org

Main Menu (English)



Avian influenza Chulalongkorn University & Avian Influenza Database

Home | AI Information | News | AI Genetic Monitoring | AI Gene Sequences | AI Summary & Surveillance | Contact us

Avian Influenza information

Avian Influenza

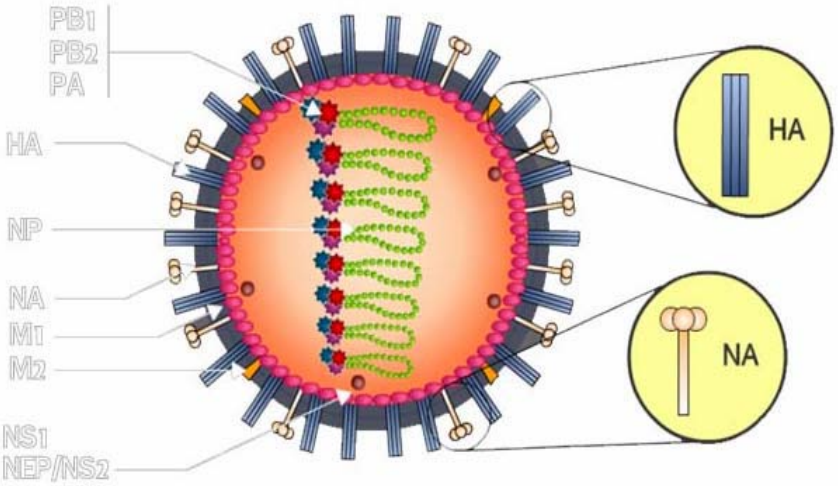
Avian influenza is an infectious disease of avian species caused by Influenza type A virus. The Influenza type A virus has 16 HA (hemagglutinin) and 9 NA (neuraminidase) subtypes. To date, outbreaks of the highly pathogenic avian influenza in Asia, Europe and Africa have been caused by subtype H5N1 viruses.



Office International des Epizooties (OIE) lists Avian Influenza as list A disease. The disease spreads rapidly and causes high morbidity and high mortility in poultry species. Avian influenza is considered as emerging disease and has economic and public helath impacts in Thailand .

Virology of Avian Influenza

Avian influenza virus is an Influenza A virus. Influenza A virus is an enveloped virus that contain single negative stranded RNA. The virus belonges to the family Orthomyxoviridae. There are 3 types of Influenza virus, A B C, which can differentated based on antigenic difference, variability of surface glycoproteins, genome organization and morphology. Influenza A virus causes diease (Flu) every year and some pandemic outbreaks in humans, while Influenza B and C are not clinically important.



Influenza virus is an envelolped virus that contain single negative strand RNA. The virus has spherical or pleomorphic shape of 80-120 nm diameter. The genome of influenza virus is segmented genome of 8 RNA seqments. The virus genome composes of Polymerase Basic protein 1 and 2 gene (PB1) (PB2) Polymerase gene (PA) Hemagglutinin gene (HA) Nucleoprotein gene (NP) Neuraminidase gene (NA) Matrix protein gene (M) Nonstructural protein gene (NS). Three membrane proteins, HA, NA, and M2 ion channel protein , are located in the lipid bilayer of the virus membrane. Within the envelope are 8 segments of single stranded genome RNA, individually complexed with proteins called "Ribonucleo protein".

H5N1 epidemiology in Thailand

Early 2004, outbreaks of Avian Influenza in birds and humans were reported in many Asian countries including Thailand. More than 100 million of birds were died or culled. In mid 2004, the second episode of outbreaks, more Asian countries were reported H5N1 outbreaks. In 2005-2006, the disease spreaded westward to Western Asia, Europe and Africa. As of 11 April 2007, the cummulative number of H5N1 human cases is 291 with 172 deaths.

The outbreaks of H5N1 in Thailand caused economy and public health concrens. Since early 2004, 25 confirmed H5N1 cases with 17 deaths were reported to WHO (as of 11 April 2007). Most of human cases infected H5N1 virus from direct contact of sick birds and carcasees or from work related to poultry farms. In addition, Avain Influenza had economic impacts to poultry industries and import-export markets, due to the massive killing of infected flocks and flocks in the surrondig areas, the embargo for import and export of poultry meat and products, the decrease of poultry consumption in the country. So far, Thailand has established prevention and control strategies developed by ministry of public health and ministry of Agriculture.

H5N1 infection in mammal animals in Thailand

The first report of H5N1 infection in mammals in Thailand was in early 2004, During the H5N1 virus outbreak in Thailand, two tigers and two leopards at a zoo in Suphanburi, Thailand, showed clinical signs, including high fever and respiratory distress, and they died unexpectedly. The animals had been fed fresh chicken carcasses from a local slaughterhouse. At that time many chickens around Suphanburi were dying with respiratory and neurologic symptoms of what was retrospectively identified as H5N1 virus infection. (EID, Vol 10, December 2004).



In late 2004, there was a report of major H5N1 outbreak in tiger zoo, Chonburi province, Thailand.. More than 140 animals were infected or culled to prevent the spread of the viruses. Sequencing and phylogenetic analysis of the tiger viruses showed no differences from the first isolate obtained in January 2004. Probable horizontal transmission among tigers was demonstrated. This finding has implications for influenza virus epidemiology and pathogenicity in mammals. (EID, Vol 11, May 2005).

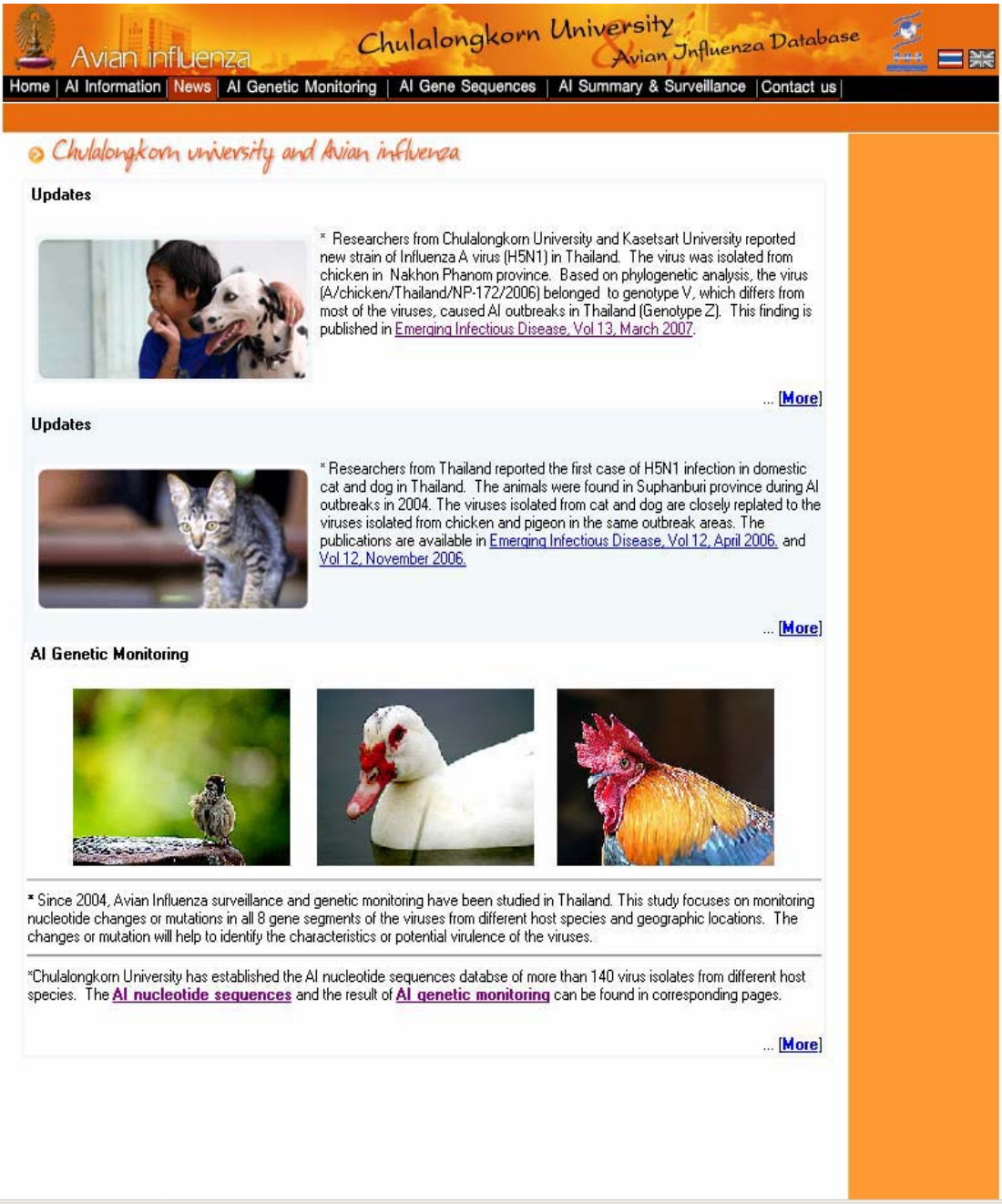
Early 2004, researchers reported H5N1 virus infection in a domestic cat infected by eating a pigeon carcass. The cat had high body temperature (41 C), was panting, and appeared to be depressed. Furthermore, the cat had convulsions and ataxia and died 2 days after onset of illness. The virus isolated from the pigeon and the cat showed the same cluster as the viruses obtained during the outbreak in Thailand. Since cats are common house pets, concern regarding disease transmission to humans exists. (EID, Vol 12, April 2006)

In October 2004, the carcass of an a 1-year-old dog from Suphanburi Province, Thailand, was submitted for necropsy. The dog's owner stated that the dog had eaten duck carcasses from an area with reported HPAI H5N1 infections in ducks. Approximately 5 days after ingesting the carcasses, the dog developed high fever, panting, and lethargy and died on the following day. H5N1 viruses were isolated from the dog's lung tissue. Sequencing and phylogenetic analysis of the hemagglutinin (HA) and neuraminadase (NA) genes of the dog's virus showed that they were similar to those of H5N1 viruses isolated from tigers, chickens, ducks, and humans infected in Thailand during the same time that the dog was infected. This finding highlights the need for monitoring of domestic animals during outbreaks.

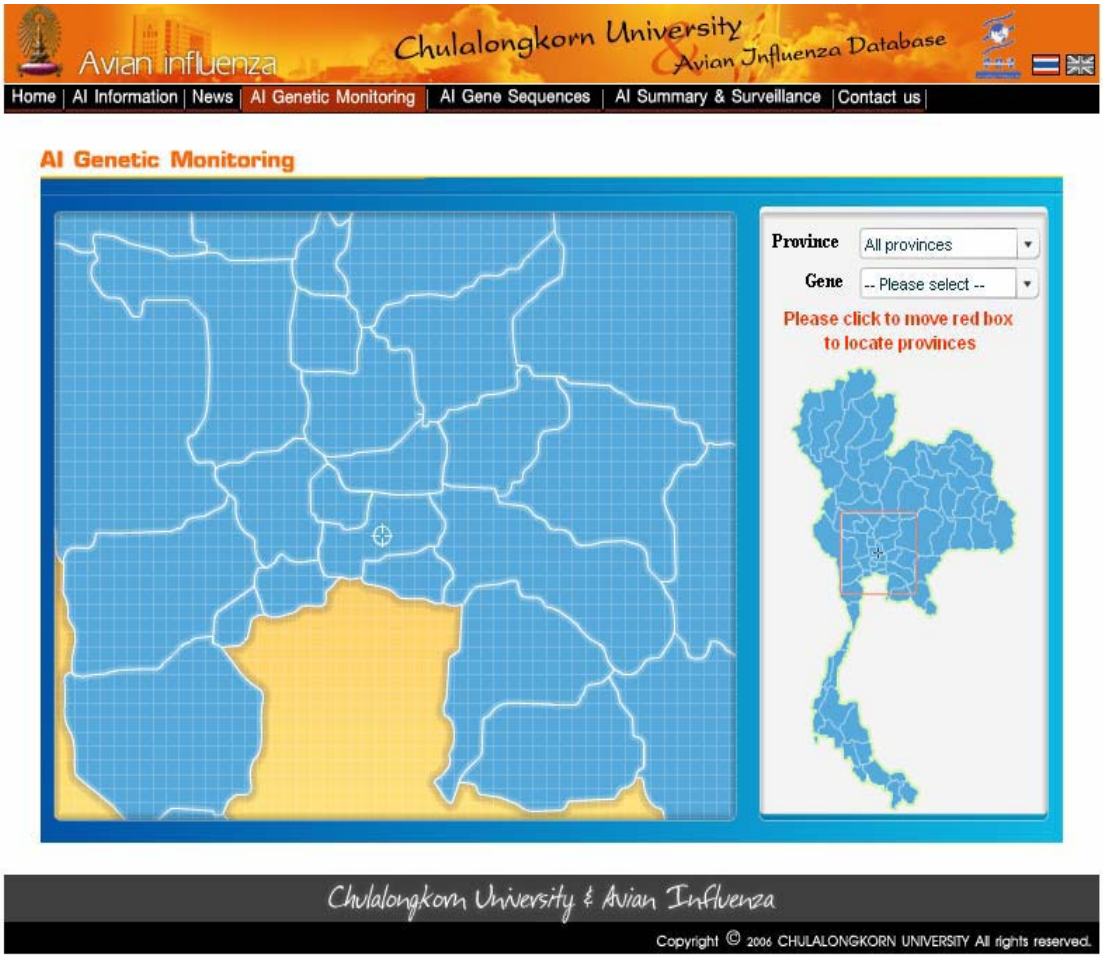
The reports of H5N1 infection in tigers, dogs and cat indicated that the H5N1 virus can infect other mammal species. The virus causes disease not only in respiratory system but also in many visceral organs and tissues. In addition, probable tiger to tiger transmission has been reported. To date, there is no evidence of direct transmission from tiger, dog or cat to human. However, the surveillance and genetic monitoring of H5N1 viruses are important in domestic animal for prevention and control of H5N1 outbreaks.

Copyright © 2006 CHULALONGKORN UNIVERSITY All rights reserved.

News (English)



AI Genetic Monitoring (English)

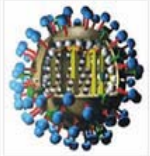


AI Gene Sequences (English)

Avian influenza — Chulalongkorn University Avian Influenza Database

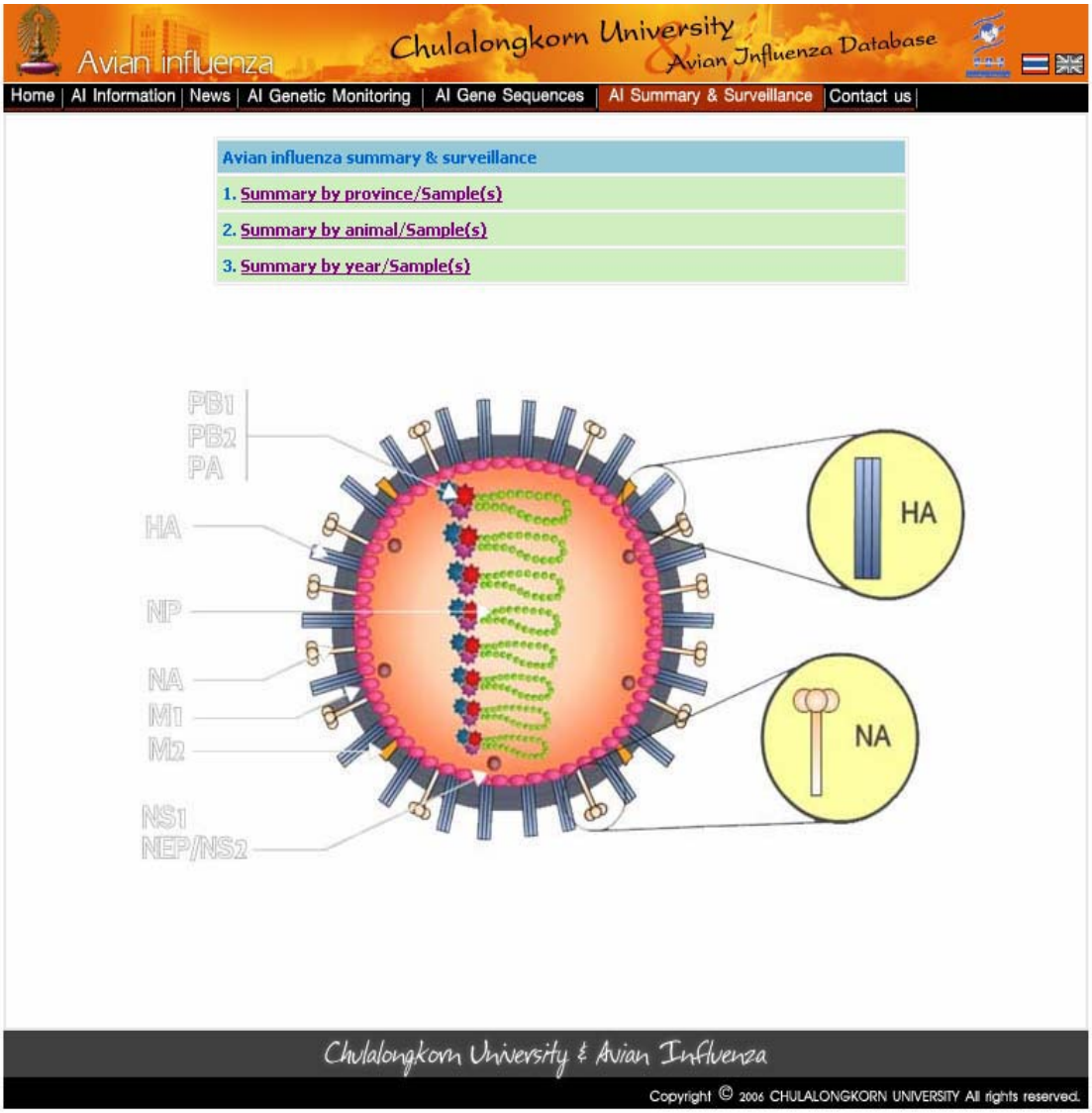
Home | AI Information | News | AI Genetic Monitoring | AI Gene Sequences | AI Summary & Surveillance | Contact us

Search
Host: All species
Gene: All genes
Year: All years
GIS:
Keyword:
Search



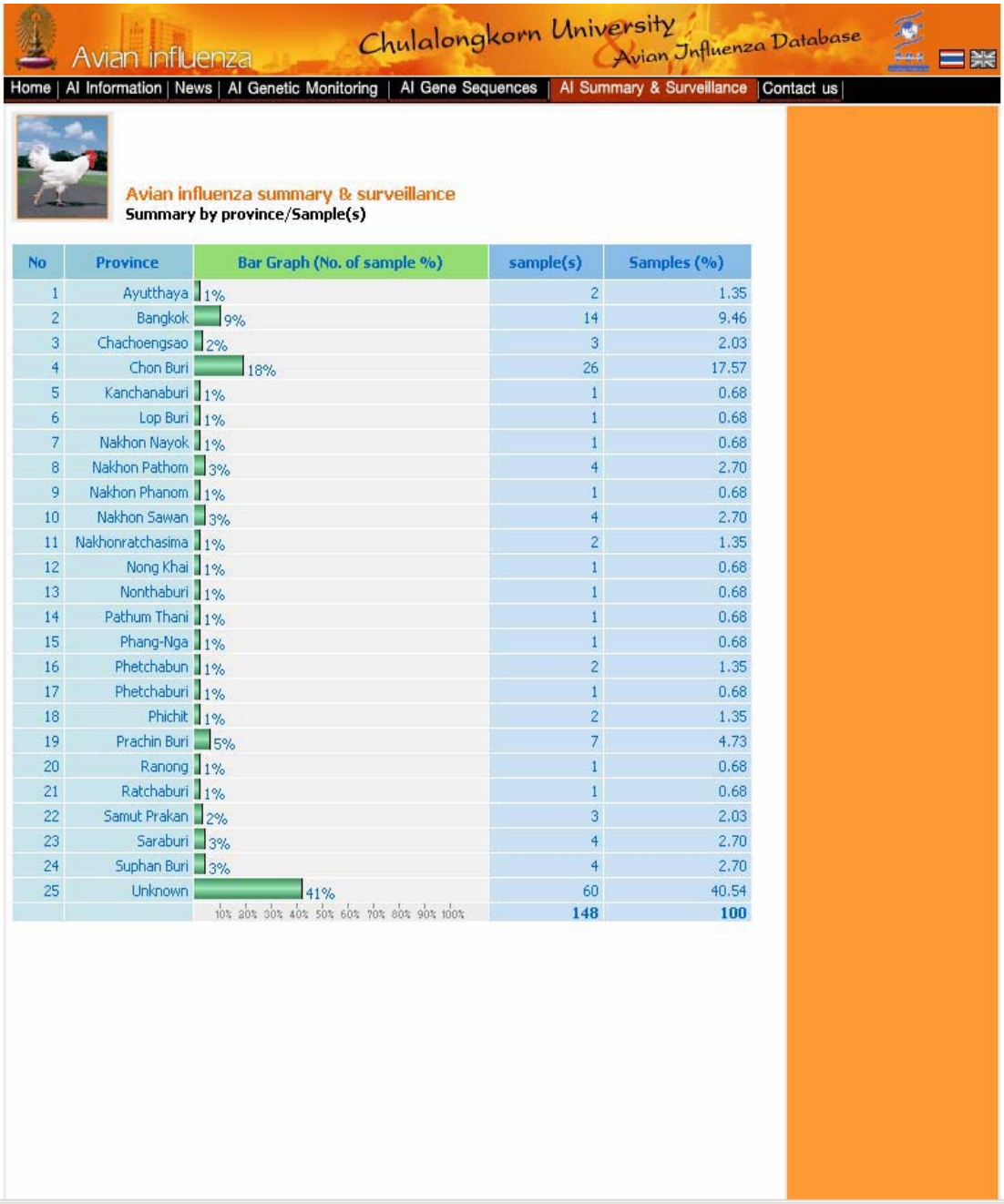
Host	All species
Number of sample	148 sample(s)

ID	ISOLATE DESCRIPTION	Year	GIS	Sequence of H5N1							
				HA	NA	M	NS	PB2	PB1	PA	NP
CU-01	A/Chicken/Suphan Buri/CU-1/04	2547	14.471245 100.129459	DQ083550	DQ083586	DQ083660	DQ083622	CU01PB2	CU01PB1	CU01PA	CU01NP
CU-02	A/Duck/Chon Buri/CU-2/04	2547	13.368448 100.9872	AY779048	AY779049	DQ083696	DQ083658				
CU-03	A/Chicken/Bangkok/CU-3/04	2547	13.730775 100.521005	DQ083551	DQ083587	DQ083661	DQ083623				
CU-04	A/Crow/Bangkok/CU-4/04	2547	13.730775 100.521005	DQ083552	DQ083588	DQ083662	DQ083624	CU04PB2	CU04PB1	CU04PA	CU04NP
CU-05	A/Duck/Chon Buri/CU-5/04	2547	13.368448 100.9872	DQ083553	DQ083589	DQ083663	DQ083625				
CU-06	A/Chicken/Bangkok/CU-6/04	2547	13.730775 100.521005	DQ083554	DQ083590	DQ083664	DQ083626				
CU-07	A/Chicken/Chon Buri/CU-7/04	2547	13.368448 100.9872	DQ083555	DQ083591	DQ083665	DQ083627				
CU-08	A/Chicken/Prachin Buri/CU-8/04	2547	14.048680 101.377870	DQ083556	DQ083592	DQ083666	DQ083628				
CU-09	A/Chicken/Suphan Buri/CU-9/04	2547	14.471198 100.129404	DQ083557	DQ083593	DQ083667	DQ083629				
CU-10	A/Chicken/Chachoengsao/CU-10/04	2547	13.679070 101.075800	DQ083558	DQ083594	DQ083668	DQ083630	CU10PB2	CU10PB1	CU10PA	CU10NP
CU-11	A/Chicken/Chachoengsao/CU-11/04	2547	13.679070 101.075800	DQ083559	DQ083595	DQ083669	DQ083631	CU11PB2	CU11PB1	CU11PA	CU11NP
CU-12	A/Chicken/Nakhon Sawan/CU-12/04	2547	10.492447 99.177207	DQ083560	DQ083596	DQ083670	DQ083632				
CU-13	A/Chicken/Nakhon Sawan/CU-13/04	2547	10.492447 99.177207	DQ083561	DQ083597	DQ083671	DQ083633				
CU-14	A/Chicken/Nakhon Pathom/CU-14/04	2547	13.817814 100.064014	DQ083562	DQ083598	DQ083672	DQ083634				
CU-15	A/Crow/Bangkok/CU-15/04	2547	13.730775 100.521005	DQ083563	DQ083599	DQ083673	DQ083635	CU15PB2	CU15PB1	CU15PA	CU15NP
CU-16	A/White Peafowl/Bangkok/CU-16/04	2547	13.730775 100.521005	DQ083564	DQ083600	DQ083674	DQ083636	CU16PB2	CU16PB1	CU16PA	CU16NP
CU-17	A/Chicken/Saraburi/CU-17/04	2547	14.513047 100.913528	DQ083565	DQ083601	DQ083675	DQ083637	CU17PB2	CU17PB1	CU17PA	CU17NP
CU-18	A/Kalji Pheasant/Bangkok/CU-18/04	2547	13.730775 100.521005	DQ083566	DQ083602	DQ083676	DQ083638	CU18PB2	CU18PB1	CU18PA	CU18NP


Avian influenza
Chulalongkorn University
Avian Influenza Database
Home | AI Information | News | AI Genetic Monitoring | AI Gene Sequences | AI Summary & Surveillance | Contact us
Avian influenza summary & surveillance
1. Summary by province/Sample(s)
2. Summary by animal/Sample(s)
3. Summary by year/Sample(s)
PB1
PB2
PA
HA
NP
NA
M1
M2
NS1
NEP/NS2
HA
NA
Chulalongkorn University & Avian Influenza
Copyright © 2006 CHULALONGKORN UNIVERSITY All rights reserved.

AI Summary & Surveillance (English)

Summary by province



AI Summary & Surveillance (English)

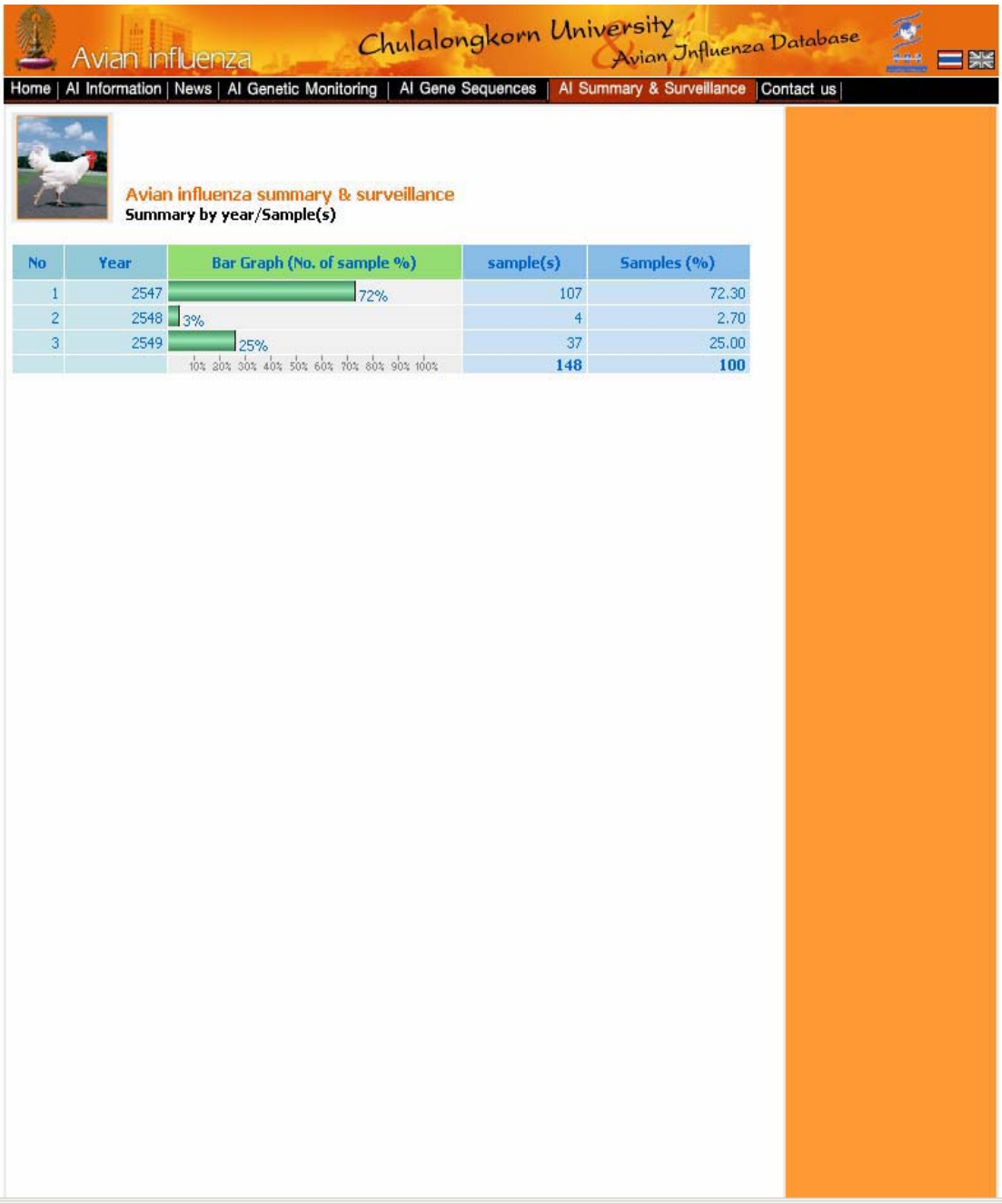
Summary by animal



No	Animal	Bar Graph (No. of sample %)	sample(s)	Samples (%)
1	Cat	1%	1	0.68
2	Chicken	58%	86	58.11
3	Crow	3%	4	2.70
4	Dog	1%	1	0.68
5	Duck	12%	18	12.16
6	Goose	1%	1	0.68
7	Human	1%	1	0.68
8	Kalji Pheasant	1%	1	0.68
9	Mynas	1%	1	0.68
10	Ostrich	1%	2	1.35
11	Pigeon	1%	2	1.35
12	Quail	1%	2	1.35
13	Roller	1%	1	0.68
14	Sparrow	1%	1	0.68
15	Tiger	4%	6	4.05
16	Unknown	12%	18	12.16
17	White Peafowl	1%	2	1.35
		10% 20% 30% 40% 50% 60% 70% 80% 90% 100%	**148**	**100**

AI Summary & Surveillance (English)

Summary by year



กิตติกรรมประกาศ

โครงการวิจัย “ฐานข้อมูลรหัสพันธุกรรมของเชื้อไข้หวัดนก (H5N1) ในประเทศไทย RDG4920029” ได้รับการสนับสนุนทุนวิจัยจากสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย ปี 2549 คณะผู้วิจัยขอขอบคุณนักวิทยาศาสตร์ห้องปฏิบัติการหน่วยชันสูตรโรคสัตว์ คณะสัตวแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ที่ให้ความช่วยเหลือในการจัดทำฐานข้อมูลของเชื้อไข้หวัดนก และเจ้าหน้าที่ภาควิชาสัตวแพทยสาธารณสุขทุกท่าน ที่ให้ความช่วยเหลือในงานห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์และจัดทำรายงานวิจัย

บทคัดย่อภาษาไทย

ชื่อโครงการวิจัย ฐานข้อมูลรหัสพันธุกรรมของเชื้อไข้หวัดนก (H5N1) ในประเทศไทย

ชื่อผู้วิจัย ผศ. น.สพ. ดร. อลงกร อมรศิลป์

เดือนและปีที่ทำวิจัยเสร็จ มิถุนายน 2550

บทคัดย่อ

เชื้อไข้หวัดนกสายพันธุ์ H5N1 เป็นเชื้อไวรัสที่เป็นสาเหตุของโรคไข้หวัดนกในสัตว์ปีกและสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมหลายชนิด การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อรวบรวม วิเคราะห์ สร้างฐานข้อมูล และเผยแพร่ข้อมูลรหัสพันธุกรรมของเชื้อไข้หวัดนก H5N1 ในประเทศไทย เพื่อเฝ้าระวังการเปลี่ยนแปลงหรือการกลายพันธุ์ของเชื้อไวรัส การดำเนินการวิจัยมี 3 ระยะประกอบด้วย ระยะที่ 1 รวบรวมข้อมูลรหัสพันธุกรรมของเชื้อไข้หวัดนกในประเทศไทย ระยะที่ 2 วิเคราะห์ข้อมูลรหัสพันธุกรรมในบริเวณที่สำคัญหรือเป็นคุณสมบัติจำเพาะในแต่ละยีนของเชื้อ ระยะที่ 3 สร้างฐานข้อมูลและเผยแพร่ข้อมูลและองค์ความรู้ในรูปของเทคโนโลยีสารสนเทศ เพื่อเฝ้าระวังการเปลี่ยนแปลงหรือการกลายพันธุ์ของเชื้อไข้หวัดนกในประเทศไทยและภูมิภาคใกล้เคียง ผลการวิจัยได้รวบรวมข้อมูลรหัสพันธุกรรมของเชื้อไข้หวัดนกในประเทศไทยจำนวน 148 ตัวอย่าง และพบว่าเชื้อไข้หวัดนกในประเทศไทยมี connective peptide sequences เป็น multiple basic amino acids ซึ่งถือได้ว่าเป็น Highly Pathogenic Avian Influenza (HPAI) และมี receptor binding site ซึ่งเหมาะกับการเกาะจับกับ receptor ชนิด SA-a-2,3 Gal ซึ่งเป็นตัวรับที่พบมากในสัตว์ปีก นอกจากนี้ผลจากวิวัฒนาการและการปรับตัวของเชื้อไวรัสพบว่า เชื้อไข้หวัดนกทุกตัวอย่างในประเทศไทยมีกรดอะมิโนจำนวน 20 ตัวลดลงใน NA stalk region และพบว่าเชื้อไข้หวัดนกทุกตัวอย่างไม่มีเปลี่ยนแปลงของกรดอะมิโนที่ดื้อต่อยาต้านไวรัส Oseltamivir ในโปรตีน NA แต่มีกรดอะมิโนที่มีคุณสมบัติที่ดื้อต่อยาต้านไวรัส Amantadine ในโปรตีน M2 เชื้อไข้หวัดนกในประเทศไทยส่วนใหญ่มีกรดอะมิโนที่ตำแหน่ง c-terminal ในโปรตีน NS1 เป็น PDZ binding motif (ESEV) ซึ่งแสดงถึงความรุนแรงของเชื้อในสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม นอกจากนี้เชื้อไข้หวัดนกที่แยกได้ในคนและสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมยังมี virulence determinant ที่สำคัญ คือ กรดอะมิโน Lysine ที่โปรตีน PB2-627 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลรหัสพันธุกรรมยังพบว่า เชื้อไข้หวัดนกในประเทศไทยส่วนใหญ่มีกรดอะมิโนที่เป็นลักษณะร่วมของเชื้อไวรัสในสัตว์ปีกและเชื้อไวรัสในคน จุดเด่นของการวิจัยครั้งนี้ คือได้แสดงผลการสร้างฐานข้อมูลและการวิเคราะห์ข้อมูลรหัสพันธุกรรมของเชื้อไข้หวัดนกในประเทศไทยผ่านทางเทคโนโลยีสารสนเทศที่ http://www.thai-ai-database.org โดยได้จัดทำฐานข้อมูลทั้งในรูปแบบของภาษาไทยและภาษาอังกฤษ ซึ่งมีประโยชน์ในแง่ของการเผยแพร่ข้อมูลและการเฝ้าระวังการเปลี่ยนแปลงหรือการกลายพันธุ์ของเชื้อไข้หวัดนกที่ได้จากการวิจัย ซึ่งจะเป็นแหล่งข้อมูลที่สำคัญต่อนักวิทยาศาสตร์และประชาชนทั่วไป

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ

Project title Establishment of sequence database of Highly Pathogenic Avian Influenza (H5N1) in Thailand

Name of the investigators Asst. Prof. Dr. Alongkorn Amonsin

Year June 2007

Abstract

Influenza A virus subtype H5N1 causes Avian Influenza (AI) in several avian species and mammals. The goal of this study was to establish the sequence database of HPAI (H5N1) viruses in Thailand. In order to establish the database, we conducted the study into 3 phases. Phase 1: Collection of the available HPAI sequences of the isolates from Thailand. Phase 2: Analysis of the significant polymorphisms and specific characteristic of each gene. Phase 3: Establishment of a comprehensive web-based HPAI database for Thailand. Our results showed that 148 AI isolates from Thailand were included in the study and identified as highly pathogenic avian influenza (HPAI). All viruses had multiple basic amino acids at HA connective peptide sequences. Amino acids at receptor binding site were 222Q and 224G, indicating preferential binding to avian host receptor, SA-a-2,3 Gal. Most of the viruses contained 20 amino acid deletions at NA stalk region, which relate to the adaptation of the viruses. No evidence of Oseltamivir resistant amino acids in NA gene was found in any 148 AI viruses. However, Amantadine resistant amino acids in M2 gene were found in most of AI isolates. Most AI viruses contained PDZ binding motif (ESEV) in NS1, indicating high virulence of the viruses in mammals. Moreover, PB2 analysis identified lysine (K) in PB2-627 of all AI viruses from mammal species. Our analysis also indicated that AI viruses in Thailand contained both human and avian like amino acids. In addition, the sequence database and genetic monitoring established in this study were published in the web page (http://www.thai-ai-database.org). In summary, this study provided the database of nucleotide sequences of AI isolates and the result of genetic monitoring in all 8 genes of the viruses. The established database will be very useful for both scientific communities and general public.

สารบัญ

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	i
บทคัดย่อภาษาไทย	ii
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	iii
สารบัญ	iv
รายการตารางประกอบ	vi
รายการภาพประกอบ	viii
หน้าสรุปโครงการ	ix
บทนำ	1
การสำรวจแนวความคิดและการวิจัยที่เกี่ยวข้อง	2
โรคไข้หวัดนก	2
ไวรัสวิทยาของเชื้อไข้หวัดนก	2
โครงสร้างของเชื้อไข้หวัดนก	3
การเปลี่ยนแปลงและการกลายพันธุ์ของเชื้อไข้หวัดนก	5
ระบาดวิทยาของโรคไข้หวัดนก	7
การใช้ข้อมูลรหัสพันธุกรรมของเชื้อไข้หวัดนกเพื่อการศึกษาวิจัย	9
วิธีการวิจัย	11
ระยะที่ 1	
การรวบรวมข้อมูลรหัสพันธุกรรมของเชื้อไข้หวัดนกในประเทศไทย	12
ระยะที่ 2	
การวิเคราะห์ข้อมูลรหัสพันธุกรรม	14
การตรวจสอบบริเวณที่สำคัญหรือเป็นคุณสมบัติจำเพาะในแต่ละยีน	15
ระยะที่ 3	
การสร้างฐานข้อมูลรหัสพันธุกรรมของเชื้อไข้หวัดนกในประเทศไทย	16
การเผยแพร่ฐานข้อมูลในรูปของเทคโนโลยีสารสนเทศ	17
ผลการวิจัย	
ผลการรวบรวมข้อมูลรหัสพันธุกรรมของเชื้อไข้หวัดนกในประเทศไทย	18
ผลการวิเคราะห์ข้อมูลรหัสพันธุกรรมและตรวจสอบบริเวณที่สำคัญหรือเป็นคุณสมบัติจำเพาะในแต่ละยีน	22

Hemagglutinin gene (HA) 22
Neuraminidase gene (NA) 33
Matrix gene (M) 33
Non-structural gene (NS) 34
Polymerase genes (PB2, PB1, PA) 47
Nucleoprotein gene (NP) 48
ผลการสร้างฐานข้อมูลรหัสพันธุกรรมของเชื้อไข้หวัดนกในประเทศไทย 56
การอภิปรายผล 61
ข้อสรุปและข้อเสนอแนะ 68
Output ที่ได้จากโครงการ 70
เอกสารอ้างอิง 71
ภาคผนวก 75

รายการตารางประกอบ

		หน้า
ตารางที่ 1	จำนวนผู้ติดเชื้อและผู้เสียชีวิตจากเชื้อไข้หวัดนกสายพันธุ์ H5N1 ในแต่ละประเทศ	7
ตารางที่ 2	รายละเอียดการตรวจสอบบริเวณที่สำคัญหรือเป็นคุณสมบัติจำเพาะในแต่ละยีน	15
ตารางที่ 3	รายละเอียดผลการรวบรวมรหัสพันธุกรรมของเชื้อไข้หวัดนก จำแนกตามชนิดสัตว์	19
ตารางที่ 4	รายละเอียดผลการรวบรวมรหัสพันธุกรรมของเชื้อไข้หวัดนก จำแนกตามชนิดจังหวัดที่พบเชื้อ	20
ตารางที่ 5	รายละเอียดผลการรวบรวมรหัสพันธุกรรมในแต่ละยีนของเชื้อไข้หวัดนก	21
ตารางที่ 6	ผลการเปรียบเทียบยีน HA ของเชื้อไข้หวัดนกในตำแหน่งกรดอะมิโนที่ 323-329 (connective peptide sequences) และ 222, 224 (receptor binding site)	24-26
ตารางที่ 7	ผลการเปรียบเทียบยีน HA ของเชื้อไข้หวัดนกในตำแหน่งกรดอะมิโนที่ 10-12, 11-13, 22-24, 154-156, 165-167, 193-195, 286-288 (glycosylation sites)	27-29
ตารางที่ 8	ผลการเปรียบเทียบยีน HA ของเชื้อไข้หวัดนกในตำแหน่งกรดอะมิโนที่ 83, 86, 138, 140, 141, 129 และ 175 (amino acids under positive selection pressure)	30-32
ตารางที่ 9	ผลการเปรียบเทียบยีน NA ของเชื้อไข้หวัดนกในตำแหน่งกรดอะมิโนที่ 49-68 (NA stalk region) และ 119, 275, 293, 295 (Oseltamivir resistance)	35-37
ตารางที่ 10	ผลการเปรียบเทียบยีน M2 ของเชื้อไข้หวัดนกในตำแหน่งกรดอะมิโนที่ 26, 27, 30, 31, 64 และ 66 (Amantadine resistance)	38-40
ตารางที่ 11	ผลการเปรียบเทียบยีน M2 ของเชื้อไข้หวัดนกในตำแหน่งกรดอะมิโนที่ 16, 28 และ 55 (human/avian like characteristics)	41-43
ตารางที่ 12	ผลการเปรียบเทียบยีน NS1 ของเชื้อไข้หวัดนกในตำแหน่งกรดอะมิโนที่ 80-84, 92 และ carboxyl terminal (virulence determinant)	44-46
ตารางที่ 13	ผลการเปรียบเทียบยีน PB2 ของเชื้อไข้หวัดนกในตำแหน่งกรดอะมิโนที่ 627, 355 (virulence determinants) และ 199, 661, 667, 702 (human/avian like characteristics)	49-51
ตารางที่ 14	ผลการเปรียบเทียบยีน PB1 ของเชื้อไข้หวัดนกในตำแหน่งกรดอะมิโนที่ 198, 317 (virulence determinants) และ กรดอะมิโนที่ 23, 33, 79, 84 (function unknown)	52

ตารางที่ 15 ผลการเปรียบเทียบยีน PA ของเชื้อไข้หวัดนกในตำแหน่งกรดอะมิโนที่ 409 (human/avian like characteristics) 53
ตารางที่ 16 ผลการเปรียบเทียบยีน NP ของเชื้อไข้หวัดนกในตำแหน่งกรดอะมิโนที่ 136, (human/avian like characteristics) 54-55

รายการภาพประกอบ

		หน้า
ภาพที่ 1	ตัวอย่างรูปแบบของข้อมูลรหัสพันธุกรรม เพื่อการวิเคราะห์และจัดทำฐานข้อมูล	13
ภาพที่ 2	โครงสร้างการสร้างฐานข้อมูลรหัสพันธุกรรม การจัดเก็บข้อมูล การวิเคราะห์เปรียบเทียบรหัสพันธุกรรม และการแสดงผลการวิเคราะห์รหัสพันธุกรรม รวมทั้งการค้นหาข้อมูลรหัสพันธุกรรม และค้นหาข้อมูลการกลายพันธุ์	58
ภาพที่ 3	ตัวอย่างตารางแสดงผลการตรวจสอบการกลายพันธุ์ โดยใช้การค้นหาข้อมูลจากจังหวัด (province) และ ยีน (gene)	59
ภาพที่ 4	ตัวอย่างตารางแสดงผลการค้นหารหัสพันธุกรรม โดยใช้การค้นหาข้อมูลจากชนิดสัตว์ (host) ยีน (gene) ปี (year) พิกัด (GIS) หรือ คำสำคัญ (keyword)	60

หน้าสรุปโครงการ
(Executive summary)

---

1. ชื่อโครงการ

(ภาษาไทย) ฐานข้อมูลรหัสพันธุกรรมของเชื้อไข้หวัดนก (H5N1) ในประเทศไทย

(ภาษาอังกฤษ) Establishment of sequence database of Highly Pathogenic Avian Influenza (H5N1) in Thailand

2. ชื่อหัวหน้าโครงการ หน่วยงายที่สังกัด

(ภาษาไทย) ผศ. น.สพ. ดร. อลงกร อมรศิลป์

(ภาษาอังกฤษ) Asst. Prof. Dr. Alongkorn Amonsin

คุณวุฒิ ปริญญาเอก

ตำแหน่งทางวิชาการ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ระดับ 8

สถานที่ทำงาน ภาควิชาสัตวแพทยสาธารณสุข คณะสัตวแพทยศาสตร์
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ถนน อังรีดูนังต์ ปทุมวัน กรุงเทพ 10330
โทรศัพท์ 02-218-9577 โทรสาร 02-218-9577
Email: Alongkorn.a@chula.ac.th

3. สาขาที่ทำการวิจัย

เกษตรศาสตร์

4. ระยะเวลาดำเนินงาน

1 ปี

5. ปัญหาที่ทำการวิจัย และความสำคัญของปัญหา

โครงการวิจัย “ฐานข้อมูลรหัสพันธุกรรมของเชื้อไข้หวัดนก (H5N1) ในประเทศไทย” เป็นโครงการที่มีเป้าหมายหลักเพื่อรวบรวม วิเคราะห์ สร้างฐานข้อมูล และเผยแพร่ข้อมูลรหัสพันธุกรรมของเชื้อ H5N1 (HPAI) ในประเทศไทย เพื่อเฝ้าระวังการเปลี่ยนแปลงของเชื้อไวรัส โดยมีวัตถุประสงค์ในการวิจัย คือ การรวบรวมข้อมูลรหัสพันธุกรรมของเชื้อไข้หวัดนกในประเทศไทยที่ได้จากข้อมูลการถอดรหัสพันธุกรรมในประเทศไทย และจากฐานข้อมูล GenBank การวิเคราะห์ข้อมูลรหัสพันธุกรรม เพื่อหาบริเวณที่สำคัญหรือเป็นคุณสมบัติจำเพาะในแต่ละยีนของเชื้อ และการสร้างฐานข้อมูลและเผยแพร่ข้อมูลและองค์ความรู้ในรูปของเทคโนโลยีสารสนเทศ เพื่อเป็นการเฝ้าระวังการเปลี่ยนแปลงหรือการกลายพันธุ์ของเชื้อไข้หวัดนกในประเทศไทยและภูมิภาคใกล้เคียง ประโยชน์ที่ได้จากการวิจัยครั้งนี้ คือ หน่วยงานภาครัฐ เอกชน นักวิชาการและผู้สนใจทั่วไป สามารถนำข้อมูลองค์ความรู้ที่ได้จากฐานข้อมูลที่เผยแพร่ผ่านทางสื่อเทคโนโลยีสารสนเทศ (world wide web) ไปใช้ประโยชน์ในด้านการสร้างความเข้าใจและเผยแพร่ความรู้เกี่ยวกับเชื้อไข้หวัดนก และการวางแผนในการควบคุมป้องกันโรคไข้หวัดนกในประเทศไทย

6. วัตถุประสงค์

วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

โครงการนี้มีเป้าหมายหลักเพื่อ**รวบรวม วิเคราะห์ สร้างฐานข้อมูล และเผยแพร่ข้อมูลรหัสพันธุกรรมของเชื้อ H5N1 (HPAI) ในประเทศไทย เพื่อเป็นการเฝ้าระวังการเปลี่ยนแปลงของเชื้อไวรัส**

คณะผู้วิจัยได้ตั้งวัตถุประสงค์ 3 ข้อคือ

1. รวบรวมข้อมูลรหัสพันธุกรรมของเชื้อไข้หวัดนกในประเทศไทย (collect the available HPAI sequences of the isolates from Thailand) ที่ได้จากข้อมูลการถอดรหัสพันธุกรรมโดยคณะผู้วิจัยและจากฐานข้อมูล GenBank
2. วิเคราะห์ข้อมูลรหัสพันธุกรรม เพื่อหาบริเวณที่สำคัญหรือเป็นคุณสมบัติจำเพาะในแต่ละยีนของเชื้อ (analyze the significant polymorphisms and specific characteristic of each gene)
3. สร้างฐานข้อมูลและเผยแพร่ข้อมูลและองค์ความรู้ในรูปของเทคโนโลยีสารสนเทศ (establish a comprehensive web-based HPAI database for Thailand) เพื่อเป็นการเฝ้าระวังการเปลี่ยนแปลงหรือการกลายพันธุ์ของเชื้อไข้หวัดนกในประเทศไทยและภูมิภาคใกล้เคียง

เป้าหมายหลักของงานวิจัย

เพื่อสร้างฐานข้อมูล เพื่อการเผยแพร่ในรูปแบบของสื่อเทคโนโลยีสารสนเทศ (world wide web) โดยฐานข้อมูลดังกล่าวจะประกอบด้วยข้อมูลการระบาดของโรคไข้หวัดนกในประเทศไทยในปีที่ผ่านมา ข้อมูลรหัสพันธุกรรมของยีนทั้งหมดของเชื้อไวรัส ข้อมูลวิวัฒนาการและความสัมพันธ์ทางพันธุกรรมของเชื้อไวรัส และข้อมูลการเปลี่ยนแปลงหรือการกลายพันธุ์ของเชื้อไข้หวัดนกในประเทศไทย เพื่อนำมาเป็นข้อมูลมาใช้ในการวางแนวทางในการควบคุมและป้องกันโรคไข้หวัดนกต่อไป

7. ระเบียบวิธีวิจัย

การดำเนินงานวิจัยเป็นการวิจัย 1 ปี ซึ่งประกอบด้วยวิธีการศึกษาวิจัย 3 ระยะคือ

ระยะที่ 1 รวบรวมข้อมูลรหัสพันธุกรรมของเชื้อไข้หวัดนกในประเทศไทย (collect the available HPAI sequences of the isolates from Thailand) ที่ได้จากข้อมูลการถอดรหัสพันธุกรรมโดยคณะผู้วิจัยและจากฐานข้อมูล GenBank

ระยะที่ 2 วิเคราะห์ข้อมูลรหัสพันธุกรรม เพื่อหาบริเวณที่สำคัญหรือเป็นคุณสมบัติจำเพาะในแต่ละยีนของเชื้อ (analyze the significant polymorphisms and specific characteristic of each gene)

ระยะที่ 3 สร้างฐานข้อมูลและเผยแพร่ข้อมูลและองค์ความรู้ในรูปของเทคโนโลยีสารสนเทศ (establish a comprehensive web-based HPAI database for Thailand) เพื่อเป็นการเฝ้าระวังการเปลี่ยนแปลงหรือการกลายพันธุ์ของเชื้อไข้หวัดนกในประเทศไทยและภูมิภาคใกล้เคียง

8. ผลการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการรวบรวมและวิเคราะห์เปรียบเทียบรหัสพันธุกรรมของเชื้อไข้หวัดนกในประเทศไทย และนำข้อมูลรหัสพันธุกรรมและผลการวิเคราะห์ข้อมูลไปสร้างฐานข้อมูล และเผยแพร่ฐานข้อมูลที่สร้างขึ้นที่ http://www.thai-ai-database.org คณะผู้วิจัยได้รวบรวมรหัสพันธุกรรมของเชื้อไข้หวัดนกจำนวน 148 ตัวอย่าง จากข้อมูลที่เผยแพร่ในฐานข้อมูล GenBank และจากข้อมูลรหัสพันธุกรรมของคณะผู้วิจัยที่ยังไม่ได้เผยแพร่ในฐานข้อมูล GenBank รหัสพันธุกรรมของเชื้อไข้หวัดนก ส่วนใหญ่ได้จากสัตว์ปีกโดยเฉพาะไก่และเป็ด รวมทั้งสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมบางชนิด เช่น เสือ สุนัข และแมว รวมทั้งคน สถานที่พบและแยกเชื้อได้ส่วนใหญ่เป็นจังหวัดในภาคกลางและภาคตะวันออก เช่น กรุงเทพมหานครและชลบุรี เชื้อไข้หวัดนกทั้งหมดแยกได้ในปี พ.ศ. 2547-2549 ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบรหัสพันธุกรรมในบริเวณที่มีความสำคัญหรือเป็นคุณสมบัติจำเพาะในแต่ละยีนของเชื้อไข้หวัดนก พบว่าเชื้อไข้หวัดนกในประเทศไทยส่วนใหญ่มี connective peptide sequences เป็น multiple basic amino acids ซึ่งถือได้ว่าเชื้อไข้หวัดนกในประเทศไทยเป็น Highly Pathogenic

Avian Influenza (HPAI) และมี receptor binding site ซึ่งเหมาะกับการเกาะจับกับ receptor ชนิด SA-a-2,3 Gal ซึ่งเป็นตัวรับที่พบมากในสัตว์ปีก นอกจากนี้ NA stalk region ของโปรตีน NA ของเชื้อไข้หวัดนกทุกตัวอย่างมีกรดอะมิโนจำนวน 20 ตัวลดลง ซึ่งเกี่ยวข้องกับวิวัฒนาการและการปรับตัวของเชื้อไวรัส และพบว่าเชื้อไข้หวัดนกทุกตัวอย่างไม่มีการเปลี่ยนแปลงของกรดอะมิโนที่ดื้อต่อยาต้านไวรัส Oseltamivir ในโปรตีน NA แต่มีกรดอะมิโนที่มีคุณสมบัติที่ดื้อต่อยาต้านไวรัส Amantadine ในโปรตีน M2 นอกจากนี้เชื้อไข้หวัดนกในประเทศไทยส่วนใหญ่มีกรดอะมิโนที่ตำแหน่ง c-terminal ของโปรตีน NS1 เป็น PDZ binding motif (ESEV) ซึ่งแสดงถึงความรุนแรงของเชื้อในสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม ในขณะที่กรดอะมิโนที่ตำแหน่งที่ 92 ของโปรตีน NS1 เป็น 92D ยังไม่มีการเปลี่ยนแปลงของกรดอะมิโนที่แสดงถึงความรุนแรงของเชื้อไข้หวัดนก ผลการเฝ้าระวังการเปลี่ยนแปลงของ virulence determinants ใน polymerase โปรตีน (PB1, PB2 และ PA) พบว่าเชื้อไข้หวัดนกจากสัตว์ปีกส่วนใหญ่มีกรดอะมิโนชนิด 627E ของโปรตีน PB2 ในขณะที่เชื้อไข้หวัดนกในคนและสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมมีกรดอะมิโนชนิด 627K นอกจากนี้ยังพบว่าเชื้อไข้หวัดนกในประเทศไทยส่วนใหญ่มีกรดอะมิโนที่เป็นลักษณะร่วมของเชื้อไวรัสในสัตว์ปีกและเชื้อไวรัสในคน โดยสรุปการวิจัยครั้งนี้ได้แสดงผลการสร้างฐานข้อมูลและการวิเคราะห์ข้อมูลรหัสพันธุกรรมของเชื้อไข้หวัดนกในประเทศไทยที่ http://www.thai-ai-database.org โดยได้จัดทำฐานข้อมูลทั้งในรูปแบบของภาษาไทยและภาษาอังกฤษ ซึ่งมีประโยชน์ในแง่ของการเผยแพร่ข้อมูลรหัสพันธุกรรมและแสดงผลการเฝ้าระวังการเปลี่ยนแปลงหรือการกลายพันธุ์ของเชื้อไข้หวัดนกที่ได้จากการวิจัย ในรูปของเทคโนโลยีสารสนเทศ ที่ http://www.thai-ai-database.org ซึ่งจะเป็นแหล่งข้อมูลที่สำคัญต่อนักวิทยาศาสตร์และประชาชนทั่วไป

9. ข้อสรุปและข้อเสนอแนะ

1. ผลการวิจัยครั้งนี้เป็นการสร้างฐานข้อมูลรหัสพันธุกรรมของเชื้อไข้หวัดนกที่แยกได้ในประเทศไทย และได้เผยแพร่ในรูปแบบเทคโนโลยีสารสนเทศที่ http://www.thai-ai-database.org
2. ข้อมูลรหัสพันธุกรรมของเชื้อไข้หวัดนกในฐานข้อมูลมีจำนวน 148 ตัวอย่าง โดยเป็นเชื้อไข้หวัดนกสายพันธุ์ H5N1 ที่แยกได้ในประเทศไทยจากสัตว์ปีกและสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมหลายชนิดในปี 2547-2549
3. ผลของการเปรียบเทียบรหัสพันธุกรรมและกรดอะมิโนของยีนทั้ง 8 ยีนของเชื้อไข้หวัดนกที่ได้จากการวิจัยครั้งนี้พบว่า
   - เชื้อไข้หวัดนกในประเทศไทยส่วนใหญ่มี connective peptide sequences เป็น multiple basic amino acids (RERRRKK) ซึ่งถือได้ว่าเชื้อไข้หวัดนกในประเทศไทยเป็น HPAI นอกจากนี้ยังพบกรดอะมิโนชนิด RERKRKK REKRRKK ในนกป่าและ

สัตว์ปีกบางชนิด โดยเฉพาะในเชื้อไข้หวัดนกที่แยกได้จากปี พ.ศ 2548 (REKRRKK) แสดงถึงการเปลี่ยนแปลงของเชื้อไวรัสอย่างค่อยเป็นค่อยไป โดยที่เชื้อยังมีความรุนแรงและทำให้เกิดโรคเช่นเดิม และพบว่าเชื้อไข้หวัดนกในประเทศไทยมีกรดอะมิโนชนิด 222Q และ 224G บริเวณ receptor binding site ซึ่งเหมาะกับการเกาะจับกับ receptor ชนิด SA-a-2,3 Gal ซึ่งเป็นตัวรับที่พบมากในสัตว์ปีก

- ผลการเปรียบเทียบ NA stalk region ของโปรตีน NA พบว่าเชื้อไข้หวัดนกทุกตัวอย่างในประเทศไทยมีกรดอะมิโนจำนวน 20 ตัวลดลงใน NA stalk region ซึ่งเกี่ยวข้องกับวิวัฒนาการและการปรับตัวของเชื้อไวรัส และผลการศึกษาถึงการดื้อต่อยาต้านไวรัส Oseltamivir พบว่าเชื้อไข้หวัดนกทุกตัวอย่างไม่มีการเปลี่ยนแปลงของกรดอะมิโนที่มีผลต่อคุณสมบัติของเชื้อไวรัสในการดื้อต่อยาต้านไวรัส
- เชื้อไข้หวัดนกในประเทศไทยส่วนใหญ่มีคุณสมบัติที่ดื้อต่อยาต้านไวรัส Amantadine โดยเฉพาะบริเวณกรดอะมิโนที่ 26I และ 31N
- เชื้อไข้หวัดนกในประเทศไทยส่วนใหญ่มีกรดอะมิโนที่ตำแหน่ง c-terminal เป็น PDZ binding motif (ESEV) ของโปรตีน NS1 ซึ่งแสดงถึงความรุนแรงของเชื้อในสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม ในขณะที่กรดอะมิโนที่ตำแหน่งที่ 92 ของโปรตีน NS1 เป็น 92D ซึ่งไม่เปลี่ยนแปลงความรุนแรงของเชื้อไข้หวัดนกในสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม
- ผลการเฝ้าระวังการเปลี่ยนแปลงของ virulence determinants ใน polymerase โปรตีนได้แก่ PB1, PB2 และ PA พบว่าเชื้อไข้หวัดนกจากสัตว์ปีกส่วนใหญ่มีกรดอะมิโนชนิด 627E ของโปรตีน PB2 ในขณะที่เชื้อไข้หวัดนกในคนและสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมมีกรดอะมิโนชนิด Lysine (627K)
- ผลการเฝ้าระวังการเปลี่ยนแปลงของกรดอะมิโนในยีนต่างๆ พบว่าเชื้อไข้หวัดนกในประเทศไทยส่วนใหญ่มีกรดอะมิโนที่เป็นลักษณะร่วมของเชื้อไวรัสในสัตว์ปีกและเชื้อไวรัสในคน

4. การวิจัยครั้งนี้ได้แสดงผลการสร้างฐานข้อมูลและผลการวิเคราะห์รหัสพันธุกรรมของเชื้อไข้หวัดนกในประเทศไทยที่ http://www.thai-ai-database.org โดยได้จัดทำฐานข้อมูลทั้งในรูปแบบของภาษาไทยและภาษาอังกฤษ
5. การวิจัยครั้งนี้ได้สร้างส่วนปรับปรุงข้อมูลซึ่งผู้วิจัยสามารถเพิ่มเติมและปรับปรุงข้อมูลได้อย่างต่อเนื่องผ่าน http://www.thai-ai-database.org
6. ประโยชน์ที่ได้จากการวิจัยครั้งนี้ คือได้เผยแพร่ข้อมูลรหัสพันธุกรรมของเชื้อไข้หวัดนกในประเทศไทย และแสดงผลการเฝ้าระวังการเปลี่ยนแปลงและการกลายพันธุ์ของเชื้อไข้หวัดนกที่ได้จากการวิจัย ในรูปของเทคโนโลยีสารสนเทศที่ http://www.thai-ai-database.org ซึ่งจะเป็นแหล่งข้อมูลที่สำคัญต่อนักวิทยาศาสตร์และประชาชนทั่วไป

10. Output ที่ได้จากโครงการ

1. ฐานข้อมูลรหัสพันธุกรรมของเชื้อไข้หวัดนกที่แยกได้ในประเทศไทย ซึ่งได้เผยแพร่ในรูปแบบเทคโนโลยีสารสนเทศที่ http://www.thai-ai-database.org
2. ผลของการวิเคราะห์เปรียบเทียบรหัสพันธุกรรมและกรดอะมิโนของยีนทั้ง 8 ยีนของเชื้อไข้หวัดนก ซึ่งสามารถจะนำไปใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงระบาดวิทยา เชิงวิวัฒนาการ และเขียนบทความทางวิชาการเพื่อตีพิมพ์เผยแพร่ต่อไป
3. ข้อมูลข่าวสารในรูปแบบเทคโนโลยีสารสนเทศที่ http://www.thai-ai-database.org ซึ่งจะเป็นแหล่งข้อมูลที่สำคัญต่อนักวิทยาศาสตร์และประชาชนทั่วไป

บทนำ

โรคไข้หวัดนก (avian influenza) เกิดจากเชื้อไวรัส Influenza type A สายพันธุ์ H5N1 ซึ่งเป็นสายพันธุ์ที่มีความสำคัญทั้งในด้านการผลิตสัตว์และการสาธารณสุข เนื่องจากเชื้อไข้หวัดนก H5N1 นี้ทำให้เกิดการระบาดของโรคไข้หวัดนกในสัตว์ปีกและสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมหลายชนิด ในประเทศไทยมีรายงานการระบาดของโรคไข้หวัดนกเป็นครั้งแรกในต้นปี 2547 ซึ่งทำให้เกิดความเสียหายต่ออุตสาหกรรมการเลี้ยงสัตว์ปีกเป็นอย่างมาก รวมทั้งยังมีการระบาดของโรคไข้หวัดนกอย่างต่อเนื่องในปี 2548-2550 จากการที่เกิดการระบาดของโรคไข้หวัดนกในประเทศไทยเป็นระยะๆ แสดงให้เห็นว่ายังมีเชื้อไข้หวัดนกในสัตว์ปีกและสัตว์ชนิดต่าง ๆ ทำให้เป็นการเพิ่มโอกาสในการติดเชื้อและการกลายพันธุ์ของเชื้อไข้หวัดนกในอนาคต

คณะสัตวแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย มีความพร้อมในการศึกษาวิจัยเชื้อไข้หวัดนกในเชิงลึก โดยที่คณะสัตวแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย มีผู้วิจัยที่มีความเชี่ยวชาญในสาขาต่างๆ เช่น Virology, Pathology, Molecular biology, Epidemiology, Immunology, Bioinformatics และ Public Health รวมทั้งมีความร่วมมือกับหน่วยงานต่างๆ เช่น คณะแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย กองระบาดวิทยา กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ ซึ่งสามารถนำมาบูรณาการเพื่อศึกษาวิจัยเชื้อไข้หวัดนกในเชิงลึกได้ โดยที่ผ่านมาคณะผู้วิจัยได้มีผลงานในการถอดรหัสพันธุกรรมของเชื้อไข้หวัดนก (whole genome sequencing) และเผยแพร่ข้อมูลสู่สาธารณชน รวมทั้งการวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้น เพื่อติดตามดูการเปลี่ยนแปลงทางพันธุกรรมของเชื้อไวรัส **ดังนั้นโครงการวิจัยครั้งนี้จะเป็นการสร้างฐานข้อมูลเชื้อไข้หวัดนกในประเทศไทย เพื่อการเผยแพร่ในรูปแบบของสื่อเทคโนโลยีสารสนเทศ (world wide web)** โดยข้อมูลดังกล่าวจะประกอบด้วยข้อมูลการระบาดของโรคไข้หวัดนกในประเทศไทยในปีที่ผ่านมา ข้อมูลรหัสพันธุกรรมของยีนทั้งหมดของเชื้อไวรัส ข้อมูลวิวัฒนาการและความสัมพันธ์ทางพันธุกรรมของเชื้อไวรัส และข้อมูลการเปลี่ยนแปลงหรือการกลายพันธุ์ของเชื้อไข้หวัดนกในประเทศไทย เพื่อนำมาเป็นข้อมูลไปใช้เฝ้าระวังการกลายพันธุ์และวางแนวทางในการควบคุมและป้องกันโรคไข้หวัดนกต่อไป

การสำรวจแนวความคิดและการวิจัยที่เกี่ยวข้อง

โรคไข้หวัดนก

โรคไข้หวัดนก (avian influenza) เกิดจากเชื้อไวรัส Influenza type A เชื้อไวรัสชนิดนี้สามารถแบ่งออกเป็น subtype ตามชนิดของแอนติเจน hemagglutinin (H) และ neuraminidase (N) โดยที่สามารถแบ่งได้เป็นหลาย subtype คือ H1-16 และ N1-9 (de Jong and Hien, 2006) เชื้อไข้หวัดนกสายพันธุ์ H5N1 (avian influenza H5N1) เป็นสายพันธุ์ที่มีความสำคัญในด้านการผลิตสัตว์และการสาธารณสุข เนื่องจากเชื้อไวรัสนี้สามารถทำให้เกิดโรคไข้หวัดนกในสัตว์ปีก (Li et al., 2004) และสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมหลายชนิด เช่น เสือ (Amonsin et al., 2006b; Keawcharoen et al., 2004; Thanawongnuwech et al., 2005) แมว (Songsermn et al., 2006) สุนัข (Songserm et al., 2006) รวมทั้งคน (Areechokchai et al., 2006; Chotpitayasunondh et al., 2005; Ungchusak et al., 2005; Witayathawornwong, 2006) โดยองค์การโรคระบาดสัตว์ระหว่างประเทศ (Office International des Epizooties (OIE)) ได้จัดให้โรคไข้หวัดนกอยู่ในกลุ่ม list A ซึ่งเป็นกลุ่มโรคที่มีความรุนแรงแพร่กระจายอย่างรวดเร็วและทำให้เกิดความเสียหายทางด้านเศรษฐกิจและสาธารณสุข ในประเทศไทยโรคไข้หวัดนก หรือเอเวียนอินฟลูเอนซ่า ถูกจัดให้เป็นโรคระบาดสัตว์ ในพระราชบัญญัติโรคระบาดสัตว์ ตามกฎกระทรวงว่าด้วยโรคระบาดสัตว์เพิ่มเติม พ.ศ. 2545 (ประกาศในราชกิจจานุเบกษา ลงวันที่ 15 ธันวาคม 2545)

ไวรัสวิทยาของเชื้อไข้หวัดนก

เชื้อ Influenza virus เป็น enveloped virus ซึ่งเป็น single stranded RNA virus เชื้อไวรัสชนิดนี้จัดอยู่ใน family Orthomyxoviridae ประกอบด้วย 3 genus คือ Influenza A B C โดยจำแนกตามความแตกต่างในการกระตุ้นภูมิคุ้มของโปรตีน (antigenic difference) ความแตกต่างของโปรตีนบริเวณผิวนอกของไวรัส (variability of surface glycoproteins) การจัดเรียงตัวของยีน (genome organization) และลักษณะรูปร่างของเชื้อไวรัส (morphology) เชื้อไวรัส Influenza A ทำให้เกิดการระบาดของโรคไข้หวัดในแต่ละปี และยังทำให้เกิดการระบาดครั้งใหญ่ (pandemic outbreaks) ส่วนเชื้อไวรัส Influenza B และ C มีความสำคัญน้อย ส่วนใหญ่เป็นสาเหตุของโรคไข้หวัดที่ไม่แสดงอาการรุนแรง (Wright and Webster, 2001)

เชื้อไข้หวัดนก (avian influenza virus (AIV)) เป็นเชื้อไวรัสในกลุ่มที่เรียกว่า Influenza A virus เชื้อไวรัส Influenza A แบ่งออกเป็น subtype ขึ้นอยู่กับลักษณะของ glycoprotein ที่ผิวนอกของเชื้อไวรัส คือ HA และ NA โดยที่มี HA จำนวน 16 subtypes และ NA จำนวน 9 subtypes สามารถแบ่งได้โดยวิธีทางซีรั่มวิทยา เชื้อไวรัส Influenza A ส่วนใหญ่ทุก subtypes จะพบในนกน้ำ บาง subtypes จะพบในสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมหลายชนิด เช่น สุกร ม้า ลิง ปลาวาฬ

มิงค์ และในคน รวมทั้งพบในสัตว์ปีกหลายชนิด เชื้อไวรัส subtype ที่พบในคนและทำให้เกิดการระบาดของโรคไข้หวัดครั้งใหญ่ คือ H1N1, H2N2, และ H3N2 นอกจากนี้ subtype ที่กำลังเป็นสาเหตุของการระบาดของโรคไข้หวัดนกและสามารถทำให้เกิดโรคในสัตว์ปีกและแพร่มาสู่คน คือ H5N1, H7N7 และ H9N2

ระบบการตั้งชื่อเชื้อไวรัส Influenza A จะเป็นการตั้งชื่อตามระบบสากล ซึ่งประกอบด้วย ชนิดของโฮสต์ที่เกิดโรค (host of origin) สถานที่พบเชื้อ (geographic location of first isolation) หมายเลขของตัวอย่าง (strain number) และ ปีที่แยกเชื้อได้ (year of isolation) รวมทั้งชนิด subtype ของ HA และ NA จะกำหนดไว้ในวงเล็บ ตัวอย่างเช่น A/Chicken/Thailand/CU-K2/04 (H5N1) ในกรณีเชื้อที่แยกได้จากคนบางครั้งชนิดของโฮสต์ที่เกิดโรคจะละเว้นไว้ในฐานที่เข้าใจ เช่น A/Thailand/SP-33/04 (H5N1)

โครงสร้างของเชื้อไข้หวัดนก

เชื้อ Influenza virus เป็น enveloped virus ซึ่งเป็น single stranded RNA virus เชื้อไวรัสชนิดนี้จัดอยู่ใน family Orthomyxoviridae เชื้อไวรัส Influenza มีรูปทรงกลม (spherical) หรือบางครั้งมีรูปทรงไม่แน่นอน (pleomorphic) มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 80-120 นาโนเมตร (Ruigrok, 1998) เชื้อไวรัส Influenza เป็นเชื้อไวรัสที่มียีนแบบท่อน (segmented genome) โดยประกอบด้วย RNA segment จำนวน 8 ยีน คือ Polymerase Basic protein 1 and 2 gene (PB1) (PB2) Polymerase gene (PA) Hemagglutinin gene (HA) Nucleoprotein gene (NP) Neuraminidase gene (NA) Matrix protein gene (M) Nonstructural protein gene (NS) โดยที่ RNA segments จะบรรจุอยู่ใน viral core โดยมีโปรตีนห่อหุ้มยีนอยู่ภายใน

บริเวณเปลือกหุ้มของไวรัส (envelope glycoprotein) ประกอบด้วยโปรตีน hemagglutinin (HA) neuraminidase (NA) และ membrane protein (M2) โดยทั่วไปเชื้อไวรัสจะประกอบด้วยผิวภายนอกที่เป็นแท่งยื่น (spike-like projection) จำนวนประมาณ 500 แท่งบนพื้นผิวทรงกลม แท่งยื่นประกอบด้วยโปรตีน HA ซึ่งมีรูปทรงแท่ง (rod-like shape) และโปรตีน NA ซึ่งมีรูปทรงคล้ายเห็ด (mushroom-shape) แท่งยื่น HA เป็น trimer ซึ่งประกอบด้วย HA โปรตีน 3 ชิ้น ส่วนแท่งยื่น NA เป็น tetramer ซึ่งประกอบด้วย NA โปรตีน 4 ชิ้น HA โปรตีนจะมีปริมาณมากกว่า NA โปรตีนประมาณ 4 เท่า โดยที่ HA มีปริมาณคิดเป็น 40% ของ virus particle โดยปกติ HA โปรตีนจะถูกตัดย่อย (cleave) ออกเป็น HA1 และ HA2 โดย trypsin-like enzyme จาก host ในช่วงที่มีการติดเชื้อ

เปลือกหุ้มของเชื้อไวรัส (The viral envelop proteins)

ส่วนประกอบที่สำคัญของเปลือกหุ้ม (envelope) คือ glycoprotein HA ซึ่งถูกสร้างในเซลล์ที่ติดเชื้อ โปรตีน HA ประกอบด้วยกรดอะมิโนประมาณ 560 ตัว ซึ่งเป็นสาย polypeptide เรียกว่า HA0 ต่อมาจะถูกแบ่งย่อย (cleave) เป็นโปรตีน HA1 และ HA2 (Ruigrok, 1998) โดยที่โปรตีน HA1 มีโครงสร้างเป็นส่วนหัว (globular domain) และบริเวณปลายส่วนหัวของโปรตีน HA เป็นบริเวณแอนติเจนที่กระตุ้นภูมิคุ้ม (antigenic epitopes) ส่วน HA2 มีโครงสร้างเป็นแท่งแกนของ HA spike ซึ่งมีความสำคัญในการเชื่อม (fusion) ของผิวนอกของเชื้อไวรัส (viral cell membrane) กับผิวนอกของเซลล์โฮสต์ (host cell membrane) HA spike จะมีความยาวยื่นออกมาจากผิวนอกของเชื้อไวรัสประมาณ 13.5 นาโนเมตร และที่บริเวณปลายสุดของแท่ง HA spike จะมีความสำคัญในการเกาะจับของเชื้อไวรัสกับตัวรับ (receptor)

ส่วนประกอบของเปลือกหุ้มที่สำคัญอีกชนิดคือ glycoprotein NA มีหน้าที่สำคัญด้านการทำงานของเอ็นไซม์ในการแบ่งย่อย (cleave) sialic acid จาก glycoprotein ดังนั้นหน้าที่สำคัญของ neuraminidase คือการแบ่งย่อยตัวรับที่มี sialic acid และ glycoprotein ทำให้เกิดการปล่อยของเชื้อไวรัสตัวใหม่จากผิวของเซลล์โฮสต์ ยาต้านไวรัส เช่น Oseltamivir (Tamiflu) และ Zanamivir (Relenza) ซึ่งเป็น sialic acid analogues นำมาใช้ในการยับยั้งการทำงานของเอ็มไซม์ neuraminidase (von Itzstein et al., 1996) ทำให้ไม่สามารถปล่อยเชื้อไวรัสตัวใหม่จากผิวของเซลล์โฮสต์ จึงสามารถใช้ในการป้องกันการติดเชื้อไวรัส

ส่วนประกอบของเปลือกหุ้มอีกชนิดคือ integral membrane protein (M2) มีส่วนประกอบของโปรตีนเป็น tetramer โปรตีน M2 ทำหน้าที่เป็น ion channel ที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการติดเชื้อไวรัส เช่นการปรับความเป็นกรดด่างภายในตัวเชื้อไวรัส (modulating the pH) โปรตีน M2 เป็นเป้าหมายของยาต้านไวรัสบางชนิด เช่น Amantadine และ Rimantadine

แกนกลางของไวรัส (The viral core)

ยีนของเชื้อไวรัส Influenza ประกอบด้วย negative-sense single-stranded RNA จำนวน 8 ยีน โดย RNA ของไวรัสจะอยู่ในรูปของ Ribonucleoprotein (RNP) complex ประกอบด้วย RNA, nucleoprotein (NP) และ polymerase (PB1, PB2, PA) RNP จะถูกล้อมรอบด้วยชั้นของ M1 โปรตีนซึ่งมีจำนวนมากที่สุดในเชื้อไวรัส

โดยทั่วไปแต่ละ RNA segment ของเชื้อไวรัสจะมีการสร้างโปรตีน 1 ชนิด ตัวอย่างเช่น segment ที่ 1-6 จะสร้างโปรตีน PB2, PB1, PA, HA, NP, และ NA (ตามลำดับ) อย่างไรก็ตาม RNA segment ที่ 7 จะสร้างโปรตีน 2 ชนิด คือ M1 และ M2 โดยมี open reading frame ร่วมกัน เช่นเดียวกับ RNA segment ที่ 8 ที่มีการสร้างโปรตีน 2 ชนิด คือ NS1 และ NS2 โดยมี open

reading frame ร่วมกัน พบว่าโปรตีน NS2 ถึงแม้ว่าเป็น nonstructural protein แต่พบในจำนวนไม่มากในเชื้อไวรัส ในขณะที่ NS1 โปรตีนไม่พบในเชื้อไวรัส แต่พบได้ปริมาณมากในเซลล์โฮสต์ที่ติดเชื้อ

การเปลี่ยนแปลงและการกลายพันธุ์ของเชื้อไข้หวัดนก

เชื้อไข้หวัดนก มีความหลากหลายและมีการเปลี่ยนแปลงของแอนติเจนตลอดเวลา (antigenic variations) ทำให้เชื้อไวรัสสามารถหลบภาวะภูมิคุ้มของโฮสต์ได้ เนื่องจากภูมิคุ้มของโฮสต์ที่มีต่อเชื้อไวรัสสายพันธุ์หนึ่งจะไม่มีผลต่อการป้องกันการติดเชื้อของไวรัสอีกสายพันธุ์หนึ่ง เนื่องจากโปรตีน HA ของเชื้อไวรัสเกี่ยวข้องกับการเป็นแอนติเจนต่อการสร้างภูมิคุ้ม ดังนั้นการเปลี่ยนแปลงของโปรตีน HA จะมีผลโดยตรงต่อการสร้างภูมิคุ้มของโฮสต์ กระบวนการเปลี่ยนแปลงของแอนติเจนของเชื้อไวรัส influenza สามารถแบ่งได้เป็น 2 แบบใหญ่ๆ คือ การเกิด antigenic drift และการเกิด antigenic shift (Wright and Webster, 2001)

Antigenic drift

การเกิด antigenic drift เป็นผลมาจากการเกิดการเปลี่ยนแปลงหรือกลายพันธุ์ (mutation) ของ RNA ของเชื้อไวรัสที่มีอยู่ตลอดเวลา ซึ่งเป็นผลมาจากความผิดพลาดในกระบวนการสร้างและผลิต RNA ของไวรัส ผลที่เกิดขึ้นคือ มีการเปลี่ยนแปลงของกรดอะมิโนของโปรตีนของเชื้อและอาจมีผลต่อคุณสมบัติการเป็นแอนติเจนของโปรตีนเช่นกัน โดยทั่วไปการเปลี่ยนแปลงของกรดอะมิโนจะเป็นการเปลี่ยนแปลงที่ก่อให้เกิดประโยชน์ของเชื้อไวรัสในการเปลี่ยนคุณสมบัติเพื่อหลบภูมิคุ้มเดิมของโฮสต์ เนื่องจากเชื้อไวรัส Influenza เป็นเชื้อไวรัสชนิด RNA ดังนั้นช่วงการสร้างและเพิ่มจำนวน RNA ของเชื้อไวรัสในเซลล์โฮสต์จะมีโอกาสเกิดความผิดพลาดสูง ทั้งนี้เนื่องมาจากการขาดกระบวนการที่เรียกว่า proof reading ขณะที่มีการเพิ่มจำนวนของ RNA อัตราในการเกิดความผิดพลาดเนื่องมาจากกระบวนการดังกล่าวนั้น คิดเป็นประมาณ 1 ในทุกๆ 100,000 นิวคีลโอไทต์ (Webster and Laver, 1980) การเปลี่ยนแปลงของนิวคลีโอไทต์ใน RNA ของเชื้อไวรัสบางครั้งอาจไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของกรดอะมิโนหรือโปรตีนของเชื้อไวรัส (silent) หรือบางครั้งอาจทำให้เกิดการสร้างโปรตีนไม่สมบูรณ์ (premature stop codon) อย่างไรก็ตามการเปลี่ยนแปลงบางครั้งอาจส่งผลดีต่อเชื้อไวรัส คือทำให้เกิดไวรัสใหม่ (new variant) ที่สามารถหลบภูมิคุ้มเดิมบางส่วนหรือทั้งหมดของโฮสต์ ซึ่งสามารถทำให้เกิดการติดเชื้อและเกิดโรคได้

Antigenic shift

การเกิด antigenic shift เป็นผลมาจากการเปลี่ยนแปลงของไวรัสเป็นสายพันธุ์ใหม่ (new influenza virus subtype) โดยกระบวนการที่ทำให้เกิดเชื้อไวรัสสายพันธุ์ใหม่ที่ทำให้เกิดโรคอาจเนื่องมาจาก 1. Genetic reassortment คือ การแลกเปลี่ยนชิ้นส่วนของยีนของเชื้อไวรัสในคนและในสัตว์ปีก (Webster et al., 1992) 2. การแพร่ของเชื้อไวรัสโดยตรง จากสัตว์ปีกสู่คนโดยไม่ผ่านตัวกลาง หรือการเกิด reassortment (intermediate reassortment step) 3. การแพร่ของเชื้อไวรัสสายพันธุ์เก่าที่ทำให้เกิดโรคในอดีต (Russell and Webster, 2005; Taubenberger and Morens, 2006).

การเกิด genetic reassortment เกิดขึ้นเมื่อเซลล์โฮสต์มีการติดเชื้อไวรัส Influenza A จำนวน 2 ชนิดในเวลาเดียวกัน ทำให้มีการเพิ่มจำนวนของ RNA segments ของเชื้อไวรัสทั้ง 2 ชนิดในนิวเคลียสของเซลล์โฮสต์ และในกระบวนการประกอบเป็นเชื้อไวรัสตัวใหม่ ทำให้เกิดการแลกเปลี่ยน RNA segments ของเชื้อไวรัสทั้ง 2 ชนิดและเกิดเป็นเชื้อไวรัส Influenza A สายพันธุ์ใหม่ ตัวอย่างของการเกิด genetic reassortment คือเชื้อไวรัส Influenza H2N2 ซึ่งทำให้เกิดการระบาดครั้งใหญ่ในปี ค.ศ. 1957 หรือที่เรียกว่า Asian flu พบว่าเชื้อไวรัส H2N2 นี้ได้รับยีน HA, NA และ PB1 จากเชื้อไวรัสในสัตว์ปีก ในขณะที่ยีนอื่นๆ มาจากเชื้อไวรัส H1N1 ที่พบได้ในคน สมมุติฐานการเกิด genetic reassortment คาดว่ามีโอกาสเกิดมากในสุกร ซึ่งถือว่าเป็น mixing vessel ที่สำคัญ เนื่องจากสุกรมีตัวรับที่มี sialic acid ที่เหมาะสมกับทั้งเชื้อไวรัสจากสัตว์ปีกและคน จึงสามารถติดเชื้อไวรัสได้ง่าย อย่างไรก็ตามมีหลักฐานมากขึ้นว่า คนอาจเป็น mixing vessel ได้เอง ในอดีตที่ผ่านมาสันนิฐานว่าเชื้อไวรัสไม่สามารถแพร่โดยตรงจากสัตว์ปีกสู่คนได้ ต้องอาศัยตัวกลาง เช่น สุกร (Webster et al., 1997) อย่างไรก็ตามในปี ค.ศ. 1997 มีรายงานการระบาดของโรคไข้หวัดนกในประเทศฮ่องกง จากรายงานพบว่าเป็นการแพร่เชื้อไวรัสโดยตรงจากสัตว์ปีกมาสู่คน ในการระบาดครั้งนั้นมีผู้ป่วยติดเชื้อจำนวน 18 คน และ เสียชีวิต 6 คน โดยลักษณะทางพันธุกรรมของเชื้อไวรัสที่แยกได้จากผู้ป่วยเหมือนกับเชื้อไวรัสที่แยกได้จากไก่ที่ระบาดในช่วงเวลาเดียวกัน จึงสามารถยืนยันได้ว่ามีการติดเชื้อไวรัสจากสัตว์ปีกโดยตรงสู่คน (Claas et al., 1998) นอกจากนี้ยังอาจสรุปได้ว่าเชื้อไวรัสเป็น multiple avian reassortant ซึ่งพบว่าเชื้อไข้หวัดนก H5N1 มีต้นกำเนิดจากสัตว์ที่เป็นแหล่งรังโรค (reservoir) ได้แก่ ห่าน ก่อนที่จะมีการแลกเปลี่ยนยีนและสามารถทำให้เกิดโรคในสัตว์ปีกบนบก (terrestrial poultry) เช่น ไก่ จากนั้นจึงเกิดการแลกเปลี่ยนยีน โดยเฉพาะ internal protein และ NA protein กับเชื้อไวรัสสายพันธุ์ อื่นๆ เช่น H9N2 และ H6N1 ทำให้เชื้อไวรัสมีความรุนแรงและเกิดโรคในคน การระบาดของเชื้อไข้หวัดนกในปี ค.ศ. 1997 มีความสำคัญ ถึงแม้ว่าจะไม่มีรายงานการแพร่ของเชื้อไวรัสจากคนสู่คน แต่โอกาสในการเกิดเชื้อไวรัสที่มีความรุนแรงอาจเกิดขึ้นได้จากการเกิด genetic reassortment ของเชื้อไข้หวัดนก H5N1 กับเชื้อไข้หวัดในคน โดยที่มีคนเป็น mixing vessel

ระบาดวิทยาของโรคไข้หวัดนก

ปลายปี 2546 พบการระบาดของโรคไข้หวัดนก (H5N1) ในสัตว์ปีกและคนในแถบทวีปเอเชียหลายประเทศ ได้แก่ กัมพูชา จีน อินโดนีเซีย ญี่ปุ่น ลาว เกาหลีใต้ เวียดนาม รวมทั้งประเทศไทย และได้มีการทำลายสัตว์ปีกไปเป็นจำนวนมากกว่า 100 ล้านตัว จากนั้นเดือนมิถุนายน 2547 พบการระบาดเพิ่มขึ้นอีกครั้งในหลายประเทศแถบทวีปเอเชีย รวมทั้งในปี 2548-2549 ได้มีการแพร่ระบาดของโรคไข้หวัดนกในสัตว์ปีกและคน รวมทั้งในสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมบางชนิด ไปยังหลายประเทศในเอเชีย ยุโรป และแอฟริกา (WHO, 2007) ในระหว่างปี 2546-2550 ได้มีรายงานของผู้ติดเชื้อไข้หวัดนกในประเทศต่างๆ จำนวน 310 รายและเสียชีวิต 189 ราย (ณ วันที่ 6 มิถุนายน 2550) ดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 จำนวนผู้ติดเชื้อและผู้เสียชีวิตจากเชื้อไข้หวัดนกสายพันธุ์ H5N1 ในแต่ละประเทศ (Cumulative number of confirmed human cases of Avian Influenza A (H5N1) reported to WHO)

ประเทศที่มีการระบาด	2003-4		2005		2006		2007		รวม	
	ติดเชื้อ	เสียชีวิต	ติดเชื้อ	เสียชีวิต	ติดเชื้อ	เสียชีวิต	ติดเชื้อ	เสียชีวิต	ติดเชื้อ	เสียชีวิต
อาเซอร์ไบจัน	-	-	-	-	8	5	-	-	8	5
กัมพูชา	-	-	4	4	2	2	1	1	7	7
จีน	1	1	8	5	13	8	3	2	25	16
ดีโบติ	-	-	-	-	1	-	-	-	1	-
อียิปต์	-	-	-	-	18	10	16	4	34	14
อินโดนีเซีย	-	-	20	13	55	45	24	21	99	79
อิรัก	-	-	-	-	3	2	-	-	3	2
ลาว	-	-	-	-	-	-	2	2	2	2
ไนจีเรีย	-	-	-	-	-	-	1	1	1	1
ไทย	17	12	5	2	3	3	-	-	25	17
ตุรกี	-	-	-	-	12	4	-	-	12	4
เวียดนาม	32	23	61	19	-	-	-	-	93	42
รวม	50	36	98	43	115	79	47	31	310	189

ที่มา: ดัดแปลงจากรายงานขององค์การอนามัยโลก (WHO, 2007) (รายงานเมื่อวันที่ 6 มิถุนายน 2550)

ในประเทศไทยการระบาดของเชื้อไข้หวัดนก H5N1 ได้สร้างความเสียหายทั้งด้านเศรษฐกิจและสาธารณสุข โดยพบว่าตั้งแต่ต้นปี 2547 จนถึงปัจจุบัน ประเทศไทยมีรายงานการระบาดของโรคไข้หวัดนกเป็น 4 ครั้งใหญ่ๆ และมีรายงานผู้ติดเชื้อไข้หวัดนก (H5N1) ทั้งหมด 25 ราย และเสียชีวิต 17 ราย (รายงานเมื่อวันที่ 6 มิถุนายน 2550) (WHO, 2007) จากรายงานพบว่าผู้ป่วยและเสียชีวิตได้สัมผัสหรือทำงานใกล้ชิดกับสัตว์ปีก นอกจากมีรายงานการเกิดโรคไข้หวัดนกในสัตว์ปีกและคนแล้ว ยังมีรายงานการระบาดของโรคไข้หวัดนกในสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมชนิดอื่นๆ เช่น เสือ แมว และสุนัข ขณะเดียวกันโรคไข้หวัดนกยังมีผลกระทบต่ออุตสาหกรรมการเลี้ยงไก่และการส่งออก เช่น การกำจัดสัตว์ปีกในรัศมีบริเวณที่มีการระบาดของโรค การงดการนำเข้าเนื้อไก่จากกลุ่มประเทศต่างๆ และการลดการบริโภคเนื้อไก่ของประชาชนในประเทศ ด้วยเหตุนี้จึงทำให้มีการกำหนดมาตรการต่างๆของรัฐ ทั้งในส่วนของกระทรวงเกษตรและสหกรณ์ และกระทรวงสาธารณสุขในการควบคุมและป้องกันการระบาดของโรค ตัวอย่างเช่น กรมปศุสัตว์ได้กำหนดมาตรการการดำเนินงานแก้ปัญหาไข้หวัดนกของประเทศ เช่น มาตรการการเฝ้าระวังและค้นหาโรคไข้หวัดนก มาตรการการควบคุมเคลื่อนย้ายสัตว์ปีกและผลิตภัณฑ์สัตว์ปีก มาตรการการทำลายสัตว์และการจ่ายค่าชดเชย มาตรการการทำความสะอาดและทำลายเชื้อ มาตรการการควบคุมโรงฆ่าสัตว์ปีกและโรงงานแปรรูป มาตรการการปรับปรุงและพัฒนาระบบการเลี้ยงสัตว์ปีก ดังนั้นจึงนับได้ว่าโรคไข้หวัดนกเป็น emerging disease ที่กำลังเป็นปัญหาสำคัญทางด้านเศรษฐกิจและการสาธารณสุขในขณะนี้

การใช้ข้อมูลรหัสพันธุกรรมของเชื้อไข้หวัดนกเพื่อการศึกษาวิจัยแนวลึก

ข้อมูลรหัสพันธุกรรมของเชื้อไวรัสมีประโยชน์ในด้านการศึกษาลักษณะทางพันธุกรรม วิวัฒนาการ การเปลี่ยนแปลงหรือการกลายพันธุ์ของเชื้อไวรัส นอกจากนี้ข้อมูลรหัสพันธุกรรมของเชื้อไวรัสยังมีประโยชน์ในด้านการศึกษาระบาดวิทยาของเชื้อไวรัสในระดับโมเลกุล รวมทั้งข้อมูลรหัสพันธุกรรมยังมีประโยชน์ในด้านการพัฒนาและคัดเลือกสายพันธุ์ในการศึกษาทางพยาธิวิทยา การผลิตและพัฒนาวัคซีน ตัวอย่างของการใช้ข้อมูลรหัสพันธุกรรมของเชื้อไข้หวัดนกเพื่อการศึกษาวิจัยเชิงลึก ได้แก่

Viseshakul และคณะ (2004) ได้รายงานการระบาดของเชื้อไข้หวัดนกในประเทศไทยเป็นครั้งแรกในต้นปี 2547 และได้รายงานถึงการศึกษารหัสพันธุกรรมทั้งหมดของเชื้อไข้หวัดนกเป็นครั้งแรกในประเทศไทย ผลการศึกษาพบว่าเชื้อไวรัสที่แยกได้จากไก่ จากจังหวัดนครปฐม มีรหัสพันธุกรรมใกล้เคียงกับเชื้อไวรัสที่แยกได้จากสัตว์ปีกและคน ในประเทศเวียดนาม และแตกต่างจากเชื้อไวรัสที่ระบาดในประเทศอินโดนีเซีย และประเทศฮ่องกง ผลการศึกษาสรุปได้ว่าเชื้อไข้หวัดนกในประเทศไทยเป็นกลุ่มเดียวกับเชื้อไข้หวัดนกในประเทศเวียดนาม และอาจมีวิวัฒนาการมาจากเชื้อไวรัส จากเป็ดในประเทศจีน (Viseshakul et al., 2004)

Amonsin และคณะ (2006a) ได้รายงานการระบาดของโรคไข้หวัดนกในประเทศไทยในปี 2548 ซึ่งเป็นการระบาดในระลอกที่ 3 และได้เปรียบเทียบลักษณะทางพันธุกรรมของเชื้อไวรัสในประเทศไทยกับเชื้อไวรัสที่แยกได้จากภูมิภาคต่างๆ พบว่า เชื้อไวรัสจากประเทศไทยยังมีลักษณะทางพันธุกรรมที่ใกล้เคียงกับเชื้อที่แยกได้ในปี 2547 และถูกจัดอยู่คนละกลุ่มกับเชื้อที่แยกได้จากประเทศอินโดนีเซีย จีน ยุโรป และ แอฟริกา อย่างไรก็ตามพบรายงานการเปลี่ยนแปลงของ HA cleavage site ในตัวอย่างที่แยกได้จากสัตว์ปีกและคนในปี 2548 แต่เชื้อไวรัสยังมีความรุนแรงเช่นเดิม (Amonsin et al., 2006a)

จากการศึกษาของ Smith และคณะ (2006) ได้รายงานผลการวิเคราะห์รหัสพันธุกรรมของเชื้อไข้หวัดนกที่แยกได้ในประเทศอินโดนีเซียและเวียดนาม ซึ่งพบว่าเชื้อไวรัสถูกแบ่งเป็นกลุ่มย่อย (sublineage) ตามลักษณะทางภูมิศาสตร์ของประเทศ กล่าวคือ ประเทศอินโดนีเซียประกอบด้วยเชื้อไข้หวัดนกกลุ่ม A B C ซึ่งพบในตอนกลาง ตะวันออก และตะวันตกของประเทศตามลำดับ ส่วนประเทศเวียดนามประกอบด้วยเชื้อไข้หวัดนกกลุ่ม N และ S ซึ่งพบในตอนเหนือและใต้ของประเทศ (Smith et al., 2006)

Cheung และคณะ (2006) ศึกษารหัสพันธุกรรมของเชื้อไข้หวัดนกในประเทศจีน และประเทศในเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ พบว่าจากการวิเคราะห์ลักษณะทางพันธุกรรมของเชื้อไวรัส

ยีน HA ของเชื้อไวรัสทุกตัวมีต้นแบบสายพันธุ์มาจาก Gs/GD/1/96 –like lineage โดยมีเชื้อไวรัสจากประเทศไทย เวียดนาม และมาเลเซีย จัดอยู่ในกลุ่มเดียวกัน และเชื้อไวรัสจากประเทศฮ่องกง ตอนใต้ของประเทศจีน และอินโดนีเซีย จัดอยู่ในกลุ่มอื่นๆที่แยกออกจากกัน รวมทั้งเชื้อไวรัสที่แยกได้จากตะวันตกของประเทศจีน ยุโรป และแอฟริกายังจัดอยู่ในกลุ่มเดียวกันและแยกออกจากเชื้อไวรัสในกลุ่มเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ (Cheung et al., 2006)

Salzberg และคณะ (2007) ได้ศึกษาถึงรหัสพันธุกรรมของเชื้อไข้หวัดนกในยุโรป แอฟริกา และตะวันออกกลาง จำนวน 36 ตัวอย่าง และได้เปรียบเทียบรหัสพันธุกรรมของเชื้อไวรัสกับรหัสพันธุกรรมของเชื้อไวรัสจากฐานข้อมูล GenBank จำนวนมากกว่า 500 ตัวอย่าง พบว่าเชื้อไวรัสที่ระบาดในยุโรป แอฟริกา และตะวันออกกลาง สามารถจัดได้เป็น 3 กลุ่มย่อย (subclades) โดยเชื้อไวรัสส่วนใหญ่จัดอยู่ในกลุ่ม EMA (subclade 1) ซึ่งแยกออกจากเชื้อไวรัสในเอเชีย แต่มีต้นกำเนิดเดียวกัน นอกจากนี้ยังมีอีก 2 EMA (subclade 2 และ 3) ซึ่งเป็นเชื้อไวรัสที่มีลักษณะคล้ายกับเชื้อไวรัสจากเอเชีย (V1 และ V2) (Salzberg et al., 2007)

ปัจจุบันเชื้อไข้หวัดนกสายพันธุ์ H5N1 ถูกจัดอยู่ในจีโนไทป์ Z ซึ่งสามารถแบ่งออกเป็นกลุ่มต่างๆ ตามการเปรียบเทียบรหัสพันธุกรรมและภูมิภาคการระบาด โดยแบ่งได้เป็น กลุ่มที่ 1 (clade 1) เป็นเชื้อไวรัสที่ระบาดในกลุ่มประเทศไทยและเวียดนาม รวมทั้งมาเลเซียและกัมพูชา กลุ่มที่ 2 กลุ่มย่อย 1 (clade 2-subclade 1) เป็นเชื้อไวรัส genotype Z ที่ระบาดในประเทศอินโดนีเซีย โดยที่เชื้อไวรัสมีรหัสพันธุกรรมใกล้เคียงกับเชื้อไวรัสจากมณฑล Yunan และ Hunan ในประเทศจีน กลุ่มที่ 2 กลุ่มย่อย 2 (clade 2-subclade 2) เป็นเชื้อไวรัสใน genotype Z ที่ระบาดในกลุ่มประเทศยุโรป และ แอฟริกา เชื้อไวรัสมีรหัสพันธุกรรมใกล้เคียงกับเชื้อไวรัสจาก Qinghai ในประเทศจีน กลุ่มย่อย 3 (clade 2-subclade 3) เป็นเชื้อไวรัสที่ระบาดในประเทศจีนตอนใต้ (Webster and Govorkova, 2006)

ดังนั้นจะเห็นได้ว่าข้อมูลรหัสพันธุกรรมของเชื้อไข้หวัดนก สามารถนำไปใช้ประโยชน์ในการศึกษาเชื้อไข้หวัดนกได้ดังตัวอย่างข้างต้น อย่างไรก็ตามการรวบรวมและเผยแพร่ข้อมูลรหัสพันธุกรรมของเชื้อไข้หวัดนกจากภูมิภาคต่างๆ และสัตว์ชนิดต่างๆ เป็นปัจจัยสำคัญ ในการศึกษาถึงวิวัฒนาการและเฝ้าระวังการเปลี่ยนแปลงของเชื้อไข้หวัดนก ดังนั้นในการวิจัยครั้งนี้ **คณะผู้วิจัยได้รวบรวมรหัสพันธุกรรมของเชื้อไข้หวัดนกที่แยกได้ในประเทศไทย และวิเคราะห์ข้อมูลในด้านการเปลี่ยนแปลงหรือการกลายพันธุ์ของเชื้อไวรัส รวมทั้งจัดทำฐานข้อมูลและเผยแพร่ฐานข้อมูลรหัสพันธุกรรม ในรูปของเทคโนโลยีสารสนเทศ** เพื่อจะได้นำมาเป็นข้อมูลสำคัญในการศึกษาวิจัยแนวลึกต่อไป

วิธีการวิจัย

เป้าหมายหลักของโครงการวิจัยนี้ **เพื่อรวบรวม วิเคราะห์ สร้างฐานข้อมูล และเผยแพร่ข้อมูลรหัสพันธุกรรมของเชื้อไข้หวัดนก H5N1 (HPAI) ในประเทศไทย เพื่อเป็นการเฝ้าระวังการเปลี่ยนแปลงของเชื้อไวรัส** โดยที่คณะผู้วิจัยได้รวบรวมรหัสพันธุกรรมของเชื้อไข้หวัดนกในประเทศไทย และนำข้อมูลรหัสพันธุกรรมมาวิเคราะห์ทั้งด้านวิวัฒนาการและการเปลี่ยนแปลงหรือการกลายพันธุ์ของเชื้อไวรัส รวมทั้งนำข้อมูลที่ได้ไปสร้างเป็นฐานข้อมูลและเผยแพร่ข้อมูลในรูปของเทคโนโลยีสารสนเทศ (world wide web) ซึ่งจะมีประโยชน์ต่อนักวิทยาศาสตร์ในการศึกษาเกี่ยวกับเชื้อไข้หวัดนกในเชิงลึกต่อไป เพื่อที่จะบรรลุเป้าหมายดังกล่าวคณะผู้วิจัยได้จัดตั้งวัตถุประสงค์ 3 ข้อคือ

1. รวบรวมข้อมูลรหัสพันธุกรรมของเชื้อไข้หวัดนกในประเทศไทย (collect the available HPAI sequences of the isolates from Thailand) ที่ได้จากข้อมูลการถอดรหัสพันธุกรรมโดยคณะผู้วิจัยและจากฐานข้อมูล GenBank
2. วิเคราะห์ข้อมูลรหัสพันธุกรรม เพื่อหาบริเวณที่สำคัญหรือเป็นคุณสมบัติจำเพาะในแต่ละยีนของเชื้อ (analyze the significant polymorphisms and specific characteristic of each gene)
3. สร้างฐานข้อมูลและเผยแพร่ข้อมูล และองค์ความรู้ในรูปของเทคโนโลยีสารสนเทศ (establish a comprehensive web-based HPAI database for Thailand) เพื่อเป็นการเฝ้าระวังการเปลี่ยนแปลงหรือการกลายพันธุ์ของเชื้อไข้หวัดนกในประเทศไทยและภูมิภาคใกล้เคียง

วิธีดำเนินการวิจัยเพื่อที่จะบรรลุวัตถุประสงค์ดังกล่าวมี 3 ระยะสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ประกอบด้วย

ระยะที่ 1 รวบรวมข้อมูลรหัสพันธุกรรมของเชื้อไข้หวัดนกในประเทศไทย (collect the available HPAI sequences of the isolates from Thailand) ที่ได้จากข้อมูลการถอดรหัสพันธุกรรมโดยคณะผู้วิจัยและจากฐานข้อมูล GenBank

ระยะที่ 2 วิเคราะห์ข้อมูลรหัสพันธุกรรม เพื่อหาบริเวณที่สำคัญหรือเป็นคุณสมบัติจำเพาะในแต่ละยีนของเชื้อ (analyze the significant polymorphisms and specific characteristic of each gene)

ระยะที่ 3 สร้างฐานข้อมูลและเผยแพร่ข้อมูล และองค์ความรู้ในรูปของเทคโนโลยีสารสนเทศ (establish a comprehensive web-based HPAI database for Thailand) เพื่อเป็นการเฝ้าระวังการเปลี่ยนแปลงหรือการกลายพันธุ์ของเชื้อไข้หวัดนกในประเทศไทยและภูมิภาคใกล้เคียง

ระยะที่ 1 การรวบรวมข้อมูลรหัสพันธุกรรมของเชื้อไข้หวัดนกในประเทศไทยที่ได้จากข้อมูลการถอดรหัสพันธุกรรมโดยคณะผู้วิจัยและจากฐานข้อมูล GenBank

การรวบรวมข้อมูลรหัสพันธุกรรมของเชื้อไข้หวัดนกในประเทศไทย

ในการวิจัยครั้งนี้ได้รวบรวมข้อมูลรหัสพันธุกรรมของเชื้อไข้หวัดนกในประเทศไทย ที่ได้จากข้อมูลการถอดรหัสพันธุกรรมทั้งตัว (whole genome sequences) และบางยีนของเชื้อไข้หวัดนกที่มีความสำคัญต่อการเฝ้าระวังการเปลี่ยนแปลงของเชื้อไวรัส

การรวบรวมข้อมูลประกอบด้วย

1. การรวบรวมข้อมูลรหัสพันธุกรรมของเชื้อไข้หวัดนกในประเทศไทย ที่เผยแพร่ในฐานข้อมูล GenBank โดยรวบรวมข้อมูลรหัสพันธุกรรมด้วยการ download ข้อมูลจากฐานข้อมูล GenBank ที่ http://www.ncbi.nlm.nih.gov
2. การรวบรวมข้อมูลรหัสพันธุกรรมของคณะผู้วิจัยที่ยังไม่ได้เผยแพร่ในฐานข้อมูล GenBank โดยรวบรวมข้อมูลผลจากการถอดรหัสพันธุกรรมทั้งตัว และบางยีนของเชื้อไวรัสที่มีความสำคัญ ข้อมูลส่วนใหญ่เป็นข้อมูลรหัสพันธุกรรมที่คณะนักวิจัยได้ดำเนินการถอดรหัสพันธุกรรม สำหรับกรมปศุสัตว์และสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ
3. การรวบรวมข้อมูลจะรวบรวมเฉพาะข้อมูลรหัสพันธุกรรม ที่มีรหัสพันธุกรรมสมบูรณ์ทั้งยีน (complete coding gene sequence) กล่าวคือ มีรหัสพันธุกรรมที่แสดงถึง start และ stop codons ของโปรตีน
4. ในกรณีที่ข้อมูลรหัสพันธุกรรมไม่สมบูรณ์ แต่มีความสำคัญหรือขาดข้อมูลรหัสพันธุกรรมในบางช่วง คณะผู้วิจัยได้ดำเนินการถอดรหัสพันธุกรรมเพิ่มเติม เพื่อให้ได้ข้อมูลรหัสพันธุกรรมที่สมบูรณ์

การเตรียมข้อมูลรหัสพันธุกรรม เพื่อการวิเคราะห์และจัดทำฐานข้อมูล

1. ข้อมูลรหัสพันธุกรรม เพื่อการวิเคราะห์จะจัดทำในรูปแบบของข้อมูลที่สามารถนำไปวิเคราะห์ด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ในระยะที่ 2 ต่อไป รูปแบบของข้อมูลประกอบด้วย
    - ข้อมูลรหัสพันธุกรรม ในรูปแบบ fasta
    - ข้อมูลรหัสพันธุกรรม ในรูปแบบ edit seq
2. ข้อมูลรหัสพันธุกรรม เพื่อจัดทำฐานข้อมูลจะจัดทำในรูปแบบของข้อมูลที่สามารถนำไปเผยแพร่ในฐานข้อมูล ผ่านสื่อเทคโนโลยีสารสนเทศในระยะที่ 3 ต่อไป รูปแบบของข้อมูลประกอบด้วย
    - ข้อมูลรหัสพันธุกรรม ในรูปแบบ GenBank

ตัวอย่างรูปแบบของข้อมูลรหัสพันธุกรรมได้แสดงไว้ในภาพที่ 1

ภาพที่ 1 ตัวอย่างรูปแบบของข้อมูลรหัสพันธุกรรม เพื่อการวิเคราะห์และจัดทำฐานข้อมูล

ข้อมูลรหัสพันธุกรรมในรูปแบบ fasta

```
>gi|48431281|gb|AY590568.2| Influenza A virus (A/chicken/Nakorn-Patom/Thailand/CU-K2/2004(H5N1))
AGAATAGTGCTTCTTTTTGCAATAGTCAGTCTTGTTAAAAGTGATCAGATTTGCATTGGTTACCATGCAA
ACAACTCGACAGAGCAGGTTGACACAATAATGGAAAAGAACGTTACTGTTACACATGCCCAAGACATACT
GGAAAAGACACACAACGGGAAGCTCTGCGATCTAGATGGAGTGAAGCCTCTAATTTTGAGAGATTGTAGT
GTAGCTGGATGGCTCCTCGGAAACCCAATGTGTGACAAATTCATCAATGTGCCGGAATGGTCTTACATAG
TGGAGAAGGCCAATCCAGTCAATGACCTCTGTTACCCAGGGGATTTCAATGACTATGAAGAATTGAAACA
CCTATTGAGCAGAATAAACCATTTTGAGAAAATTCAGATCATCCCCAAAAGTTCTTGGTCCAGTCATGAA
GCCTCATTAGGGGTGAGCTCAGCATGTCCATACCAGGGAAAGTCCTCCTTTTTCAGAAATGTGGTATGGC
TTATCAAAAAGAACAGTACATACCCAACAATAAAGAGGAGCTACAATAATACCAACCAAGAAGATCTTTT
GGTACTGTGGGGGATTCACCATCCTAATGATGCGGCAGAGCAGACAAAGCTCTATCAAAACCCAACCACC
TATATTTCCGTTGGGACATCAACACTAAACCAGAGATTGGTACCAAGAATAGCTACTAGATCCAAAGTAA
ACGGGCAAAGTGGAAGGATGGAGTTCTTCTGGACAATTTTAAAACCGAATGATGCAATCAACTTCGAGAG
TAATGGAAATTTCATTGCTCCAGAATATGCATACAAAATTGTCAAGAAAGGGGACTCAACAATTATGAAA
AGTGAATTGGAATATGGTAACTGCAACACCAAGTGTCAAACTCCAATGGGGGCGATAAACTCTAGTATGC
CATTCCACAATATACACCCTCTCACCATCGGGGAATGCCCCAAATATGTGAAATCAAACAGATTAGTCCT
TGCGACTGGGCTCAGAAATAGCCCTCAAAGAGAGAAGAAGAAAAAAGAGAGGATTATTTGGAGCTATA
GCAGGTTTTATAGAGGGAGGATGGCAGGGAATGGTAGATGGTTGGTATGGGTACCACCATAGCAATGAGC
AGGGGAGTGGGTACGCTGCAGACAAAGAATCCACTCAAAAGGCAATAGATGGAGTCACCAATAAGGTCAA
CTCGATCATTGACAAAATGAACACTCAGTTTGAGGCCGTTGGAAGGGAATTTAACAACTTAGAAAGGAGA
ATAGAGAATTTAAACAAGAAGATGGAAGACGGGTTCCTAGATGTCTGGACTTATAATGCTGAACTTCTGG
TTCTCATGGAAAATGAGAGAACTCTAGACTTTCATGACTCAAATGTCAAGAACCTTTACGACAAGGTCCG
ACTACAGCTTAGGGATAATGCAAAGGAGCTGGGTAACGGTTGTTTCGAGTTCTATCATAAATGTGATAAT
GAATGTATGGAAAGTGTAAGAAACGGAACGTATGACTACCCGCAGTATTCAGAAGAAGCAAGACTAAAAA
GAGAGGAAATAAGTGGAGTAAAATTGGAATCAATAGGAATTTACCAAATACTGTCAATTTATTCTACAGT
GGCGAGTTCCCTAGCACTGGCAATCATGGTAGCTGGTCTATCCTTATGGATGTGCTCCAATGGGTCTTTA
CAATGCAGAATTTGCATTAAATTGGAGTCAGA
```

ข้อมูลรหัสพันธุกรรมในรูปแบบ edit seq



ข้อมูลรหัสพันธุกรรมในรูปแบบ GenBank

```
LOCUS       AY590568               1712 bp    DNA     linear   VRL 18-JAN-2006
DEFINITION  Influenza A virus
            (A/chicken/Nakorn-Patom/Thailand/CU-K2/2004(H5N1)) hemagglutinin
            gene, partial cds.
ACCESSION   AY590568
VERSION     AY590568.2  GI:48431281
KEYWORDS    .
SOURCE      Influenza A virus
            (A/chicken/Nakorn-Patom/Thailand/CU-K2/2004(H5N1))
  ORGANISM  Influenza A virus
            (A/chicken/Nakorn-Patom/Thailand/CU-K2/2004(H5N1))
            Viruses; ssRNA negative-strand viruses; Orthomyxoviridae;
            Influenzavirus A.
REFERENCE   1  (bases 1 to 1712)
  AUTHORS   Payungporn,S., Chutinimitkul,S., Chaisingh,A.,
            Damrongwantanapokin,S., Buranathai,C., Amonsin,A., Theamboonlers,A.
            and Poovorawan,Y.
  TITLE     Single step multiplex real-time RT-PCR for H5N1 influenza A virus
            detection
  JOURNAL   J. Virol. Methods 131 (2), 143-147 (2006)
   PUBMED   16183140
REFERENCE   2  (bases 1 to 1712)
  AUTHORS   Theamboonlers,A., Payungporn,S., Thongmee,C., Chutinimitkul,S.,
            Pakdeeviroj,P., Viseshakul,N., Oraveerakul,K., Kaewcharoen,J.,
            Suradhat,S., Thanawongnuwech,R., Amonsin,A. and Poovorawan,Y.
  TITLE     Direct Submission
  JOURNAL   Submitted (13-FEB-2004) Pediatric Department, Chulalongkorn
            University, Rama 4, Pratumwan, Bangkok 10330, Thailand
REFERENCE   3  (bases 1 to 1712)
  AUTHORS   Theamboonlers,A., Payungporn,S., Thongmee,C., Chutinimitkul,S.,
            Pakdeeviroj,P., Viseshakul,N., Oraveerakul,K., Kaewcharoen,J.,
            Suradhat,S., Thanawongnuwech,R., Amonsin,A. and Poovorawan,Y.
  TITLE     Direct Submission
```

ระยะที่ 2 การวิเคราะห์ข้อมูลรหัสพันธุกรรม เพื่อหาบริเวณที่สำคัญหรือเป็นคุณสมบัติจำเพาะในแต่ละยีนของเชื้อ

การวิเคราะห์ข้อมูลรหัสพันธุกรรม

การวิเคราะห์ข้อมูลรหัสพันธุกรรม ได้ใช้เครื่องคอมพิวเตอร์ PC และโปรแกรมที่ใช้ในการอ่านและประกอบรหัสพันธุกรรม (assembly) เปรียบเทียบรหัสพันธุกรรม (alignment) และแปรรหัสพันธุกรรมจากนิวคลีโอไทด์เป็นกรดอะมิโน (annotation) ซึ่งเป็นโปรแกรมในกลุ่ม DNASTAR (DNASTAR, Madison, WI) ขั้นตอนการวิเคราะห์ข้อมูลประกอบด้วย

1. อ่านและยืนยันข้อมูลรหัสพันธุกรรม โดยปกติรหัสพันธุกรรมที่ได้จากเครื่อง ABI automated DNA sequencer (Applied Biosystems) จะเป็น ABI file format ซึ่งจำเป็นต้องใช้โปรแกรมอ่านข้อมูลลำดับนิวคลีโอไทด์จาก ABI file หรือ Text file ในการวิจัยครั้งนี้ได้ใช้โปรแกรม Chromas V1.45 (Griffith University, Queensland, Australia) และ BioEdit V7.00 (Tom Hall Pharmaceuticals Inc.) ในการอ่านข้อมูลลำดับนิวคลีโอไทด์และยืนยันผลการอ่าน (validate) ลำดับนิวคลีโอไทด์ให้ถูกต้อง

2. แปลงลำดับนิวคลีโอไทด์ให้อยู่ใน file ที่เหมาะสมกับ assembly program ในการวิจัยครั้งนี้ได้ใช้โปรแกรม EditSeq (DNASTAR) ในการแปลง file ให้เหมาะสมกับ assembly program

3. ประกอบรหัสพันธุกรรมทั้งยีน (assembly) ทำให้ได้สายรหัสพันธุกรรมของยีนที่ยาวขึ้นหรือครอบคลุมรหัสพันธุกรรมทั้งหมดของยีน ในการวิจัยครั้งนี้ได้ใช้โปรแกรม BioEdit V7.00 (Tom Hall Pharmaceuticals Inc.) ในการประกอบลำดับเบส (assembly program)

4. เปรียบเทียบรหัสพันธุกรรม (alignment) ทั้งในระดับนิวคลีโอไทด์ และกรดอะมิโน ในแต่ละยีนของเชื้อไวรัส ในการวิจัยครั้งนี้ได้ใช้โปรแกรม BioEdit V7.00 (Tom Hall Pharmaceuticals Inc.) และ MegAlign (DNASTAR) ในการเปรียบเทียบรหัสพันธุกรรม (alignment program)

5. วิเคราะห์ข้อมูลรหัสพันธุกรรมในแต่ละยีนของเชื้อไวรัส โดยตรวจสอบบริเวณที่สำคัญหรือเป็นคุณสมบัติจำเพาะในแต่ละยีนของเชื้อ

การตรวจสอบบริเวณที่สำคัญหรือเป็นคุณสมบัติจำเพาะในแต่ละยีนของเชื้อไข้หวัดนก

หลังจากได้รหัสพันธุกรรมในแต่ละยีนของเชื้อไข้หวัดนกแล้ว จะเปรียบเทียบรหัสพันธุกรรมทั้งในระดับนิวคลีโอไทด์และกรดอะมิโน โดยใช้โปรแกรม BioEdit V7.00 (Tom Hall Pharmaceuticals Inc.) และ MegAlign (DNASTAR) ร่วมกับการทำ homology search ด้วยวิธี BLASTN และ BLASTP กับฐานข้อมูลรหัสพันธุกรรม (GenBank) ผ่านทาง http://www.ncbi.nlm.nih.gov รายละเอียดการตรวจสอบบริเวณที่สำคัญหรือเป็นคุณสมบัติจำเพาะในแต่ละยีน ได้แสดงไว้ในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 รายละเอียดการตรวจสอบบริเวณที่สำคัญหรือเป็นคุณสมบัติจำเพาะในแต่ละยีน

ยีน	ความสำคัญ/คุณสมบัติจำเพาะ	ตำแหน่งของกรดอะมิโน
Hemagglutinin (HA)*		
	Connecting peptide sequences	323-329
	Receptor binding site	222, 224
	Glycosylation sites	10-12, 11-13, 22-24, 154-156, 165-167, 193-195, 286-288
	Amino acid under positive selection	83, 86, 138, 140, 141, 129, 175
Neuraminidase (NA)		
	NA stalk region	49-68 (20 amino acids)
	Oseltamivir resistance	119, 275, 293, 295
Matrix (M)**		
	Amantadine resistance	26, 27, 30, 31, 64, 66
	Human/Avian like characteristics	16, 28, 55
Non structural (NS)***		
	Amino acid deletion in NS1	80-84
	Virulence determinant	92
	Virulence determinant	Carboxy-terminal of NS1

Polymerase Basic 1 (PB1)		
	Virulence determinant	198, 317
	Function unknown	23, 33, 79, 84
Polymerase Basic 2 (PB2)		
	Virulence determinant	355, 627
	Human/Avian like characteristics	199, 661, 667, 702
Polymerase (PA)		
	Human/Avian like characteristics	409
Nucleoprotein (NP)		
	Human/Avian like characteristics	136

หมายเหตุ * ยีน HA นับกรดอะมิโนตามโปรตีน H5 โดยเริ่มกรดอะมิโนที่ DQI
** ยีน M นับกรดอะมิโนตามโปรตีน M2
*** ยีน NS นับกรดอะมิโนตามโปรตีน NS1

ระยะที่ 3 สร้างฐานข้อมูลและเผยแพร่ข้อมูล และองค์ความรู้ในรูปของเทคโนโลยีสารสนเทศ เพื่อเป็นการเฝ้าระวังการเปลี่ยนแปลงหรือการกลายพันธุ์ของเชื้อไข้หวัดนกในประเทศไทยและภูมิภาคใกล้เคียง

การสร้างฐานข้อมูลรหัสพันธุกรรมของเชื้อไข้หวัดนกในประเทศไทย

หลังจากได้ข้อมูลรหัสพันธุกรรม และเปรียบเทียบรหัสพันธุกรรมทั้งในระดับนิวคลีโอไทด์และกรดอะมิโนของแต่ละยีนของเชื้อไข้หวัดนกแล้ว ได้จัดทำฐานข้อมูลของรหัสพันธุกรรม ผลการวิเคราะห์รหัสพันธุกรรม เพื่อเป็นการเฝ้าระวังการเปลี่ยนแปลงหรือการกลายพันธุ์ รวมทั้งข้อมูลข่าวสารที่เกี่ยวข้องกับโรคและเชื้อไข้หวัดนก นอกจากนี้ได้ออกแบบการค้นหาข้อมูลในฐานข้อมูล (search engine) ที่เกี่ยวข้องกับรหัสพันธุกรรม และผลการเฝ้าระวังการกลายพันธุ์ของเชื้อไข้หวัดนก ข้อมูลหลักในฐานข้อมูลจะประกอบด้วย

สาระน่ารู้ (AI information) ข้อมูลในสาระน่ารู้ จะประกอบด้วยข้อมูล ความรู้ และบทความ ที่เกี่ยวข้องกับเชื้อและโรคไข้หวัดนก รวมทั้งระบาดวิทยาของโรคไข้หวัดนกในประเทศไทยและต่างประเทศ

ข่าว (news) ข้อมูลในข่าว จะประกอบด้วยข้อมูลปัจจุบัน ที่เกี่ยวข้องกับการระบาด หรือรายงานการวิจัยที่มีความสำคัญ

ตรวจสอบการกลายพันธุ์ (AI genetic monitoring) ข้อมูลในตรวจสอบการกลายพันธุ์ ประกอบด้วยข้อมูลหลัก 2 ส่วน คือ ส่วนที่ 1 ข้อมูลผลการวิเคราะห์รหัสพันธุกรรมในแต่ละยีนของเชื้อไวรัสที่มีในฐานข้อมูล และส่วนที่ 2 การค้นหาข้อมูล โดยการค้นหาจากจังหวัด (province) และยีน (gene)

ค้นหารหัสพันธุกรรม (AI gene sequences) ข้อมูลในค้นหารหัสพันธุกรรม ประกอบด้วยข้อมูลหลัก 2 ส่วน คือ ส่วนที่ 1 ข้อมูลรหัสพันธุกรรมของแต่ละยีนของเชื้อไวรัสที่มีในฐานข้อมูล และส่วนที่ 2 การค้นหาข้อมูล โดยการค้นหาจากชนิดสัตว์ (host) ยีน (gene) ปี (year) พิกัด (GIS) หรือ คำสำคัญ (keyword)

สรุปผลการเฝ้าระวัง (AI summary and surveillance) ข้อมูลในสรุปผลการเฝ้าระวัง ประกอบด้วย ผลการสรุปข้อมูลในฐานข้อมูล โดยสามารถแสดงผลแบบจำแนกตามจังหวัด จำแนกตามชนิดสัตว์ หรือ จำแนกตามปี

การเผยแพร่ฐานข้อมูลในรูปของเทคโนโลยีสารสนเทศ

การเผยแพร่ข้อมูลในรูปของเทคโนโลยีสารสนเทศ โดยการสร้าง WWW (World Wide Web หรือ Web page) ที่มีข้อมูลต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับฐานข้อมูลรหัสพันธุกรรมที่สร้างขึ้น การวิจัยครั้งนี้ได้เผยแพร่ข้อมูลในรูปของเทคโนโลยีสารสนเทศไว้ที่ http://www.thai-ai-database.org โดยได้จัดทำฐานข้อมูลทั้งในรูปแบบของภาษาไทย และภาษาอังกฤษ

ผลการวิจัย

ผลการรวบรวมข้อมูลรหัสพันธุกรรมของเชื้อไข้หวัดนกในประเทศไทย

ในการวิจัยครั้งนี้ได้รวบรวมรหัสพันธุกรรมของเชื้อไข้หวัดนกสายพันธุ์ H5N1 ในประเทศไทย โดยได้รวบรวมรหัสพันธุกรรมของเชื้อไข้หวัดนก จากข้อมูลที่เผยแพร่ในฐานข้อมูล GenBank โดยการ download จากฐานข้อมูล GenBank ที่ http://www.ncbi.nlm.nih.gov และรวบรวมข้อมูลรหัสพันธุกรรมของคณะผู้วิจัยที่ยังไม่ได้เผยแพร่ในฐานข้อมูล GenBank โดยได้รวบรวมผลการถอดรหัสพันธุกรรมทั้งตัวและบางยีนของเชื้อไวรัสที่มีความสำคัญ

ผลการรวบรวมรหัสพันธุกรรมของเชื้อไข้หวัดนกสายพันธุ์ H5N1 ในประเทศไทยได้รวบรวมรหัสพันธุกรรมของเชื้อไข้หวัดนกสายพันธุ์ H5N1 จำนวนทั้งสิ้น 148 ตัวอย่าง โดยสามารถจำแนกเชื้อไข้หวัดนกแบ่งตามชนิดสัตว์ พบว่าเชื้อไวรัสส่วนใหญ่ได้จากสัตว์ปีก โดยเฉพาะไก่ (58.11%) และเป็ด (12.16%) นอกจากนี้ยังมีข้อมูลรหัสพันธุกรรมของเชื้อไข้หวัดนกที่แยกได้จากสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม คน (0.68%) เสือ (4.05%) สุนัข (0.68%) และแมว (0.68%) (รายละเอียดผลการรวบรวมรหัสพันธุกรรมของเชื้อไข้หวัดนก จำแนกตามชนิดสัตว์ ได้แสดงไว้ในตารางที่ 3)

ผลการรวบรวมรหัสพันธุกรรมของเชื้อไวรัส โดยจำแนกเชื้อไข้หวัดนกแบ่งตามจังหวัดที่พบเชื้อ พบว่าเชื้อไวรัสส่วนใหญ่ได้จากจังหวัดชลบุรี (17.57%) และกรุงเทพมหานคร (9.46%) อย่างไรก็ตามยังมีข้อมูลบางส่วนที่ข้อมูลรหัสพันธุกรรมของเชื้อไข้หวัดนก ที่ยังไม่มีข้อมูลของแห่งที่พบเชื้อ (รายละเอียดผลการรวบรวมรหัสพันธุกรรมของเชื้อไข้หวัดนก จำแนกตามจังหวัดได้แสดงไว้ในตารางที่ 4) นอกจากนี้ยังจำแนกเชื้อไข้หวัดนกแบ่งตามปีที่พบเชื้อ โดยพบว่าจำนวนเชื้อไข้หวัดนกที่แยกได้ในปี พ.ศ. 2547 คิดเป็น 107 ตัวอย่าง (72.30%) ปี พ.ศ. 2548 คิดเป็น 4 ตัวอย่าง (2.70%) และ ปี พ.ศ. 2549 คิดเป็น 37 ตัวอย่าง (25.00%) ตามลำดับ

ข้อมูลรหัสพันธุกรรมของเชื้อไข้หวัดนก ที่คัดเลือกสำหรับฐานข้อมูลในการศึกษาวิจัยครั้งนี้ เป็นข้อมูลรหัสพันธุกรรมทั้งตัว (ทั้ง 8 ยีน) ของเชื้อไข้หวัดนก จำนวน 28 ตัวอย่าง และข้อมูลรหัสพันธุกรรมของบางยีนที่มีความสำคัญของเชื้อไวรัส ซึ่งข้อมูลรหัสพันธุกรรมดังกล่าวจะคัดเลือก เฉพาะข้อมูลรหัสพันธุกรรมที่มีความสมบูรณ์ (complete gene) โดยส่วนใหญ่เชื้อไข้หวัดนกทั้งหมดจะมีข้อมูลรหัสพันธุกรรมของยีน 2 ยีนที่สำคัญ คือ Hemagglutinin (HA) และ Neuraminidase (NA) (รายละเอียดผลการรวบรวมรหัสพันธุกรรมในแต่ละยีนของเชื้อไข้หวัดนกได้แสดงไว้ในตารางที่ 5 และภาคผนวก ก)

ตารางที่ 3 รายละเอียดผลการรวบรวมรหัสพันธุกรรมของเชื้อไข้หวัดนก จำแนกตามชนิดสัตว์

ชนิดสัตว์	**จำนวนเชื้อ**	**เปอร์เซ็นต์ (%)**
ไก่	86	58.11 %
ไก่ฟ้า	1	0.68 %
นกกระจอก	1	0.68 %
นกกระจอกเทศ	2	1.35 %
นกกระทา	2	1.35 %
นกตะขาบ	1	0.68 %
นกพิราบ	2	1.35 %
นกยูงขาว	2	1.35 %
นกเอี้ยง	1	0.68 %
เป็ด	18	12.16 %
มนุษย์	1	0.68 %
แมว	1	0.68 %
ไม่ทราบ	18	12.16 %
สุนัข	1	0.68 %
เสือ	6	4.05 %
ห่าน	1	0.68 %
อีกา	4	2.70 %
รวม	148	100 %

ตารางที่ 4 รายละเอียดผลการรวบรวมรหัสพันธุกรรมของเชื้อไข้หวัดนก จำแนกตามชนิดจังหวัดที่พบเชื้อ

ชนิดสัตว์	จำนวนเชื้อ	เปอร์เซ็นต์ (%)
กรุงเทพมหานคร	14	9.46 %
กาญจนบุรี	1	0.68 %
ฉะเชิงเทรา	3	2.03 %
ชลบุรี	26	17.57 %
นครนายก	1	0.68 %
นครปฐม	4	2.70 %
นครพนม	1	0.68 %
นครราชสีมา	2	1.35 %
นครสวรรค์	4	2.70 %
นนทบุรี	1	0.68 %
ปทุมธานี	1	0.68 %
ปราจีนบุรี	7	4.73 %
พังงา	1	0.68 %
พิจิตร	2	1.35 %
เพชรบุรี	1	0.68 %
เพชรบูรณ์	2	1.35 %
ไม่ระบุ	60	40.54 %
ระนอง	1	0.68 %
ราชบุรี	1	0.68 %
ลพบุรี	1	0.68 %
สมุทรปราการ	3	2.03 %
สระบุรี	4	2.70 %
สุพรรณบุรี	4	2.70 %
หนองคาย	1	0.68 %
อยุธยา	2	1.35 %
รวม	148	100 %

ตารางที่ 5 รายละเอียดผลการรวบรวมรหัสพันธุกรรมในแต่ละยีนของเชื้อไข้หวัดนก

ยีน	จำนวนเชื้อ	เปอร์เซ็นต์ (%)
Hemagglutinin (HA)	148	100 %
Neuraminidase (NA)	147	99.32 %
Matrix (M)	132	89.19 %
Nonstructural protein (NS)	131	88.51 %
Polymerase basic 1 (PB1)	29	19.59 %
Polymerase basic 1 (PB2)	114	77.03 %
Polymerase (PA)	29	19.59 %
Nucleoprotein (NP)	51	34.46 %

หมายเหตุ จำนวนเชื้อไข้หวัดนกที่มีรหัสพันธุกรรมทั้งหมด (8 ยีน) มีจำนวน 28 ตัวอย่าง

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลรหัสพันธุกรรมและตรวจสอบบริเวณที่สำคัญหรือเป็นคุณสมบัติจำเพาะในแต่ละยีนของเชื้อไข้หวัดนก

ในการศึกษาครั้งนี้ ได้นำรหัสพันธุกรรมของแต่ละยีนของเชื้อไข้หวัดนก มาเปรียบเทียบทั้งในระดับนิวคลีโอไทด์และกรดอะมิโน โดยใช้โปรแกรม BioEdit V7.00 และ MegAlign ร่วมกับการทำ homology search ด้วยวิธี BLASTN และ BLASTP กับฐานข้อมูลรหัสพันธุกรรม (GenBank) ผ่านทาง http://www.ncbi.nlm.nih.gov

การเปรียบเทียบรหัสพันธุกรรม ได้ใช้รหัสพันธุกรรมของเชื้อไข้หวัดนก 2 ตัวอย่างเป็นรหัสพันธุกรรมหลักในการเปรียบเทียบและกำหนดตำแหน่งของกรดอะมิโน ได้แก่

1. เชื้อไข้หวัดนก A/Goose/Guangdong/1/96 (H5N1) (GenBank accession number NC007357-NC007364 ซึ่งถือว่าเป็นเชื้อไข้หวัดนก ที่เป็นต้นแบบของเชื้อไข้หวัดนกที่ระบาดในปัจจุบัน
2. เชื้อไข้หวัดนก A/Chicken/Nakorn Patom/Thailand/CU-K2/04 (H5N1) (GenBank accession number AY551934, AY590567-8, AY590578-82 ซึ่งถือว่าเป็นเชื้อไข้หวัดนกตัวอย่างแรกในรายงานการระบาดของโรคไข้หวัดนกในประเทศไทย

Hemagglutinin gene (HA)

การวิเคราะห์ข้อมูลรหัสพันธุกรรมและตรวจสอบบริเวณที่สำคัญหรือเป็นคุณสมบัติจำเพาะ

- connecting peptide sequences ที่ตำแหน่งกรดอะมิโนที่ 323-329
- receptor binding site ที่ตำแหน่งกรดอะมิโนที่ 222, 224
- glycosylation sites ที่ตำแหน่งกรดอะมิโนที่ 10-12, 11-13, 22-24, 154-156, 165-167, 193-195, 286-288
- amino acid under positive selection ที่ตำแหน่งกรดอะมิโนที่ 83, 86, 138, 140, 141, 129, 175

Connecting peptide sequences connecting peptide sequences เป็นบริเวณกรดอะมิโนที่ 323-329 ของโปรตีน HA โปรตีน HA จะถูกสร้างเป็น HA0 และถูกตัดย่อยด้วยเอ็นไซม์ที่บริเวณ connective peptide sequences เป็น HA1 และ HA2 โดยทั่วไปชนิดและจำนวนของกรดอะมิโนในบริเวณ connective peptide sequences เกี่ยวข้องกับความรุนแรงในการก่อโรคของเชื้อไวรัส โดยพบว่าเชื้อไวรัสที่มีกรดอะมิโนชนิดเบสหลายตัว (multiple basic amino acids) ในบริเวณดังกล่าว จะมีความรุนแรงในการก่อโรคและถือว่าเป็น Highly Pathogenic Avian Influenza (HPAI) (de Jong and Hien, 2006) ในการวิจัยครั้งนี้ พบว่าเชื้อ

ไข้หวัดนกในประเทศไทย มี connective peptide sequences แบบ multiple basic amino acids ซึ่งถือได้ว่าเชื้อไข้หวัดนกในประเทศไทยเป็น Highly Pathogenic Avian Influenza (HPAI) โดยพบว่ามีกรดอะมิโนชนิด RERRRKK เป็นส่วนใหญ่ นอกจากนี้ยังมีชนิด RERKRKK และ REKRRKK ซึ่งพบได้ในนกป่าและสัตว์ปีกหลายตัวอย่าง รวมทั้งชนิด RERRRK—ซึ่งพบได้ 1 ตัวอย่างในเชื้อไข้หวัดนกที่แยกได้จากไก่ในปี 2549 (NP-172) (รายละเอียดผลการเปรียบเทียบยีน HA ของเชื้อไข้หวัดนก ได้แสดงไว้ในตารางที่ 6 และภาคผนวก ข)

Receptor binding site receptor binding site เป็นบริเวณกรดอะมิโนที่ 222-224 ของโปรตีน HA โดยพบว่าที่ตำแหน่งกรดอะมิโนดังกล่าวเกี่ยวข้องกับการเกาะจับของเชื้อไวรัสกับตัวรับบนเซลล์โฮสต์ (host receptor) ผลการวิจัยครั้งนี้พบว่าเชื้อไข้หวัดนกในประเทศไทยมีกรดอะมิโนที่ 222-224 เป็น Q (222) และ G (224) ทุกตัวอย่างใน receptor binding site (รายละเอียดผลการเปรียบเทียบยีน HA ของเชื้อไข้หวัดนก ได้แสดงไว้ในตารางที่ 6 และภาคผนวก ข)

Glycosylation sites glycosylation sites บริเวณตำแหน่งกรดอะมิโนที่ 10-12, 11-13, 22-24, 154-156, 165-167, 193-195, 286-288 ของโปรตีน HA เกี่ยวข้องกับการเกาะจับของเชื้อไวรัสกับตัวรับบนเซลล์โฮสต์เช่นกัน โดยการที่เชื้อไวรัสมี glycosylation site เพิ่มขึ้นหรือลดลง อาจส่งผลต่อความสามารถของเชื้อไวรัสในการเกาะจับกับโปรตีนชนิดต่างๆ รวมทั้งความสามารถในการเกาะจับกับตัวรับในเซลล์โฮสต์ การวิจัยครั้งนี้พบว่าเชื้อไข้หวัดนกในประเทศไทยส่วนใหญ่มี glycosylation sites จำนวน 7 แห่งในโปรตีน HA อย่างไรก็ตามมีเชื้อไข้หวัดนกบางตัวอย่างที่มี glycosylation sites ลดลง 1 ตำแหน่ง เช่น เชื้อไวรัส CU-01 (แยกได้จากไก่ในปี 2547) และเชื้อไวรัส NP-172 (แยกได้จากไก่ในปี 2547) (รายละเอียดผลการเปรียบเทียบยีน HA ของเชื้อไข้หวัดนก ได้แสดงไว้ในตารางที่ 7 และภาคผนวก ข)

Amino acid under positive selection pressure เป็นบริเวณกรดอะมิโนที่มีการเปลี่ยนแปลงสูงของโปรตีน HA บริเวณดังกล่าวได้แก่ บริเวณตำแหน่งกรดอะมิโนที่ 83, 86, 138, 140, 141, 129, 175 ซึ่งการเปลี่ยนแปลงของกรดอะมิโนดังกล่าว อาจมีผลต่อคุณสมบัติในการเป็นแอนติเจนของโปรตีน HA (antigenic properties) ผลการวิจัยครั้งนี้พบว่าเชื้อไข้หวัดนกโดยส่วนใหญ่มีกรดอะมิโนที่ตำแหน่ง 83, 86, 138, 140, 141, 129, 175 เป็น A (83), V (86), Q (138), K (140), S (141), L (129) และ L (175) อย่างไรก็ตามพบการเปลี่ยนแปลงของกรดอะมิโนในบางตำแหน่งในตัวอย่างที่แยกได้ในปี 2548 และ 2549 ซึ่งแสดงถึงการเปลี่ยนแปลง antigenic properties ของเชื้อไวรัสตลอดเวลา (รายละเอียดผลการเปรียบเทียบยีน HA ของเชื้อไข้หวัดนก ได้แสดงไว้ในตารางที่ 8 และภาคผนวก ข)

ตารางที่ 6 ผลการเปรียบเทียบยีน HA ของเชื้อไข้หวัดนกในตำแหน่งกรดอะมิโนที่ 323-329 (connective peptide sequences) และ 222, 224 (receptor binding site)

Virus	Isolate Description	Year	Connecting peptide sequences (323-329)	Receptor binding site	
				222	224
CU-01	A/Chicken/Suphan Buri/CU-1/04	2547	RERRRKK	Q	G
CU-02	A/Duck/Chon Buri/CU-2/04	2547	RERRRKK	Q	G
CU-03	A/Chicken/Bangkok/CU-3/04	2547	RERRRKK	Q	G
CU-04	A/Crow/Bangkok/CU-4/04	2547	RERRRKK	Q	G
CU-05	A/Duck/Chon Buri/CU-5/04	2547	RERRRKK	Q	G
CU-06	A/Chicken/Bangkok/CU-6/04	2547	RERRRKK	Q	G
CU-07	A/Chicken/Chon Buri/CU-7/04	2547	RERRRKK	Q	G
CU-08	A/Chicken/Prachin Buri/CU-8/04	2547	RERRRKK	Q	G
CU-09	A/Chicken/Suphan Buri/CU-9/04	2547	RERRRKK	Q	G
CU-10	A/Chicken/Chachoengsao/CU-10/04	2547	RERRRKK	Q	G
CU-11	A/Chicken/Chachoengsao/CU-11/04	2547	RERRRKK	Q	G
CU-12	A/Chicken/Nakhon Sawan/CU-12/04	2547	RERRRKK	Q	G
CU-13	A/Chicken/Nakhon Sawan/CU-13/04	2547	RERRRKK	Q	G
CU-14	A/Chicken/Nakho Pathom/CU-14/04	2547	RERRRKK	Q	G
CU-15	A/Crow/Bangkok/CU-15/04	2547	RERKRKK	Q	G
CU-16	A/White Peafowl/Bangkok/CU-16/04	2547	RERKRKK	Q	G
CU-17	A/Chicken/Saraburi/CU-17/04	2547	RERRRKK	Q	G
CU-18	A/Kalji Pheasant/Bangkok/CU-18/04	2547	RERKRKK	Q	G
CU-19	A/Ostrich/Samut Prakan/CU-19/04	2547	RERRRKK	Q	G
CU-20	A/Chicken/Bangkok/CU-20/04	2547	RERRRKK	Q	G
CU-21	A/Chicken/Bangkok/CU-21/04	2547	RERRRKK	Q	G
CU-23	A/Chicken/Ayutthaya/CU-23/04	2547	RERRRKK	Q	G
CU-24	A/Chicken/Ayutthaya/CU-24/04	2547	RERRRKK	Q	G
CU-25	A/Crow/Bangkok/CU-25/04	2547	RERRRKK	Q	G
CU-26	A/Roller/Bangkok/CU-26/04	2547	RERRRKK	Q	G
CU-27	A/Chicken/Saraburi/CU-27/04	2547	RERRRKK	Q	G
CU-29	A/White Peafowl/Bangkok/CU-29/04	2547	RERKRKK	Q	G
CU-31	A/Ostrich/Samut Prakan/CU-31/04	2547	RERRRKK	Q	G
CU-35	A/Crow/Bangkok/CU-35/04	2547	REKRRKK	Q	G
CU-38	A/Chicken/Lop Buri/CU-38/04	2547	RERKRKK	Q	G
CU-39	A/Chicken/Nakhon Sawan/CU-39/04	2547	RERRRKK	Q	G
CU-68	A/Chicken/Ratchaburi/CU-68/04	2547	REKRRKK	Q	G
CU-66	A/Tiger/Chon Buri/CU-T3/04	2547	RERRRKK	Q	G
CU-71	A/Duck/Nakhon Pathom/CU-71/04	2547	RERRRKK	Q	G
CU-73	A/Chicken/Chon Buri/CU-73/04	2547	RERRRKK	Q	G
CU-74	A/Duck/Saraburi/CU-74/04	2547	RERRRKK	Q	G
CU-104	A/Chicken/Prachin Buri/CU-104/04	2547	RERRRKK	Q	G
CU-202	A/Pigeon/Samut Prakan/CU-202/04	2547	RERRRKK	Q	G
CU-203	A/Sparrow/Phang-Nga/CU-203/04	2547	RERRRKK	Q	G
CU-209	A/Mynas/Ranong/CU-209/04	2547	RERRRKK	Q	G
CK-160	A/Chicken/Kanchanaburi/CK-160/05	2548	REKRRKK	Q	G
CK-162	A/Chicken/Nonthaburi/CK-162/05	2548	REKRRKK	Q	G
QA-161	A/Quail/Nakhon Pathom/QA-161/05	2548	REKRRKK	Q	G

ตารางที่ 6 ต่อ

Virus	Isolate Description	Year	Connecting peptide sequences (323-329)	Receptor binding site	
				222	224
DLD22	A/Duck/Unknown/DLD-22/04	2547	RERRRKK	Q	G
DLD23	A/Chicken/Unknown/DLD23/04	2547	RERRRKK	Q	G
DLD24	A/Chicken/Unknown/DLD24/04	2547	RERRRKK	Q	G
DLD25	A/Chicken/Unknown/DLD25/04	2547	RERRRKK	Q	G
DLD26	A/Chicken/Unknown/DLD26/04	2547	RERRRKK	Q	G
DLD27	A/Chicken/Unknown/DLD27/04	2547	RERRRKK	Q	G
DLD28	A/Chicken/Unknown/DLD28/04	2547	RERRRKK	Q	G
DLD29	A/Chicken/Unknown/DLD29/04	2547	RERKRKK	Q	G
DLD30	A/Chicken/Unknown/DLD30/04	2547	RERKRKK	Q	G
DLD31	A/Chicken/Unknown/DLD31/04	2547	RERKRKK	Q	G
DLD32	A/Goose/Unknown/DLD32/04	2547	RERRRKK	Q	G
DLD33	A/Chicken/Unknown/DLD33/04	2547	RERRRKK	Q	G
DLD34	A/Quail/Unknown/DLD34/04	2547	RERKRKK	Q	G
DLD35	A/Chicken/Unknown/DLD35/04	2547	RERKRKK	Q	G
DLD36	A/Chicken/Unknown/DLD36/04	2547	RERRRKK	Q	G
DLD37	A/Chicken/Unknown/DLD37/04	2547	RERRRKK	Q	G
DLD38	A/Chicken/Unknown/DLD38/04	2547	RERRRKK	Q	G
DLD39	A/Chicken/Unknown/DLD39/04	2547	RERRRKK	Q	G
DLD40	A/Chicken/Unknown/DLD40/04	2547	RERRRKK	Q	G
DLD41	A/Chicken/Unknown/DLD41/04	2547	RERRRKK	Q	G
DLD42	A/Chicken/Unknown/DLD42/04	2547	RERKRKK	Q	G
CU-K2	A/Chicken/N. Pathom/CU-K2/04	2547	RERRRKK	Q	G
DLD43	A/Chicken/Unknown/DLD43/04	2547	RERRRKK	Q	G
DLD44	A/Chicken/Unknown/DLD44/04	2547	RERRRKK	Q	G
DLD45	A/Chicken/Unknown/DLD45/04	2547	RERRRKK	Q	G
DLD46	A/Chicken/Unknown/DLD46/04	2547	RERRRKK	Q	G
DLD47	A/Chicken/Unknown/DLD47/04	2547	RERRRKK	Q	G
DLD48	A/Chicken/Unknown/DLD48/04	2547	RERRRKK	Q	G
DLD49	A/Chicken/Unknown/DLD49/04	2547	RERRRKK	Q	G
DLD50	A/Duck/Chon Buri/DLD50/04	2547	RERRRKK	Q	G
DLD51	A/Duck/Chachoengsao/DLD51/04	2547	RERRRKK	Q	G
DLD52	A/Duck/Chon Buri/DLD52/04	2547	RERRRKK	Q	G
DLD53	A/Unknown/Unknown/DLD53/04	2547	RERRRKK	Q	G
DLD54	A/Duck/Prachin Buri/DLD54/04	2547	RERRRKK	Q	G
DLD55	A/Duck/Chon Buri/DLD55/04	2547	RERRRKK	Q	G
DLD56	A/Duck/Prachin Buri/DLD56/04	2547	RERRRKK	Q	G
DLD57	A/Duck/Nakhon Nayok/DLD57/04	2547	RERRRKK	Q	G
DLD58	A/Duck/Nakhon Sawan/DLD58/04	2547	RERRRKK	Q	G
DLD59	A/Unknown/Unknown/DLD59/04	2547	RERRRKK	Q	G
DLD60	A/Unknown/Unknown/DLD60/04	2547	RERRRKK	Q	G
DLD61	A/Duck/Pathum Thani/DLD61/04	2547	RERRRKK	Q	G
DLD62	A/Duck/Chon Buri/DLD62/04	2547	RERRRKK	Q	G
DLD63	A/Duck/Prachin Buri/DLD63/04	2547	RERRRKK	Q	G
DLD64	A/Unknown/Unknown/DLD64/04	2547	RERRRKK	Q	G
DLD65	A/Duck/Chon Buri/DLD65/04	2547	RERRRKK	Q	G
DLD66	A/Unknown/Unknown/DLD66/04	2547	REKRRKK	Q	G
DLD67	A/Unknown/Unknown/DLD67/04	2547	RERRRKK	Q	G
DLD68	A/Unknown/Unknown/DLD68/04	2547	RERRRKK	Q	G
DLD69	A/Unknown/Unknown/DLD69/04	2547	REKRRKK	Q	G
DLD70	A/Unknown/Unknown/DLD70/04	2547	REKRRKK	Q	G
DLD71	A/Unknown/Unknown/DLD71/04	2547	REKRRKK	Q	G
DLD72	A/Unknown/Unknown/DLD71/04	2547	RERRRKK	Q	G
DLD73	A/Unknown/Unknown/DLD73/04	2547	REKRRKK	Q	G

ตารางที่ 6 ต่อ

Virus	Isolate Description	Year	Connecting peptide sequences (323-329)	Receptor binding site	
				222	224
DLD74	A/Unknown/Unknown/DLD74/04	2547	RERRRKK	Q	G
DLD75	A/Unknown/Unknown/DLD75/04	2547	RERRRKK	Q	G
DLD76	A/Unknown/Unknown/DLD76/04	2547	RERRRKK	Q	G
DLD77	A/Unknown/Unknown/DLD77/04	2547	RERRRKK	Q	G
DLD78	A/Unknown/Unknown/DLD78/04	2547	REKRRKK	Q	G
DLD79	A/Unknown/Unknown/DLD79/04	2547	REKRRKK	Q	G
CU-T7	A/Tiger/Chon Buri/CU-T7/04	2547	RERRRKK	Q	G
CU-T4	A/Tiger/Chon Buri/CU-T4/04	2547	RERRRKK	Q	G
CU-T5	A/Tiger/Chon Buri/CU-T5/04	2547	RERRRKK	Q	G
CU-T6	A/Tiger/Chon Buri/CU-T6/04	2547	RERRRKK	Q	G
CU-T8	A/Tiger/Chon Buri/CU-T8/04	2547	RERRRKK	Q	G
CU-268	A/Chicken/Chon Buri/CU-268/06	2549	RERRRKK	Q	G
CU-269	A/Chicken/Bangkok/CU-269/06	2549	RERRRKK	Q	G
CU-270	A/Chicken/Phetchaburi/CU-270/06	2549	RERRRKK	Q	G
CU-271	A/Chicken/Chon Buri/CU-271/06	2549	RERRRKK	Q	G
CU-273	A/Chicken/N.ratchasima/CU-273/06	2549	RERRRKK	Q	G
CU-274	A/Chicken/Phetchabun/CU-274/06	2549	RERRRKK	Q	G
CU-275	A/Chicken/Phetchabun/CU-275/06	2549	RERRRKK	Q	G
CU-276	A/Chicken/Chon Buri/CU-276/06	2549	RERRRKK	Q	G
CU-279	A/Chicken/Chon Buri/CU-279/06	2549	RERRRKK	Q	G
CU-280	A/Chicken/Chon Buri/CU-280/06	2549	RERRRKK	Q	G
CU-283	A/Chicken/Chon Buri/CU-283/06	2549	RERRRKK	Q	G
CU-284	A/Chicken/N.ratchasima/CU-273/06	2549	RERRRKK	Q	G
CU-285	A/Chicken/Chon Buri/CU-285/06	2549	RERRRKK	Q	G
CU-286	A/Chicken/Chon Buri/CU-286/06	2549	RERRRKK	Q	G
CU-287	A/Chicken/Chon Buri/CU-287/06	2549	RERRRKK	Q	G
CU-289	A/Chicken/Unknown/CU-289/06	2549	RERRRKK	Q	G
CU-290	A/Chicken/Unknown/CU-290/06	2549	RERRRKK	Q	G
CU-291	A/Chicken/Unknown/CU-291/06	2549	RERRRKK	Q	G
CU-294	A/Chicken/Unknown/CU-294/06	2549	RERRRKK	Q	G
CU-297	A/Chicken/Unknown/CU-297/06	2549	RERRRKK	Q	G
CU-298	A/Chicken/Unknown/CU-298/06	2549	RERRRKK	Q	G
CU-299	A/Chicken/Unknown/CU-299/06	2549	RERRRKK	Q	G
CU-300	A/Chicken/Unknown/CU-300/06	2549	RERRRKK	Q	G
CU-301	A/Chicken/Unknown/CU-301/06	2549	RERRRKK	Q	G
CU-304	A/Chicken/Prachin Buri/CU-304/06	2549	REKRRKK	Q	G
CU-305	A/Chicken/Prachin Buri/CU-305/06	2549	REKRRKK	Q	G
CU-306	A/Chicken/Unknown/CU-306/06	2549	RERRRKK	Q	G
CU-307	A/Chicken/Unknown/CU-307/06	2549	RERRRKK	Q	G
CU-309	A/Chicken/Unknown/CU-309/06	2549	RERRRKK	Q	G
CU-282	A/Chicken/Chon Buri/CU-282/06	2549	RERRRKK	Q	G
CU-293	A/Chicken/Unknown/CU-293/06	2549	RERRRKK	Q	G
CU-308	A/Chicken/Unknown/CU-309/06	2549	RERRRKK	Q	G
KU-02	A/Cat/Thailand/KU-02/04	2547	RERRRKK	Q	G
KU-03	A/pigeon/Thailand/KU-03/04	2547	RERRRKK	Q	G
KU-08	A/Dog/Thailand/KU-08/04	2547	RERRRKK	Q	G
PC-168	A/Chicken/Thailand/PC-168/06	2549	RERRRKK	Q	G
PC-170	A/Chicken/Thailand/PC-170/06	2549	REKRRKK	Q	G
NP-172	A/Chicken/Thailand/NP-172/06	2549	RERRRK--	Q	G
CU-288	A/Chicken/Chon Buri/CU-288/06	2549	RERRRKK	Q	G
CU-329	A/Duck/Bangkok/CU-329/06	2549	RERRRKK	Q	G
NK-165	A/Human/Nong Khai/NK-165/05	2548	REKRRKK	Q	G

ตารางที่ 7 ผลการเปรียบเทียบยีน HA ของเชื้อไข้หวัดนกในตำแหน่งกรดอะมิโนที่ 10-12, 11-13, 22-24, 154-156, 165-167, 193-195, 286-288 (glycosylation sites)

Virus	Glycosylation site						
	10--12	11--13	22-24	154-156	165-167	193-195	286-288
CU-01	N-S	**F-T**	N-T	N-T	N-T	N-T	N-S
CU-02	N-S	N-T	N-T	N-T	N-T	N-T	N-S
CU-03	N-S	N-T	N-T	N-T	N-T	N-T	N-S
CU-04	N-S	N-T	N-T	N-T	N-T	N-T	N-S
CU-05	N-S	N-T	N-T	N-T	N-T	N-T	N-S
CU-06	N-S	N-T	N-T	N-T	N-T	N-T	N-S
CU-07	N-S	N-T	N-T	N-T	N-T	N-T	N-S
CU-08	N-S	N-T	N-T	N-T	N-T	N-T	N-S
CU-09	N-S	N-T	N-T	N-T	N-T	N-T	N-S
CU-10	N-S	N-T	N-T	N-T	N-T	N-T	N-S
CU-11	N-S	N-T	N-T	N-T	N-T	N-T	N-S
CU-12	N-S	N-T	N-T	N-T	N-T	N-T	N-S
CU-13	N-S	N-T	N-T	N-T	N-T	N-T	N-S
CU-14	N-S	N-T	N-T	N-T	N-T	N-T	N-S
CU-15	N-S	N-T	N-T	N-T	N-T	N-T	N-S
CU-16	N-S	N-T	N-T	N-T	N-T	N-T	N-S
CU-17	N-S	N-T	N-T	N-T	N-T	N-T	N-S
CU-18	N-S	N-T	N-T	N-T	N-T	N-T	N-S
CU-19	N-S	N-T	N-T	N-T	N-T	N-T	N-S
CU-20	N-S	N-T	N-T	N-T	N-T	N-T	N-S
CU-21	N-S	N-T	N-T	N-T	N-T	N-T	N-S
CU-23	N-S	N-T	N-T	N-T	N-T	N-T	N-S
CU-24	N-S	N-T	N-T	N-T	N-T	N-T	N-S
CU-25	N-S	N-T	N-T	N-T	N-T	N-T	N-S
CU-26	N-S	N-T	N-T	N-T	N-T	N-T	N-S
CU-27	N-S	N-T	N-T	N-T	N-T	N-T	N-S
CU-29	N-S	N-T	N-T	N-T	N-T	N-T	N-S
CU-31	N-S	N-T	N-T	N-T	N-T	N-T	N-S
CU-35	N-S	N-T	N-T	N-T	N-T	N-T	N-S
CU-38	N-S	N-T	N-T	N-T	N-T	N-T	N-S
CU-39	N-S	N-T	N-T	N-T	N-T	N-T	N-S
CU-68	N-S	N-T	N-T	N-T	N-T	N-T	N-S
CU-66	N-S	N-T	N-T	N-T	N-T	N-T	N-S
CU-71	N-S	N-T	N-T	N-T	N-T	N-T	N-S
CU-73	N-S	N-T	N-T	N-T	N-T	N-T	N-S
CU-74	N-S	N-T	N-T	N-T	N-T	N-T	N-S
CU-104	N-S	N-T	N-T	N-T	N-T	N-T	N-S
CU-202	N-S	N-T	N-T	N-T	N-T	N-T	N-S
CU-203	N-S	N-T	N-T	N-T	N-T	N-T	N-S
CU-209	N-S	N-T	N-T	N-T	N-T	N-T	N-S
CK-160	N-S	N-T	N-T	N-T	N-T	N-T	N-S
CK-162	N-S	N-T	N-T	N-T	N-T	N-T	N-S
QA-161	N-S	N-T	N-T	N-T	N-T	N-T	N-S

ตารางที่ 7 ต่อ

Virus	Glycosylation site						
	10--12	11--13	22-24	154-156	165-167	193-195	286-288
DLD22	N-S	N-T	N-T	N-T	N-T	N-T	N-S
DLD23	N-S	N-T	N-T	N-T	N-T	N-T	N-S
DLD24	N-S	N-T	N-T	N-T	N-T	N-T	N-S
DLD25	N-S	N-T	N-T	N-T	N-T	N-T	N-S
DLD26	N-S	N-T	N-T	N-T	N-T	N-T	N-S
DLD27	N-S	N-T	N-T	N-T	N-T	N-T	N-S
DLD28	N-S	N-T	N-T	N-T	N-T	N-T	N-S
DLD29	N-S	N-T	N-T	N-T	N-T	N-T	N-S
DLD30	N-S	N-T	N-T	N-T	N-T	N-T	N-S
DLD31	N-S	N-T	N-T	N-T	N-T	N-T	N-S
DLD32	N-S	N-T	N-T	N-T	N-T	N-T	N-S
DLD33	N-S	N-T	N-T	N-T	N-T	N-T	N-S
DLD34	N-S	N-T	N-T	N-T	N-T	N-T	N-S
DLD35	N-S	N-T	N-T	N-T	N-T	N-T	N-S
DLD36	N-S	N-T	N-T	N-T	N-T	N-T	N-S
DLD37	N-S	N-T	N-T	N-T	N-T	N-T	N-S
DLD38	N-S	N-T	N-T	N-T	N-T	N-T	N-S
DLD39	N-S	N-T	N-T	N-T	N-T	N-T	N-S
DLD40	N-S	N-T	N-T	N-T	N-T	N-T	N-S
DLD41	N-S	N-T	N-T	N-T	N-T	N-T	N-S
DLD42	N-S	N-T	N-T	N-T	N-T	N-T	N-S
CU-K2	N-S	N-T	N-T	N-T	N-T	N-T	N-S
DLD43	N-S	N-T	N-T	N-T	N-T	N-T	N-S
DLD44	N-S	N-T	N-T	N-T	N-T	N-T	N-S
DLD45	N-S	N-T	N-T	N-T	N-T	N-T	N-S
DLD46	N-S	N-T	N-T	N-T	N-T	N-T	N-S
DLD47	N-S	N-T	N-T	N-T	N-T	N-T	N-S
DLD48	N-S	N-T	N-T	N-T	N-T	N-T	N-S
DLD49	N-S	N-T	N-T	N-T	N-T	N-T	N-S
DLD50	N-S	N-T	N-T	N-T	N-T	N-T	N-S
DLD51	N-S	N-T	N-T	N-T	N-T	N-T	N-S
DLD52	N-S	N-T	N-T	N-T	N-T	N-T	N-S
DLD53	N-S	N-T	N-T	N-T	N-T	N-T	N-S
DLD54	N-S	N-T	N-T	N-T	N-T	N-T	N-S
DLD55	N-S	N-T	N-T	N-T	N-T	N-T	N-S
DLD56	N-S	N-T	N-T	N-T	N-T	N-T	N-S
DLD57	N-S	N-T	N-T	N-T	N-T	N-T	N-S
DLD58	N-S	N-T	N-T	N-T	N-T	N-T	N-S
DLD59	N-S	N-T	N-T	N-T	N-T	N-T	N-S
DLD60	N-S	N-T	N-T	N-T	N-T	N-T	N-S
DLD61	N-S	N-T	N-T	N-T	N-T	N-T	N-S
DLD62	N-S	N-T	N-T	N-T	N-T	N-T	N-S
DLD63	N-S	N-T	N-T	N-T	N-T	N-T	N-S
DLD64	N-S	N-T	N-T	N-T	N-T	N-T	N-S
DLD65	N-S	N-T	N-T	N-T	N-T	N-T	N-S
DLD66	N-S	N-T	N-T	N-T	N-T	N-T	N-S
DLD67	N-S	N-T	N-T	N-T	N-T	N-T	N-S
DLD68	N-S	N-T	N-T	N-T	N-T	N-T	N-S
DLD69	N-S	N-T	N-T	N-T	N-T	N-T	N-S
DLD70	N-S	N-T	N-T	N-T	N-T	N-T	N-S
DLD71	N-S	N-T	N-T	N-T	N-T	N-T	N-S
DLD72	N-S	N-T	N-T	N-T	N-T	N-T	N-S
DLD73	N-S	N-T	N-T	N-T	N-T	N-T	N-S

ตารางที่ 7 ต่อ

Virus	Glycosylation site						
	10--12	11--13	22-24	154-156	165-167	193-195	286-288
DLD74	N-S	N-T	N-T	N-T	N-T	N-T	N-S
DLD75	N-S	N-T	N-T	N-T	N-T	N-T	N-S
DLD76	N-S	N-T	N-T	N-T	N-T	N-T	N-S
DLD77	N-S	N-T	N-T	N-T	N-T	N-T	N-S
DLD78	N-S	N-T	N-T	N-T	N-T	N-T	N-S
DLD79	N-S	N-T	N-T	N-T	N-T	N-T	N-S
CU-T7	N-S	N-T	N-T	N-T	N-T	N-T	N-S
CU-T4	N-S	N-T	N-T	N-T	N-T	N-T	N-S
CU-T5	N-S	N-T	N-T	N-T	N-T	N-T	N-S
CU-T6	N-S	N-T	N-T	N-T	N-T	N-T	N-S
CU-T8	N-S	N-T	N-T	N-T	N-T	N-T	N-S
CU-268	N-S	N-T	N-T	N-T	N-T	N-T	N-S
CU-269	N-S	N-T	N-T	N-T	N-T	N-T	N-S
CU-270	N-S	N-T	N-T	N-T	N-T	N-T	N-S
CU-271	N-S	N-T	N-T	N-T	N-T	N-T	N-S
CU-273	N-S	N-T	N-T	N-T	N-T	N-T	N-S
CU-274	N-S	N-T	N-T	N-T	N-T	N-T	N-S
CU-275	N-S	N-T	N-T	N-T	N-T	N-T	N-S
CU-276	N-S	N-T	N-T	N-T	N-T	N-T	N-S
CU-279	N-S	N-T	N-T	N-T	N-T	N-T	N-S
CU-280	N-S	N-T	N-T	N-T	N-T	N-T	N-S
CU-283	N-S	N-T	N-T	N-T	N-T	N-T	N-S
CU-284	N-S	N-T	N-T	N-T	N-T	N-T	N-S
CU-285	N-S	N-T	N-T	N-T	N-T	N-T	N-S
CU-286	N-S	N-T	N-T	N-T	N-T	N-T	N-S
CU-287	N-S	N-T	N-T	N-T	N-T	N-T	N-S
CU-289	N-S	N-T	N-T	N-T	N-T	N-T	N-S
CU-290	N-S	N-T	N-T	N-T	N-T	N-T	N-S
CU-291	N-S	N-T	N-T	N-T	N-T	N-T	N-S
CU-294	N-S	N-T	N-T	N-T	N-T	N-T	N-S
CU-297	N-S	N-T	N-T	N-T	N-T	N-T	N-S
CU-298	N-S	N-T	N-T	N-T	N-T	N-T	N-S
CU-299	N-S	N-T	N-T	N-T	N-T	N-T	N-S
CU-300	N-S	N-T	N-T	N-T	N-T	N-T	N-S
CU-301	N-S	N-T	N-T	N-T	N-T	N-T	N-S
CU-304	N-S	N-T	N-T	N-T	N-T	N-T	N-S
CU-305	N-S	N-T	N-T	N-T	N-T	N-T	N-S
CU-306	N-S	N-T	N-T	N-T	N-T	N-T	N-S
CU-307	N-S	N-T	N-T	N-T	N-T	N-T	N-S
CU-309	N-S	N-T	N-T	N-T	N-T	N-T	N-S
CU-282	N-S	N-T	N-T	N-T	N-T	N-T	N-S
CU-293	N-S	N-T	N-T	N-T	N-T	N-T	N-S
CU-308	N-S	N-T	N-T	N-T	N-T	N-T	N-S
KU-02	N-S	N-T	N-T	N-T	N-T	N-T	N-S
KU-03	N-S	N-T	N-T	N-T	N-T	N-T	N-S
KU-08	N-S	N-T	N-T	N-T	N-T	N-T	N-S
PC-168	N-S	N-T	N-T	N-T	N-T	N-T	N-S
PC-170	N-S	N-T	N-T	N-T	N-T	N-T	N-S
NP-172	N-S	N-T	N-T	N-T	N-T	**R-T**	N-S
CU-288	N-S	N-T	N-T	N-T	N-T	N-T	N-S
CU-329	N-S	N-T	N-T	N-T	N-T	N-T	N-S
NK-165	N-S	N-T	N-T	N-T	N-T	N-T	N-S

ตารางที่ 8 ผลการเปรียบเทียบยีน HA ของเชื้อไข้หวัดนกในตำแหน่งกรดอะมิโนที่ 83, 86, 138, 140, 141, 129 และ 175 (amino acids under positive selection pressure)

Virus	Amino acids under positive selection pressure						
	83	86	138	140	141	129	175
CU-01	A	V	Q	K	S	L	L
CU-02	A	V	Q	K	S	L	L
CU-03	A	V	Q	K	S	L	L
CU-04	A	V	Q	K	S	L	L
CU-05	A	V	Q	K	S	L	L
CU-06	A	V	Q	K	S	L	L
CU-07	A	V	Q	K	S	L	L
CU-08	A	V	Q	K	S	L	L
CU-09	A	V	Q	K	S	L	L
CU-10	A	V	Q	K	S	L	L
CU-11	A	V	Q	K	S	L	L
CU-12	A	V	Q	K	S	L	L
CU-13	A	V	Q	K	S	L	L
CU-14	A	V	Q	K	S	L	L
CU-15	A	V	Q	K	S	L	L
CU-16	A	V	Q	K	S	L	L
CU-17	A	V	Q	K	S	L	L
CU-18	A	V	Q	K	S	L	L
CU-19	A	V	Q	K	S	L	L
CU-20	A	V	Q	K	S	L	L
CU-21	A	V	Q	K	S	L	L
CU-23	A	V	Q	K	S	L	L
CU-24	A	V	Q	K	S	L	L
CU-25	A	V	Q	K	S	L	L
CU-26	A	V	Q	K	S	L	L
CU-27	A	V	Q	K	S	L	L
CU-29	A	V	Q	K	S	L	L
CU-31	A	V	Q	K	S	L	L
CU-35	A	V	Q	K	S	L	L
CU-38	A	V	Q	K	S	L	L
CU-39	A	V	Q	K	S	L	L
CU-68	A	V	Q	K	S	L	L
CU-66	A	V	Q	K	S	L	L
CU-71	A	V	Q	K	S	L	L
CU-73	A	V	Q	K	S	L	L
CU-74	A	V	Q	K	S	L	L
CU-104	A	V	Q	K	S	L	L
CU-202	A	V	Q	K	S	L	L
CU-203	A	V	Q	K	S	L	L
CU-209	A	V	Q	K	S	L	L
CK-160	A	**A**	Q	K	S	L	L
CK-162	A	**A**	Q	K	S	L	L
QA-161	A	**A**	Q	K	S	L	L

ตารางที่ 8 ต่อ

Virus	Amino acids under positive selection pressure						
	83	86	138	140	141	129	175
DLD22	A	V	Q	K	S	L	L
DLD23	A	V	Q	K	S	L	L
DLD24	A	V	Q	K	S	L	L
DLD25	A	V	Q	K	S	L	L
DLD26	A	V	Q	K	S	L	L
DLD27	A	V	Q	K	S	L	L
DLD28	A	V	Q	K	S	L	L
DLD29	A	V	Q	K	S	L	L
DLD30	A	V	Q	K	S	L	L
DLD31	A	V	Q	K	S	L	L
DLD32	A	V	Q	K	S	L	L
DLD33	A	V	Q	K	S	L	L
DLD34	A	V	Q	K	S	L	L
DLD35	A	V	Q	K	S	L	L
DLD36	A	V	Q	K	S	L	L
DLD37	A	V	Q	K	S	L	L
DLD38	A	V	Q	K	S	L	L
DLD39	A	V	Q	K	S	L	L
DLD40	A	V	Q	K	S	L	L
DLD41	A	V	Q	K	S	L	L
DLD42	A	V	Q	K	S	L	L
CU-K2	A	**A**	Q	K	S	L	L
DLD43	A	V	Q	**M**	S	L	L
DLD44	A	V	Q	K	S	L	L
DLD45	A	V	Q	K	S	L	L
DLD46	A	V	Q	K	S	L	L
DLD47	A	V	Q	K	S	L	L
DLD48	A	V	Q	K	S	L	L
DLD49	A	V	Q	K	S	L	L
DLD50	A	V	Q	K	S	L	L
DLD51	A	V	Q	K	S	L	L
DLD52	A	V	Q	K	S	L	L
DLD53	A	V	Q	K	S	L	L
DLD54	A	V	Q	K	S	L	L
DLD55	A	V	Q	K	S	L	L
DLD56	A	V	Q	K	S	L	L
DLD57	A	V	Q	K	S	L	L
DLD58	A	V	Q	K	S	L	L
DLD59	A	V	Q	K	S	L	L
DLD60	A	V	Q	K	S	L	L
DLD61	A	V	Q	K	S	L	L
DLD62	A	V	Q	K	S	L	L
DLD63	A	V	Q	K	S	L	L
DLD64	A	V	Q	K	S	L	L
DLD65	A	V	Q	K	S	L	L
DLD66	A	**A**	Q	K	S	L	L
DLD67	A	V	Q	K	S	L	L
DLD68	A	V	Q	K	S	L	L
DLD69	A	V	Q	K	S	L	L
DLD70	A	V	Q	K	S	L	L
DLD71	A	V	Q	K	S	L	L
DLD72	A	V	Q	K	S	L	L
DLD73	A	V	Q	K	S	L	L

ตารางที่ 8 ต่อ

Virus	Amino acids under positive selection pressure						
	83	86	138	140	141	129	175
DLD74	A	V	**L**	K	S	L	L
DLD75	A	V	Q	K	S	L	L
DLD76	A	V	Q	K	S	L	L
DLD77	A	V	Q	K	S	L	L
DLD78	A	V	Q	K	S	L	L
DLD79	A	V	Q	K	S	L	L
CU-T7	A	V	Q	K	S	L	L
CU-T4	A	V	Q	K	S	L	L
CU-T5	A	V	Q	K	S	L	L
CU-T6	A	V	Q	K	S	L	L
CU-T8	A	V	Q	K	S	L	L
CU-268	A	V	Q	K	S	L	L
CU-269	A	V	Q	K	S	L	L
CU-270	A	V	Q	K	S	L	L
CU-271	A	V	Q	K	S	L	L
CU-273	A	V	Q	K	S	L	L
CU-274	A	V	Q	K	S	L	L
CU-275	A	V	Q	K	S	L	L
CU-276	A	V	Q	K	S	L	L
CU-279	A	V	Q	K	S	L	L
CU-280	A	V	Q	K	S	L	L
CU-283	A	V	Q	K	S	L	L
CU-284	A	V	Q	K	S	L	L
CU-285	A	V	Q	K	S	L	L
CU-286	A	V	Q	K	S	L	L
CU-287	A	V	Q	K	S	L	L
CU-289	A	V	Q	K	S	L	L
CU-290	A	V	Q	K	S	L	L
CU-291	A	V	Q	K	S	L	L
CU-294	A	V	Q	K	S	L	L
CU-297	A	V	Q	K	S	L	L
CU-298	A	V	**L**	K	S	L	L
CU-299	A	V	**L**	K	S	L	L
CU-300	A	V	Q	K	S	L	L
CU-301	A	V	Q	K	S	L	L
CU-304	A	**A**	Q	K	S	L	L
CU-305	A	**A**	Q	K	S	L	L
CU-306	A	V	**L**	K	**P**	L	L
CU-307	A	V	**L**	K	**P**	L	L
CU-309	A	V	Q	K	S	L	L
CU-282	A	V	Q	K	S	L	L
CU-293	A	V	Q	K	S	L	L
CU-308	A	V	Q	K	S	L	L
KU-02	A	V	Q	K	S	L	L
KU-03	A	V	Q	K	S	L	L
KU-08	A	V	Q	K	S	L	L
PC-168	A	V	**L**	K	S	L	L
PC-170	**P**	**A**	Q	K	S	L	L
NP-172	A	**A**	Q	T	P	**S**	L
CU-288	A	V	Q	K	S	L	L
CU-329	A	**A**	**L**	**N**	**P**	L	L
NK-165	**P**	**A**	Q	K	S	**V**	L

Neuraminidase gene (NA)

การวิเคราะห์ข้อมูลรหัสพันธุกรรมและตรวจสอบบริเวณที่สำคัญหรือเป็นคุณสมบัติจำเพาะ

- NA stalk region ที่ตำแหน่งกรดอะมิโนที่ 49-68
- Oseltamivir resistance ที่ตำแหน่งกรดอะมิโนที่ 119, 275, 293, 295

NA stalk region NA stalk region หรือบริเวณกรดอะมิโนในส่วนต้นของโปรตีน NA ซึ่งเมื่อโปรตีน NA สร้างเป็นแท่ง (spike) บนผิวของเชื้อไวรัสแล้ว บริเวณ NA stalk region จะเป็นส่วนฐานของแท่งยื่น โดยทั่วไปพบว่าบริเวณ NA stalk region จะเกี่ยวข้องกับการปรับตัวหรือวิวัฒนาการของเชื้อไวรัสในการติดเชื้อในสัตว์ชนิดต่างๆ เช่นการปรับตัวโดยการลดกรดอะมิโนจำนวน 20 ตัว (ที่ตำแหน่ง 49-68 ของโปรตีน NA) ทำให้เชื้อไวรัสปรับตัวจากการติดเชื้อจากนกป่ามาสู่สัตว์ปีกทั่วไป (ไก่และเป็ด) ผลการศึกษาครั้งนี้พบว่าเชื้อไข้หวัดนกทุกตัวอย่างในประเทศไทยมีกรดอะมิโนจำนวน 20 ตัวลดลงใน NA stalk region (20 amino acids deletion in NA stalk region) (รายละเอียดผลการเปรียบเทียบยีน NA ของเชื้อไข้หวัดนก ได้แสดงไว้ในตารางที่ 9 และภาคผนวก ข)

Oseltamivir resistance บริเวณตำแหน่งกรดอะมิโนที่ 119, 275, 293, 295 เกี่ยวข้องกับคุณสมบัติของเชื้อไข้หวัดนกในการตอบสนองต่อยาต้านไวรัส ผลการศึกษาถึง Oseltamivir resistance ที่ตำแหน่งกรดอะมิโนที่ 119, 275, 293, 295 ของโปรตีน NA ของเชื้อไวรัสจำนวน 148 ตัวอย่าง พบว่าเชื้อไข้หวัดนกทุกตัวอย่างในประเทศไทยไม่มีการเปลี่ยนแปลงของกรดอะมิโนที่ทำให้เชื้อไวรัสดื้อต่อยา Oseltamivir (E119, H275, R293, และ N295)

Matrix gene (M)

การวิเคราะห์ข้อมูลรหัสพันธุกรรมและตรวจสอบบริเวณที่สำคัญหรือเป็นคุณสมบัติจำเพาะ

- Amantadine resistance ที่ตำแหน่งกรดอะมิโนที่ 26, 27, 30, 31, 64, และ 66 ของโปรตีน M2
- Human/Avian like characteristics ที่ตำแหน่งกรดอะมิโนที่ 16, 28, และ 55 ของโปรตีน M2

Amantadine resistance Amantadine resistance เป็นตำแหน่งกรดอะมิโนที่ 26, 27, 30, 31, 64 และ 66 ของโปรตีน M2 ซึ่งการเปลี่ยนแปลงของกรดอะมิโนในตำแหน่งดังกล่าว จะส่งผลให้เชื้อไวรัสดื้อต่อยาต้านไวรัส Amantadine ผลการศึกษาครั้งนี้พบว่าเชื้อไข้หวัดนกส่วนใหญ่มีกรดอะมิโนในตำแหน่งที่ 26 (I), 27 (V), 30 (A), 31 (N) , 64 (A), 66 (A) : ซึ่งเป็นคุณสมบัติของเชื้อไวรัสที่ดื้อต่อ Amantadine (รายละเอียดผลการเปรียบเทียบยีน M2 ของเชื้อไข้หวัดนก ได้แสดงไว้ในตารางที่ 10 และภาคผนวก ข)

Human/Avian characteristics ชนิดของกรดอะมิโนในบางตำแหน่งของโปรตีน M2 เช่นตำแหน่งที่ 16, 28 และ 55 แสดงถึงลักษณะของเชื้อไวรัสที่พบในคนหรือสัตว์ปีก ผลการศึกษาครั้งนี้พบว่าเชื้อไข้หวัดนกส่วนใหญ่มีกรดอะมิโนในตำแหน่งที่ 16 (E), 28 (V), 55 (L) ซึ่งเป็นคุณสมบัติของเชื้อไวรัสที่มีลักษณะของเชื้อไวรัสที่มาจากสัตว์ปีกและคน (รายละเอียดผลการเปรียบเทียบยีน M2 ได้แสดงไว้ในตารางที่ 11 และภาคผนวก ข)

Non-structural gene (NS)

การวิเคราะห์ข้อมูลรหัสพันธุกรรมและตรวจสอบบริเวณที่สำคัญหรือเป็นคุณสมบัติจำเพาะ

- 5 amino acid deletion ที่ตำแหน่งกรดอะมิโนที่ 80-84 ของโปรตีน NS1
- Virulence determinant ที่ตำแหน่งกรดอะมิโนที่ 92 และ c-terminal ในโปรตีน NS1

5 amino acid deletion 5 amino acid deletion ในตำแหน่งกรดอะมิโนที่ 80-84 ของโปรตีน NS1 เกี่ยวข้องกับวิวัฒนาการของเชื้อไวรัส โดยพบว่าเชื้อไวรัสที่แยกได้ก่อนปี พ.ศ. 2543 โดยส่วนใหญ่ยังไม่มีการลดกรดอะมิโน อย่างไรก็ตามพบว่าเชื้อไข้หวัดนกทุกตัวอย่างที่พบในประเทศไทยมีกรดอะมิโนจำนวน 5 ตัวลดลงในตำแหน่งที่ 80-84 ดังแสดงไว้ในตารางที่ 12

Virulence determinant Virulence determinants ที่สำคัญของโปรตีน NS1 คือ กรดอะมิโนที่ตำแหน่งที่ 92 และ c-terminal โดยพบว่าการเปลี่ยนแปลงของกรดอะมิโนที่ตำแหน่งดังกล่าว มีผลต่อความรุนแรงของเชื้อไวรัส โดยเฉพาะในสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม ผลการศึกษาครั้งนี้พบว่าเชื้อไวรัสส่วนใหญ่มีกรดอะมิโนในตำแหน่งที่ 92 เป็นชนิด D (Asp) ส่วนชนิดของกรดอะมิโนที่ c-terminal ของโปรตีน NS1 มีความเกี่ยวข้องกับความรุนแรงของเชื้อไวรัสเช่นกัน การศึกษาครั้งนี้พบว่าเชื้อไวรัสส่วนใหญ่มี c-terminal ของโปรตีน NS1 เป็น ESEV (Glu-Ser-Glu-Val) ซึ่งแสดงถึงความสามารถของเชื้อไวรัสในการติดเชื้อโดยเฉพาะในสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม นอกจากนี้ยังพบกรดอะมิโนชนิด ESEF (Glu-Ser-Glu-Phe) ในบางตัวอย่าง (CU-202, CU-203, CU-209) (รายละเอียดผลการเปรียบเทียบยีน NS1 ได้แสดงไว้ในตารางที่ 12 และภาคผนวก ข)

ตารางที่ 9 ผลการเปรียบเทียบยีน NA ของเชื้อไข้หวัดนกในตำแหน่งกรดอะมิโนที่ 49-68 (NA stalk region) และ 119, 275, 293, 295 (Oseltamivir resistance)

Virus	Isolate Description	Year	NA stalk region (49-68)	Oseltamivir resistance			
				119	275	293	295
CU-01	A/Chicken/Suphan Buri/CU-1/04	2547	20 amino acids deletion	E	H	R	N
CU-02	A/Duck/Chon Buri/CU-2/04	2547	20 amino acids deletion	E	H	R	N
CU-03	A/Chicken/Bangkok/CU-3/04	2547	20 amino acids deletion	E	H	R	N
CU-04	A/Crow/Bangkok/CU-4/04	2547	20 amino acids deletion	E	H	R	N
CU-05	A/Duck/Chon Buri/CU-5/04	2547	20 amino acids deletion	E	H	R	N
CU-06	A/Chicken/Bangkok/CU-6/04	2547	20 amino acids deletion	E	H	R	N
CU-07	A/Chicken/Chon Buri/CU-7/04	2547	20 amino acids deletion	E	H	R	N
CU-08	A/Chicken/Prachin Buri/CU-8/04	2547	20 amino acids deletion	E	H	R	N
CU-09	A/Chicken/Suphan Buri/CU-9/04	2547	20 amino acids deletion	E	H	R	N
CU-10	A/Chicken/Chachoengsao/CU-10/04	2547	20 amino acids deletion	E	H	R	N
CU-11	A/Chicken/Chachoengsao/CU-11/04	2547	20 amino acids deletion	E	H	R	N
CU-12	A/Chicken/Nakhon Sawan/CU-12/04	2547	20 amino acids deletion	E	H	R	N
CU-13	A/Chicken/Nakhon Sawan/CU-13/04	2547	20 amino acids deletion	E	H	R	N
CU-14	A/Chicken/Nakhon Pathom/CU-14/04	2547	20 amino acids deletion	E	H	R	N
CU-15	A/Crow/Bangkok/CU-15/04	2547	20 amino acids deletion	E	H	R	N
CU-16	A/White Peafowl/Bangkok/CU-16/04	2547	20 amino acids deletion	E	H	R	N
CU-17	A/Chicken/Saraburi/CU-17/04	2547	20 amino acids deletion	E	H	R	N
CU-18	A/Kalji Pheasant/Bangkok/CU-18/04	2547	20 amino acids deletion	E	H	R	N
CU-19	A/Ostrich/Samut Prakan/CU-19/04	2547	20 amino acids deletion	E	H	R	N
CU-20	A/Chicken/Bangkok/CU-20/04	2547	20 amino acids deletion	E	H	R	N
CU-21	A/Chicken/Bangkok/CU-21/04	2547	20 amino acids deletion	E	H	R	N
CU-23	A/Chicken/Ayutthaya/CU-23/04	2547	20 amino acids deletion	E	H	R	N
CU-24	A/Chicken/Ayutthaya/CU-24/04	2547	20 amino acids deletion	E	H	R	N
CU-25	A/Crow/Bangkok/CU-25/04	2547	20 amino acids deletion	E	H	R	N
CU-26	A/Roller/Bangkok/CU-26/04	2547	N/A	E	H	R	N
CU-27	A/Chicken/Saraburi/CU-27/04	2547	20 amino acids deletion	E	H	R	N
CU-29	A/White Peafowl/Bangkok/CU-29/04	2547	20 amino acids deletion	E	H	R	N
CU-31	A/Ostrich/Samut Prakan/CU-31/04	2547	20 amino acids deletion	E	H	R	N
CU-35	A/Crow/Bangkok/CU-35/04	2547	20 amino acids deletion	E	H	R	N
CU-38	A/Chicken/Lop Buri/CU-38/04	2547	20 amino acids deletion	E	H	R	N
CU-39	A/Chicken/Nakhon Sawan/CU-39/04	2547	20 amino acids deletion	E	H	R	N
CU-68	A/Chicken/Ratchaburi/CU-68/04	2547	20 amino acids deletion	E	H	R	N
CU-66	A/Tiger/Chon Buri/CU-T3/04	2547	20 amino acids deletion	E	H	R	N
CU-71	A/Duck/Nakhon Pathom/CU-71/04	2547	20 amino acids deletion	E	H	R	N
CU-73	A/Chicken/Chon Buri/CU-73/04	2547	20 amino acids deletion	E	H	R	N
CU-74	A/Duck/Saraburi/CU-74/04	2547	20 amino acids deletion	E	H	R	N
CU-104	A/Chicken/Prachin Buri/CU-104/04	2547	20 amino acids deletion	E	H	R	N
CU-202	A/Pigeon/Samut Prakan/CU-202/04	2547	20 amino acids deletion	E	H	R	N
CU-203	A/Sparrow/Phang-Nga/CU-203/04	2547	20 amino acids deletion	E	H	R	N
CU-209	A/Mynas/Ranong/CU-209/04	2547	20 amino acids deletion	E	H	R	N
CK-160	A/Chicken/Kanchanaburi/CK-160/05	2548	20 amino acids deletion	E	H	R	N
CK-162	A/Chicken/Nonthaburi/CK-162/05	2548	20 amino acids deletion	E	H	R	N
QA-161	A/Quail/Nakhon Pathom/QA-161/05	2548	20 amino acids deletion	E	H	R	N

ตารางที่ 9 ต่อ

Virus	Isolate Description	Year	NA stalk region (49-68)	Oseltamivir resistance			
				119	275	293	295
DLD22	A/Duck/Unknown/DLD-22/04	2547	20 amino acids deletion	E	H	R	N
DLD23	A/Chicken/Unknown/DLD23/04	2547	20 amino acids deletion	E	H	R	N
DLD24	A/Chicken/Unknown/DLD24/04	2547	20 amino acids deletion	E	H	R	N
DLD25	A/Chicken/Unknown/DLD25/04	2547	20 amino acids deletion	E	H	R	N
DLD26	A/Chicken/Unknown/DLD26/04	2547	20 amino acids deletion	E	H	R	N
DLD27	A/Chicken/Unknown/DLD27/04	2547	20 amino acids deletion	E	H	R	N
DLD28	A/Chicken/Unknown/DLD28/04	2547	20 amino acids deletion	E	H	R	N
DLD29	A/Chicken/Unknown/DLD29/04	2547	20 amino acids deletion	E	H	R	N
DLD30	A/Chicken/Unknown/DLD30/04	2547	20 amino acids deletion	E	H	R	N
DLD31	A/Chicken/Unknown/DLD31/04	2547	20 amino acids deletion	E	H	R	N
DLD32	A/Goose/Unknown/DLD32/04	2547	20 amino acids deletion	E	H	R	N
DLD33	A/Chicken/Unknown/DLD33/04	2547	20 amino acids deletion	E	H	R	N
DLD34	A/Quail/Unknown/DLD34/04	2547	20 amino acids deletion	E	H	R	N
DLD35	A/Chicken/Unknown/DLD35/04	2547	20 amino acids deletion	E	H	R	N
DLD36	A/Chicken/Unknown/DLD36/04	2547	20 amino acids deletion	E	H	R	N
DLD37	A/Chicken/Unknown/DLD37/04	2547	20 amino acids deletion	E	H	R	N
DLD38	A/Chicken/Unknown/DLD38/04	2547	20 amino acids deletion	E	H	R	N
DLD39	A/Chicken/Unknown/DLD39/04	2547	20 amino acids deletion	E	H	R	N
DLD40	A/Chicken/Unknown/DLD40/04	2547	20 amino acids deletion	E	H	R	N
DLD41	A/Chicken/Unknown/DLD41/04	2547	20 amino acids deletion	E	H	R	N
DLD42	A/Chicken/Unknown/DLD42/04	2547	20 amino acids deletion	E	H	R	N
CU-K2	A/Chicken/Nakhon Pathom/CU-K2/04	2547	20 amino acids deletion	E	H	R	N
DLD43	A/Chicken/Unknown/DLD43/04	2547	20 amino acids deletion	E	H	R	N
DLD44	A/Chicken/Unknown/DLD44/04	2547	20 amino acids deletion	E	H	R	N
DLD45	A/Chicken/Unknown/DLD45/04	2547	20 amino acids deletion	E	H	R	N
DLD46	A/Chicken/Unknown/DLD46/04	2547	20 amino acids deletion	E	H	R	N
DLD47	A/Chicken/Unknown/DLD47/04	2547	20 amino acids deletion	E	H	R	N
DLD48	A/Chicken/Unknown/DLD48/04	2547	20 amino acids deletion	E	H	R	N
DLD49	A/Chicken/Unknown/DLD49/04	2547	20 amino acids deletion	E	H	R	N
DLD50	A/Duck/Chon Buri/DLD50/04	2547	20 amino acids deletion	E	H	R	N
DLD51	A/Duck/Chachoengsao/DLD51/04	2547	20 amino acids deletion	E	H	R	N
DLD52	A/Duck/Chon Buri/DLD52/04	2547	20 amino acids deletion	E	H	R	N
DLD53	A/Unknown/Unknown/DLD53/04	2547	20 amino acids deletion	E	H	R	N
DLD54	A/Duck/Prachin Buri/DLD54/04	2547	20 amino acids deletion	E	H	R	N
DLD55	A/Duck/Chon Buri/DLD55/04	2547	20 amino acids deletion	E	H	R	N
DLD56	A/Duck/Prachin Buri/DLD56/04	2547	20 amino acids deletion	E	H	R	N
DLD57	A/Duck/Nakhon Nayok/DLD57/04	2547	20 amino acids deletion	E	H	R	N
DLD58	A/Duck/Nakhon Sawan/DLD58/04	2547	20 amino acids deletion	E	H	R	N
DLD59	A/Unknown/Unknown/DLD59/04	2547	20 amino acids deletion	E	H	R	N
DLD60	A/Unknown/Unknown/DLD60/04	2547	20 amino acids deletion	E	H	R	N
DLD61	A/Duck/Pathum Thani/DLD61/04	2547	20 amino acids deletion	E	H	R	N
DLD62	A/Duck/Chon Buri/DLD62/04	2547	20 amino acids deletion	E	H	R	N
DLD63	A/Duck/Prachin Buri/DLD63/04	2547	20 amino acids deletion	E	H	R	N
DLD64	A/Unknown/Unknown/DLD64/04	2547	20 amino acids deletion	E	H	R	N
DLD65	A/Duck/Chon Buri/DLD65/04	2547	20 amino acids deletion	E	H	R	N
DLD66	A/Unknown/Unknown/DLD66/04	2547	20 amino acids deletion	E	H	R	N
DLD67	A/Unknown/Unknown/DLD67/04	2547	20 amino acids deletion	E	H	R	N
DLD68	A/Unknown/Unknown/DLD68/04	2547	20 amino acids deletion	E	H	R	N
DLD69	A/Unknown/Unknown/DLD69/04	2547	20 amino acids deletion	E	H	R	N
DLD70	A/Unknown/Unknown/DLD70/04	2547	20 amino acids deletion	E	H	R	N
DLD71	A/Unknown/Unknown/DLD71/04	2547	20 amino acids deletion	E	H	R	N
DLD72	A/Unknown/Unknown/DLD71/04	2547	20 amino acids deletion	E	H	R	N
DLD73	A/Unknown/Unknown/DLD73/04	2547	20 amino acids deletion	E	H	R	N

ตารางที่ 9 ต่อ

Virus	Isolate Description	Year	NA stalk region (49-68)	Oseltamivir resistance			
				119	275	293	295
DLD74	A/Unknown/Unknown/DLD74/04	2547	20 amino acids deletion	E	H	R	N
DLD75	A/Unknown/Unknown/DLD75/04	2547	20 amino acids deletion	E	H	R	N
DLD76	A/Unknown/Unknown/DLD76/04	2547	20 amino acids deletion	E	H	R	N
DLD77	A/Unknown/Unknown/DLD77/04	2547	20 amino acids deletion	E	H	R	N
DLD78	A/Unknown/Unknown/DLD78/04	2547	20 amino acids deletion	E	H	R	N
DLD79	A/Unknown/Unknown/DLD79/04	2547	20 amino acids deletion	E	H	R	N
CU-T7	A/Tiger/Chon Buri/CU-T7/04	2547	20 amino acids deletion	E	H	R	N
CU-T4	A/Tiger/Chon Buri/CU-T4/04	2547	20 amino acids deletion	E	H	R	N
CU-T5	A/Tiger/Chon Buri/CU-T5/04	2547	20 amino acids deletion	E	H	R	N
CU-T6	A/Tiger/Chon Buri/CU-T6/04	2547	20 amino acids deletion	E	H	R	N
CU-T8	A/Tiger/Chon Buri/CU-T8/04	2547	20 amino acids deletion	E	H	R	N
CU-268	A/Chicken/Chon Buri/CU-268/06	2549	20 amino acids deletion	E	H	R	N
CU-269	A/Chicken/Bangkok/CU-269/06	2549	20 amino acids deletion	E	H	R	N
CU-270	A/Chicken/Phetchaburi/CU-270/06	2549	20 amino acids deletion	E	H	R	N
CU-271	A/Chicken/Chon Buri/CU-271/06	2549	20 amino acids deletion	E	H	R	N
CU-273	A/Chicken/N.ratchasima/CU-273/06	2549	20 amino acids deletion	E	H	R	N
CU-274	A/Chicken/Phetchabun/CU-274/06	2549	20 amino acids deletion	E	H	R	N
CU-275	A/Chicken/Phetchabun/CU-275/06	2549	20 amino acids deletion	E	H	R	N
CU-276	A/Chicken/Chon Buri/CU-276/06	2549	20 amino acids deletion	E	H	R	N
CU-279	A/Chicken/Chon Buri/CU-279/06	2549	20 amino acids deletion	E	H	R	N
CU-280	A/Chicken/Chon Buri/CU-280/06	2549	20 amino acids deletion	E	H	R	N
CU-283	A/Chicken/Chon Buri/CU-283/06	2549	20 amino acids deletion	E	H	R	N
CU-284	A/Chicken/N.ratchasima/CU-284/06	2549	20 amino acids deletion	E	H	R	N
CU-285	A/Chicken/Chon Buri/CU-285/06	2549	20 amino acids deletion	E	H	R	N
CU-286	A/Chicken/Chon Buri/CU-286/06	2549	20 amino acids deletion	E	H	R	N
CU-287	A/Chicken/Chon Buri/CU-287/06	2549	20 amino acids deletion	E	H	R	N
CU-289	A/Chicken/Unknown/CU-289/06	2549	20 amino acids deletion	E	H	R	N
CU-290	A/Chicken/Unknown/CU-290/06	2549	20 amino acids deletion	E	H	R	N
CU-291	A/Chicken/Unknown/CU-291/06	2549	20 amino acids deletion	E	H	R	N
CU-294	A/Chicken/Unknown/CU-294/06	2549	20 amino acids deletion	E	H	R	N
CU-297	A/Chicken/Unknown/CU-297/06	2549	20 amino acids deletion	E	H	R	N
CU-298	A/Chicken/Unknown/CU-298/06	2549	20 amino acids deletion	E	H	R	N
CU-299	A/Chicken/Unknown/CU-299/06	2549	20 amino acids deletion	E	H	R	N
CU-300	A/Chicken/Unknown/CU-300/06	2549	20 amino acids deletion	E	H	R	N
CU-301	A/Chicken/Unknown/CU-301/06	2549	20 amino acids deletion	E	H	R	N
CU-304	A/Chicken/Prachin Buri/CU-304/06	2549	20 amino acids deletion	E	H	R	N
CU-305	A/Chicken/Prachin Buri/CU-305/06	2549	20 amino acids deletion	E	H	R	N
CU-306	A/Chicken/Unknown/CU-306/06	2549	20 amino acids deletion	E	H	R	N
CU-309	A/Chicken/Unknown/CU-309/06	2549	20 amino acids deletion	E	H	R	N
CU-282	A/Chicken/Chon Buri/CU-282/06	2549	20 amino acids deletion	E	H	R	N
CU-293	A/Chicken/Unknown/CU-293/06	2549	20 amino acids deletion	E	H	R	N
CU-308	A/Chicken/Unknown/CU-309/06	2549	20 amino acids deletion	E	H	R	N
KU-02	A/Cat/Thailand/KU-02/04	2547	20 amino acids deletion	E	H	R	N
KU-03	A/pigeon/Thailand/KU-03/04	2547	20 amino acids deletion	E	H	R	N
KU-08	A/Dog/Thailand/KU-08/04	2547	20 amino acids deletion	E	H	R	N
PC-168	A/Chicken/Thailand/PC-168/06	2549	20 amino acids deletion	E	H	R	N
PC-170	A/Chicken/Thailand/PC-170/06	2549	20 amino acids deletion	E	H	R	N
NP-172	A/Chicken/Thailand/NP-172/06	2549	20 amino acids deletion	E	H	R	N
CU-288	A/Chicken/Chon Buri/CU-288/06	2549	20 amino acids deletion	E	H	R	N
CU-329	A/Duck/Bangkok/CU-329/06	2549	20 amino acids deletion	E	H	R	N
NK-165	A/Human/Nong Khai/NK-165/05	2548	20 amino acids deletion	E	H	R	N

ตารางที่ 10 ผลการเปรียบเทียบยีน M2 ของเชื้อไข้หวัดนกในตำแหน่งกรดอะมิโนที่ 26, 27, 30, 31, 64 และ 66 (amantadine resistance)

Virus	Isolate Description	Year	Amantadine resistance					
			26	27	30	31	64	66
CU-01	A/Chicken/Suphan Buri/CU-1/04	2547	I	V	A	N	A	A
CU-02	A/Duck/Chon Buri/CU-2/04	2547	I	V	A	N	A	A
CU-03	A/Chicken/Bangkok/CU-3/04	2547	I	V	A	N	A	A
CU-04	A/Crow/Bangkok/CU-4/04	2547	I	V	A	N	A	A
CU-05	A/Duck/Chon Buri/CU-5/04	2547	I	V	A	N	A	A
CU-06	A/Chicken/Bangkok/CU-6/04	2547	I	V	A	N	A	A
CU-07	A/Chicken/Chon Buri/CU-7/04	2547	I	V	A	N	A	A
CU-08	A/Chicken/Prachin Buri/CU-8/04	2547	I	V	A	N	A	A
CU-09	A/Chicken/Suphan Buri/CU-9/04	2547	I	V	A	N	A	A
CU-10	A/Chicken/Chachoengsao/CU-10/04	2547	I	V	A	N	A	A
CU-11	A/Chicken/Chachoengsao/CU-11/04	2547	I	V	A	N	A	A
CU-12	A/Chicken/Nakhon Sawan/CU-12/04	2547	I	V	A	N	A	A
CU-13	A/Chicken/Nakhon Sawan/CU-13/04	2547	I	V	A	N	A	A
CU-14	A/Chicken/Nakhon Pathom/CU-14/04	2547	I	V	A	N	A	A
CU-15	A/Crow/Bangkok/CU-15/04	2547	I	V	A	N	A	A
CU-16	A/White Peafowl/Bangkok/CU-16/04	2547	I	V	A	N	A	A
CU-17	A/Chicken/Saraburi/CU-17/04	2547	I	V	A	N	A	A
CU-18	A/Kalji Pheasant/Bangkok/CU-18/04	2547	I	V	A	N	A	A
CU-19	A/Ostrich/Samut Prakan/CU-19/04	2547	I	V	A	N	A	A
CU-20	A/Chicken/Bangkok/CU-20/04	2547	I	V	A	N	A	A
CU-21	A/Chicken/Bangkok/CU-21/04	2547	I	V	A	N	A	A
CU-23	A/Chicken/Ayutthaya/CU-23/04	2547	I	V	A	N	A	A
CU-24	A/Chicken/Ayutthaya/CU-24/04	2547	I	V	A	N	A	A
CU-25	A/Crow/Bangkok/CU-25/04	2547	I	V	A	N	A	A
CU-26	A/Roller/Bangkok/CU-26/04	2547	I	V	A	N	A	A
CU-27	A/Chicken/Saraburi/CU-27/04	2547	I	V	A	N	A	A
CU-29	A/White Peafowl/Bangkok/CU-29/04	2547	I	V	A	N	A	A
CU-31	A/Ostrich/Samut Prakan/CU-31/04	2547	I	V	A	N	A	A
CU-35	A/Crow/Bangkok/CU-35/04	2547	I	V	A	N	A	A
CU-38	A/Chicken/Lop Buri/CU-38/04	2547	I	V	A	N	A	A
CU-39	A/Chicken/Nakhon Sawan/CU-39/04	2547	I	V	A	N	A	A
CU-68	A/Chicken/Ratchaburi/CU-68/04	2547	I	V	A	N	A	A
CU-66	A/Tiger/Chon Buri/CU-T3/04	2547	I	V	A	N	A	A
CU-71	A/Duck/Nakhon Pathom/CU-71/04	2547	I	V	A	N	A	A
CU-73	A/Chicken/Chon Buri/CU-73/04	2547	I	V	A	N	A	A
CU-74	A/Duck/Saraburi/CU-74/04	2547	I	V	A	N	A	A
CU-104	A/Chicken/Prachin Buri/CU-104/04	2547	I	V	A	N	A	A
CU-202	A/Pigeon/Samut Prakan/CU-202/04	2547	I	V	A	N	A	A
CU-203	A/Sparrow/Phang-Nga/CU-203/04	2547	I	V	A	N	A	A
CU-209	A/Mynas/Ranong/CU-209/04	2547	I	V	A	N	A	A
CK-160	A/Chicken/Kanchanaburi/CK-160/05	2548	I	V	A	N	A	A
CK-162	A/Chicken/Nonthaburi/CK-162/05	2548	I	V	A	N	A	A
QA-161	A/Quail/Nakhon Pathom/QA-161/05	2548	I	V	A	N	A	A

ตารางที่ 10 ต่อ

Virus	Isolate Description	Year	Amantadine resistance					
			26	27	30	31	64	66
DLD22	A/Duck/Unknown/DLD-22/04	2547	I	V	A	N	A	A
DLD23	A/Chicken/Unknown/DLD23/04	2547	I	V	A	N	A	A
DLD24	A/Chicken/Unknown/DLD24/04	2547	I	V	A	N	A	A
DLD25	A/Chicken/Unknown/DLD25/04	2547	I	V	A	N	A	A
DLD26	A/Chicken/Unknown/DLD26/04	2547	I	V	A	N	A	A
DLD27	A/Chicken/Unknown/DLD27/04	2547	I	V	A	N	A	A
DLD28	A/Chicken/Unknown/DLD28/04	2547	I	V	A	N	A	A
DLD29	A/Chicken/Unknown/DLD29/04	2547	I	V	A	N	A	A
DLD30	A/Chicken/Unknown/DLD30/04	2547	I	V	A	N	A	A
DLD31	A/Chicken/Unknown/DLD31/04	2547	I	V	A	N	A	A
DLD32	A/Goose/Unknown/DLD32/04	2547	I	V	A	N	A	A
DLD33	A/Chicken/Unknown/DLD33/04	2547	I	V	A	N	A	A
DLD34	A/Quail/Unknown/DLD34/04	2547	I	V	A	N	A	A
DLD35	A/Chicken/Unknown/DLD35/04	2547	I	V	A	N	A	A
DLD36	A/Chicken/Unknown/DLD36/04	2547	I	V	A	N	A	A
DLD37	A/Chicken/Unknown/DLD37/04	2547	I	V	A	N	A	A
DLD38	A/Chicken/Unknown/DLD38/04	2547	I	V	A	N	A	A
DLD39	A/Chicken/Unknown/DLD39/04	2547	I	V	A	N	A	A
DLD40	A/Chicken/Unknown/DLD40/04	2547	I	V	A	N	A	A
DLD41	A/Chicken/Unknown/DLD41/04	2547	I	V	A	N	A	A
DLD42	A/Chicken/Unknown/DLD42/04	2547	I	V	A	N	A	A
CU-K2	A/Chicken/N. Pathom/CU-K2/04	2547	I	V	A	N	A	A
DLD43	A/Chicken/Unknown/DLD43/04	2547	I	V	A	N	A	A
DLD44	A/Chicken/Unknown/DLD44/04	2547	I	V	A	N	A	A
DLD45	A/Chicken/Unknown/DLD45/04	2547	I	V	A	N	A	A
DLD46	A/Chicken/Unknown/DLD46/04	2547	I	V	A	N	A	A
DLD47	A/Chicken/Unknown/DLD47/04	2547	I	V	A	N	A	A
DLD48	A/Chicken/Unknown/DLD48/04	2547	I	V	A	N	A	A
DLD49	A/Chicken/Unknown/DLD49/04	2547	I	V	A	N	A	A
DLD50	A/Duck/Chon Buri/DLD50/04	2547	I	V	A	N	A	A
DLD51	A/Duck/Chachoengsao/DLD51/04	2547	I	V	A	N	A	A
DLD52	A/Duck/Chon Buri/DLD52/04	2547	I	V	A	N	A	A
DLD53	A/Unknown/Unknown/DLD53/04	2547	I	V	A	N	A	A
DLD54	A/Duck/Prachin Buri/DLD54/04	2547	I	V	A	N	A	A
DLD55	A/Duck/Chon Buri/DLD55/04	2547	I	V	A	N	A	A
DLD56	A/Duck/Prachin Buri/DLD56/04	2547	I	V	A	N	A	A
DLD57	A/Duck/Nakhon Nayok/DLD57/04	2547	I	V	A	N	A	A
DLD58	A/Duck/Nakhon Sawan/DLD58/04	2547	I	V	A	N	A	A
DLD59	A/Unknown/Unknown/DLD59/04	2547	I	V	A	N	A	A
DLD60	A/Unknown/Unknown/DLD60/04	2547	I	V	A	N	A	A
DLD61	A/Duck/Pathum Thani/DLD61/04	2547	I	V	A	N	A	A
DLD62	A/Duck/Chon Buri/DLD62/04	2547	I	V	A	N	A	A
DLD63	A/Duck/Prachin Buri/DLD63/04	2547	I	V	A	N	A	A
DLD64	A/Unknown/Unknown/DLD64/04	2547	I	V	A	N	A	A
DLD65	A/Duck/Chon Buri/DLD65/04	2547	I	V	A	N	A	A
DLD66	A/Unknown/Unknown/DLD66/04	2547	**L**	V	A	**S**	**S**	**E**
DLD67	A/Unknown/Unknown/DLD67/04	2547	I	V	A	N	A	A
DLD68	A/Unknown/Unknown/DLD68/04	2547	I	V	A	N	A	A
DLD69	A/Unknown/Unknown/DLD69/04	2547	I	V	A	N	A	A
DLD70	A/Unknown/Unknown/DLD70/04	2547	I	V	A	N	A	A
DLD71	A/Unknown/Unknown/DLD71/04	2547	I	V	A	N	A	A
DLD72	A/Unknown/Unknown/DLD71/04	2547	I	V	A	N	A	A
DLD73	A/Unknown/Unknown/DLD73/04	2547	I	V	A	N	A	A

ตารางที่ 10 ต่อ

Virus	Isolate Description	Year	Amantadine resistance					
			26	27	30	31	64	66
DLD74	A/Unknown/Unknown/DLD74/04	2547	I	V	A	N	A	A
DLD75	A/Unknown/Unknown/DLD75/04	2547	I	V	A	N	A	A
DLD76	A/Unknown/Unknown/DLD76/04	2547	I	V	A	N	A	A
DLD77	A/Unknown/Unknown/DLD77/04	2547	I	V	A	N	A	A
DLD78	A/Unknown/Unknown/DLD78/04	2547	I	V	A	N	A	A
DLD79	A/Unknown/Unknown/DLD79/04	2547	I	V	A	N	A	A
CU-T7	A/Tiger/Chon Buri/CU-T7/04	2547	I	V	A	N	A	A
CU-268	A/Chicken/Chon Buri/CU-268/06	2549	I	V	A	N	A	A
CU-269	A/Chicken/Bangkok/CU-269/06	2549	I	V	A	N	A	A
CU-270	A/Chicken/Phetchaburi/CU-270/06	2549	I	V	A	N	A	A
CU-271	A/Chicken/Chon Buri/CU-271/06	2549	I	V	A	N	A	A
CU-273	A/Chicken/N.ratchasima/CU-273/06	2549	I	V	A	N	A	A
CU-274	A/Chicken/Phetchabun/CU-274/06	2549	I	V	A	N	A	A
CU-275	A/Chicken/Phetchabun/CU-275/06	2549	I	V	A	N	A	A
CU-276	A/Chicken/Chon Buri/CU-276/06	2549	I	V	A	N	A	A
CU-279	A/Chicken/Chon Buri/CU-279/06	2549	I	V	A	N	A	A
CU-280	A/Chicken/Chon Buri/CU-280/06	2549	I	V	A	N	A	A
CU-283	A/Chicken/Chon Buri/CU-283/06	2549	I	V	A	N	A	A
CU-284	A/Chicken/N.ratchasima/CU-284/06	2549	I	V	A	N	A	A
CU-285	A/Chicken/Chon Buri/CU-285/06	2549	I	V	A	N	A	A
CU-286	A/Chicken/Chon Buri/CU-286/06	2549	I	V	A	N	A	A
CU-287	A/Chicken/Chon Buri/CU-287/06	2549	I	V	A	N	A	A
CU-289	A/Chicken/Unknown/CU-289/06	2549	I	V	A	N	A	A
CU-291	A/Chicken/Unknown/CU-291/06	2549	I	V	A	N	A	A
CU-297	A/Chicken/Unknown/CU-297/06	2549	I	V	A	N	A	A
CU-298	A/Chicken/Unknown/CU-298/06	2549	I	V	A	N	A	A
CU-299	A/Chicken/Unknown/CU-299/06	2549	I	V	A	N	A	A
CU-300	A/Chicken/Unknown/CU-300/06	2549	I	V	A	N	A	A
CU-304	A/Chicken/Prachin Buri/CU-304/06	2549	I	V	A	N	A	A
CU-307	A/Chicken/Unknown/CU-307/06	2549	I	V	A	N	A	A
KU-02	A/Cat/Thailand/KU-02/04	2547	I	V	A	N	A	A
KU-08	A/Dog/Thailand/KU-08/04	2547	I	V	A	N	-	-
PC-168	A/Chicken/Thailand/PC-168/06	2549	I	V	A	N	A	A
PC-170	A/Chicken/Thailand/PC-170/06	2549	I	V	A	N	A	A
NP-172	A/Chicken/Thailand/NP-172/06	2549	**L**	V	A	**S**	**S**	**E**
NK-165	A/Human/Nong Khai/NK-165/05	2548	I	V	A	N	A	A

ตารางที่ 11 ผลการเปรียบเทียบยีน M2 ของเชื้อไข้หวัดนกในตำแหน่งกรดอะมิโนที่ 16, 28 และ 55 (human/avian like characteristics)

Virus	Isolate Description	Year	Human/Avian like characteristics		
			(16)	(28)	(55)
CU-01	A/Chicken/Suphan Buri/CU-1/04	2547	E	V	L
CU-02	A/Duck/Chon Buri/CU-2/04	2547	E	V	L
CU-03	A/Chicken/Bangkok/CU-3/04	2547	E	V	L
CU-04	A/Crow/Bangkok/CU-4/04	2547	E	V	L
CU-05	A/Duck/Chon Buri/CU-5/04	2547	E	V	L
CU-06	A/Chicken/Bangkok/CU-6/04	2547	E	V	L
CU-07	A/Chicken/Chon Buri/CU-7/04	2547	E	V	L
CU-08	A/Chicken/Prachin Buri/CU-8/04	2547	E	V	L
CU-09	A/Chicken/Suphan Buri/CU-9/04	2547	E	V	L
CU-10	A/Chicken/Chachoengsao/CU-10/04	2547	E	V	L
CU-11	A/Chicken/Chachoengsao/CU-11/04	2547	E	V	L
CU-12	A/Chicken/Nakhon Sawan/CU-12/04	2547	E	V	L
CU-13	A/Chicken/Nakhon Sawan/CU-13/04	2547	E	V	L
CU-14	A/Chicken/Nakhon Pathom/CU-14/04	2547	E	V	L
CU-15	A/Crow/Bangkok/CU-15/04	2547	E	V	L
CU-16	A/White Peafowl/Bangkok/CU-16/04	2547	E	V	L
CU-17	A/Chicken/Saraburi/CU-17/04	2547	E	V	L
CU-18	A/Kalji Pheasant/Bangkok/CU-18/04	2547	E	V	L
CU-19	A/Ostrich/Samut Prakan/CU-19/04	2547	E	V	L
CU-20	A/Chicken/Bangkok/CU-20/04	2547	E	V	L
CU-21	A/Chicken/Bangkok/CU-21/04	2547	E	V	L
CU-23	A/Chicken/Ayutthaya/CU-23/04	2547	E	V	L
CU-24	A/Chicken/Ayutthaya/CU-24/04	2547	E	V	L
CU-25	A/Crow/Bangkok/CU-25/04	2547	E	V	L
CU-26	A/Roller/Bangkok/CU-26/04	2547	E	V	L
CU-27	A/Chicken/Saraburi/CU-27/04	2547	E	V	L
CU-29	A/White Peafowl/Bangkok/CU-29/04	2547	E	V	L
CU-31	A/Ostrich/Samut Prakan/CU-31/04	2547	E	V	L
CU-35	A/Crow/Bangkok/CU-35/04	2547	E	V	L
CU-38	A/Chicken/Lop Buri/CU-38/04	2547	E	V	L
CU-39	A/Chicken/Nakhon Sawan/CU-39/04	2547	E	V	L
CU-68	A/Chicken/Ratchaburi/CU-68/04	2547	E	V	L
CU-66	A/Tiger/Chon Buri/CU-T3/04	2547	E	V	L
CU-71	A/Duck/Nakhon Pathom/CU-71/04	2547	E	V	L
CU-73	A/Chicken/Chon Buri/CU-73/04	2547	E	V	L
CU-74	A/Duck/Saraburi/CU-74/04	2547	E	V	L
CU-104	A/Chicken/Prachin Buri/CU-104/04	2547	E	V	L
CU-202	A/Pigeon/Samut Prakan/CU-202/04	2547	E	V	L
CU-203	A/Sparrow/Phang-Nga/CU-203/04	2547	E	V	L
CU-209	A/Mynas/Ranong/CU-209/04	2547	E	V	L
CK-160	A/Chicken/Kanchanaburi/CK-160/05	2548	E	V	L
CK-162	A/Chicken/Nonthaburi/CK-162/05	2548	E	V	L
QA-161	A/Quail/Nakhon Pathom/QA-161/05	2548	E	V	L

ตารางที่ 11 ต่อ

Virus	Isolate Description	Year	Human/Avian like characteristics		
			(16)	(28)	(55)
DLD22	A/Duck/Unknown/DLD-22/04	2547	E	V	L
DLD23	A/Chicken/Unknown/DLD23/04	2547	E	V	L
DLD24	A/Chicken/Unknown/DLD24/04	2547	E	V	L
DLD25	A/Chicken/Unknown/DLD25/04	2547	E	V	L
DLD26	A/Chicken/Unknown/DLD26/04	2547	E	V	L
DLD27	A/Chicken/Unknown/DLD27/04	2547	E	V	L
DLD28	A/Chicken/Unknown/DLD28/04	2547	E	V	L
DLD29	A/Chicken/Unknown/DLD29/04	2547	E	V	L
DLD30	A/Chicken/Unknown/DLD30/04	2547	E	V	L
DLD31	A/Chicken/Unknown/DLD31/04	2547	E	V	L
DLD32	A/Goose/Unknown/DLD32/04	2547	E	V	L
DLD33	A/Chicken/Unknown/DLD33/04	2547	E	V	L
DLD34	A/Quail/Unknown/DLD34/04	2547	E	V	L
DLD35	A/Chicken/Unknown/DLD35/04	2547	E	V	L
DLD36	A/Chicken/Unknown/DLD36/04	2547	E	V	L
DLD37	A/Chicken/Unknown/DLD37/04	2547	E	V	L
DLD38	A/Chicken/Unknown/DLD38/04	2547	E	V	L
DLD39	A/Chicken/Unknown/DLD39/04	2547	E	V	L
DLD40	A/Chicken/Unknown/DLD40/04	2547	E	V	L
DLD41	A/Chicken/Unknown/DLD41/04	2547	E	V	L
DLD42	A/Chicken/Unknown/DLD42/04	2547	E	V	L
CU-K2	A/Chicken/Nฺ Pathom/CU-K2/04	2547	E	V	L
DLD43	A/Chicken/Unknown/DLD43/04	2547	E	V	L
DLD44	A/Chicken/Unknown/DLD44/04	2547	E	V	L
DLD45	A/Chicken/Unknown/DLD45/04	2547	E	V	L
DLD46	A/Chicken/Unknown/DLD46/04	2547	E	V	L
DLD47	A/Chicken/Unknown/DLD47/04	2547	E	V	L
DLD48	A/Chicken/Unknown/DLD48/04	2547	E	V	L
DLD49	A/Chicken/Unknown/DLD49/04	2547	E	V	L
DLD50	A/Duck/Chon Buri/DLD50/04	2547	E	V	L
DLD51	A/Duck/Chachoengsao/DLD51/04	2547	E	V	L
DLD52	A/Duck/Chon Buri/DLD52/04	2547	E	V	L
DLD53	A/Unknown/Unknown/DLD53/04	2547	E	V	L
DLD54	A/Duck/Prachin Buri/DLD54/04	2547	E	V	L
DLD55	A/Duck/Chon Buri/DLD55/04	2547	E	V	L
DLD56	A/Duck/Prachin Buri/DLD56/04	2547	E	V	L
DLD57	A/Duck/Nakhon Nayok/DLD57/04	2547	E	V	L
DLD58	A/Duck/Nakhon Sawan/DLD58/04	2547	E	V	L
DLD59	A/Unknown/Unknown/DLD59/04	2547	E	V	L
DLD60	A/Unknown/Unknown/DLD60/04	2547	E	V	L
DLD61	A/Duck/Pathum Thani/DLD61/04	2547	E	V	L
DLD62	A/Duck/Chon Buri/DLD62/04	2547	E	V	L
DLD63	A/Duck/Prachin Buri/DLD63/04	2547	E	V	L
DLD64	A/Unknown/Unknown/DLD64/04	2547	E	V	L
DLD65	A/Duck/Chon Buri/DLD65/04	2547	E	V	L
DLD66	A/Unknown/Unknown/DLD66/04	2547	E	I	L
DLD67	A/Unknown/Unknown/DLD67/04	2547	E	V	L
DLD68	A/Unknown/Unknown/DLD68/04	2547	E	V	L
DLD69	A/Unknown/Unknown/DLD69/04	2547	E	V	L
DLD70	A/Unknown/Unknown/DLD70/04	2547	E	V	L
DLD71	A/Unknown/Unknown/DLD71/04	2547	E	V	L
DLD72	A/Unknown/Unknown/DLD71/04	2547	E	V	L
DLD73	A/Unknown/Unknown/DLD73/04	2547	E	V	L

ตารางที่ 11 ต่อ

Virus	Isolate Description	Year	Human/Avian like characteristics		
			(16)	(28)	(55)
DLD74	A/Unknown/Unknown/DLD74/04	2547	E	V	L
DLD75	A/Unknown/Unknown/DLD75/04	2547	E	V	L
DLD76	A/Unknown/Unknown/DLD76/04	2547	E	V	L
DLD77	A/Unknown/Unknown/DLD77/04	2547	E	V	L
DLD78	A/Unknown/Unknown/DLD78/04	2547	E	V	L
DLD79	A/Unknown/Unknown/DLD79/04	2547	E	V	L
CU-T7	A/Tiger/Chon Buri/CU-T7/04	2547	E	V	L
CU-268	A/Chicken/Chon Buri/CU-268/06	2549	E	V	L
CU-269	A/Chicken/Bangkok/CU-269/06	2549	E	V	L
CU-270	A/Chicken/Phetchaburi/CU-270/06	2549	E	V	L
CU-271	A/Chicken/Chon Buri/CU-271/06	2549	E	V	L
CU-273	A/Chicken/N.ratchasima/CU-273/06	2549	E	V	L
CU-274	A/Chicken/Phetchabun/CU-274/06	2549	E	V	L
CU-275	A/Chicken/Phetchabun/CU-275/06	2549	E	V	L
CU-276	A/Chicken/Chon Buri/CU-276/06	2549	E	V	L
CU-279	A/Chicken/Chon Buri/CU-279/06	2549	E	V	L
CU-280	A/Chicken/Chon Buri/CU-280/06	2549	E	V	L
CU-283	A/Chicken/Chon Buri/CU-283/06	2549	E	V	L
CU-284	A/Chicken/N.ratchasima/CU-284/06	2549	E	V	L
CU-285	A/Chicken/Chon Buri/CU-285/06	2549	E	V	L
CU-286	A/Chicken/Chon Buri/CU-286/06	2549	E	V	L
CU-287	A/Chicken/Chon Buri/CU-287/06	2549	E	V	L
CU-289	A/Chicken/Unknown/CU-289/06	2549	E	V	L
CU-291	A/Chicken/Unknown/CU-291/06	2549	E	V	L
CU-297	A/Chicken/Unknown/CU-297/06	2549	E	V	L
CU-298	A/Chicken/Unknown/CU-298/06	2549	E	V	L
CU-299	A/Chicken/Unknown/CU-299/06	2549	E	V	L
CU-300	A/Chicken/Unknown/CU-300/06	2549	E	V	L
CU-304	A/Chicken/Prachin Buri/CU-304/06	2549	E	V	L
CU-307	A/Chicken/Unknown/CU-307/06	2549	E	V	L
KU-02	A/Cat/Thailand/KU-02/04	2547	E	V	L
KU-08	A/Dog/Thailand/KU-08/04	2547	E	V	-
PC-168	A/Chicken/Thailand/PC-168/06	2549	E	V	L
PC-170	A/Chicken/Thailand/PC-170/06	2549	E	V	L
NP-172	A/Chicken/Thailand/NP-172/06	2549	E	V	L
NK-165	A/Human/Nong Khai/NK-165/05	2548	E	V	L

ตารางที่ 12 ผลการเปรียบเทียบยีน NS1 ของเชื้อไข้หวัดนกในตำแหน่งกรดอะมิโนที่ 80-84, 92 และcarboxyl terminal (virulence determinant)

Virus	Isolate Description	Year	Amino acid deletion in NS1 (80-84)	Virulence determinant	
				NS1 .(92)	Carboxyl terminal
CU-01	A/Chicken/Suphan Buri/CU-1/04	2547	5 amino acid deletion (80-84)	D	ESEV
CU-02	A/Duck/Chon Buri/CU-2/04	2547	5 amino acid deletion (80-84)	D	ESEV
CU-03	A/Chicken/Bangkok/CU-3/04	2547	5 amino acid deletion (80-84)	D	ESEV
CU-04	A/Crow/Bangkok/CU-4/04	2547	5 amino acid deletion (80-84)	D	ESEV
CU-05	A/Duck/Chon Buri/CU-5/04	2547	5 amino acid deletion (80-84)	D	ESEV
CU-06	A/Chicken/Bangkok/CU-6/04	2547	5 amino acid deletion (80-84)	D	ESEV
CU-07	A/Chicken/Chon Buri/CU-7/04	2547	5 amino acid deletion (80-84)	D	ESEV
CU-08	A/Chicken/Prachin Buri/CU-8/04	2547	5 amino acid deletion (80-84)	D	ESEV
CU-09	A/Chicken/Suphan Buri/CU-9/04	2547	5 amino acid deletion (80-84)	D	ESEV
CU-10	A/Chicken/Chachoengsao/CU-10/04	2547	5 amino acid deletion (80-84)	D	ESEV
CU-11	A/Chicken/Chachoengsao/CU-11/04	2547	5 amino acid deletion (80-84)	D	ESEV
CU-12	A/Chicken/Nakhon Sawan/CU-12/04	2547	5 amino acid deletion (80-84)	D	ESEV
CU-13	A/Chicken/Nakhon Sawan/CU-13/04	2547	5 amino acid deletion (80-84)	D	ESEV
CU-14	A/Chicken/Nakhon Pathom/CU-14/04	2547	5 amino acid deletion (80-84)	D	ESEV
CU-15	A/Crow/Bangkok/CU-15/04	2547	5 amino acid deletion (80-84)	D	ESEV
CU-16	A/White Peafowl/Bangkok/CU-16/04	2547	5 amino acid deletion (80-84)	D	ESEV
CU-17	A/Chicken/Saraburi/CU-17/04	2547	5 amino acid deletion (80-84)	D	ESEV
CU-18	A/Kalji Pheasant/Bangkok/CU-18/04	2547	5 amino acid deletion (80-84)	D	ESEV
CU-19	A/Ostrich/Samut Prakan/CU-19/04	2547	5 amino acid deletion (80-84)	D	ESEV
CU-20	A/Chicken/Bangkok/CU-20/04	2547	5 amino acid deletion (80-84)	D	ESEV
CU-21	A/Chicken/Bangkok/CU-21/04	2547	5 amino acid deletion (80-84)	D	ESEV
CU-23	A/Chicken/Ayutthaya/CU-23/04	2547	5 amino acid deletion (80-84)	**N**	ESEV
CU-24	A/Chicken/Ayutthaya/CU-24/04	2547	5 amino acid deletion (80-84)	D	ESEV
CU-25	A/Crow/Bangkok/CU-25/04	2547	5 amino acid deletion (80-84)	D	ESEV
CU-26	A/Roller/Bangkok/CU-26/04	2547	5 amino acid deletion (80-84)	D	ESEV
CU-27	A/Chicken/Saraburi/CU-27/04	2547	5 amino acid deletion (80-84)	D	ESEV
CU-29	A/White Peafowl/Bangkok/CU-29/04	2547	5 amino acid deletion (80-84)	D	ESEV
CU-31	A/Ostrich/Samut Prakan/CU-31/04	2547	5 amino acid deletion (80-84)	D	ESEV
CU-35	A/Crow/Bangkok/CU-35/04	2547	5 amino acid deletion (80-84)	D	ESEV
CU-38	A/Chicken/Lop Buri/CU-38/04	2547	5 amino acid deletion (80-84)	D	ESEV
CU-39	A/Chicken/Nakhon Sawan/CU-39/04	2547	5 amino acid deletion (80-84)	D	ESEV
CU-68	A/Chicken/Ratchaburi/CU-68/04	2547	5 amino acid deletion (80-84)	D	ESEV
CU-66	A/Tiger/Chon Buri/CU-T3/04	2547	5 amino acid deletion (80-84)	D	ESEV
CU-71	A/Duck/Nakhon Pathom/CU-71/04	2547	5 amino acid deletion (80-84)	D	ESEV
CU-73	A/Chicken/Chon Buri/CU-73/04	2547	5 amino acid deletion (80-84)	D	ESEV
CU-74	A/Duck/Saraburi/CU-74/04	2547	5 amino acid deletion (80-84)	D	ESEV
CU-104	A/Chicken/Prachin Buri/CU-104/04	2547	5 amino acid deletion (80-84)	D	ESEV
CU-202	A/Pigeon/Samut Prakan/CU-202/04	2547	5 amino acid deletion (80-84)	D	**ESEF**
CU-203	A/Sparrow/Phang-Nga/CU-203/04	2547	5 amino acid deletion (80-84)	D	**ESEF**
CU-209	A/Mynas/Ranong/CU-209/04	2547	5 amino acid deletion (80-84)	D	**ESEF**
CK-160	A/Chicken/Kanchanaburi/CK-160/05	2548	5 amino acid deletion (80-84)	D	ESEV
CK-162	A/Chicken/Nonthaburi/CK-162/05	2548	5 amino acid deletion (80-84)	D	ESEV
QA-161	A/Quail/Nakhon Pathom/QA-161/05	2548	5 amino acid deletion (80-84)	D	ESEV

ตารางที่ 12 ต่อ

Virus	Isolate Description	Year	Amino acid deletion in NS1 (80-84)	Virulence determinant	
				NS1 .(92)	Carboxyl terminal
DLD22	A/Duck/Unknown/DLD-22/04	2547	5 amino acid deletion (80-84)	D	ESEV
DLD23	A/Chicken/Unknown/DLD23/04	2547	5 amino acid deletion (80-84)	D	ESEV
DLD24	A/Chicken/Unknown/DLD24/04	2547	5 amino acid deletion (80-84)	D	ESEV
DLD25	A/Chicken/Unknown/DLD25/04	2547	5 amino acid deletion (80-84)	D	ESEV
DLD26	A/Chicken/Unknown/DLD26/04	2547	5 amino acid deletion (80-84)	D	ESEV
DLD27	A/Chicken/Unknown/DLD27/04	2547	5 amino acid deletion (80-84)	D	ESEV
DLD28	A/Chicken/Unknown/DLD28/04	2547	5 amino acid deletion (80-84)	D	ESEV
DLD29	A/Chicken/Unknown/DLD29/04	2547	5 amino acid deletion (80-84)	D	ESEV
DLD30	A/Chicken/Unknown/DLD30/04	2547	5 amino acid deletion (80-84)	D	ESEV
DLD31	A/Chicken/Unknown/DLD31/04	2547	5 amino acid deletion (80-84)	D	ESEV
DLD32	A/Goose/Unknown/DLD32/04	2547	5 amino acid deletion (80-84)	D	ESEV
DLD33	A/Chicken/Unknown/DLD33/04	2547	5 amino acid deletion (80-84)	D	ESEV
DLD34	A/Quail/Unknown/DLD34/04	2547	5 amino acid deletion (80-84)	D	ESEV
DLD35	A/Chicken/Unknown/DLD35/04	2547	5 amino acid deletion (80-84)	D	ESEV
DLD36	A/Chicken/Unknown/DLD36/04	2547	5 amino acid deletion (80-84)	D	ESEV
DLD37	A/Chicken/Unknown/DLD37/04	2547	5 amino acid deletion (80-84)	D	ESEV
DLD38	A/Chicken/Unknown/DLD38/04	2547	5 amino acid deletion (80-84)	D	ESEV
DLD39	A/Chicken/Unknown/DLD39/04	2547	5 amino acid deletion (80-84)	D	ESEV
DLD40	A/Chicken/Unknown/DLD40/04	2547	5 amino acid deletion (80-84)	D	ESEV
DLD41	A/Chicken/Unknown/DLD41/04	2547	5 amino acid deletion (80-84)	D	ESEV
DLD42	A/Chicken/Unknown/DLD42/04	2547	5 amino acid deletion (80-84)	D	ESEV
CU-K2	A/Chicken/Nakhon Pathom/CU-K2/04	2547	5 amino acid deletion (80-84)	D	ESEV
DLD43	A/Chicken/Unknown/DLD43/04	2547	5 amino acid deletion (80-84)	D	ESEV
DLD44	A/Chicken/Unknown/DLD44/04	2547	5 amino acid deletion (80-84)	D	ESEV
DLD45	A/Chicken/Unknown/DLD45/04	2547	5 amino acid deletion (80-84)	D	ESEV
DLD46	A/Chicken/Unknown/DLD46/04	2547	5 amino acid deletion (80-84)	D	ESEV
DLD47	A/Chicken/Unknown/DLD47/04	2547	5 amino acid deletion (80-84)	D	ESEV
DLD48	A/Chicken/Unknown/DLD48/04	2547	5 amino acid deletion (80-84)	D	ESEV
DLD49	A/Chicken/Unknown/DLD49/04	2547	5 amino acid deletion (80-84)	D	ESEV
DLD50	A/Duck/Chon Buri/DLD50/04	2547	5 amino acid deletion (80-84)	D	ESEV
DLD51	A/Duck/Chachoengsao/DLD51/04	2547	5 amino acid deletion (80-84)	D	ESEV
DLD52	A/Duck/Chon Buri/DLD52/04	2547	5 amino acid deletion (80-84)	D	ESEV
DLD53	A/Unknown/Unknown/DLD53/04	2547	5 amino acid deletion (80-84)	D	ESEV
DLD54	A/Duck/Prachin Buri/DLD54/04	2547	5 amino acid deletion (80-84)	D	ESEV
DLD55	A/Duck/Chon Buri/DLD55/04	2547	5 amino acid deletion (80-84)	D	ESEV
DLD56	A/Duck/Prachin Buri/DLD56/04	2547	5 amino acid deletion (80-84)	D	ESEV
DLD57	A/Duck/Nakhon Nayok/DLD57/04	2547	5 amino acid deletion (80-84)	D	ESEV
DLD58	A/Duck/Nakhon Sawan/DLD58/04	2547	5 amino acid deletion (80-84)	D	ESEV
DLD59	A/Unknown/Unknown/DLD59/04	2547	5 amino acid deletion (80-84)	D	ESEV
DLD60	A/Unknown/Unknown/DLD60/04	2547	5 amino acid deletion (80-84)	D	ESEV
DLD61	A/Duck/Pathum Thani/DLD61/04	2547	5 amino acid deletion (80-84)	D	ESEV
DLD62	A/Duck/Chon Buri/DLD62/04	2547	5 amino acid deletion (80-84)	D	ESEV
DLD63	A/Duck/Prachin Buri/DLD63/04	2547	5 amino acid deletion (80-84)	D	ESEV
DLD64	A/Unknown/Unknown/DLD64/04	2547	5 amino acid deletion (80-84)	D	ESEV
DLD65	A/Duck/Chon Buri/DLD65/04	2547	5 amino acid deletion (80-84)	D	ESEV
DLD66	A/Unknown/Unknown/DLD66/04	2547	**No deletion**	D	ESEV
DLD67	A/Unknown/Unknown/DLD67/04	2547	5 amino acid deletion (80-84)	D	ESEV
DLD68	A/Unknown/Unknown/DLD68/04	2547	5 amino acid deletion (80-84)	D	ESEV
DLD69	A/Unknown/Unknown/DLD69/04	2547	5 amino acid deletion (80-84)	D	ESEV
DLD70	A/Unknown/Unknown/DLD70/04	2547	5 amino acid deletion (80-84)	D	ESEV
DLD71	A/Unknown/Unknown/DLD71/04	2547	5 amino acid deletion (80-84)	D	ESEV
DLD72	A/Unknown/Unknown/DLD71/04	2547	5 amino acid deletion (80-84)	D	ESEV
DLD73	A/Unknown/Unknown/DLD73/04	2547	5 amino acid deletion (80-84)	D	ESEV
DLD74	A/Unknown/Unknown/DLD74/04	2547	5 amino acid deletion (80-84)	D	ESEV

ตารางที่ 12 ต่อ

Virus	Isolate Description	Year	Amino acid deletion in NS1	Virulence determinant	
				NS1	Carboxyl
			(80-84)	.(92)	terminal
DLD75	A/Unknown/Unknown/DLD75/04	2547	5 amino acid deletion (80-84)	D	ESEV
DLD76	A/Unknown/Unknown/DLD76/04	2547	5 amino acid deletion (80-84)	D	ESEV
DLD77	A/Unknown/Unknown/DLD77/04	2547	5 amino acid deletion (80-84)	D	ESEV
DLD78	A/Unknown/Unknown/DLD78/04	2547	5 amino acid deletion (80-84)	D	ESEV
DLD79	A/Unknown/Unknown/DLD79/04	2547	5 amino acid deletion (80-84)	D	ESEV
CU-T7	A/Tiger/Chon Buri/CU-T7/04	2547	5 amino acid deletion (80-84)	D	ESEV
CU-268	A/Chicken/Chon Buri/CU-268/06	2549	5 amino acid deletion (80-84)	D	ESEV
CU-269	A/Chicken/Bangkok/CU-269/06	2549	5 amino acid deletion (80-84)	D	ESEV
CU-270	A/Chicken/Phetchaburi/CU-270/06	2549	5 amino acid deletion (80-84)	D	ESEV
CU-271	A/Chicken/Chon Buri/CU-271/06	2549	5 amino acid deletion (80-84)	D	ESEV
CU-273	A/Chicken/N.ratchasima/CU-273/06	2549	5 amino acid deletion (80-84)	D	ESEV
CU-274	A/Chicken/Phetchabun/CU-274/06	2549	5 amino acid deletion (80-84)	D	ESEV
CU-275	A/Chicken/Phetchabun/CU-275/06	2549	5 amino acid deletion (80-84)	D	ESEV
CU-276	A/Chicken/Chon Buri/CU-276/06	2549	5 amino acid deletion (80-84)	D	ESEV
CU-279	A/Chicken/Chon Buri/CU-279/06	2549	5 amino acid deletion (80-84)	D	ESEV
CU-280	A/Chicken/Chon Buri/CU-280/06	2549	5 amino acid deletion (80-84)	D	ESEV
CU-283	A/Chicken/Chon Buri/CU-283/06	2549	5 amino acid deletion (80-84)	D	ESEV
CU-284	A/Chicken/N.ratchasima/CU-284/06	2549	5 amino acid deletion (80-84)	D	ESEV
CU-285	A/Chicken/Chon Buri/CU-285/06	2549	5 amino acid deletion (80-84)	D	ESEV
CU-286	A/Chicken/Chon Buri/CU-286/06	2549	5 amino acid deletion (80-84)	D	ESEV
CU-287	A/Chicken/Chon Buri/CU-287/06	2549	5 amino acid deletion (80-84)	D	ESEV
CU-289	A/Chicken/Unknown/CU-289/06	2549	5 amino acid deletion (80-84)	D	ESEV
CU-291	A/Chicken/Unknown/CU-291/06	2549	5 amino acid deletion (80-84)	D	ESEV
CU-297	A/Chicken/Unknown/CU-297/06	2549	5 amino acid deletion (80-84)	D	ESEV
CU-298	A/Chicken/Unknown/CU-298/06	2549	5 amino acid deletion (80-84)	D	ESEV
CU-299	A/Chicken/Unknown/CU-299/06	2549	5 amino acid deletion (80-84)	D	ESEV
CU-300	A/Chicken/Unknown/CU-300/06	2549	5 amino acid deletion (80-84)	D	ESEV
CU-304	A/Chicken/Prachin Buri/CU-304/06	2549	5 amino acid deletion (80-84)	D	ESEV
CU-307	A/Chicken/Unknown/CU-307/06	2549	5 amino acid deletion (80-84)	D	ESEV
KU-02	A/Cat/Thailand/KU-02/04	2547	5 amino acid deletion (80-84)	D	ESEV
KU-08	A/Dog/Thailand/KU-08/04	2547	5 amino acid deletion (80-84)	D	ESEV
PC-168	A/Chicken/Thailand/PC-168/06	2549	5 amino acid deletion (80-84)	D	ESEV
PC-170	A/Chicken/Thailand/PC-170/06	2549	5 amino acid deletion (80-84)	D	ESEV
NP-172	A/Chicken/Thailand/NP-172/06	2549	5 amino acid deletion (80-84)	D	ESEV
CU-329	A/Duck/Bangkok/CU-329/06	2549	5 amino acid deletion (80-84)	D	ESEV
NK-165	A/Human/Nong Khai/NK-165/05	2548	5 amino acid deletion (80-84)	D	ESEV

Polymerase genes (PB2, PB1, PA)

การวิเคราะห์ข้อมูลรหัสพันธุกรรมและตรวจสอบบริเวณที่สำคัญหรือเป็นคุณสมบัติจำเพาะ

- Virulence determinant ที่ตำแหน่งกรดอะมิโนที่ 355 และ 627 ใน โปรตีน PB2
- Human/Avian like characteristic ที่ตำแหน่งกรดอะมิโนที่ 119, 661, 667 และ 702 ของโปรตีน PB2
- Virulence determinant ที่ตำแหน่งกรดอะมิโนที่ 198 และ 317 ใน โปรตีน PB1
- Function unknown ที่ตำแหน่งกรดอะมิโนที่ 22, 31, 78 และ 84 ใน โปรตีน PB1
- Human/Avian like characteristic ที่ตำแหน่งกรดอะมิโนที่ 409 ใน โปรตีน PA

Virulence determinant Virulence determinants ที่สำคัญของโปรตีน PB2 คือ กรดอะมิโนที่ตำแหน่งที่ 355 และ 627 โดยพบว่าการเปลี่ยนแปลงของกรดอะมิโนที่ตำแหน่งดังกล่าว มีผลต่อความรุนแรงของเชื้อไวรัส โดยเฉพาะในสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม ผลการศึกษาครั้งนี้พบว่าเชื้อไวรัสส่วนใหญ่มีกรดอะมิโนในตำแหน่งที่ 355 (R) และ 627 (E) ซึ่งเป็นกรดอะมิโนชนิดที่พบส่วนใหญ่ในเชื้อไวรัสจากสัตว์ปีก อย่างไรก็ตามพบว่าเชื้อไวรัสบางตัวอย่างมีกรดอะมิโนตำแหน่งที่ 627 เป็น K (lysine) ซึ่งเป็นลักษณะเฉพาะของเชื้อไวรัสที่ติดเชื้อในสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม เช่น คน (NK-165) เสือ (CU-T3-8) แมว (KU-02) และ สุนัข (KU-08) และยังพบได้ในเชื้อไวรัสจากสัตว์ปีกบางชนิด (รายละเอียดผลการเปรียบเทียบยีน PB2 ได้แสดงไว้ในตารางที่ 13 และภาคผนวก ข)

Human/Avian characteristics ชนิดของกรดอะมิโนในบางตำแหน่งของโปรตีน PB2 เช่นตำแหน่งที่ 119, 661, 667 และ 702 แสดงถึงลักษณะของเชื้อไวรัสที่พบในคนหรือสัตว์ปีก ผลการศึกษาครั้งนี้พบว่าเชื้อไข้หวัดนกส่วนใหญ่มีกรดอะมิโนในตำแหน่งที่ 119 (A), 661 (A), 667 (V), 702 (K) ซึ่งเป็นคุณสมบัติของเชื้อไวรัสที่มาจากสัตว์ปีกและคน (รายละเอียดผลการเปรียบเทียบยีน PB2 ได้แสดงไว้ในตารางที่ 13 และภาคผนวก ข)

Virulence determinant Virulence determinants ที่สำคัญของโปรตีน PB1 คือ กรดอะมิโนที่ตำแหน่งที่ 198 และ 317 ผลการศึกษาครั้งนี้พบว่าเชื้อไวรัสส่วนใหญ่มีกรดอะมิโนในตำแหน่งที่ 198 ชนิด K (Lys) และ 317 ชนิด M (Met) นอกจากนี้ชนิดของกรดอะมิโนที่ตำแหน่ง 22, 31, 78 และ 84 ของโปรตีน PB1 ในเชื้อไวรัสส่วนใหญ่เป็นชนิด P (Pro), G (Glu), P (Pro), Q (Gln) ตามลำดับ (รายละเอียดผลการเปรียบเทียบยีน PB1 ได้แสดงไว้ในตารางที่ 14 และภาคผนวก ข)

Human/Avian like characteristic ที่ตำแหน่งกรดอะมิโนที่ 409 ของโปรตีน PA เป็นกรดอะมิโนชนิด S (Ser) ซึ่งเป็นคุณสมบัติของเชื้อไวรัสที่มีลักษณะของเชื้อไวรัสที่มาจากสัตว์ปีก (รายละเอียดผลการเปรียบเทียบยีน PA ได้แสดงไว้ในตารางที่ 15 และภาคผนวก ข)

Nucleoprotein gene (NP)

การวิเคราะห์ข้อมูลรหัสพันธุกรรมและตรวจสอบบริเวณที่สำคัญหรือเป็นคุณสมบัติจำเพาะ

- Human/Avian like characteristic ที่ตำแหน่งกรดอะมิโนที่ 136 ในโปรตีน NP

Human/Avian like characteristic กรดอะมิโนที่ตำแหน่ง 136 ของโปรตีน NP เป็นกรดอะมิโนชนิด L (Leu) ซึ่งเป็นคุณสมบัติของเชื้อไวรัสที่มาจากสัตว์ปีก (รายละเอียดผลการเปรียบเทียบยีน NP ได้แสดงไว้ในตารางที่ 16 และภาคผนวก ข)

ตารางที่ 13 ผลการเปรียบเทียบยีน PB2 ของเชื้อไข้หวัดนกในตำแหน่งกรดอะมิโนที่ 627, 355 (virulence determinants) และ199, 661, 667, 702 (human/avian like characteristics)

Virus	Isolate Description	Year	Virulence determinant		Human/Avian like characteristics			
			627	355	199	661	667	702
CU-01	A/Chicken/Suphan Buri/CU-1/04	2547	E	R	A	A	V	K
CU-04	A/Crow/Bangkok/CU-4/04	2547	E	R	A	A	V	K
CU-10	A/Chicken/Chachoengsao/CU-10/04	2547	**K**	R	A	A	V	K
CU-11	A/Chicken/Chachoengsao/CU-11/04	2547	E	R	A	A	V	K
CU-15	A/Crow/Bangkok/CU-15/04	2547	E	R	A	A	V	K
CU-16	A/White Peafowl/Bangkok/CU-16/04	2547	E	R	A	A	V	K
CU-17	A/Chicken/Saraburi/CU-17/04	2547	E	R	A	A	V	K
CU-18	A/Kalji Pheasant/Bangkok/CU-18/04	2547	E	R	A	A	V	K
CU-19	A/Ostrich/Samut Prakan/CU-19/04	2547	**K**	R	A	A	V	K
CU-23	A/Chicken/Ayutthaya/CU-23/04	2547	E	R	A	A	V	K
CU-25	A/Crow/Bangkok/CU-25/04	2547	E	R	A	A	V	K
CU-26	A/Roller/Bangkok/CU-26/04	2547	**K**	R	A	A	V	K
CU-27	A/Chicken/Saraburi/CU-27/04	2547	E	R	A	A	V	K
CU-29	A/White Peafowl/Bangkok/CU-29/04	2547	E	R	A	A	V	K
CU-31	A/Ostrich/Samut Prakan/CU-31/04	2547	**K**	R	A	A	V	K
CU-38	A/Chicken/Lop Buri/CU-38/04	2547	**K**	R	A	A	V	K
CU-66	A/Tiger/Chon Buri/CU-T3/04	2547	**K**	R	A	A	V	K
CU-K2	A/Chicken/Nakhon Pathom/CU-K2/04	2547	E	R	A	A	V	K
CK-160	A/Chicken/Kanchanaburi/CK-160/05	2548	E	R	A	A	V	K
CK-162	A/Chicken/Nonthaburi/CK-162/05	2548	E	R	A	A	V	K
QA-161	A/Quail/Nakhon Pathom/QA-161/05	2548	E	R	A	A	V	K
DLD22	A/Duck/Unknown/DLD-22/04	2547	E	-	-	A	V	K
DLD23	A/Chicken/Unknown/DLD23/04	2547	E	-	-	A	V	K
DLD24	A/Chicken/Unknown/DLD24/04	2547	E	-	-	A	V	K
DLD25	A/Chicken/Unknown/DLD25/04	2547	E	-	-	A	V	K
DLD26	A/Chicken/Unknown/DLD26/04	2547	E	-	-	A	V	K
DLD27	A/Chicken/Unknown/DLD27/04	2547	E	-	-	A	V	K
DLD28	A/Chicken/Unknown/DLD28/04	2547	E	-	-	A	V	K
DLD29	A/Chicken/Unknown/DLD29/04	2547	E	-	-	A	V	K
DLD30	A/Chicken/Unknown/DLD30/04	2547	E	-	-	A	V	K
DLD31	A/Chicken/Unknown/DLD31/04	2547	E	-	-	A	V	K
DLD32	A/Goose/Unknown/DLD32/04	2547	E	-	-	A	V	K
DLD33	A/Chicken/Unknown/DLD33/04	2547	E	-	-	A	V	K
DLD34	A/Quail/Unknown/DLD34/04	2547	E	-	-	A	V	**R**
DLD35	A/Chicken/Unknown/DLD35/04	2547	E	-	-	A	V	K
DLD36	A/Chicken/Unknown/DLD36/04	2547	E	-	-	A	V	K
DLD37	A/Chicken/Unknown/DLD37/04	2547	E	-	-	A	V	K
DLD38	A/Chicken/Unknown/DLD38/04	2547	E	-	-	A	V	K
DLD39	A/Chicken/Unknown/DLD39/04	2547	E	-	-	A	V	K
DLD40	A/Chicken/Unknown/DLD40/04	2547	E	-	-	A	V	K
DLD41	A/Chicken/Unknown/DLD41/04	2547	E	-	-	A	V	K
DLD42	A/Chicken/Unknown/DLD42/04	2547	E	-	-	A	V	K
CU-K2	A/Chicken/Nakhon Pathom/CU-K2/04	2547	E	R	A	A	V	K
DLD43	A/Chicken/Unknown/DLD43/04	2547	E	-	-	A	V	K
DLD44	A/Chicken/Unknown/DLD44/04	2547	E	-	-	A	V	K
DLD45	A/Chicken/Unknown/DLD45/04	2547	E	-	-	A	V	K
DLD46	A/Chicken/Unknown/DLD46/04	2547	E	-	-	A	V	K
DLD47	A/Chicken/Unknown/DLD47/04	2547	E	-	-	A	V	K
DLD48	A/Chicken/Unknown/DLD48/04	2547	E	-	-	A	V	K
DLD49	A/Chicken/Unknown/DLD49/04	2547	E	-	-	A	V	K
DLD50	A/Duck/Chon Buri/DLD50/04	2547	E	-	-	A	V	K

ตารางที่ 13 ต่อ

Virus	Isolate Description	Year	Virulence determinant		Human/Avian like characteristics			
			627	355	199	661	667	702
DLD51	A/Duck/Chachoengsao/DLD51/04	2547	E	-	-	A	V	K
DLD52	A/Duck/Chon Buri/DLD52/04	2547	E	-	-	A	V	K
DLD53	A/Unknown/Unknown/DLD53/04	2547	E	-	-	A	V	K
DLD54	A/Duck/Prachin Buri/DLD54/04	2547	E	-	-	A	V	K
DLD55	A/Duck/Chon Buri/DLD55/04	2547	E	-	-	A	V	K
DLD56	A/Duck/Prachin Buri/DLD56/04	2547	E	-	-	A	V	K
DLD57	A/Duck/Nakhon Nayok/DLD57/04	2547	E	-	-	A	V	K
DLD58	A/Duck/Nakhon Sawan/DLD58/04	2547	E	-	-	A	V	K
DLD59	A/Unknown/Unknown/DLD59/04	2547	E	-	-	A	V	K
DLD60	A/Unknown/Unknown/DLD60/04	2547	E	-	-	A	V	K
DLD61	A/Duck/Pathum Thani/DLD61/04	2547	E	-	-	A	V	K
DLD62	A/Duck/Chon Buri/DLD62/04	2547	E	-	-	A	V	K
DLD63	A/Duck/Prachin Buri/DLD63/04	2547	E	-	-	A	V	K
DLD64	A/Unknown/Unknown/DLD64/04	2547	E	-	-	A	V	K
DLD65	A/Duck/Chon Buri/DLD65/04	2547	E	-	-	A	V	K
DLD66	A/Unknown/Unknown/DLD66/04	2547	E	-	-	A	V	K
DLD67	A/Unknown/Unknown/DLD67/04	2547	E	-	-	A	V	K
DLD68	A/Unknown/Unknown/DLD68/04	2547	E	-	-	A	V	K
DLD69	A/Unknown/Unknown/DLD69/04	2547	E	-	-	A	V	K
DLD70	A/Unknown/Unknown/DLD70/04	2547	E	-	-	A	V	K
DLD71	A/Unknown/Unknown/DLD71/04	2547	E	-	-	A	V	K
DLD72	A/Unknown/Unknown/DLD71/04	2547	E	-	-	A	V	K
DLD73	A/Unknown/Unknown/DLD73/04	2547	E	-	-	A	V	K
DLD74	A/Unknown/Unknown/DLD74/04	2547	E	-	-	A	V	K
DLD75	A/Unknown/Unknown/DLD75/04	2547	E	-	-	A	V	K
DLD76	A/Unknown/Unknown/DLD76/04	2547	E	-	-	A	V	K
DLD77	A/Unknown/Unknown/DLD77/04	2547	E	-	-	A	V	K
DLD78	A/Unknown/Unknown/DLD78/04	2547	E	-	-	A	V	K
DLD79	A/Unknown/Unknown/DLD79/04	2547	E	-	-	A	V	K
CU-T7	A/Tiger/Chon Buri/CU-T7/04	2547	**K**	R	A	A	V	K
CU-T4	A/Tiger/Chon Buri/CU-T4/04	2547	**K**	-	-	A	V	K
CU-T5	A/Tiger/Chon Buri/CU-T5/04	2547	**K**	-	-	A	V	K
CU-T6	A/Tiger/Chon Buri/CU-T6/04	2547	**K**	-	-	A	V	K
CU-T8	A/Tiger/Chon Buri/CU-T8/04	2547	**K**	-	-	A	V	K
CU-268	A/Chicken/Chon Buri/CU-268/06	2549	E	-	-	A	V	K
CU-269	A/Chicken/Bangkok/CU-269/06	2549	E	-	-	A	V	K
CU-270	A/Chicken/Phetchaburi/CU-270/06	2549	E	-	-	A	V	K
CU-271	A/Chicken/Chon Buri/CU-271/06	2549	E	-	-	A	V	K
CU-273	A/Chicken/N. ratchasima/CU-273/06	2549	E	-	-	A	V	K
CU-274	A/Chicken/Phetchabun/CU-274/06	2549	E	-	-	A	V	K
CU-275	A/Chicken/Phetchabun/CU-275/06	2549	E	-	-	A	V	K
CU-276	A/Chicken/Chon Buri/CU-276/06	2549	E	-	-	A	V	K
CU-279	A/Chicken/Chon Buri/CU-279/06	2549	E	-	-	A	V	K
CU-280	A/Chicken/Chon Buri/CU-280/06	2549	E	-	-	A	V	K
CU-283	A/Chicken/Chon Buri/CU-283/06	2549	E	-	-	A	V	K
CU-284	A/Chicken/N. ratchasima/CU-284/06	2549	E	-	-	A	V	K
CU-285	A/Chicken/Chon Buri/CU-285/06	2549	E	-	-	A	V	K
CU-286	A/Chicken/Chon Buri/CU-286/06	2549	E	-	-	A	V	K
CU-287	A/Chicken/Chon Buri/CU-287/06	2549	E	-	-	A	V	K
CU-289	A/Chicken/Unknown/CU-289/06	2549	E	-	-	A	V	K

ตารางที่ 13 ต่อ

Virus	Isolate Description	Year	Virulence determinant		Human/Avian like characteristics			
			627	355	199	661	667	702
CU-291	A/Chicken/Unknown/CU-291/06	2549	E	-	-	A	V	K
CU-297	A/Chicken/Unknown/CU-297/06	2549	E	-	-	A	V	K
CU-298	A/Chicken/Unknown/CU-298/06	2549	E	-	-	A	V	K
CU-299	A/Chicken/Unknown/CU-299/06	2549	E	-	-	A	V	K
CU-300	A/Chicken/Unknown/CU-300/06	2549	E	-	-	A	V	K
CU-304	A/Chicken/Prachin Buri/CU-304/06	2549	**K**	-	-	A	V	K
CU-307	A/Chicken/Unknown/CU-307/06	2549	E	-	-	A	V	K
KU-02	A/Cat/Thailand/KU-02/04	2547	**K**	R	A	A	V	K
KU-03	A/pigeon/Thailand/KU-03/04	2547	E	R	A	A	V	K
KU-08	A/Dog/Thailand/KU-08/04	2547	**K**	R	A	A	V	K
PC-168	A/Chicken/Thailand/PC-168/06	2549	E	R	A	A	V	K
PC-170	A/Chicken/Thailand/PC-170/06	2549	E	R	A	A	V	K
NP-172	A/Chicken/Thailand/NP-172/06	2549	E	R	A	A	**I**	K
NK-165	A/Human/Nong Khai/NK-165/05	2548	**K**	R	A	A	V	K

ตารางที่ 14 ผลการเปรียบเทียบยีน PB1 ของเชื้อไข้หวัดนกในตำแหน่งกรดอะมิโนที่ 198, 317 (virulence determinants) และ กรดอะมิโนที่ 23, 33, 79, 84 (function unknown)

Virus	Isolate Description	Year	Virulence determinant		Function unknown			
			198	317	23	33	79	84
CU-01	A/Chicken/Suphan Buri/CU-1/04	2547	K	M	P	G	P	Q
CU-04	A/Crow/Bangkok/CU-4/04	2547	K	M	P	G	P	Q
CU-10	A/Chicken/Chachoengsao/CU-10/04	2547	K	M	P	G	P	Q
CU-11	A/Chicken/Chachoengsao/CU-11/04	2547	K	M	P	G	P	Q
CU-15	A/Crow/Bangkok/CU-15/04	2547	K	M	P	G	P	Q
CU-16	A/White Peafowl/Bangkok/CU-16/04	2547	K	M	P	G	P	Q
CU-17	A/Chicken/Saraburi/CU-17/04	2547	K	M	P	G	P	Q
CU-18	A/Kalji Pheasant/Bangkok/CU-18/04	2547	K	M	P	G	P	Q
CU-19	A/Ostrich/Samut Prakan/CU-19/04	2547	K	M	P	G	P	Q
CU-23	A/Chicken/Ayutthaya/CU-23/04	2547	K	M	P	G	P	Q
CU-25	A/Crow/Bangkok/CU-25/04	2547	K	M	P	G	P	Q
CU-26	A/Roller/Bangkok/CU-26/04	2547	K	M	P	G	P	Q
CU-27	A/Chicken/Saraburi/CU-27/04	2547	K	M	P	G	P	Q
CU-29	A/White Peafowl/Bangkok/CU-29/04	2547	K	M	P	G	P	Q
CU-31	A/Ostrich/Samut Prakan/CU-31/04	2547	K	M	P	G	P	Q
CU-38	A/Chicken/Lop Buri/CU-38/04	2547	K	M	P	G	P	Q
CU-66	A/Tiger/Chon Buri/CU-T3/04	2547	K	M	P	G	P	Q
CK-160	A/Chicken/Kanchanaburi/CK-160/05	2548	K	M	P	G	P	Q
CK-162	A/Chicken/Nonthaburi/CK-162/05	2548	K	M	P	G	P	Q
QA-161	A/Quail/Nakhon Pathom/QA-161/05	2548	K	M	P	G	P	Q
CU-K2	A/Chicken/N. Pathom/CU-K2/04	2547	K	M	P	G	P	Q
CU-T7	A/Tiger/Chon Buri/CU-T7/04	2547	K	M	P	G	P	Q
KU-02	A/Cat/Thailand/KU-02/04	2547	K	M	P	G	P	Q
KU-08	A/Dog/Thailand/KU-08/04	2547	K	M	P	G	P	Q
PC-168	A/Chicken/Thailand/PC-168/06	2549	K	M	P	G	P	Q
PC-170	A/Chicken/Thailand/PC-170/06	2549	K	**V**	P	G	P	Q
NP-172	A/Chicken/Thailand/NP-172/06	2549	K	M	P	G	P	Q
CU-329	A/Duck/Bangkok/CU-329/06	2549	K	M	P	G	P	Q
NK-165	A/Human/Nong Khai/NK-165/05	2548	K	M	P	G	P	Q

ตารางที่ 15 ผลการเปรียบเทียบยีน PA ของเชื้อไข้หวัดนกในตำแหน่งกรดอะมิโนที่ 409 (human/avian like characteristics)

Virus	Isolate Description	Year	Human/Avian like characteristics Amino acid residue in PA (409)
CU-01	A/Chicken/Suphan Buri/CU-1/04	2547	S
CU-04	A/Crow/Bangkok/CU-4/04	2547	S
CU-10	A/Chicken/Chachoengsao/CU-10/04	2547	S
CU-11	A/Chicken/Chachoengsao/CU-11/04	2547	S
CU-15	A/Crow/Bangkok/CU-15/04	2547	S
CU-16	A/White Peafowl/Bangkok/CU-16/04	2547	S
CU-17	A/Chicken/Saraburi/CU-17/04	2547	S
CU-18	A/Kalji Pheasant/Bangkok/CU-18/04	2547	S
CU-19	A/Ostrich/Samut Prakan/CU-19/04	2547	S
CU-23	A/Chicken/Ayutthaya/CU-23/04	2547	S
CU-25	A/Crow/Bangkok/CU-25/04	2547	S
CU-26	A/Roller/Bangkok/CU-26/04	2547	S
CU-27	A/Chicken/Saraburi/CU-27/04	2547	S
CU-29	A/White Peafowl/Bangkok/CU-29/04	2547	S
CU-31	A/Ostrich/Samut Prakan/CU-31/04	2547	S
CU-38	A/Chicken/Lop Buri/CU-38/04	2547	S
CU-66	A/Tiger/Chon Buri/CU-T3/04	2547	S
CK-160	A/Chicken/Kanchanaburi/CK-160/05	2548	S
CK-162	A/Chicken/Nonthaburi/CK-162/05	2548	S
QA-161	A/Quail/Nakhon Pathom/QA-161/05	2548	S
CU-K2	A/Chicken/Nakhon Pathom/CU-K2/04	2547	S
CU-T7	A/Tiger/Chon Buri/CU-T7/04	2547	S
KU-02	A/Cat/Thailand/KU-02/04	2547	S
KU-08	A/Dog/Thailand/KU-08/04	2547	S
PC-168	A/Chicken/Thailand/PC-168/06	2549	S
PC-170	A/Chicken/Thailand/PC-170/06	2549	S
NP-172	A/Chicken/Thailand/NP-172/06	2549	S
CU-329	A/Duck/Bangkok/CU-329/06	2549	S
NK-165	A/Human/Nong Khai/NK-165/05	2548	S

ตารางที่ 16 ผลการเปรียบเทียบยีน NP ของเชื้อไข้หวัดนกในตำแหน่งกรดอะมิโนที่ 136, (human/avian like characteristics)

Virus	Isolate Description	Year	Human/Avian like characteristics Amino acid residue in NP (136)
CU-01	A/Chicken/Suphan Buri/CU-1/04	2547	L
CU-04	A/Crow/Bangkok/CU-4/04	2547	L
CU-10	A/Chicken/Chachoengsao/CU-10/04	2547	L
CU-11	A/Chicken/Chachoengsao/CU-11/04	2547	L
CU-15	A/Crow/Bangkok/CU-15/04	2547	L
CU-16	A/White Peafowl/Bangkok/CU-16/04	2547	L
CU-17	A/Chicken/Saraburi/CU-17/04	2547	L
CU-18	A/Kalji Pheasant/Bangkok/CU-18/04	2547	L
CU-19	A/Ostrich/Samut Prakan/CU-19/04	2547	L
CU-23	A/Chicken/Ayutthaya/CU-23/04	2547	L
CU-25	A/Crow/Bangkok/CU-25/04	2547	L
CU-26	A/Roller/Bangkok/CU-26/04	2547	L
CU-27	A/Chicken/Saraburi/CU-27/04	2547	L
CU-29	A/White Peafowl/Bangkok/CU-29/04	2547	L
CU-31	A/Ostrich/Samut Prakan/CU-31/04	2547	L
CU-38	A/Chicken/Lop Buri/CU-38/04	2547	L
CU-66	A/Tiger/Chon Buri/CU-T3/04	2547	L
CK-160	A/Chicken/Kanchanaburi/CK-160/05	2548	L
CK-162	A/Chicken/Nonthaburi/CK-162/05	2548	L
QA-161	A/Quail/Nakhon Pathom/QA-161/05	2548	L
CU-K2	A/Chicken/Nakhon Pathom/CU-K2/04	2547	L
CU-T7	A/Tiger/Chon Buri/CU-T7/04	2547	L
CU-268	A/Chicken/Chon Buri/CU-268/06	2549	L
CU-269	A/Chicken/Bangkok/CU-269/06	2549	L
CU-270	A/Chicken/Phetchaburi/CU-270/06	2549	L
CU-271	A/Chicken/Chon Buri/CU-271/06	2549	L
CU-273	A/Chicken/Nakhonratchasima/CU-273/06	2549	L
CU-274	A/Chicken/Phetchabun/CU-274/06	2549	L
CU-275	A/Chicken/Phetchabun/CU-275/06	2549	L
CU-276	A/Chicken/Chon Buri/CU-276/06	2549	L
CU-279	A/Chicken/Chon Buri/CU-279/06	2549	L
CU-280	A/Chicken/Chon Buri/CU-280/06	2549	L
CU-283	A/Chicken/Chon Buri/CU-283/06	2549	L
CU-284	A/Chicken/Nakhonratchasima/CU-284/06	2549	L
CU-285	A/Chicken/Chon Buri/CU-285/06	2549	L
CU-286	A/Chicken/Chon Buri/CU-286/06	2549	L
CU-287	A/Chicken/Chon Buri/CU-287/06	2549	L
CU-289	A/Chicken/Unknown/CU-289/06	2549	L
CU-291	A/Chicken/Unknown/CU-291/06	2549	L
CU-297	A/Chicken/Unknown/CU-297/06	2549	L

ตารางที่ 16 ต่อ

Virus	Isolate Description	Year	Human/Avian like characteristics Amino acid residue in NP (136)
CU-298	A/Chicken/Unknown/CU-298/06	2549	L
CU-299	A/Chicken/Unknown/CU-299/06	2549	L
CU-300	A/Chicken/Unknown/CU-300/06	2549	L
CU-304	A/Chicken/Prachin Buri/CU-304/06	2549	L
CU-307	A/Chicken/Unknown/CU-307/06	2549	L
KU-02	A/Cat/Thailand/KU-02/04	2547	L
KU-08	A/Dog/Thailand/KU-08/04	2547	L
PC-168	A/Chicken/Thailand/PC-168/06	2549	L
PC-170	A/Chicken/Thailand/PC-170/06	2549	L
NP-172	A/Chicken/Thailand/NP-172/06	2549	L
CU-329	A/Duck/Bangkok/CU-329/06	2549	L
NK-165	A/Human/Nong Khai/NK-165/05	2548	L

ผลการสร้างฐานข้อมูลรหัสพันธุกรรมของเชื้อไข้หวัดนกในประเทศไทย

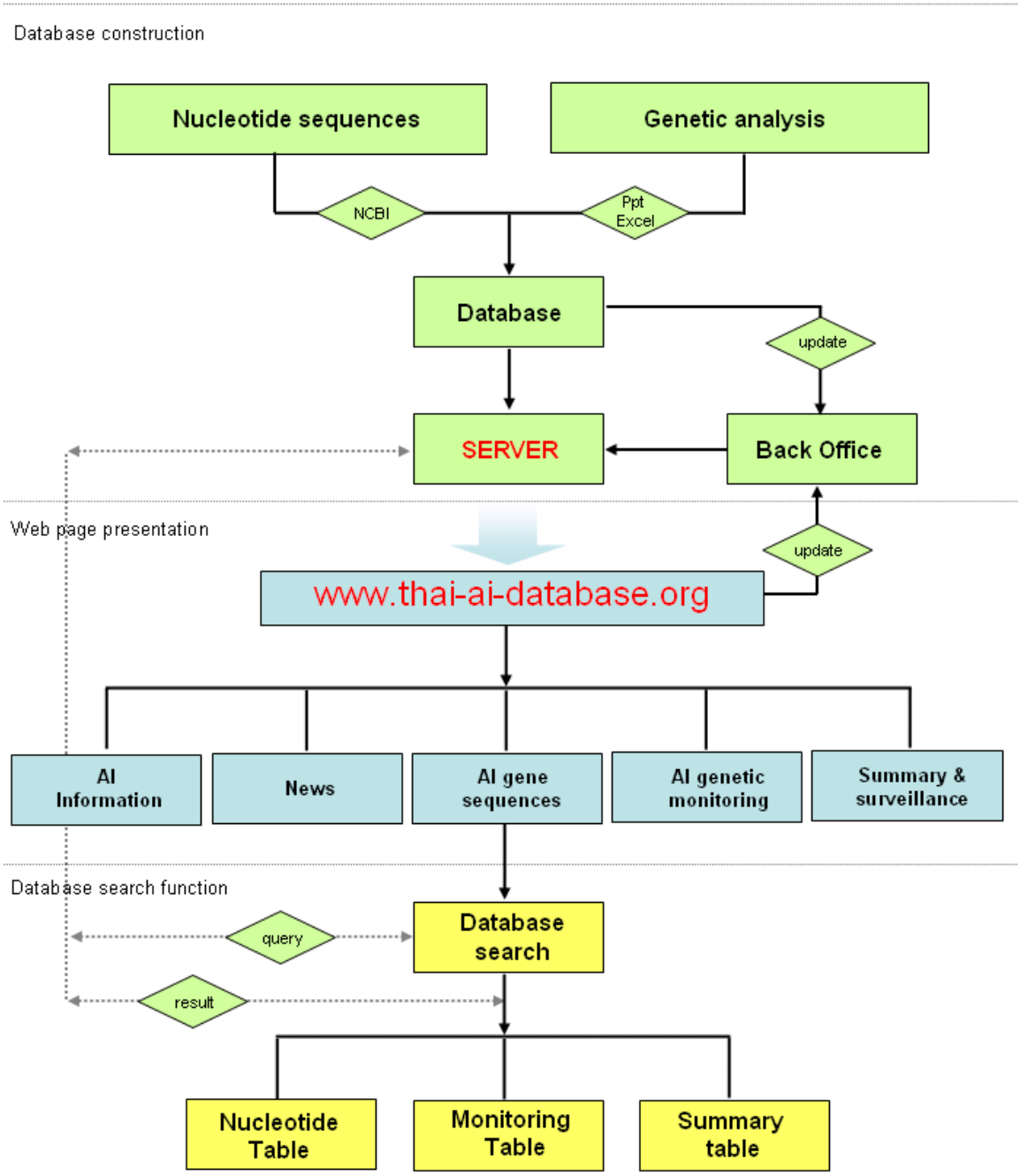
ข้อมูลของรหัสพันธุกรรม ผลการวิเคราะห์รหัสพันธุกรรมเพื่อการเฝ้าระวังการกลายพันธุ์ของเชื้อไข้หวัดนก รวมทั้งข้อมูลข่าวสารที่เกี่ยวข้องกับโรคและเชื้อไข้หวัดนก ได้เผยแพร่ในรูปของเทคโนโลยีสารสนเทศผ่าน World Wide Web หรือ Web page ที่ http://www.thai-ai-database.org โดยได้จัดทำฐานข้อมูลทั้งในรูปแบบของภาษาไทยและภาษาอังกฤษ (รายละเอียดขั้นตอนการนำไปสู่ฐานข้อมูลได้แสดงไว้ในภาคผนวก ค)

โครงสร้างการสร้างฐานข้อมูลรหัสพันธุกรรม การจัดเก็บข้อมูล การวิเคราะห์เปรียบเทียบรหัสพันธุกรรม และการแสดงผลการวิเคราะห์รหัสพันธุกรรม รวมทั้งการค้นหาข้อมูลรหัสพันธุกรรม และค้นหาข้อมูลการกลายพันธุ์ ได้แสดงไว้ในภาพประกอบที่ 2 โครงสร้างของฐานข้อมูลที่สร้างขึ้นประกอบด้วย **ส่วนการสร้างฐานข้อมูล** (database construction) ได้จัดเก็บข้อมูลรหัสพันธุกรรมและข้อมูลการวิเคราะห์เปรียบเทียบรหัสพันธุกรรม ในรูปแบบของ NCBI (สำหรับรหัสพันธุกรรม) และ Power point และ Excel (สำหรับผลวิเคราะห์เปรียบเทียบรหัสพันธุกรรม) **ส่วนแสดงผลการสร้างฐานข้อมูล**ได้เผยแพร่ในรูปแบบของเทคโนโลยีสารสนเทศ (web page presentation) โดยได้จัดทำหัวข้อหลักๆ ประกอบด้วย สาระน่ารู้ (AI information) ข้อมูล ความรู้ และบทความ ที่เกี่ยวข้องกับเชื้อและโรคไข้หวัดนก รวมทั้งระบาดวิทยาของโรคไข้หวัดนกในประเทศไทยและต่างประเทศ ข่าว (news) ข้อมูลปัจจุบันที่เกี่ยวข้องกับการระบาดหรือรายงานการวิจัยที่มีความสำคัญ ตรวจสอบการกลายพันธุ์ (AI genetic monitoring) ข้อมูลในตรวจสอบการกลายพันธุ์ ประกอบด้วยข้อมูลหลัก 2 ส่วน คือ ส่วนที่ 1 ข้อมูลผลการวิเคราะห์รหัสพันธุกรรมในแต่ละยีนของเชื้อไวรัสที่มีในฐานข้อมูล และส่วนที่ 2 การค้นหาข้อมูล โดยการค้นหาจากจังหวัด (province) และ ยีน (gene) ค้นหารหัสพันธุกรรม (AI gene sequences) ข้อมูลในค้นหารหัสพันธุกรรม ประกอบด้วยข้อมูลหลัก 2 ส่วน คือ ส่วนที่ 1 ข้อมูลรหัสพันธุกรรมของแต่ละยีนของเชื้อไวรัสที่มีในฐานข้อมูล และส่วนที่ 2 การค้นหาข้อมูล โดยการค้นหาจากชนิดสัตว์ (host) ยีน (gene) ปี (year) พิกัด (GIS) หรือ คำสำคัญ (keyword) สรุปผลการเฝ้าระวัง (AI summary and surveillance) ข้อมูลในสรุปผลการเฝ้าระวัง ประกอบด้วย ผลการสรุปข้อมูลในฐานข้อมูล โดยสามารถแสดงผลแบบจำแนกตามจังหวัด จำแนกตามชนิดสัตว์ หรือ จำแนกตามปี **ส่วนการค้นหาข้อมูล** (database search function) สามารถทำได้จากการค้นหาข้อมูลตรวจสอบการกลายพันธุ์ (AI genetic monitoring) การค้นหารหัสพันธุกรรม (AI gene sequences) และ การค้นหาข้อมูลสรุปผลการเฝ้าระวัง (AI summary and surveillance) ซึ่งการค้นหาข้อมูลจะสัมพันธ์กับข้อมูลในฐานข้อมูลบน server นอกจากนี้ฐานข้อมูลยังประกอบด้วย **ส่วนปรับปรุงข้อมูล** (Back office) ซึ่งสามารถดำเนินการโดยการปรับปรุงข้อมูลโดยตรงจาก server หรือผ่านการปรับปรุงข้อมูลผ่าน web page (รายละเอียดส่วนแสดงผลการสร้างฐานข้อมูลที่เผยแพร่ใน http://www.thai-ai-database.org แสดงไว้ในภาคผนวก ง)

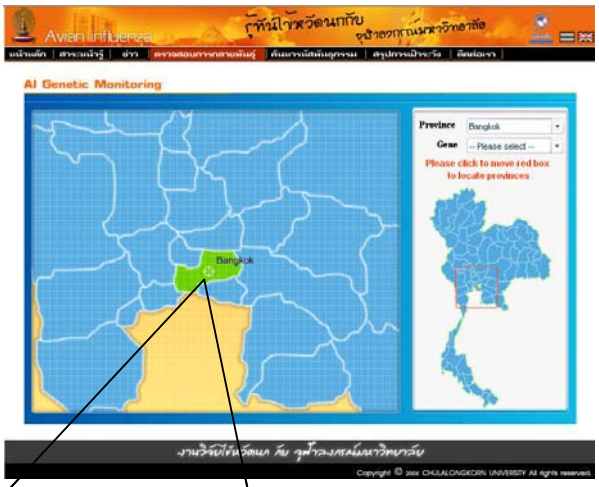
ตัวอย่างตารางแสดงผลการตรวจสอบการกลายพันธุ์ โดยใช้การค้นหาข้อมูลจากจังหวัด (province) และ ยีน (gene) ได้แสดงไว้ในภาพประกอบที่ 3 การใช้การค้นหา (search engine) จะมีประโยชน์ในแง่การตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงของเชื้อไวรัสในตำแหน่งต่างๆ ของยีนทั้ง 8 ยีนซึ่งสามารถสรุปได้ในตารางแสดงผล นอกจากนี้การค้นหาข้อมูลยังสามารถช่วยให้นักวิจัยค้นหาผลการวิเคราะห์การกลายพันธุ์ของเชื้อไวรัสที่น่าสนใจ เช่น ภายในจังหวัดหรือภูมิภาคเดียวกันในเวลาที่แตกต่างกัน (chronological isolates) ได้อย่างรวดเร็ว (รายละเอียดส่วนแสดงผลการสร้างค้นหาข้อมูลใน http://www.thai-ai-database.org แสดงไว้ในภาคผนวก ง)

ตัวอย่างตารางแสดงผลการค้นหารหัสพันธุกรรม โดยใช้การค้นหาข้อมูลจากชนิดสัตว์ (host) ยีน (gene) ปี (year) พิกัด (GIS) หรือ คำสำคัญ (keyword) ได้แสดงไว้ในภาพประกอบที่ 4 ซึ่งตารางแสดงผลการค้นหารหัสพันธุกรรม (search engine) จะมีประโยชน์ในแง่การแสดงข้อมูลรหัสพันธุกรรมว่ามาจากสัตว์ชนิดใด ปีใด นอกจากนี้ยังสามารถช่วยให้นักวิจัยนำข้อมูล (download) รหัสพันธุกรรมไปใช้ในการศึกษาวิจัยเปรียบเทียบกับเชื้อไวรัสในภูมิภาคต่างๆ ทั่วโลก รวมทั้งการศึกษาวิจัยเชิงลึกต่อไป (รายละเอียดส่วนแสดงผลการสร้างค้นหาข้อมูลใน http://www.thai-ai-database.org แสดงไว้ในภาคผนวก ง)

ภาพที่ 2 โครงสร้างการสร้างฐานข้อมูลรหัสพันธุกรรม การจัดเก็บข้อมูล การวิเคราะห์เปรียบเทียบรหัสพันธุกรรม และการแสดงผลการวิเคราะห์รหัสพันธุกรรม รวมทั้งการค้นหาข้อมูลรหัสพันธุกรรม และค้นหาข้อมูลการกลายพันธุ์



ภาพที่ 3 ตัวอย่างตารางแสดงผลการตรวจสอบการกลายพันธุ์ โดยใช้การค้นหาข้อมูลจากจังหวัด (province) และ ยีน (gene)



w.thai-al-database.org - www.thai-al-database.org - ILLUSION

NA GENE

Virus	Isolate Description	พ.ศ.	NA stalk region (49-68)	Oseltamivir resistance			
				119	275	293	295
CU-03	A/Chicken/Bangkok/CU-3/04	2547	20 amino acid deletion	E	H	R	N
CU-04	A/Crow/Bangkok/CU-4/04	2547	20 amino acid deletion	E	H	R	N
CU-06	A/Chicken/Bangkok/CU-6/04	2547	20 amino acid deletion	E	H	R	N
CU-15	A/Crow/Bangkok/CU-15/04	2547	20 amino acid deletion	E	H	R	N
CU-16	A/White Peafowl/Bangkok/CU-16/04	2547	20 amino acid deletion	E	H	R	N
CU-18	A/Kalji Pheasant/Bangkok/CU-18/04	2547	20 amino acid deletion	E	H	R	N
CU-20	A/Chicken/Bangkok/CU-20/04	2547	20 amino acid deletion	E	H	R	N
CU-21	A/Chicken/Bangkok/CU-21/04	2547	20 amino acid deletion	E	H	R	N
CU-25	A/Crow/Bangkok/CU-25/04	2547	20 amino acid deletion	E	H	R	N
CU-26	A/Roller/Bangkok/CU-26/04	2547	20-amino acid deletion	E	H	R	N
CU-269	A/Chicken/Bangkok/CU-269/06	2549	20-amino acid deletion	E	H	R	N
CU-29	A/White Peafowl/Bangkok/CU-29/04	2547	20 amino acid deletion	E	H	R	N
CU-329	A/Duck/Bangkok/CU-329/06	2549	20-amino acid deletion	E	H	R	N
CU-35	A/Crow/Bangkok/CU-35/04	2547	20 amino acid deletion	E	H	R	N

HA GENE

Virus	Isolate Description	พ.ศ.	Connecting peptide sequences (323-329)	Receptor binding site		Glycosylation site					Amino acids under positive selection pressure						
				222	224	10-12	11-13	22-24	154-156	165-167	193-195	286-288	Antigenic site E (83)	Antigenic site E (86)	Antigenic site A (138)	Antigenic site A (140)	Antigenic site A (141)	Receptor binding (129)	Receptor binding (175)
CU-03	A/Chicken/Bangkok/CU-3/04	2547	RERRRKK	Q	G	N-S	N-T	N-T	N-T	N-T	N-T	N-S	A	V	Q	K	S	L	L
CU-04	A/Crow/Bangkok/CU-4/04	2547	RERRRKK	Q	G	N-S	N-T	N-T	N-T	N-T	N-T	N-S	A	V	Q	K	S	L	L
CU-06	A/Chicken/Bangkok/CU-6/04	2547	RERRRKK	Q	G	N-S	N-T	N-T	N-T	N-T	N-T	N-S	A	V	Q	K	S	L	L
CU-15	A/Crow/Bangkok/CU-15/04	2547	RERRRKK*	Q	G	N-S	N-T	N-T	N-T	N-T	N-T	N-S	A	V	Q	K	S	L	L
CU-16	A/White Peafowl/Bangkok/CU-16/04	2547	RERRRKK*	Q	G	N-S	N-T	N-T	N-T	N-T	N-T	N-S	A	V	Q	K	S	L	L
CU-18	A/Kalji Pheasant/Bangkok/CU-18/04	2547	RERRRKK*	Q	G	N-S	N-T	N-T	N-T	N-T	N-T	N-S	A	V	Q	K	S	L	L
CU-20	A/Chicken/Bangkok/CU-20/04	2547	RERRRKK	Q	G	N-S	N-T	N-T	N-T	N-T	N-T	N-S	A	V	Q	K	S	L	L
CU-21	A/Chicken/Bangkok/CU-21/04	2547	RERRRKK	Q	G	N-S	N-T	N-T	N-T	N-T	N-T	N-S	A	V	Q	K	S	L	L
CU-25	A/Crow/Bangkok/CU-25/04	2547	RERRRKK	Q	G	N-S	N-T	N-T	N-T	N-T	N-T	N-S	A	V	Q	K	S	L	L
CU-26	A/Roller/Bangkok/CU-26/04	2547	N/A	Q	G	N-S	N-T	N-T	N-T	N-T	N-T	N-S	A	V	Q	K	S	L	L
CU-269	A/Chicken/Bangkok/CU-269/06	2549	RERRRKK	Q	G	N-S	N-T	N-T	N-T	N-T	N-T	N-S	A	V	Q	K	S	L	L
CU-29	A/White Peafowl/Bangkok/CU-29/04	2547	RERRRKK*	Q	G	N-S	N-T	N-T	N-T	N-T	N-T	N-S	A	V	Q	K	S	L	L
CU-329	A/Duck/Bangkok/CU-329/06	2549	RERRKK	Q	G	N-S	N-T	N-T	N-T	N-T	N-T	N-S	A	A	L	N	P	L	L
CU-35	A/Crow/Bangkok/CU-35/04	2547	RERRRKK*	Q	G	N-S	N-T	N-T	N-T	N-T	N-T	N-S	A	V	Q	K	S	L	L

NS GENE

Virus	Isolate Description	พ.ศ.	Amino acid deletion in NS1 (80-84)	Virulence determinant	
				Amino acid residue in NS1 (92)	Carboxy-terminal of NS1
CU-03	A/Chicken/Bangkok/CU-3/04	2547	5 amino acid deletion	D	ESEV
CU-04	A/Crow/Bangkok/CU-4/04	2547	5 amino acid deletion	D	ESEV
CU-06	A/Chicken/Bangkok/CU-6/04	2547	5 amino acid deletion	D	ESEV
CU-15	A/Crow/Bangkok/CU-15/04	2547	5 amino acid deletion	D	ESEV
CU-16	A/White Peafowl/Bangkok/CU-16/04	2547	5 amino acid deletion	D	ESEV
CU-18	A/Kalji Pheasant/Bangkok/CU-18/04	2547	5 amino acid deletion	D	ESEV
CU-20	A/Chicken/Bangkok/CU-20/04	2547	5 amino acid deletion	D	ESEV
CU-21	A/Chicken/Bangkok/CU-21/04	2547	5 amino acid deletion	D	ESEV
CU-25	A/Crow/Bangkok/CU-25/04	2547	5 amino acid deletion	D	ESEV
CU-26	A/Roller/Bangkok/CU-26/04	2547	5 amino acid deletion	D	ESEV
CU-269	A/Chicken/Bangkok/CU-269/06	2549	5 amino acid deletion	D	ESEV
CU-29	A/White Peafowl/Bangkok/CU-29/04	2547	5 amino acid deletion	D	ESEV
CU-329	A/Duck/Bangkok/CU-329/06	2549	5 amino acid deletion	D	ESEV
CU-35	A/Crow/Bangkok/CU-35/04	2547	5 amino acid deletion	D	ESEV

ภาพที่ 4 ตัวอย่างตารางแสดงผลการค้นหารหัสพันธุกรรม โดยใช้การค้นหาข้อมูลจากชนิดสัตว์ (host) ยีน (gene) ปี (year) พิกัด (GIS) หรือ คำสำคัญ (keyword)





ตัวอย่าง	ชื่อตัวอย่าง	ปี	พิกัด	หมายเลขของลำดับเบสในฐานข้อมูล							
				HA	NA	M	NS	PB2	PB1	PA	NP
CU-01	A/Chicken/Suphan Buri/CU-1/04	2547	14.471245 100.129459	DQ083550	DQ083586	DQ083660	DQ083622	CU01PB2	CU01PB1	CU01PA	CU01NP
CU-03	A/Chicken/Bangkok/CU-3/04	2547	13.730775 100.521005	DQ083551	DQ083587	DQ083661	DQ083623				
CU-06	A/Chicken/Bangkok/CU-6/04	2547	13.730775 100.521005	DQ083554	DQ083590	DQ083664	DQ083626				
CU-07	A/Chicken/Chon Buri/CU-7/04	2547	13.368448 100.9872	DQ083555	DQ083591	DQ083665	DQ083627				
CU-08	A/Chicken/Prachin Buri/CU-8/04	2547	14.048680 101.377870	DQ083556	DQ083592	DQ083666	DQ083628				
CU-09	A/Chicken/Suphan Buri/CU-9/04	2547	14.471198 100.129404	DQ083557	DQ083593	DQ083667	DQ083629				
CU-10	A/Chicken/Chachoengsao/CU-10/04	2547	13.679070 101.075800	DQ083558	DQ083594	DQ083668	DQ083630	CU10PB2	CU10PB1	CU10PA	CU10NP
CU-11	A/Chicken/Chachoengsao/CU-11/04	2547	13.679070 101.075800	DQ083559	DQ083595	DQ083669	DQ083631	CU11PB2	CU11PB1	CU11PA	CU11NP
CU-12	A/Chicken/Nakhon Sawan/CU-12/04	2547	10.492447 99.177207	DQ083560	DQ083596	DQ083670	DQ083632				
CU-13	A/Chicken/Nakhon Sawan/CU-13/04	2547	10.492447 99.177207	DQ083561	DQ083597	DQ083671	DQ083633				
CU-14	A/Chicken/Nakhon Pathom/CU-14/04	2547	13.817814 100.064014	DQ083562	DQ083598	DQ083672	DQ083634				
CU-17	A/Chicken/Saraburi/CU-17/04	2547	14.513047 100.913528	DQ083565	DQ083601	DQ083675	DQ083637	CU17PB2	CU17PB1	CU17PA	CU17NP
CU-20	A/Chicken/Bangkok/CU-20/04	2547	13.730775 100.521005	DQ083568	DQ083604	DQ083678	DQ083640				
CU-21	A/Chicken/Bangkok/CU-21/04	2547	13.730775 100.521005	AY779050	AY779051	DQ083697	DQ083659				
CU-23	A/Chicken/Ayutthaya/CU-23/04	2547	14.343974 100.561212	AY770991	AY770992	AY770998	AY770997	AY770993	AY770994	AY770995	AY770996
CU-24	A/Chicken/Ayutthaya/CU-24/04	2547	14.343974 100.561212	DQ083569	DQ083605	DQ083679	DQ083641				
CU-27	A/Chicken/Saraburi/CU-27/04	2547	14.513047 100.913528	DQ083572	DQ083608	DQ083682	DQ083644	CU27PB2	CU27PB1	CU27PA	CU27NP
CU-38	A/Chicken/Lop Buri/CU-38/04	2547	14.793714 100.653898	DQ083576	DQ083612	DQ083686	DQ083648	CU38PB2	CU38PB1	CU38PA	CU38NP
CU-39	A/Chicken/Nakhon Sawan/CU-39/04	2547	15.700602 100.133819	DQ083577	DQ083613	DQ083687	DQ083649				

การอภิปรายผล

โรคไข้หวัดนก (avian Influenza) เป็นโรคระบาดในสัตว์ปีก เกิดจากเชื้อไวรัสอินฟลูเอนซ่าเอ (Influenza type A) เชื้อนี้สามารถแบ่งออกเป็น subtype ตามชนิดของแอนติเจน Hemagglutinin (H) และ Neuraminidase (N) ได้เป็นหลาย subtype คือ H1-16 และ N1-9 เชื้อไข้หวัดนกสายพันธุ์ H5N1 เป็นสายพันธุ์ที่มีความสำคัญในด้านการผลิตสัตว์และการสาธารณสุข เนื่องจากเชื้อไข้หวัดนกสายพันธุ์ H5N1 นี้ทำให้เกิดการระบาดของโรคไข้หวัดนกในสัตว์ปีกหลายชนิด รวมทั้งทำให้เกิดโรคในคน ในปัจจุบันองค์การโรคระบาดสัตว์ระหว่างประเทศ (Office International des Epizooties, OIE) ได้จัดให้โรคนี้อยู่ในกลุ่ม list A ซึ่งเป็นกลุ่มโรคที่มีความรุนแรงแพร่กระจายอย่างรวดเร็วและทำให้เกิดความเสียหายทางด้านเศรษฐกิจและสาธารณสุข (OIE, 2004)

เชื้อไข้หวัดนกเป็น enveloped virus ชนิด single stranded RNA เชื้อไวรัสชนิดนี้จัดอยู่ในสกุล (Family) Orthomyxoviridae เชื้อไข้หวัดนกสายพันธุ์ที่กำลังทำให้เกิดการระบาดของโรคไข้หวัดนกโดยสามารถทำให้เกิดโรคในสัตว์ปีกและแพร่มาสู่คน คือ สายพันธุ์ H5N1 ในประเทศไทยมีการระบาดของโรคไข้หวัดนกเป็นครั้งแรกในต้นปี พ.ศ. 2547 ซึ่งช่วงแรกทำให้เกิดการระบาดในสัตว์ปีกอย่างรวดเร็ว (โดยเฉพาะในบริเวณภาคเหนือตอนล่างและภาคกลาง) ต่อมาได้มีการระบาดของโรคไข้หวัดนกอย่างต่อเนื่องในสัตว์ปีกหลายชนิด รวมทั้งในคนและสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมบางชนิด เช่น เสือ แมว และสุนัข ปัจจุบันในประเทศไทยมีรายงานของผู้ติดเชื้อไข้หวัดนก (H5N1) ทั้งหมด 25 รายและเสียชีวิต 17 ราย (รายงานเมื่อวันที่ 6 มิถุนายน 2550) (WHO, 2007)

เนื่องจากโรคไข้หวัดนก เป็นโรคระบาดในสัตว์ปีกและสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมหลายชนิด รวมทั้งในคน โดยมีรายการการระบาดของโรคไข้หวัดนกในหลายประเทศทั้งทวีปเอเชีย ยุโรป และแอฟริกา เนื่องจากการศึกษาระบาดวิทยา การแพร่กระจายของเชื้อไวรัส และวิวัฒนาการของเชื้อไข้หวัดนก มีความสำคัญและต้องอาศัยข้อมูลรหัสพันธุกรรมของเชื้อไวรัสในการศึกษาวิจัยและตอบคำถามที่เกี่ยวข้องกับโรคและเชื้อไข้หวัดนก **ดังนั้นการถอดรหัสพันธุกรรมและการเปรียบเทียบรหัสพันธุกรรม รวมถึงการรวบรวมข้อมูลรหัสพันธุกรรม และการเผยแพร่ข้อมูลระหว่างนักวิจัยทั่วโลก จึงมีความจำเป็นและมีความสำคัญในการศึกษาวิจัยโรคไข้หวัดนก** (Capua et al., 2006; Salzberg et al., 2006) การวิจัยครั้งนี้ได้สร้างฐานข้อมูลรหัสพันธุกรรมของเชื้อไข้หวัดนกในประเทศไทย โดยได้รวบรวมรหัสพันธุกรรมของเชื้อไข้หวัดนกสายพันธุ์ H5N1 จำนวน 148 ตัวอย่างจากสัตว์ปีกและสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมหลายชนิด รวมทั้งคน และได้วิเคราะห์เปรียบเทียบข้อมูลรหัสพันธุกรรมของแต่ยีนทั้ง 8 ยีนของเชื้อไข้หวัดนก โดยได้วิเคราะห์ในจุดที่มีความสำคัญหรือเป็นคุณสมบัติเฉพาะในแต่ละยีนของเชื้อไวรัส นอกจากนี้ยังได้

เผยแพร่ฐานข้อมูลรหัสพันธุกรรมและผลการผลการวิเคราะห์รหัสพันธุกรรม เพื่อเป็นการเฝ้าระวังการกลายพันธุ์ของเชื้อไข้หวัดนก รวมทั้งเผยแพร่ข้อมูลข่าวสารที่เกี่ยวข้องกับโรคและเชื้อไข้หวัดนก ในรูปของเทคโนโลยีสารสนเทศที่ http://www.thai-ai-database.org โดยได้จัดทำฐานข้อมูลทั้งในรูปแบบของภาษาไทยและภาษาอังกฤษ

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยแรกที่ รวบรวมรหัสพันธุกรรมของเชื้อไข้หวัดนกในประเทศไทย และได้นำข้อมูลรหัสพันธุกรรมเหล่านี้ไปเผยแพร่ในฐานข้อมูลที่สร้างขึ้น http://www.thai-ai-database.org จากการวิจัยพบว่าเชื้อไข้หวัดนกที่รวบรวมจำนวน 148 ตัวอย่าง ได้จากข้อมูลที่เผยแพร่ในฐานข้อมูล GenBank โดยการ download จากฐานข้อมูล GenBank และจากการรวบรวมข้อมูลรหัสพันธุกรรมของคณะผู้วิจัยที่ยังไม่ได้เผยแพร่ในฐานข้อมูล GenBank รหัสพันธุกรรมของเชื้อไข้หวัดนกส่วนใหญ่ได้จากสัตว์ปีกโดยเฉพาะไก่ (58.11%) และเป็ด (12.16%) รวมทั้งสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมบางชนิด เช่น เสือ สุนัข และแมว รวมทั้งคน ส่วนสถานที่พบและแยกเชื้อได้ส่วนใหญ่เป็นจังหวัดในภาคกลางและภาคตะวันออก (กรุงเทพมหานคร 9.46%, ชลบุรี 17.57%) โดยเชื้อไข้หวัดนกทั้งหมดแยกได้ในปี พ.ศ. 2547-2549 จากผลการรวบรวมรหัสพันธุกรรมของเชื้อไข้หวัดนกพบว่ามีข้อมูลรหัสพันธุกรรมทั้งตัว (ทั้ง 8 ยีน) ของเชื้อไข้หวัดนกจำนวน 28 ตัวอย่าง และเชื้อไวรัสทุกตัวอย่างมีข้อมูลรหัสพันธุกรรมของยีน 2 ยีนที่มีความสำคัญคือ Hemagglutinin (HA) และ Neuraminidase (NA)

ในการศึกษาครั้งนี้ได้เปรียบเทียบรหัสพันธุกรรมของแต่ละยีนของเชื้อไข้หวัดนก ทั้งในระดับนิวคลีโอไทด์และกรดอะมิโน โดยมีเชื้อไข้หวัดนก 2 ตัวอย่างเป็นรหัสพันธุกรรมหลักในการเปรียบเทียบและกำหนดตำแหน่งของกรดอะมิโน คือ A/Goose/Guangdong/1/96 (H5N1) (Xu et al., 1999) และ A/Chicken/Nakorn Patom/Thailand/CU-K2/04 (H5N1) (Viseshakul et al., 2004) เนื่องจากโครงสร้างจีนโนมของเชื้อไข้หวัดนก ประกอบด้วยยีนแบบท่อนจำนวน 8 ยีน คือ PB2, PB1, PA, HA, NP, NA, M, NS (เรียงตามขนาดของยีน) ดังนั้นการวิเคราะห์ข้อมูลรหัสพันธุกรรมจึงวิเคราะห์ตามบริเวณที่มีความสำคัญหรือเป็นคุณสมบัติจำเพาะในแต่ละยีนของเชื้อไข้หวัดนก

ยีน Hemagglutinin gene (HA) สร้างโปรตีน 1 ชนิด คือโปรตีน Hemagglutinin ซึ่งเป็นส่วนประกอบผิวนอกเปลือกหุ้ม (envelope) ของเชื้อไวรัส โปรตีน HA ประกอบด้วยกรดอะมิโนประมาณ 560 ตัว ซึ่งเป็นสาย polypeptide เรียกว่า HA0 ซึ่งต่อมาจะถูกแบ่งย่อย (cleave) เป็นโปรตีน HA1 และ HA2 โดยที่ HA1 มีโครงสร้างเป็นส่วนหัว (globular domain) ที่ปลายของ HA spike ซึ่งมีความสำคัญในการเกาะจับของเชื้อไวรัสกับตัวรับ โดยที่บริเวณในการเกาะจับกับตัวรับ (receptor binding pocket) จะอยู่ที่บริเวณปลายสุดของแท่ง HA spike บริเวณปลายของโปรตีน HA1 เป็นบริเวณแอนติเจนที่กระตุ้นภูมิคุ้ม (antigenic epitopes) ส่วน HA 2 มีโครงสร้างเป็นแท่ง

แกนของ HA spike ซึ่งมีความสำคัญในการเชื่อม (fusion) ของผิวนอกเชื้อไวรัส (viral cell membrane) กับผิวนอกของเซลล์โฮสต์ (host cell membrane) (de Jong and Hien, 2006) บริเวณหรือตำแหน่งในยีน HA ที่มีความสำคัญและมีผลต่อคุณสมบัติของเชื้อไวรัส ได้แก่ connecting peptide sequences, receptor binding site, glycosylation sites และ amino acid under positive selection

บริเวณ connective peptide sequences เกี่ยวข้องกับความรุนแรงในการก่อโรคของเชื้อไวรัส โดยพบว่าเชื้อไวรัสที่มีกรดอะมิโนชนิดเบสหลายตัว (multiple basic amino acids) ในบริเวณดังกล่าวจะมีความรุนแรงในการก่อโรค และถือว่าเป็น Highly Pathogenic Avian Influenza (HPAI) (de Jong and Hien, 2006) เชื้อไข้หวัดนกในประเทศไทยส่วนใหญ่มี connective peptide sequences เป็น multiple basic amino acid (RERRRKK) ซึ่งถือได้ว่าเป็น HPAI นอกจากนี้ยังพบกรดอะมิโนชนิด RERKRKK REKRRKK ในนกป่าและสัตว์ปีกบางชนิด โดยเฉพาะในเชื้อไข้หวัดนกที่แยกได้จากปี พ.ศ 2548 (REKRRKK) แสดงถึงการเปลี่ยนแปลงของเชื้อไวรัสอย่างค่อยเป็นค่อยไป โดยที่เชื้อยังมีความรุนแรงและทำให้เกิดโรคเช่นเดิม (Amonsin et al., 2006a) นอกจากนี้จากการศึกษาในประเทศต่างๆ พบว่า connective peptide sequences ของเชื้อไวรัสจากยุโรปและแอฟริกาส่วนใหญ่ก็มี connective peptide sequences เป็น (GERRRKK) แตกต่างจากเชื้อไข้หวัดนกในประเทศไทย แต่ยังมีความรุนแรงและทำให้เกิดโรคในคนและสัตว์ปีกหลายชนิด (Salzberg et al., 2007) เป็นที่น่าสังเกตว่ามีเชื้อไวรัส 1 ตัวอย่างซึ่งเป็นเชื้อไข้หวัดนกที่แยกได้จากไก่ในปี 2549 (NP-172) มีกรดอะมิโนชนิดเบสจำนวน 1 ตัว ลดลง (RERRRK—) แต่เชื้อไวรัสยังมีความรุนแรงและทำให้เกิดโรคได้เช่นกัน ดังนั้นจึงเห็นได้ว่าการเฝ้าระวังและติดตามการเปลี่ยนแปลงบริเวณ connective peptide sequences มีความสำคัญและบ่งบอกถึงความรุนแรงในการก่อโรคของเชื้อไวรัส

บริเวณ receptor binding site เป็นบริเวณกรดอะมิโนที่ 222-224 ของโปรตีน HA โดยพบว่ากรดอะมิโน Q (222) และ G (224) จะเกี่ยวข้องกับการเกาะจับของเชื้อไวรัสกับตัวรับบนเซลล์โฮสต์ชนิด SA-a-2,3 Gal ซึ่งเป็นตัวรับที่พบมากในสัตว์ปีก (Connor et al., 1994) ผลการวิจัยครั้งนี้พบว่าเชื้อไข้หวัดนกในประเทศไทยมีกรดอะมิโนที่ 222-224 เป็น Q (222) และ G (224) ทุกตัวอย่าง อย่างไรก็ตามพบว่าเชื้อไข้หวัดนกยังสามารถทำให้เกิดโรคในคนและสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมบางชนิด ทั้งนี้เนื่องจากรายงานการศึกษาในปัจจุบันพบว่า ในคนนอกจากจะมีตัวรับชนิด SA-a-2,6 Gal แล้ว ยังมีตัวรับชนิด SA-a-2,3 Gal โดยเฉพาะในทางเดินหายใจส่วนล่าง ดังนั้นเชื้อไข้หวัดนกจึงสามารถเกาะจับกับตัวรับและทำให้เกิดโรคได้ (Shinya et al., 2006)

การศึกษาครั้งนี้พบว่าเชื้อไข้หวัดนกในประเทศไทยส่วนใหญ่มี glycosylation sites จำนวน 7 แห่ง โดยเฉพาะตำแหน่งที่ 154-156 ซึ่งมีเกี่ยวข้องกับ receptor binding site และส่งผลต่อการเกาะจับของเชื้อไวรัส จากรายงานการศึกษาในต่างประเทศพบว่าการเปลี่ยนแปลงของ glycosylation sites ในบริเวณที่ใกล้เคียงกับ receptor binding site อาจเกี่ยวข้องกับการเกาะจับของคาร์โบไฮเดรตที่บริเวณ globular head หรือป้องการเกาะจับของเชื้อไวรัสกับสารต่างๆ (non-specific targets) (Matrosovich et al., 1999; Shortridge et al., 1998)

ยีน Neuraminidase สร้างโปรตีน NA ซึ่งเป็นส่วนประกอบของเปลือกหุ้มที่สำคัญ glycoprotein NA หรือ neuraminidase มีหน้าที่ที่สำคัญคือการแบ่งย่อยตัวรับที่มี sialic acid และ glycoprotein ทำให้เกิดการปล่อยของเชื้อไวรัสตัวใหม่จากผิวของเซลล์โฮสต์ ยาต้านไวรัส เช่น Oseltamivir (Tamiflu) และ Zanamivir (Relenza) ซึ่งเป็น Sialic acid analogues นำมาใช้ในการยับยั้งการทำงานของเอ็มไซม์ neuraminidase ทำให้ไม่สามารถปล่อยเชื้อไวรัสตัวใหม่จากผิวของเซลล์โฮสต์ จึงสามารถใช้ในการป้องกันการติดเชื้อไวรัส บริเวณหรือตำแหน่งในยีน NA ที่มีความสำคัญและมีผลต่อคุณสมบัติของเชื้อไวรัส ได้แก่ NA stalk region ที่ตำแหน่งกรดอะมิโนที่ 49-68 และ Oseltamivir resistance ที่ตำแหน่งกรดอะมิโนที่ 119, 275, 293, 295

ผลการเปรียบเทียบ NA stalk region หรือบริเวณกรดอะมิโนในส่วนต้นของโปรตีน NA พบว่าเชื้อไข้หวัดนกทุกตัวอย่างในประเทศไทยมีกรดอะมิโนจำนวน 20 ตัวลดลงใน NA stalk region (20 amino acids deletion in NA stalk region) การลดลงของกรดะมิโนเกี่ยวข้องกับวิวัฒนาการและการปรับตัวของเชื้อไวรัสในการติดเชื้อจากสัตว์ปีกหรือนกป่ามายังสัตว์ปีกทั่วไป (ไก่และเป็ด) (Shortridge et al., 1998) จากรายงานการศึกษาในต่างประเทศพบว่า ยังไม่มีการลดลงของกรดอะมิโนบริเวณ stalk region ในเชื้อไข้หวัดนกที่พบในห่านในประเทศจีน (Goose/GD/1/96) และเริ่มมีการเปลี่ยนแปลงในเชื้อไวรัสที่พบในไก่และเป็ดในประเทศฮ่องกง (2000-2001) โดยมีการลดลงของกรดอะมิโนบริเวณ stalk region จำนวน 19 ตัว จากนั้นเริ่มพบการเปลี่ยนแปลงลดลงของกรดอะมิโนจำนวน 20 ตัว ในเชื้อไข้หวัดนกส่วนใหญ่ ตั้งแต่ปี 2546 เป็นต้นมา (Viseshakul et al., 2004) Oseltamivir (Tamiflu) เป็นยาต้านไวรัสชนิด sialic acid analogues นำมาใช้ในการยับยั้งการทำงานของเอ็นไซม์ neuraminidase จากการศึกษาถึง Oseltamivir resistance ที่ตำแหน่งกรดอะมิโนที่ 119, 275, 293, 295 ของโปรตีน NA พบว่าเชื้อไข้หวัดนกทุกตัวอย่างไม่มีการเปลี่ยนแปลงของกรดอะมิโนเป็น Oseltamivir resistance (E119, H275, R293, และ N295) ในกรณีที่มีการเปลี่ยนแปลงของกรดอะมิโนในตำแหน่งดังกล่าว เช่น 119 (E to V), 275 (H to Y), 293 (R to K) และ 295 (N to S) จะส่งผลให้เชื้อไวรัสดื้อต่อยาต้านไวรัส Oseltamivir หรือ neuraminidase inhibitor (Gubareva et al., 2000; Kiso et al., 2004)

ยีน Matrix (M) สร้างโปรตีน 2 ชนิด คือ M1 และ M2 โปรตีนทั้ง 2 ชนิดเกี่ยวข้องเป็นโปรตีนโครงสร้างของเชื้อไวรัส โดยโปรตีน M2 ทำหน้าที่เป็น ion channel ที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการติดเชื้อไวรัส เช่นการปรับความเป็นกรดด่างภายในตัวเชื้อไวรัส (modulating the pH) โปรตีน M2 เป็นเป้าหมายของยาต้านไวรัสบางชนิด เช่น Amantadine และ Rimantadine (Pinto et al., 1992) การเปลี่ยนแปลงของกรดอะมิโนที่ตำแหน่งที่ 26, 27, 30 , 31, 64, 66 ของโปรตีน M2 อาจส่งผลให้เชื้อมีคุณสมบัติที่ดื้อต่อยาต้านไวรัส Amantadine ในการศึกษาครั้งนี้พบว่าเชื้อไข้หวัดนกในประเทศไทยส่วนใหญ่ (ยกเว้นตัวอย่าง DLD-66 และ NP-172) มีคุณสมบัติที่ดื้อต่อยาต้านไวรัส Amantadine โดยเฉพาะบริเวณกรดอะมิโนที่ 26 และ 31 ซึ่งมีการเปลี่ยนแปลงของกรดอะมิโน Leu26Ile (Leucine (L) to Isoleucine (I) และ Ser31Asn (Serine (S) to Asparagine (N)) ผลการวิเคราะห์โปรตีน M2 สอดคล้องกับการศึกษาในต่างประเทศ โดยพบว่าเชื้อไข้หวัดนกในประเทศไทย เวียดนาม และมาเลเซียส่วนใหญ่ดื้อต่อยาต้านไวรัส Amantadine (31N) ส่วนเชื้อไวรัสในอินโดนีเซีย จีน และยุโรป มีกรดอะมิโนชนิด Serine (31S) แสดงถึงคุณสมบัติการไวต่อยาต้านไวรัส (Cheung et al., 2006) ผลการเปรียบเทียบยีน M2 ของเชื้อไข้หวัดนกในตำแหน่งกรดอะมิโนที่ 16, 28 และ 55 ซึ่งแสดงถึงกรดอะมิโนที่เป็นลักษณะของเชื้อไวรัสในสัตว์ปีกและคน พบว่าเชื้อไข้หวัดนกในประเทศไทยส่วนใหญ่มีทั้งกรดอะมิโนที่เป็นลักษณะของเชื้อไวรัสในสัตว์ปีก 16E และ 55L และลักษณะของเชื้อไวรัสในคน 28V

ยีน Non-structural (NS) สร้างโปรตีน 2 ชนิดเช่นกัน คือ NS1 และ NS2 โปรตีน NS พบได้ปริมาณมากในเซลล์โฮสต์ที่ติดเชื้อ และอาจเกี่ยวข้องกับการตอบสนองของ cytokine ในขบวนการติดเชื้อไวรัส (Seo et al., 2004) การศึกษาครั้งนี้ได้เฝ้าระวังการเปลี่ยนแปลงของ virulence determinants ที่สำคัญในโปรตีน NS1 คือ กรดอะมิโนที่ตำแหน่งที่ 92 และ c-terminal จากการศึกษาของ Seo และคณะ (2004) โดยวิธี reverse genetic พบว่าการเปลี่ยนแปลงของกรดอะมิโนที่ตำแหน่งที่ 92 ของโปรตีน NS1 จาก aspartic acid (D) เป็น glutamic acid (E) มีผลต่อความรุนแรงของการติดเชื้อในสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม (Seo et al., 2004) อย่างไรก็ตามเชื้อไข้หวัดนกในประเทศไทยทุกตัวอย่าง (ยกเว้น CU-23) มีกรดอะมิโนที่ตำแหน่ง 92 เป็น aspartic acid (D) จากการศึกษาของ Krug (2006) พบว่า carboxy-terminal ของโปรตีน NS1 มี PDZ binding motif (ESEV or EPEV) ซึ่งเกี่ยวข้องกับความรุนแรงของการติดเชื้อไวรัสในสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม (Krug, 2006; Obenauer et al., 2006) การศึกษาครั้งนี้พบว่าเชื้อไข้หวัดนกในประเทศไทยส่วนใหญ่ (ยกเว้น CU-202, CU-203, CU-209) มีกรดอะมิโนที่ตำแหน่ง c-terminal เป็น PDZ binding motif (ESEV) นอกจากนี้เป็นที่น่าสังเกตว่าเชื้อไข้หวัดนกส่วนใหญ่ (ยกเว้น DLD-66) มี 5 amino acid deletion ของโปรตีน NS1

ยีนที่เกี่ยวข้องกับการสร้าง polymerase โปรตีนได้แก่ PB1, PB2 และ PA ซึ่งการศึกษาครั้งนี้ได้เฝ้าระวังการเปลี่ยนแปลงของ virulence determinants และกรดอะมิโนที่เป็นลักษณะของเชื้อไวรัสในสัตว์ปีกและคน virulence determinant ที่สำคัญของโปรตีน PB2 คือกรดอะมิโนที่ตำแหน่ง 627 ซึ่งโดยส่วนใหญ่พบว่าเชื้อไข้หวัดนกในคนและสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมมีกรดอะมิโน Lysine (K) ในขณะที่เชื้อไข้หวัดนกส่วนใหญ่ในสัตว์ปีกมีกรดอะมิโนชนิด glutamic acid (E) การมีกรดอะมิโน Lysine (K) ที่ตำแหน่งดังกล่าวอาจเกี่ยวข้องกับคุณสมบัติของเชื้อไวรัสในการติดเชื้อในภาวะแวดล้อมที่มีอุณหภูมิแตกต่างกัน (Massin et al., 2001; Shinya et al., 2004) ผลการศึกษาพบว่าเชื้อไวรัสส่วนใหญ่มีกรดอะมิโนในตำแหน่งที่ 355 (R) และ 627 (E) ซึ่งเป็นกรดอะมิโนชนิดที่พบส่วนใหญ่ในเชื้อไวรัสจากสัตว์ปีก ส่วนเชื้อไวรัสที่แยกได้จากสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมทั้งหมด (คน (NK-165) เสือ (CU-T3-8) แมว (KU-02) และ สุนัข (KU-08)) มีกรดอะมิโนตำแหน่งที่ 627 เป็น K (lysine) นอกจากนี้ในการศึกษาเชื้อไข้หวัดนกในยุโรปและแอฟริกาพบว่าเชื้อไวรัสกลุ่มดังกล่าวส่วนใหญ่มี PB2 627 เป็นกรด Lysine (K) ดังนั้นการเฝ้าระวังการก่อโรคในสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมของเชื้อไวรัสกลุ่มนี้จึงมีความสำคัญอย่างยิ่ง ส่วนการศึกษา virulence determinant ของ PB1 พบว่าเชื้อไข้หวัดนกมีคุณสมบัติของเชื้อไวรัสจากสัตว์ปีก

ผลการเปรียบเทียบเชื้อไข้หวัดนกในตำแหน่งกรดอะมิโนที่ 119, 661, 667 และ 702 ในโปรตีน PB2 และตำแหน่งกรดอะมิโนที่ 22, 31, 78 และ 84 ในโปรตีน PB1 และตำแหน่งกรดอะมิโนที่ 409 ในโปรตีน PA พบว่าเชื้อไข้หวัดนกในประเทศไทยส่วนใหญ่มีกรดอะมิโนที่เป็นลักษณะร่วมของเชื้อไวรัสในสัตว์ปีกและเชื้อไวรัสในคนร่วมกัน ในขณะที่การเปรียบเทียบยีน NP ในตำแหน่งกรดอะมิโนที่ 136 ของเชื้อไข้หวัดนกในประเทศไทยส่วนใหญ่มีกรดอะมิโน Leucine (L) ซึ่งเป็นลักษณะของเชื้อไวรัสในสัตว์ปีก

การวิจัยครั้งนี้ได้แสดงผลการสร้างฐานข้อมูลรหัสพันธุกรรมของเชื้อไข้หวัดนกในประเทศไทยที่ http://www.thai-ai-database.org โดยได้จัดทำฐานข้อมูลทั้งในรูปแบบของภาษาไทยและภาษาอังกฤษ ส่วนประกอบของฐานข้อมูลประกอบด้วย 1. ส่วนฐานข้อมูล ทั้งข้อมูลรหัสพันธุกรรมและข้อมูลการวิเคราะห์เปรียบเทียบรหัสพันธุกรรม 2. ส่วนแสดงผลซึ่งเผยแพร่ในรูปแบบของ web page โดยมีหัวข้อหลัก ประกอบด้วย สาระน่ารู้ ข่าว ตรวจสอบการกลายพันธุ์ ค้นหารหัสพันธุกรรม และสรุปผลการเฝ้าระวัง 3. ส่วนการค้นหาข้อมูล ซึ่งมี search engine ช่วยในการค้นหาข้อมูล ทั้งการค้นหาตรวจสอบการกลายพันธุ์ การค้นหารหัสพันธุกรรม และ การค้นหาข้อมูลสรุปผลการเฝ้าระวัง 4. ส่วนปรับปรุงข้อมูล ซึ่งผู้วิจัยสามารถเพิ่มเติมและปรับปรุงข้อมูลได้อย่างต่อเนื่อง

โดยสรุปผลการวิจัยครั้งนี้ทำให้ได้ฐานข้อมูลรหัสพันธุกรรมของเชื้อไข้หวัดนกในประเทศไทยซึ่งได้เผยแพร่ในรูปแบบเทคโนโลยีสารสนเทศที่ http://www.thai-ai-database.org โดยมีข้อมูลรหัสพันธุกรรมของเชื้อไข้หวัดนกสายพันธุ์ H5N1 ที่แยกได้ในประเทศไทยจากสัตว์ปีกและสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมหลายชนิดจำนวน 148 ตัวอย่าง และมีข้อมูลการวิเคราะห์เปรียบเทียบรหัสพันธุกรรมของแต่ยีนทั้ง 8 ยีนของเชื้อไข้หวัดนก จุดเด่นสำคัญของการวิจัยครั้งนี้ คือ การสร้างฐานข้อมูลและการเผยแพร่ข้อมูลรหัสพันธุกรรม และผลการเฝ้าระวังการเปลี่ยนแปลงหรือการกลายพันธุ์ในรูปแบบของการแสดงผล และการค้นหาข้อมูลผ่าน web page ซึ่งจะเป็นข้อมูลที่สำคัญในการศึกษาวิจัยโรคไข้หวัดนกต่อไป

ข้อสรุปและข้อเสนอแนะ

1. ผลการวิจัยครั้งนี้เป็นการสร้างฐานข้อมูลรหัสพันธุกรรมของเชื้อไข้หวัดนกที่แยกได้ในประเทศไทย และได้เผยแพร่ในรูปแบบเทคโนโลยีสารสนเทศที่ http://www.thai-ai-database.org
2. ข้อมูลรหัสพันธุกรรมของเชื้อไข้หวัดนกในฐานข้อมูลมีจำนวน 148 ตัวอย่าง โดยเป็นเชื้อไข้หวัดนกสายพันธุ์ H5N1 ที่แยกได้ในประเทศไทยจากสัตว์ปีกและสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมหลายชนิดในปี 2547-2549
3. ผลของการเปรียบเทียบรหัสพันธุกรรมและกรดอะมิโนของยีนทั้ง 8 ยีนของเชื้อไข้หวัดนกที่ได้จากการวิจัยครั้งนี้พบว่า
    - เชื้อไข้หวัดนกในประเทศไทยส่วนใหญ่มี connective peptide sequences เป็น multiple basic amino acid (RERRRKK) ซึ่งถือได้ว่าเชื้อไข้หวัดนกในประเทศไทยเป็น HPAI นอกจากนี้ยังพบกรดอะมิโนชนิด RERKRKK REKRRKK ในนกป่าและสัตว์ปีกบางชนิด โดยเฉพาะในเชื้อไข้หวัดนกที่แยกได้จากปี พ.ศ 2548 (REKRRKK) แสดงถึงการเปลี่ยนแปลงของเชื้อไวรัสอย่างค่อยเป็นค่อยไป โดยที่เชื้อยังมีความรุนแรงและทำให้เกิดโรคเช่นเดิม และพบว่าเชื้อไข้หวัดนกในประเทศไทย มีกรดอะมิโนชนิด 222Q และ 224G บริเวณ receptor binding site ซึ่งเหมาะกับการเกาะจับกับ receptor ชนิด SA-a-2,3 Gal ซึ่งเป็นตัวรับที่พบมากในสัตว์ปีก
    - ผลการเปรียบเทียบ NA stalk region ของโปรตีน NA พบว่าเชื้อไข้หวัดนกทุกตัวอย่างในประเทศไทยมีกรดอะมิโนจำนวน 20 ตัวลดลงใน NA stalk region ซึ่งเกี่ยวข้องกับวิวัฒนาการและการปรับตัวของเชื้อไวรัส และผลการศึกษาถึงการดื้อต่อยาต้านไวรัส Oseltamivir พบว่าเชื้อไข้หวัดนกทุกตัวอย่างไม่มีการเปลี่ยนแปลงของกรดอะมิโนที่มีผลต่อคุณสมบัติของเชื้อไวรัสในการดื้อต่อยาต้านไวรัส
    - เชื้อไข้หวัดนกในประเทศไทยส่วนใหญ่มีคุณสมบัติที่ดื้อต่อยาต้านไวรัส Amantadine โดยเฉพาะบริเวณกรดอะมิโนที่ 26I และ 31N
    - เชื้อไข้หวัดนกในประเทศไทยส่วนใหญ่มีกรดอะมิโนที่ตำแหน่ง c-terminal เป็น PDZ binding motif (ESEV) ซึ่งแสดงถึงความรุนแรงของเชื้อในสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม ในขณะที่กรดอะมิโนที่ตำแหน่งที่ 92 ของโปรตีน NS1 เป็น 92D ซึ่งไม่เปลี่ยนแปลงความรุนแรงของเชื้อไข้หวัดนกในสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม
    - ผลการเฝ้าระวังการเปลี่ยนแปลงของ virulence determinants ใน polymerase โปรตีนได้แก่ PB1, PB2 และ PA พบว่าเชื้อไข้หวัดนกจากสัตว์ปีกส่วนใหญ่มี

กรดอะมิโนชนิด 627E ของโปรตีน PB2 ในขณะที่เชื้อไข้หวัดนกในคนและสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมมีกรดอะมิโนชนิด Lysine (627K)

- ผลการเฝ้าระวังการเปลี่ยนแปลงของกรดอะมิโนในยีนต่างๆ พบว่าเชื้อไข้หวัดนกในประเทศไทยส่วนใหญ่มีกรดอะมิโนที่เป็นลักษณะร่วมของเชื้อไวรัสในสัตว์ปีกและเชื้อไวรัสในคน

4. การวิจัยครั้งนี้ได้แสดงผลการสร้างฐานข้อมูลรหัสพันธุกรรมและผลการวิเคราะห์รหัสพันธุกรรมของเชื้อไข้หวัดนกในประเทศไทยที่ http://www.thai-ai-database.org โดยได้จัดทำฐานข้อมูลทั้งในรูปแบบของภาษาไทยและภาษาอังกฤษ
5. การวิจัยครั้งนี้ได้สร้างส่วนปรับปรุงข้อมูลซึ่งผู้วิจัยสามารถเพิ่มเติมและปรับปรุงข้อมูลได้อย่างต่อเนื่องผ่าน http://www.thai-ai-database.org อย่างไรก็ตามคณะผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะในการปรับปรุงเพิ่มเติมข้อมูลให้มีความทันสมัยและมีความต่อเนื่องทุกๆ 3 เดือน
6. ประโยชน์ที่ได้จากการวิจัยครั้งนี้ คือได้เผยแพร่ข้อมูลรหัสพันธุกรรมของเชื้อไข้หวัดนกในประเทศไทย และแสดงผลการเฝ้าระวังการเปลี่ยนแปลงและการกลายพันธุ์ของเชื้อไข้หวัดนกที่ได้จากการวิจัย ในรูปของเทคโนโลยีสารสนเทศที่ http://www.thai-ai-database.org ซึ่งจะเป็นแหล่งข้อมูลที่สำคัญต่อนักวิทยาศาสตร์และประชาชนทั่วไป

Output ที่ได้จากโครงการ

1. ฐานข้อมูลรหัสพันธุกรรมของเชื้อไข้หวัดนกที่แยกได้ในประเทศไทย ซึ่งได้เผยแพร่ในรูปแบบเทคโนโลยีสารสนเทศที่ http://www.thai-ai-database.org
2. ผลของการเปรียบเทียบรหัสพันธุกรรมและกรดอะมิโนของยีนทั้ง 8 ยีนของเชื้อไข้หวัดนก ซึ่งสามารถจะนำไปใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงระบาดวิทยา เชิงวิวัฒนาการ และเขียนบทความทางวิชาการเพื่อตีพิมพ์เผยแพร่ต่อไป
3. ข้อมูลข่าวสารในรูปแบบเทคโนโลยีสารสนเทศที่ http://www.thai-ai-database.org ซึ่งจะเป็นแหล่งข้อมูลที่สำคัญต่อนักวิทยาศาสตร์และประชาชนทั่วไป

เอกสารอ้างอิง

Amonsin, A., Chutinimitkul, S., Pariyothorn, N., Songserm, T., Damrongwantanapokin, S., Puranaveja, S., Jam-On, R., Sae-Heng, N., Payungporn, S., Theamboonlers, A., Chaisingh, A., Tantilertcharoen, R., Suradhat, S., Thanawongnuwech, R., Poovorawan, Y., 2006a, Genetic characterization of influenza A viruses (H5N1) isolated from 3rd wave of Thailand AI outbreaks. Virus Res.

Amonsin, A., Payungporn, S., Theamboonlers, A., Thanawongnuwech, R., Suradhat, S., Pariyothorn, N., Tantilertcharoen, R., Damrongwantanapokin, S., Buranathai, C., Chaisingh, A., Songserm, T., Poovorawan, Y., 2006b, Genetic characterization of H5N1 influenza A viruses isolated from zoo tigers in Thailand. Virology 344, 480-491.

Areechokchai, D., Jiraphongsa, C., Laosiritaworn, Y., Hanshaoworakul, W., O'Reilly, M., 2006, Investigation of avian influenza (H5N1) outbreak in humans--Thailand, 2004. MMWR Morb Mortal Wkly Rep 55 Suppl 1, 3-6.

Capua, I., Brown, I., Johnson, M., Senne, D., Swayne, D., 2006, Veterinary virologists share avian flu data. Science 312, 1597.

Cheung, C.L., Rayner, J.M., Smith, G.J., Wang, P., Naipospos, T.S., Zhang, J., Yuen, K.Y., Webster, R.G., Peiris, J.S., Guan, Y., Chen, H., 2006, Distribution of amantadine-resistant H5N1 avian influenza variants in Asia. J Infect Dis 193, 1626-1629.

Chotpitayasunondh, T., Ungchusak, K., Hanshaoworakul, W., Chunsuthiwat, S., Sawanpanyalert, P., Kijphati, R., Lochindarat, S., Srisan, P., Suwan, P., Osotthanakorn, Y., Anantasetagoon, T., Kanjanawasri, S., Tanupattarachai, S., Weerakul, J., Chaiwirattana, R., Maneerattanaporn, M., Poolsavathitikool, R., Chokephaibulkit, K., Apisarnthanarak, A., Dowell, S.F., 2005, Human disease from influenza A (H5N1), Thailand, 2004. Emerg Infect Dis 11, 201-209.

Claas, E.C., Osterhaus, A.D., van Beek, R., De Jong, J.C., Rimmelzwaan, G.F., Senne, D.A., Krauss, S., Shortridge, K.F., Webster, R.G., 1998, Human influenza A H5N1 virus related to a highly pathogenic avian influenza virus. Lancet 351, 472-477.

Connor, R.J., Kawaoka, Y., Webster, R.G., Paulson, J.C., 1994, Receptor specificity in human, avian, and equine H2 and H3 influenza virus isolates. Virology 205, 17-23.

de Jong, M.D., Hien, T.T., 2006, Avian influenza A (H5N1). J Clin Virol 35, 2-13.

Gubareva, L.V., Kaiser, L., Hayden, F.G., 2000, Influenza virus neuraminidase inhibitors. Lancet 355, 827-835.

Keawcharoen, J., Oraveerakul, K., Kuiken, T., Fouchier, R.A., Amonsin, A., Payungporn, S., Noppornpanth, S., Wattanodorn, S., Theambooniers, A., Tantilertcharoen, R., Pattanarangsan,

R., Arya, N., Ratanakorn, P., Osterhaus, D.M., Poovorawan, Y., 2004, Avian influenza H5N1 in tigers and leopards. Emerg Infect Dis 10, 2189-2191.

Kiso, M., Mitamura, K., Sakai-Tagawa, Y., Shiraishi, K., Kawakami, C., Kimura, K., Hayden, F.G., Sugaya, N., Kawaoka, Y., 2004, Resistant influenza A viruses in children treated with oseltamivir: descriptive study. Lancet 364, 759-765.

Krug, R.M., 2006, Virology. Clues to the virulence of H5N1 viruses in humans. Science 311, 1562-1563.

Li, K.S., Guan, Y., Wang, J., Smith, G.J., Xu, K.M., Duan, L., Rahardjo, A.P., Puthavathana, P., Buranathai, C., Nguyen, T.D., Estoepangestie, A.T., Chaisingh, A., Auewarakul, P., Long, H.T., Hanh, N.T., Webby, R.J., Poon, L.L., Chen, H., Shortridge, K.F., Yuen, K.Y., Webster, R.G., Peiris, J.S., 2004, Genesis of a highly pathogenic and potentially pandemic H5N1 influenza virus in eastern Asia. Nature 430, 209-213.

Massin, P., van der Werf, S., Naffakh, N., 2001, Residue 627 of PB2 is a determinant of cold sensitivity in RNA replication of avian influenza viruses. J Virol 75, 5398-5404.

Matrosovich, M., Zhou, N., Kawaoka, Y., Webster, R., 1999, The surface glycoproteins of H5 influenza viruses isolated from humans, chickens, and wild aquatic birds have distinguishable properties. J Virol 73, 1146-1155.

Obenauer, J.C., Denson, J., Mehta, P.K., Su, X., Mukatira, S., Finkelstein, D.B., Xu, X., Wang, J., Ma, J., Fan, Y., Rakestraw, K.M., Webster, R.G., Hoffmann, E., Krauss, S., Zheng, J., Zhang, Z., Naeve, C.W., 2006, Large-scale sequence analysis of avian influenza isolates. Science 311, 1576-1580.

OIE, 2004, OIE manual of diagnostic tests and vaccines for terresterial animals.

Pinto, L.H., Holsinger, L.J., Lamb, R.A., 1992, Influenza virus M2 protein has ion channel activity. Cell 69, 517-528.

Ruigrok, R.W.H., 1998, Structure of influenza A, B and C viruses, In: Nicholson, K.G., Webster, R.G., Hay, A.J. (Eds.) Textbook of Influenza. Blackwell Science, pp. 29-42.

Russell, C.J., Webster, R.G., 2005, The genesis of a pandemic influenza virus. Cell 123, 368-371.

Salzberg, S., Ghedin, E., Spiro, D., 2006, Shared data are key to beating threat from flu. Nature 440, 605.

Salzberg, S.L., Kingsford, C., Cattoli, G., Spiro, D.J., Janies, D.A., Mehrez Aly, M., Brown, I.H., Couacy-Hymann, E., De Mia, G.M., Dung, D.H., Guercio, A., Joannis, T., Maken Ali, A.S., Osmani, A., Padalino, I., Saad, M.D., Savi**Ć**, V., Sengamalay, N.A., Yingst, S., Zaborsky, J., Zorman-Rojs, O., Ghedin, E., Capua, I., 2007, Genome Analysis Linking Recent European and African Infl uenza (H5N1) Viruses. Emerging Infectious Diseases 13, 713-718.

Seo, S.H., Hoffmann, E., Webster, R.G., 2004, The NS1 gene of H5N1 influenza viruses circumvents the host anti-viral cytokine responses. Virus Res 103, 107-113.

Shinya, K., Ebina, M., Yamada, S., Ono, M., Kasai, N., Kawaoka, Y., 2006, Avian flu: influenza virus receptors in the human airway. Nature 440, 435-436.

Shinya, K., Hamm, S., Hatta, M., Ito, H., Ito, T., Kawaoka, Y., 2004, PB2 amino acid at position 627 affects replicative efficiency, but not cell tropism, of Hong Kong H5N1 influenza A viruses in mice. Virology 320, 258-266.

Shortridge, K.F., Zhou, N.N., Guan, Y., Gao, P., Ito, T., Kawaoka, Y., Kodihalli, S., Krauss, S., Markwell, D., Murti, K.G., Norwood, M., Senne, D., Sims, L., Takada, A., Webster, R.G., 1998, Characterization of avian H5N1 influenza viruses from poultry in Hong Kong. Virology 252, 331-342.

Smith, G.J., Naipospos, T.S., Nguyen, T.D., de Jong, M.D., Vijaykrishna, D., Usman, T.B., Hassan, S.S., Nguyen, T.V., Dao, T.V., Bui, N.A., Leung, Y.H., Cheung, C.L., Rayner, J.M., Zhang, J.X., Zhang, L.J., Poon, L.L., Li, K.S., Nguyen, V.C., Hien, T.T., Farrar, J., Webster, R.G., Chen, H., Peiris, J.S., Guan, Y., 2006, Evolution and adaptation of H5N1 influenza virus in avian and human hosts in Indonesia and Vietnam. Virology 350, 258-268.

Songserm, T., Amonsin, A., Jam-on, R., Sae-Heng, N., Pariyothorn, N., Payungporn, S., Theamboonlers, A., Chutinimitkul, S., Thanawongnuwech, R., Poovorawan, Y., 2006, Fatal avian influenza A H5N1 in a dog. Emerg Infect Dis 12, 1744-1747.

Songsermn, T., Amonsin, A., Jam-on, R., Sae-Heng, N., Meemak, N., Pariyothorn, N., Payungporn, S., Theamboonlers, A., Poovorawan, Y., 2006, Avian influenza H5N1 in naturally infected domestic cat. Emerg Infect Dis 12, 681-683.

Taubenberger, J.K., Morens, D.M., 2006, 1918 Influenza: the mother of all pandemics. Emerg Infect Dis 12, 15-22.

Thanawongnuwech, R., Amonsin, A., Tantilertcharoen, R., Damrongwatanapokin, S., Theamboonlers, A., Payungporn, S., Nanthapornphiphat, K., Ratanamungklanon, S., Tunak, E., Songserm, T., Vivatthanavanich, V., Lekdumrongsak, T., Kesdangsakonwut, S., Tunhikorn, S., Poovorawan, Y., 2005, Probable tiger-to-tiger transmission of avian influenza H5N1. Emerg Infect Dis 11, 699-701.

Ungchusak, K., Auewarakul, P., Dowell, S.F., Kitphati, R., Auwanit, W., Puthavathana, P., Uiprasertkul, M., Boonnak, K., Pittayawonganon, C., Cox, N.J., Zaki, S.R., Thawatsupha, P., Chittaganpitch, M., Khontong, R., Simmerman, J.M., Chunsutthiwat, S., 2005, Probable person-to-person transmission of avian influenza A (H5N1). N Engl J Med 352, 333-340.

Viseshakul, N., Thanawongnuwech, R., Amonsin, A., Suradhat, S., Payungporn, S., Keawchareon, J., Oraveerakul, K., Wongyanin, P., Plitkul, S., Theamboonlers, A., Poovorawan, Y., 2004, The

genome sequence analysis of H5N1 avian influenza A virus isolated from the outbreak among poultry populations in Thailand. Virology 328, 169-176.

von Itzstein, M., Dyason, J.C., Oliver, S.W., White, H.F., Wu, W.Y., Kok, G.B., Pegg, M.S., 1996, A study of the active site of influenza virus sialidase: an approach to the rational design of novel anti-influenza drugs. J Med Chem 39, 388-391.

Webster, R.G., Bean, W.J., Gorman, O.T., Chambers, T.M., Kawaoka, Y., 1992, Evolution and ecology of influenza A viruses. Microbiol Rev 56, 152-179.

Webster, R.G., Govorkova, E.A., 2006, H5N1 influenza--continuing evolution and spread. N Engl J Med 355, 2174-2177.

Webster, R.G., Laver, W.G., 1980, Determination of the number of nonoverlapping antigenic areas on Hong Kong (H3N2) influenza virus hemagglutinin with monoclonal antibodies and the selection of variants with potential epidemiological significance. Virology 104, 139-148.

Webster, R.G., Shortridge, K.F., Kawaoka, Y., 1997, Influenza: interspecies transmission and emergence of new pandemics. FEMS Immunol Med Microbiol 18, 275-279.

WHO 2007. Cumulative Number of Confirmed Human Cases of Avian Influenza A/(H5N1) Reported to WHO.

Witayathawornwong, P., 2006, Avian influenza A (H5N1) infection in a child. Southeast Asian J Trop Med Public Health 37, 684-689.

Wright, P.F., Webster, R.G., 2001, Fields Virology, 4th Edition. Lippincott Williams & Wilkins.

Xu, X., Subbarao, Cox, N.J., Guo, Y., 1999, Genetic characterization of the pathogenic influenza A/Goose/Guangdong/1/96 (H5N1) virus: similarity of its hemagglutinin gene to those of H5N1 viruses from the 1997 outbreaks in Hong Kong. Virology 261, 15-19.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

รายละเอียดผลการรวบรวมรหัสพันธุกรรมในแต่ละยีนของเชื้อไวรัสไข้หวัดนก

ตัวอย่าง	ชื่อตัวอย่าง	ปี	พิกัด	หมายเลขของลำดับเบสในฐานข้อมูล							
				HA	NA	M	NS	PB2	PB1	PA	NP
CU-01	A/Chicken/Suphan Buri/CU-1/04	2547	100.129459	DQ083550	DQ083586	DQ083660	DQ083622	CU01PB2	CU01PB1	CU01PA	CU01NP
CU-02	A/Duck/Chon Buri/CU-2/04	2547	100.9872	AY779048	AY779049	DQ083696	DQ083658				
CU-03	A/Chicken/Bangkok/CU-3/04	2547	100.521005	DQ083551	DQ083587	DQ083661	DQ083623				
CU-04	A/Crow/Bangkok/CU-4/04	2547	100.521005	DQ083552	DQ083588	DQ083662	DQ083624	CU04PB2	CU04PB1	CU04PA	CU04NP
CU-05	A/Duck/Chon Buri/CU-5/04	2547	100.9872	DQ083553	DQ083589	DQ083663	DQ083625				
CU-06	A/Chicken/Bangkok/CU-6/04	2547	100.521005	DQ083554	DQ083590	DQ083664	DQ083626				
CU-07	A/Chicken/Chon Buri/CU-7/04	2547	100.9872	DQ083555	DQ083591	DQ083665	DQ083627				
CU-08	A/Chicken/Prachin Buri/CU-8/04	2547	101.377870	DQ083556	DQ083592	DQ083666	DQ083628				
CU-09	A/Chicken/Suphan Buri/CU-9/04	2547	100.129404	DQ083557	DQ083593	DQ083667	DQ083629				
CU-10	A/Chicken/Chachoengsao/CU-10/04	2547	101.075800	DQ083558	DQ083594	DQ083668	DQ083630	CU10PB2	CU10PB1	CU10PA	CU10NP
CU-11	A/Chicken/Chachoengsao/CU-11/04	2547	101.075800	DQ083559	DQ083595	DQ083669	DQ083631	CU11PB2	CU11PB1	CU11PA	CU11NP
CU-12	A/Chicken/Nakhon Sawan/CU-12/04	2547	99.177207	DQ083560	DQ083596	DQ083670	DQ083632				
CU-13	A/Chicken/Nakhon Sawan/CU-13/04	2547	99.177207	DQ083561	DQ083597	DQ083671	DQ083633				
CU-14	A/Chicken/Nakhon Pathom/CU-14/04	2547	100.064014	DQ083562	DQ083598	DQ083672	DQ083634				
CU-15	A/Crow/Bangkok/CU-15/04	2547	100.521005	DQ083563	DQ083599	DQ083673	DQ083635	CU15PB2	CU15PB1	CU15PA	CU15NP
CU-16	A/White Peafowl/Bangkok/CU-16/04	2547	100.521005	DQ083564	DQ083600	DQ083674	DQ083636	CU16PB2	CU16PB1	CU16PA	CU16NP
CU-17	A/Chicken/Saraburi/CU-17/04	2547	100.913528	DQ083565	DQ083601	DQ083675	DQ083637	CU17PB2	CU17PB1	CU17PA	CU17NP
CU-18	A/Kalji Pheasant/Bangkok/CU-18/04	2547	100.521005	DQ083566	DQ083602	DQ083676	DQ083638	CU18PB2	CU18PB1	CU18PA	CU18NP
CU-19	A/Ostrich/Samut Prakan/CU-19/04	2547	100.603901	DQ083567	DQ083603	DQ083677	DQ083639	CU19PB2	CU19PB1	CU19PA	CU19NP
CU-20	A/Chicken/Bangkok/CU-20/04	2547	100.521005	DQ083568	DQ083604	DQ083678	DQ083640				
CU-21	A/Chicken/Bangkok/CU-21/04	2547	100.521005	AY779050	AY779051	DQ083697	DQ083659				
CU-23	A/Chicken/Ayutthaya/CU-23/04	2547	100.561212	AY770991	AY770992	AY770998	AY770997	AY770993	AY770994	AY770995	AY770996
CU-24	A/Chicken/Ayutthaya/CU-24/04	2547	100.561212	DQ083569	DQ083605	DQ083679	DQ083641				
CU-25	A/Crow/Bangkok/CU-25/04	2547	100.521005	DQ083570	DQ083606	DQ083680	DQ083642	CU25PB2	CU25PB1	CU25PA	CU25NP
CU-26	A/Roller/Bangkok/CU-26/04	2547	100.521005	DQ083571	DQ083607	DQ083681	DQ083643	CU26PB2	CU26PB1	CU26PA	CU26NP
CU-27	A/Chicken/Saraburi/CU-27/04	2547	100.913528	DQ083572	DQ083608	DQ083682	DQ083644	CU27PB2	CU27PB1	CU27PA	CU27NP
CU-29	A/White Peafowl/Bangkok/CU-29/04	2547	100.521005	DQ083573	DQ083609	DQ083683	DQ083645	CU29PB2	CU29PB1	CU29PA	CU29NP
CU-31	A/Ostrich/Samut Prakan/CU-31/04	2547	100.603901	DQ083574	DQ083610	DQ083684	DQ083646	CU31PB2	CU31PB1	CU31PA	CU31NP
CU-35	A/Crow/Bangkok/CU-35/04	2547	100.521005	DQ083575	DQ083611	DQ083685	DQ083647				
CU-38	A/Chicken/Lop Buri/CU-38/04	2547	100.653898	DQ083576	DQ083612	DQ083686	DQ083648	CU38PB2	CU38PB1	CU38PA	CU38NP
CU-39	A/Chicken/Nakhon Sawan/CU-39/04	2547	100.133819	DQ083577	DQ083613	DQ083687	DQ083649				
CU-68	A/Chicken/Ratchaburi/CU-68/04	2547	99.819998	DQ083578	DQ083614	DQ083688	DQ083650				
CU-66 (T3)	A/Tiger/Chon Buri/CU-T3/04	2547	100.987200	AY842935	AY842936	AY972547	AY907673	AY907672	AY972550	AY972549	AY972548
CU-71	A/Duck/Nakhon Pathom/CU-71/04	2547	102.509063	DQ083579	DQ083615	DQ083689	DQ083651				
CU-73	A/Chicken/Chon Buri/CU-73/04	2547	100.9872	DQ083580	DQ083616	DQ083690	DQ083652				
CU-74	A/Duck/Saraburi/CU-74/04	2547	100.913528	DQ083581	DQ083617	DQ083691	DQ083653				

ตัวอย่าง	ชื่อตัวอย่าง	ปี	พิกัด	หมายเลขของลำดับเบสในฐานข้อมูล							
				HA	NA	M	NS	PB2	PB1	PA	NP
CU-104	A/Chicken/Prachin Buri/CU-104/04	2547	101.377870	DQ083582	DQ083618	DQ083692	DQ083654				
CU-202	A/Pigeon/Samut Prakan/CU-202/04	2547	100.603901	DQ083583	DQ083619	DQ083693	DQ083655				
CU-203	A/Sparrow/Phang-Nga/CU-203/04	2547	98.533858	DQ083584	DQ083620	DQ083694	DQ083656				
CU-209	A/Mynas/Ranong/CU-209/04	2547	98.638199	DQ083585	DQ083621	DQ083695	DQ083657				
CK-160	A/Chicken/Kanchanaburi/CK-160/05	2548	99.529998	DQ334760	DQ334762	DQ334763	DQ334764	DQ334757	DQ334758	DQ334759	DQ334761
CK-162	A/Chicken/Nonthaburi/CK-162/05	2548	100.524101	DQ334776	DQ334778	DQ334779	DQ334780	DQ334773	DQ334774	DQ334775	DQ334777
QA-161	A/Quail/Nakhon Pathom/QA-161/05	2548	100.064014	DQ334768	DQ334770	DQ334771	DQ334772	DQ334765	DQ334766	DQ334767	DQ334769
DLD22	A/Duck/Unknown/DLD-22/04	2547		DLD22HA	DLD22NA	DLD22M	DLD22NS	DLD22PB2			
DLD23	A/Chicken/Unknown/DLD23/04	2547		DLD23HA	DLD23NA	DLD23M	DLD23NS	DLD23PB2			
DLD24	A/Chicken/Unknown/DLD24/04	2547		DLD24HA	DLD24NA	DLD24M	DLD24NS	DLD24PB2			
DLD25	A/Chicken/Unknown/DLD25/04	2547		DLD25HA	DLD25NA	DLD25M	DLD25NS	DLD25PB2			
DLD26	A/Chicken/Unknown/DLD26/04	2547		DLD26HA	DLD26NA	DLD26M	DLD26NS	DLD26PB2			
DLD27	A/Chicken/Unknown/DLD27/04	2547		DLD27HA	DLD27NA	DLD27M	DLD27NS	DLD27PB2			
DLD28	A/Chicken/Unknown/DLD28/04	2547		DLD28HA	DLD28NA	DLD28M	DLD28NS	DLD28PB2			
DLD29	A/Chicken/Unknown/DLD29/04	2547		DLD29HA	DLD29NA	DLD29M	DLD29NS	DLD29PB2			
DLD30	A/Chicken/Unknown/DLD30/04	2547		DLD30HA	DLD30NA	DLD30M	DLD30NS	DLD30PB2			
DLD31	A/Chicken/Unknown/DLD31/04	2547		DLD31HA	DLD31NA	DLD31M	DLD31NS	DLD31PB2			
DLD32	A/Goose/Unknown/DLD32/04	2547		DLD32HA	DLD32NA	DLD32M	DLD32NS	DLD32PB2			
DLD33	A/Chicken/Unknown/DLD33/04	2547		DLD33HA	DLD33NA	DLD33M	DLD33NS	DLD33PB2			
DLD34	A/Quail/Unknown/DLD34/04	2547		DLD34HA	DLD34NA	DLD34M	DLD34NS	DLD34PB2			
DLD35	A/Chicken/Unknown/DLD35/04	2547		DLD35HA	DLD35NA	DLD35M	DLD35NS	DLD35PB2			
DLD36	A/Chicken/Unknown/DLD36/04	2547		DLD36HA	DLD36NA	DLD36M	DLD36NS	DLD36PB2			
DLD37	A/Chicken/Unknown/DLD37/04	2547		DLD37HA	DLD37NA	DLD37M	DLD37NS	DLD37PB2			
DLD38	A/Chicken/Unknown/DLD38/04	2547		DLD38HA	DLD38NA	DLD38M	DLD38NS	DLD38PB2			
DLD39	A/Chicken/Unknown/DLD39/04	2547		DLD39HA	DLD39NA	DLD39M	DLD39NS	DLD39PB2			
DLD40	A/Chicken/Unknown/DLD40/04	2547		DLD40HA	DLD40NA	DLD40M	DLD40NS	DLD40PB2			
DLD41	A/Chicken/Unknown/DLD41/04	2547		DLD41HA	DLD41NA	DLD41M	DLD41NS	DLD41PB2			
DLD42	A/Chicken/Unknown/DLD42/04	2547		DLD42HA	DLD42NA	DLD42M	DLD42NS	DLD42PB2			
CU-K2	A/Chicken/Nakhon Pathom/CU-K2/04	2547	100.064014	AY560568	AY590567	AY590578	AY590580	AY590581	AY590582	AY551934	AY590579
DLD43	A/Chicken/Unknown/DLD43/04	2547		DLD43HA	DLD43NA	DLD43M	DLD43NS	DLD43PB2			
DLD44	A/Chicken/Unknown/DLD44/04	2547		DLD44HA	DLD44NA	DLD44M	DLD44NS	DLD44PB2			
DLD45	A/Chicken/Unknown/DLD45/04	2547		DLD45HA	DLD45NA	DLD45M	DLD45NS	DLD45PB2			
DLD46	A/Chicken/Unknown/DLD46/04	2547		DLD46HA	DLD46NA	DLD46M	DLD46NS	DLD46PB2			
DLD47	A/Chicken/Unknown/DLD47/04	2547		DLD47HA	DLD47NA	DLD47M	DLD47NS	DLD47PB2			
DLD48	A/Chicken/Unknown/DLD48/04	2547		DLD48HA	DLD48NA	DLD48M	DLD48NS	DLD48PB2			
DLD49	A/Chicken/Unknown/DLD49/04	2547		DLD49HA	DLD49NA	DLD49M	DLD49NS	DLD49PB2			
DLD50	A/Duck/Chon Buri/DLD50/04	2547	100.987200	DLD50HA	DLD50NA	DLD50M	DLD50NS	DLD50PB2			
DLD51	A/Duck/Chachoengsao/DLD51/04	2547	101.075800	DLD51HA	DLD51NA	DLD51M	DLD51NS	DLD51PB2			
DLD52	A/Duck/Chon Buri/DLD52/04	2547	100.987200	DLD52HA	DLD52NA	DLD52M	DLD52NS	DLD52PB2			
DLD53	A/Unknown/Unknown/DLD53/04	2547		DLD53HA	DLD53NA	DLD53M	DLD53NS	DLD53PB2			
DLD54	A/Duck/Prachin Buri/DLD54/04	2547	101.377870	DLD54HA	DLD54NA	DLD54M	DLD54NS	DLD54PB2			

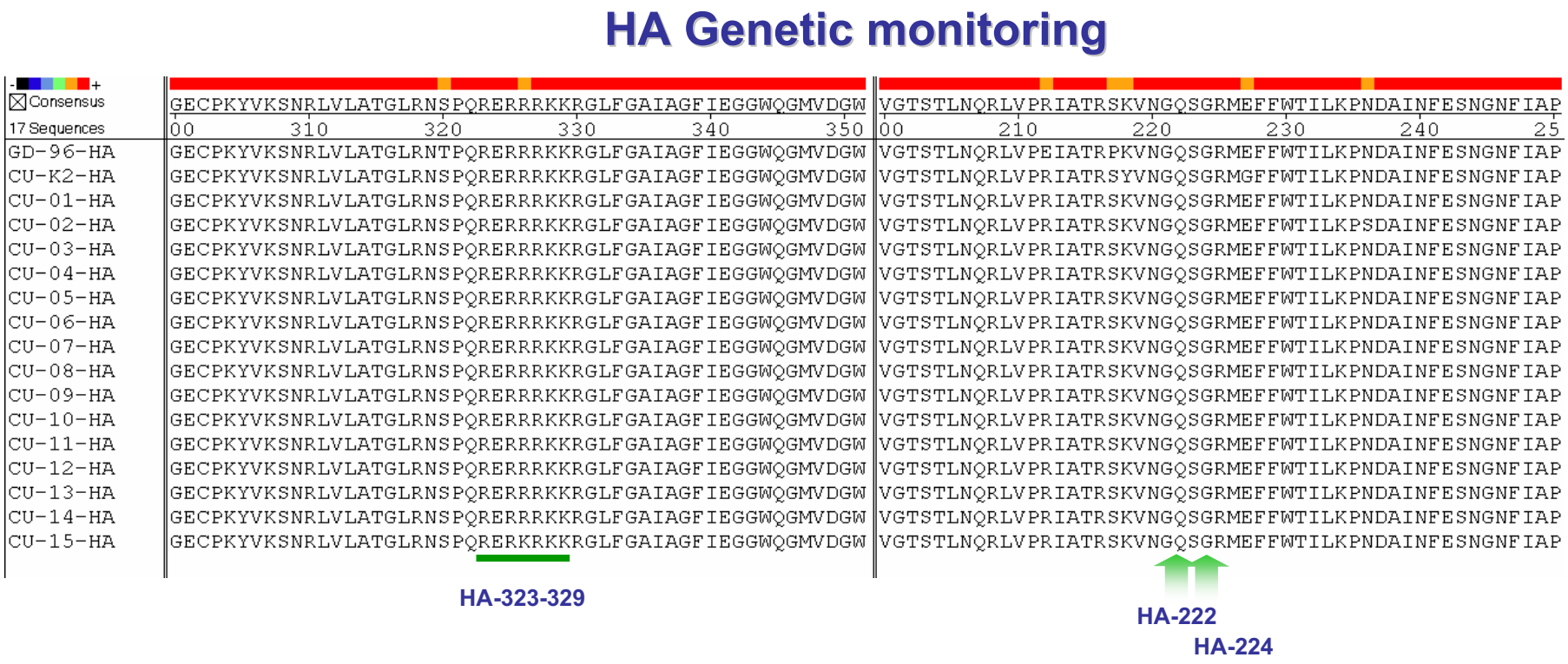
ตัวอย่าง	ชื่อตัวอย่าง	ปี	พิกัด	หมายเลขของลำดับเบสในฐานข้อมูล							
				HA	NA	M	NS	PB2	PB1	PA	NP
DLD55	A/Duck/Chon Buri/DLD55/04	2547	100.987200	DLD55HA	DLD55NA	DLD55M	DLD55NS	DLD55PB2			
DLD56	A/Duck/Prachin Buri/DLD56/04	2547	101.377870	DLD56HA	DLD56NA	DLD56M	DLD56NS	DLD56PB2			
DLD57	A/Duck/Nakhon Nayok/DLD57/04	2547		DLD57HA	DLD57NA	DLD57M	DLD57NS	DLD57PB2			
DLD58	A/Duck/Nakhon Sawan/DLD58/04	2547	99.177207	DLD58HA	DLD58NA	DLD58M	DLD58NS	DLD58PB2			
DLD59	A/Unknown/Unknown/DLD59/04	2547		DLD59HA	DLD59NA	DLD59M	DLD59NS	DLD59PB2			
DLD60	A/Unknown/Unknown/DLD60/04	2547		DLD60HA	DLD60NA	DLD60M	DLD60NS	DLD60PB2			
DLD61	A/Duck/Pathum Thani/DLD61/04	2547		DLD61HA	DLD61NA	DLD61M	DLD61NS	DLD61PB2			
DLD62	A/Duck/Chon Buri/DLD62/04	2547	100.987200	DLD62HA	DLD62NA	DLD62M	DLD62NS	DLD62PB2			
DLD63	A/Duck/Prachin Buri/DLD63/04	2547	101.377870	DLD63HA	DLD63NA	DLD63M	DLD63NS	DLD63PB2			
DLD64	A/Unknown/Unknown/DLD64/04	2547		DLD64HA	DLD64NA	DLD64M	DLD64NS	DLD64PB2			
DLD65	A/Duck/Chon Buri/DLD65/04	2547	100.987200	DLD65HA	DLD65NA	DLD65M	DLD65NS	DLD65PB2			
DLD66	A/Unknown/Unknown/DLD66/04	2547		DLD66HA	DLD66NA	DLD66M	DLD66NS	DLD66PB2			
DLD67	A/Unknown/Unknown/DLD67/04	2547		DLD67HA	DLD67NA	DLD67M	DLD67NS	DLD67PB2			
DLD68	A/Unknown/Unknown/DLD68/04	2547		DLD68HA	DLD68NA	DLD68M	DLD68NS	DLD68PB2			
DLD69	A/Unknown/Unknown/DLD69/04	2547		DLD69HA	DLD69NA	DLD69M	DLD69NS	DLD69PB2			
DLD70	A/Unknown/Unknown/DLD70/04	2547		DLD70HA	DLD70NA	DLD70M	DLD70NS	DLD70PB2			
DLD71	A/Unknown/Unknown/DLD71/04	2547		DLD71HA	DLD71NA	DLD71M	DLD71NS	DLD71PB2			
DLD72	A/Unknown/Unknown/DLD71/04	2547		DLD72HA	DLD72NA	DLD72M	DLD72NS	DLD72PB2			
DLD73	A/Unknown/Unknown/DLD73/04	2547		DLD73HA	DLD73NA	DLD73M	DLD73NS	DLD73PB2			
DLD74	A/Unknown/Unknown/DLD74/04	2547		DLD74HA	DLD74NA	DLD74M	DLD74NS	DLD74PB2			
DLD75	A/Unknown/Unknown/DLD75/04	2547		DLD75HA	DLD75NA	DLD75M	DLD75NS	DLD75PB2			
DLD76	A/Unknown/Unknown/DLD76/04	2547		DLD76HA	DLD76NA	DLD76M	DLD76NS	DLD76PB2			
DLD77	A/Unknown/Unknown/DLD77/04	2547		DLD77HA	DLD77NA	DLD77M	DLD77NS	DLD77PB2			
DLD78	A/Unknown/Unknown/DLD78/04	2547		DLD78HA	DLD78NA	DLD78M	DLD78NS	DLD78PB2			
DLD79	A/Unknown/Unknown/DLD79/04	2547		DLD79HA	DLD79NA	DLD79M	DLD79NS	DLD79PB2			
CU-T7	A/Tiger/Chon Buri/CU-T7/04	2547	100.987200	AY866475	AY866476	AY972551	AY907674	AY907671	AY972554	AY972553	AY972552
CU-T4	A/Tiger/Chon Buri/CU-T4/04	2547	100.987200	AY972539	AY972543			DQ017251			
CU-T5	A/Tiger/Chon Buri/CU-T5/04	2547	100.987200	AY972540	AY972544			DQ017252			
CU-T6	A/Tiger/Chon Buri/CU-T6/04	2547	100.987200	AY972541	AY972545			DQ017253			
CU-T8	A/Tiger/Chon Buri/CU-T8/04	2547	100.987200	AY972542	AY972546			DQ017254			
CU-268	A/Chicken/Chon Buri/CU-268/06	2549	100.987200	CU268HA	CU268NA	CU268M	CU268NS	CU268PB2			CU268NP
CU-269	A/Chicken/Bangkok/CU-269/06	2549	100.521005	CU269HA	CU269NA	CU269M	CU269NS	CU269PB2			CU269NP
CU-270	A/Chicken/Phetchaburi/CU-270/06	2549	99.950504	CU270HA	CU270NA	CU270M	CU270NS	CU270PB2			CU270NP
CU-271	A/Chicken/Chon Buri/CU-271/06	2549	100.987200	CU271HA	CU271NA	CU271M	CU271NS	CU271PB2			CU271NP
CU-273	A/Chicken/Nakhonratchasima/CU-273/06	2549	102.102131	CU273HA	CU273NA	CU273M	CU273NS	CU273PB2			CU273NP
CU-274	A/Chicken/Phetchabun/CU-274/06	2549	101.159489	CU274HA	CU274NA	CU274M	CU274NS	CU274PB2			CU274NP
CU-275	A/Chicken/Phetchabun/CU-275/06	2549	101.159489	CU275HA	CU275NA	CU275M	CU275NS	CU275PB2			CU275NP
CU-276	A/Chicken/Chon Buri/CU-276/06	2549	100.987200	CU276HA	CU276NA	CU276M	CU276NS	CU276PB2			CU276NP
CU-279	A/Chicken/Chon Buri/CU-279/06	2549	100.987200	CU279HA	CU279NA	CU279M	CU279NS	CU279PB2			CU279NP
CU-280	A/Chicken/Chon Buri/CU-280/06	2549	100.987200	CU280HA	CU280NA	CU280M	CU280NS	CU280PB2			CU289NP
CU-283	A/Chicken/Chon Buri/CU-283/06	2549	100.987200	CU283HA	CU283NA	CU283M	CU283NS	CU283PB2			CU283NP

ตัวอย่าง	ชื่อตัวอย่าง	ปี	พิกัด	หมายเลขของลำดับเบสในฐานข้อมูล							
				HA	NA	M	NS	PB2	PB1	PA	NP
CU-284	A/Chicken/Nakhonratchasima/CU-284/06	2549	102.102131	CU284HA	CU284NA	CU284M	CU284NS	CU284PB2			CU284NP
CU-285	A/Chicken/Chon Buri/CU-285/06	2549	100.987200	CU285HA	CU285NA	CU285M	CU285NS	CU285PB2			CU285NP
CU-286	A/Chicken/Chon Buri/CU-286/06	2549	100.987200	CU286HA	CU286NA	CU286M	CU286NS	CU286PB2			CU286NP
CU-287	A/Chicken/Chon Buri/CU-287/06	2549	100.987200	CU287HA	CU287NA	CU287M	CU287NS	CU287PB2			CU287NP
CU-289	A/Chicken/Unknown/CU-289/06	2549		CU289HA	CU289NA	CU289M	CU289NS	CU289PB2			CU289NP
CU-290	A/Chicken/Unknown/CU-290/06	2549		CU290HA	CU290NA						
CU-291	A/Chicken/Unknown/CU-291/06	2549		CU291HA	CU291NA	CU291M	CU291NS	CU291PB2			CU291NP
CU-294	A/Chicken/Unknown/CU-294/06	2549		CU294HA	CU294NA						
CU-297	A/Chicken/Unknown/CU-297/06	2549		CU297HA	CU297NA	CU297M	CU297NS	CU297PB2			CU297NP
CU-298	A/Chicken/Unknown/CU-298/06	2549		CU298HA	CU298NA	CU298M	CU298NS	CU298PB2			CU298NP
CU-299	A/Chicken/Unknown/CU-299/06	2549		CU299HA	CU299NA	CU299M	CU299NS	CU299PB2			CU299NP
CU-300	A/Chicken/Unknown/CU-300/06	2549		CU300HA	CU300NA	CU300M	CU300NS	CU300PB2			CU300NP
CU-301	A/Chicken/Unknown/CU-301/06	2549		CU301HA	CU301NA						
CU-304	A/Chicken/Prachin Buri/CU-304/06	2549	101.377870	CU304HA	CU304NA	CU304M	CU304NS	CU304PB2			CU304NP
CU-305	A/Chicken/Prachin Buri/CU-305/06	2549	101.377870	CU305HA	CU305NA						
CU-306	A/Chicken/Unknown/CU-306/06	2549		CU306HA	CU306NA						
CU-307	A/Chicken/Unknown/CU-307/06	2549		CU307HA		CU307M	CU307NS	CU307PB2			CU307NP
CU-309	A/Chicken/Unknown/CU-309/06	2549		CU309HA	CU309NA						
CU-282	A/Chicken/Chon Buri/CU-282/06	2549	100.987200	CU282HA	CU282NA						
CU-293	A/Chicken/Unknown/CU-293/06	2549		CU293HA	CU293NA						
CU-308	A/Chicken/Unknown/CU-309/06	2549		CU308HA	CU308NA						
KU-02	A/Cat/Suphan Buri/KU-02/04	2547	100.129459	DQ236077	DQ236078	DQ236084	DQ236083	DQ236079	DQ236080	DQ236081	DQ236082
KU-03	A/Pigeon/Saraburi/KU-03/04	2547	100.129459	DQ236085	DQ236086			DQ236087			
KU-08	A/Dog/Suphan Buri/KU-08/04	2547	100.129459	DQ530173	DQ530175	DQ530176	DQ530177	DQ530170	DQ530171	DQ530172	DQ530174
PC-168	A/Chicken/Phichit/PC-168/06	2549	100.351385	DQ999880	DQ999881	DQ999882	DQ999879	DQ999884	DQ999886	DQ999885	DQ999883
PC-170	A/Chicken/Phichit/PC-170/06	2549	100.351385	DQ999887	DQ999888	DQ999889	DQ999890	DQ999893	DQ999892	DQ999894	DQ999891
NP-172	A/Chicken/Nakhon Phanom/NP-172/06	2549	104.340992	DQ999872	DQ999873	DQ999874	DQ999871	DQ999878	DQ999875	DQ999876	DQ999877
CU-288	A/Chicken/Chon Buri/CU-288/06	2549	100.987200	CU288HA	CU288NA						
CU-329	A/Duck/Bangkok/CU-329/06	2549	100.521005	CU329HA	CU329NA		CU329NS		CU329PB1	CU329PA	CU329NP
NK-165	A/Human/Nong Khai/NK-165/05	2548	102.747608	DQ372591	DQ372593	DQ372592	DQ372595	DQ372598	DQ372597	DQ372596	DQ372594

ภาคผนวก ข

รายละเอียดผลการเปรียบเทียบรหัสพันธุกรรมในแต่ละยีนของเชื้อไวรัสไข้หวัดนก

ผลการเปรียบเทียบยีน HA ของเชื้อไวรัสไข้หวัดนกในตำแหน่งกรดอะมิโนที่ 323-329 (connective peptide sequences) และ 222, 224 (receptor binding site)



ผลการเปรียบเทียบยีน HA ของเชื้อไวรัสไข้หวัดนกในตำแหน่งกรดอะมิโนที่ 323-329 (connective peptide sequences) และ 222, 224 (receptor binding site)

HA Genetic monitoring



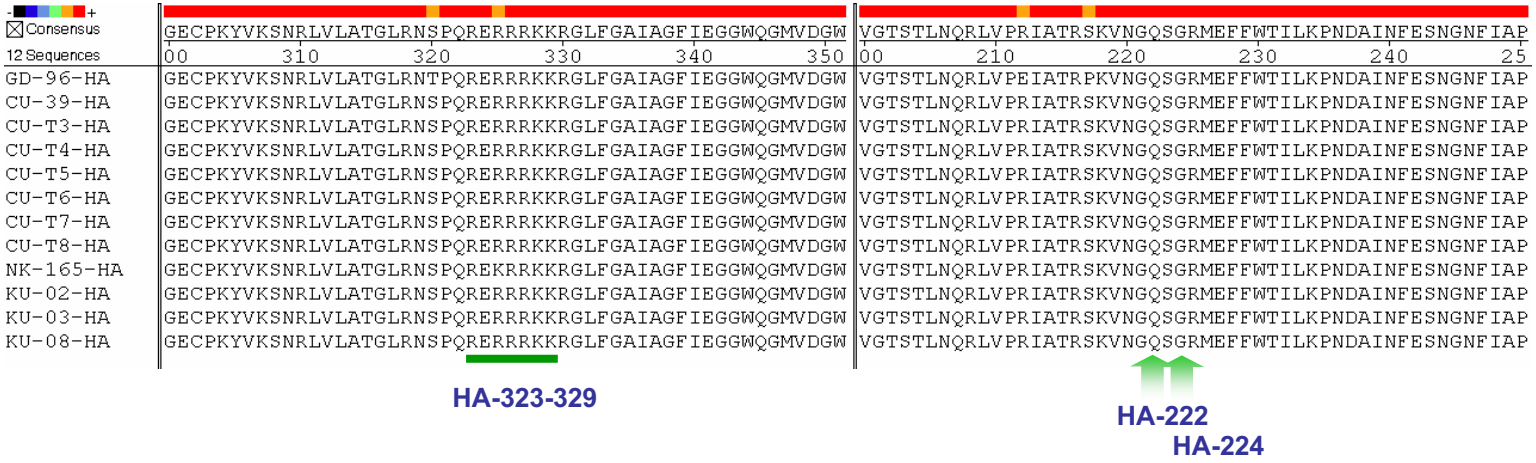
ผลการเปรียบเทียบยีน HA ของเชื้อไวรัสไข้หวัดนกในตำแหน่งกรดอะมิโนที่ 323-329 (connective peptide sequences) และ 222, 224 (receptor binding site)

HA Genetic monitoring



ผลการเปรียบเทียบยีน HA ของเชื้อไวรัสไข้หวัดนกในตำแหน่งกรดอะมิโนที่ 323-329 (connective peptide sequences) และ 222, 224 (receptor binding site)

HA Genetic monitoring



ผลการเปรียบเทียบยีน HA ของเชื้อไวรัสไข้หวัดนกในตำแหน่งกรดอะมิโนที่ 323-329 (connective peptide sequences) และ 222, 224 (receptor binding site)

HA Genetic monitoring



ผลการเปรียบเทียบยีน HA ของเชื้อไวรัสไข้หวัดนกในตำแหน่งกรดอะมิโนที่ 323-329 (connective peptide sequences) และ 222, 224 (receptor binding site)

HA Genetic monitoring



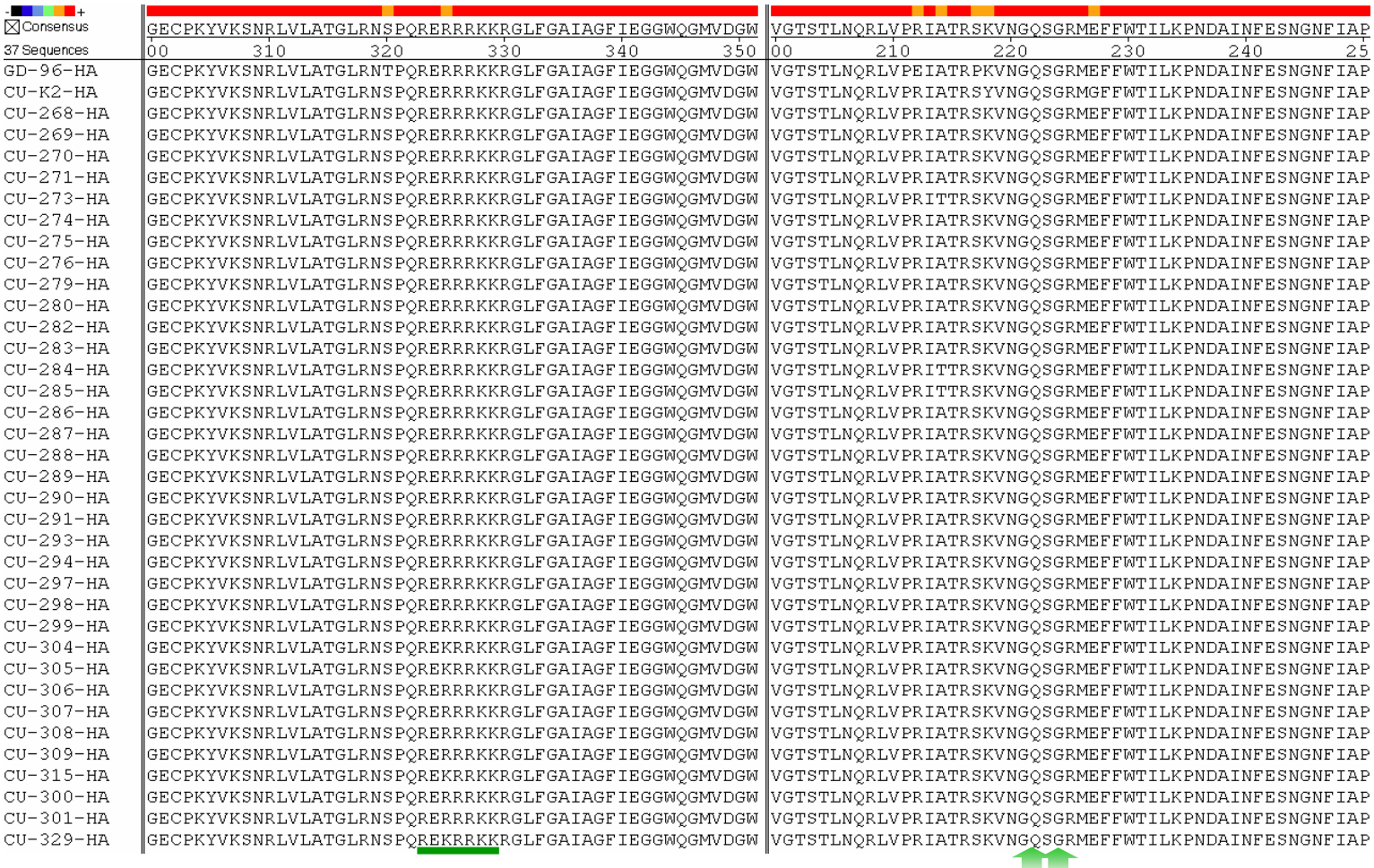
ผลการเปรียบเทียบยีน HA ของเชื้อไวรัสไข้หวัดนกในตำแหน่งกรดอะมิโนที่ 323-329 (connective peptide sequences) และ 222, 224 (receptor binding site)

HA Genetic monitoring



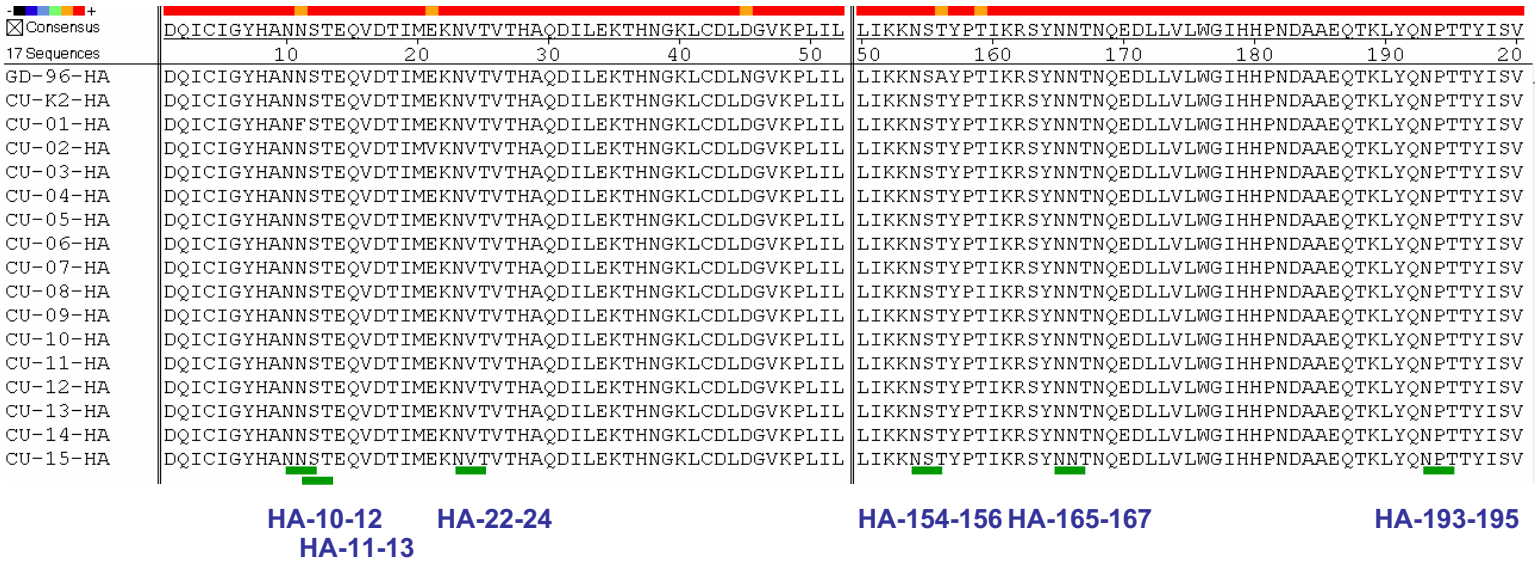
ผลการเปรียบเทียบยีน HA ของเชื้อไวรัสไข้หวัดนกในตำแหน่งกรดอะมิโนที่ 323-329 (connective peptide sequences) และ 222, 224 (receptor binding site)

HA Genetic monitoring



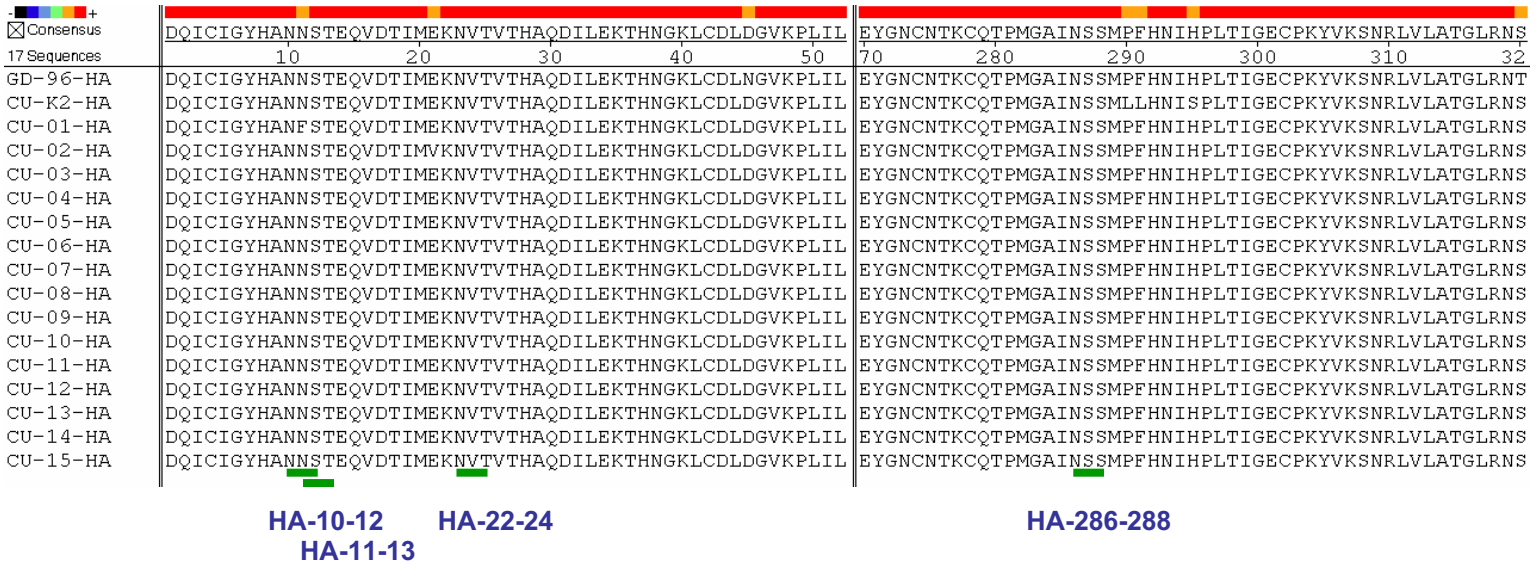
ผลการเปรียบเทียบยีน HA ของเชื้อไวรัสไข้หวัดนกในตำแหน่งกรดอะมิโนที่ 10-12, 11-13, 22-24, 154-156, 165-167, 193-195, 286-288 (glycosylation sites)

HA Genetic monitoring



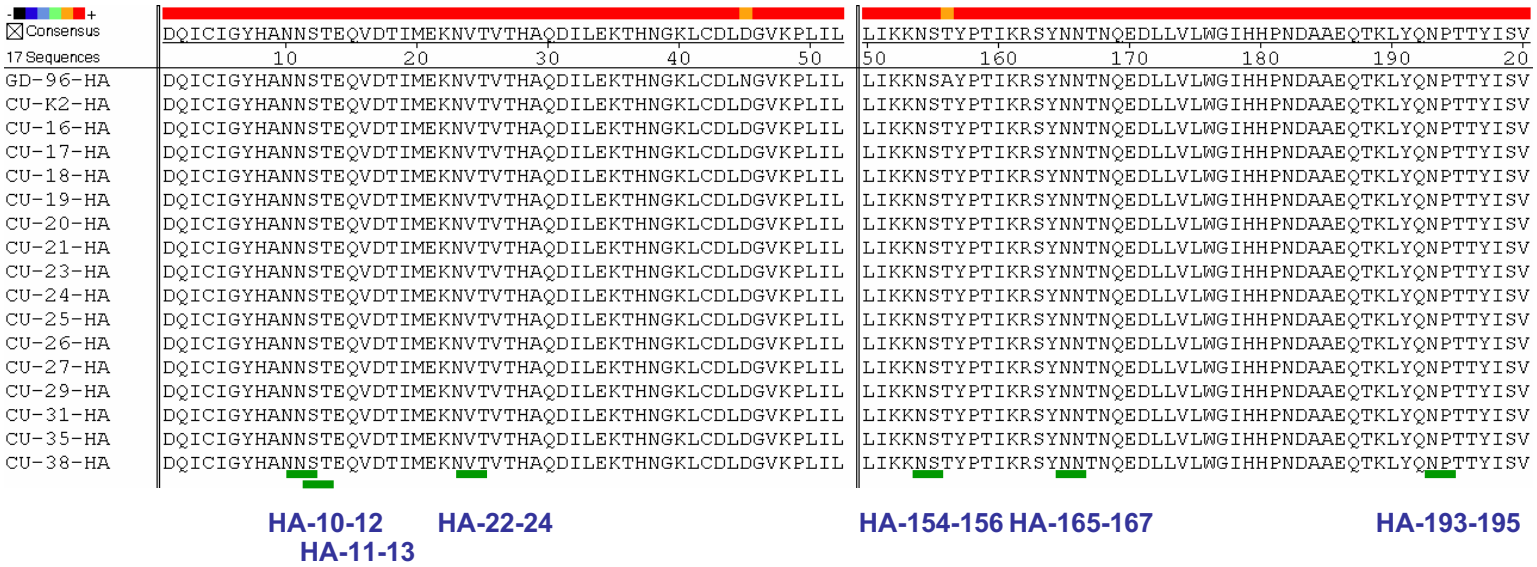
ผลการเปรียบเทียบยีน HA ของเชื้อไวรัสไข้หวัดนกในตำแหน่งกรดอะมิโนที่ 10-12, 11-13, 22-24, 154-156, 165-167, 193-195, 286-288 (glycosylation sites)

HA Genetic monitoring



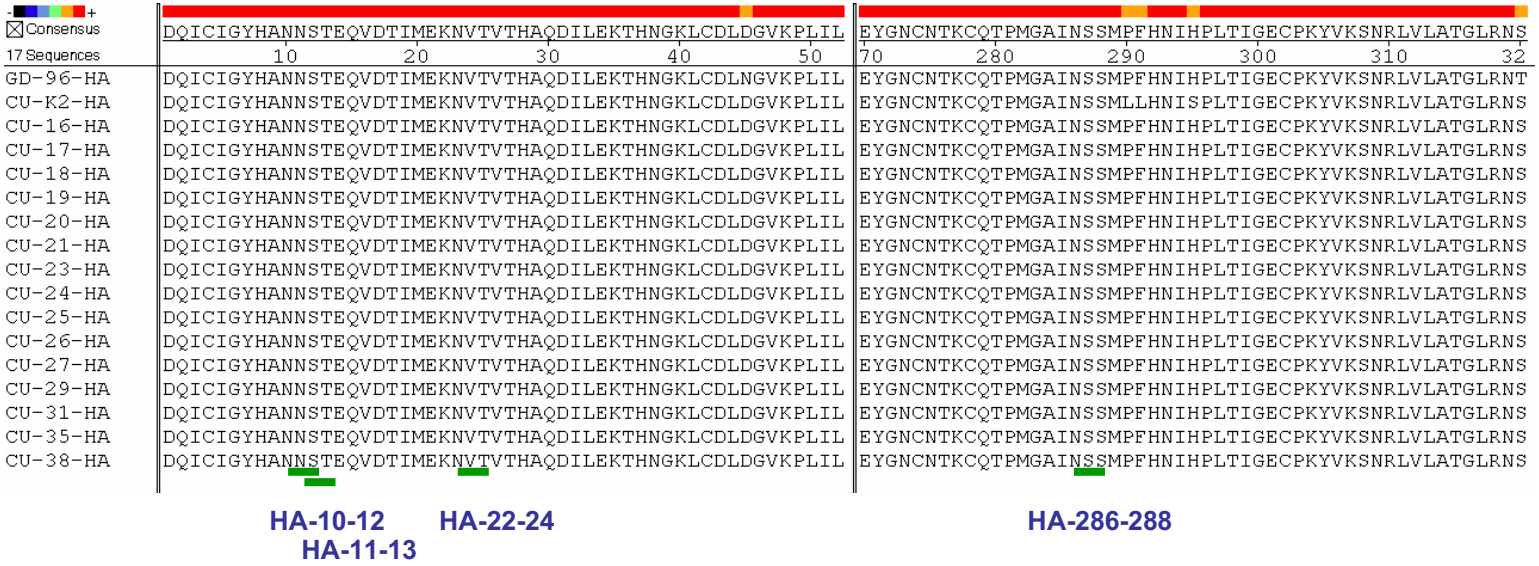
ผลการเปรียบเทียบยีน HA ของเชื้อไวรัสไข้หวัดนกในตำแหน่งกรดอะมิโนที่ 10-12, 11-13, 22-24, 154-156, 165-167, 193-195, 286-288 (glycosylation sites)

HA Genetic monitoring



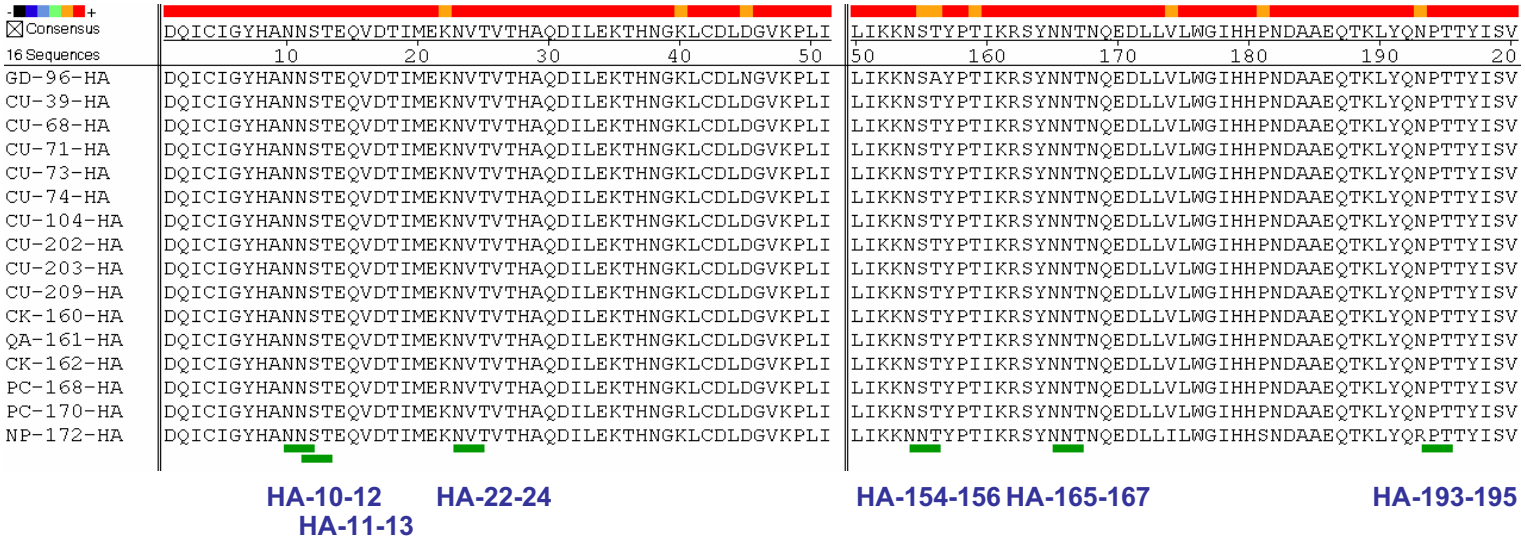
ผลการเปรียบเทียบยีน HA ของเชื้อไวรัสไข้หวัดนกในตำแหน่งกรดอะมิโนที่ 10-12, 11-13, 22-24, 154-156, 165-167, 193-195, 286-288 (glycosylation sites)

HA Genetic monitoring



ผลการเปรียบเทียบยีน HA ของเชื้อไวรัสไข้หวัดนกในตำแหน่งกรดอะมิโนที่ 10-12, 11-13, 22-24, 154-156, 165-167, 193-195, 286-288 (glycosylation sites)

HA Genetic monitoring



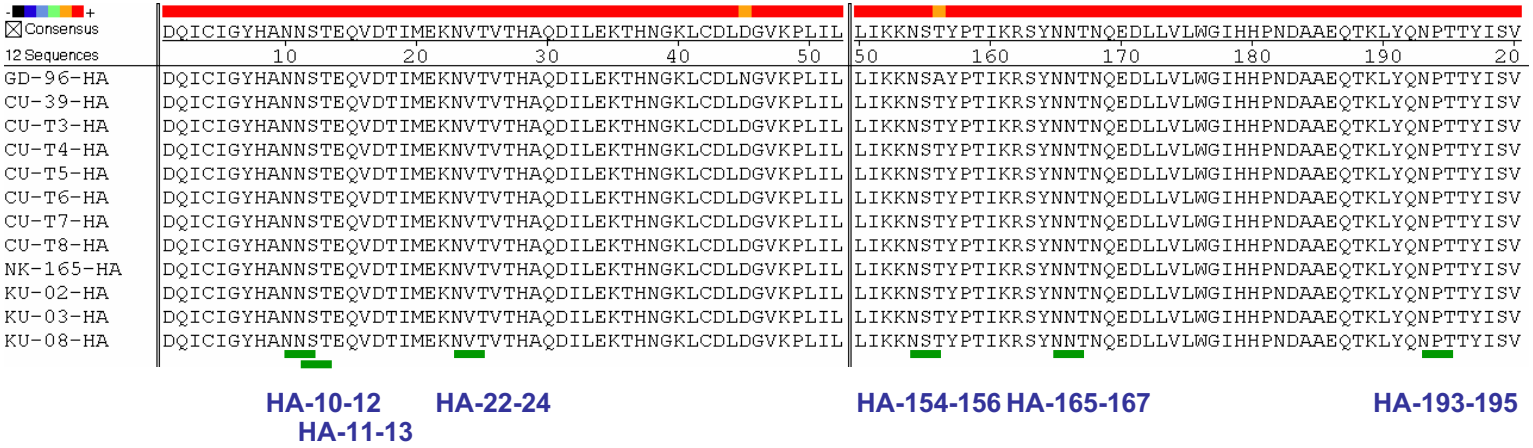
ผลการเปรียบเทียบยีน HA ของเชื้อไวรัสไข้หวัดนกในตำแหน่งกรดอะมิโนที่ 10-12, 11-13, 22-24, 154-156, 165-167, 193-195, 286-288 (glycosylation sites)

HA Genetic monitoring



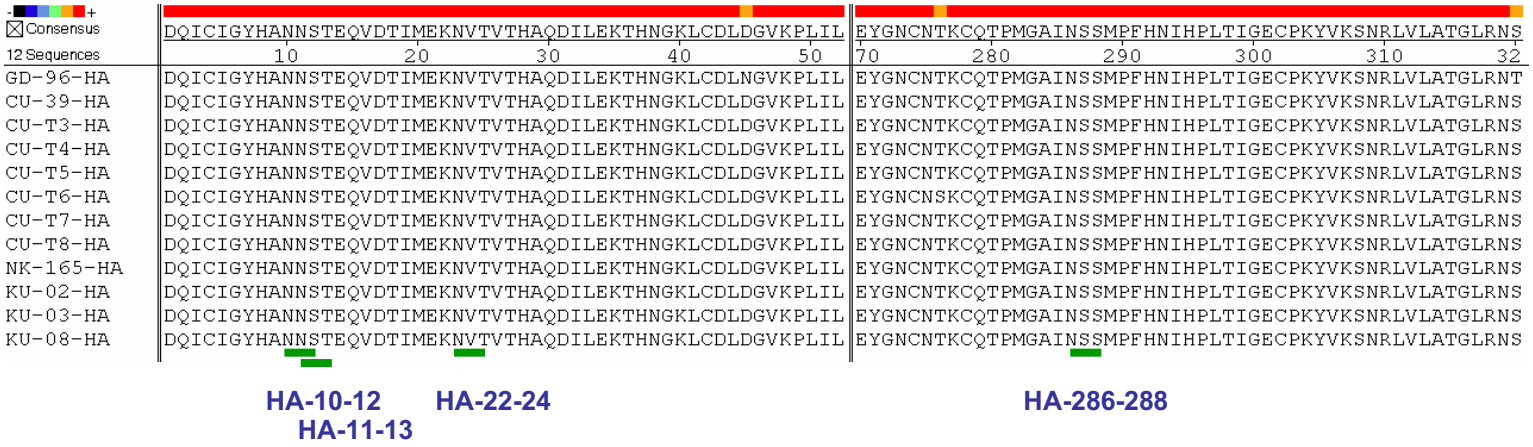
ผลการเปรียบเทียบยีน HA ของเชื้อไวรัสไข้หวัดนกในตำแหน่งกรดอะมิโนที่ 10-12, 11-13, 22-24, 154-156, 165-167, 193-195, 286-288 (glycosylation sites)

HA Genetic monitoring



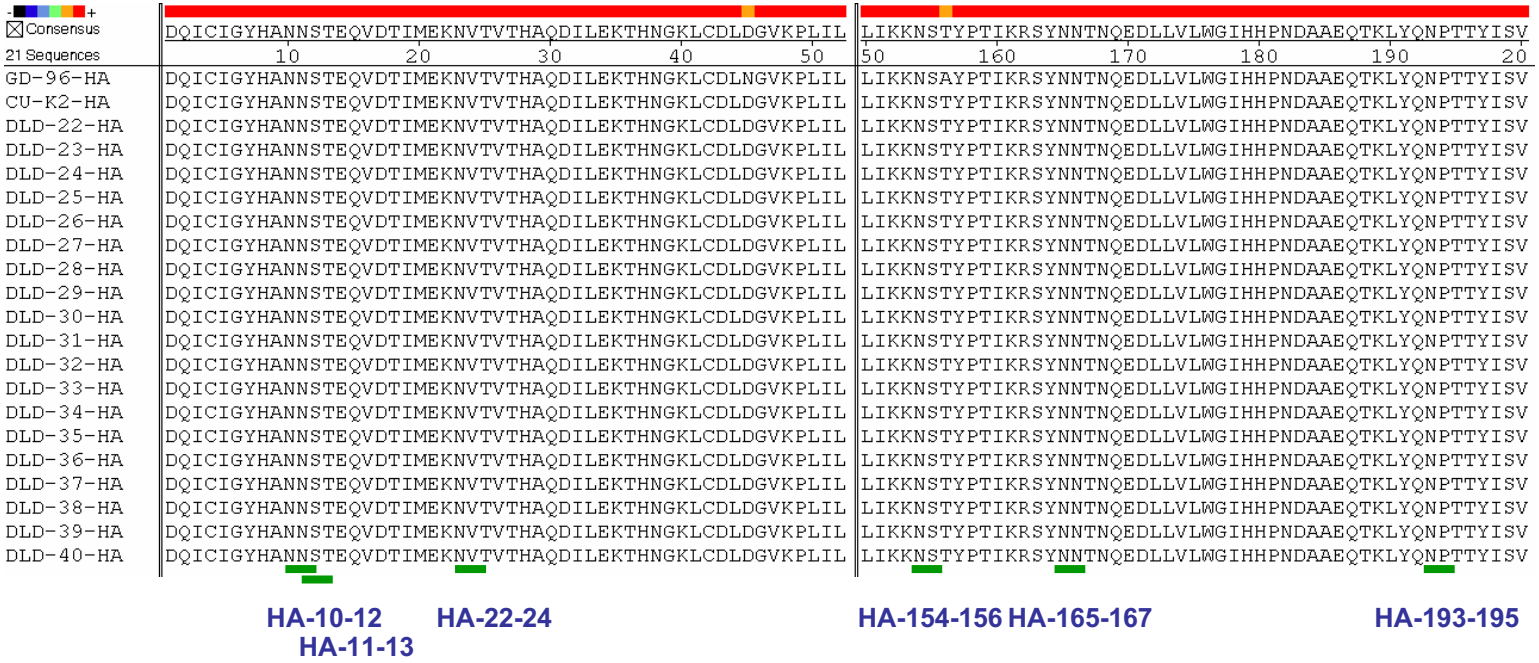
ผลการเปรียบเทียบยีน HA ของเชื้อไวรัสไข้หวัดนกในตำแหน่งกรดอะมิโนที่ 10-12, 11-13, 22-24, 154-156, 165-167, 193-195, 286-288 (glycosylation sites)

HA Genetic monitoring



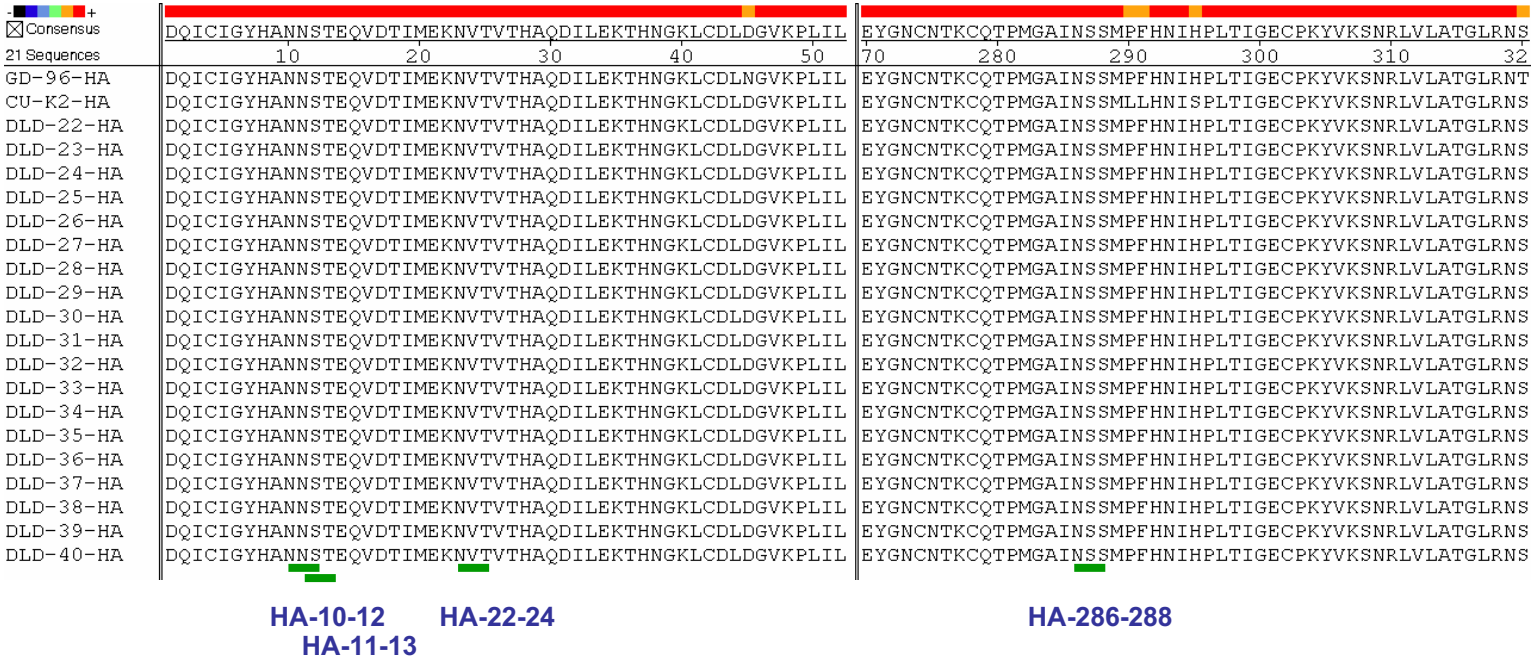
ผลการเปรียบเทียบยีน HA ของเชื้อไวรัสไข้หวัดนกในตำแหน่งกรดอะมิโนที่ 10-12, 11-13, 22-24, 154-156, 165-167, 193-195, 286-288 (glycosylation sites)

HA Genetic monitoring



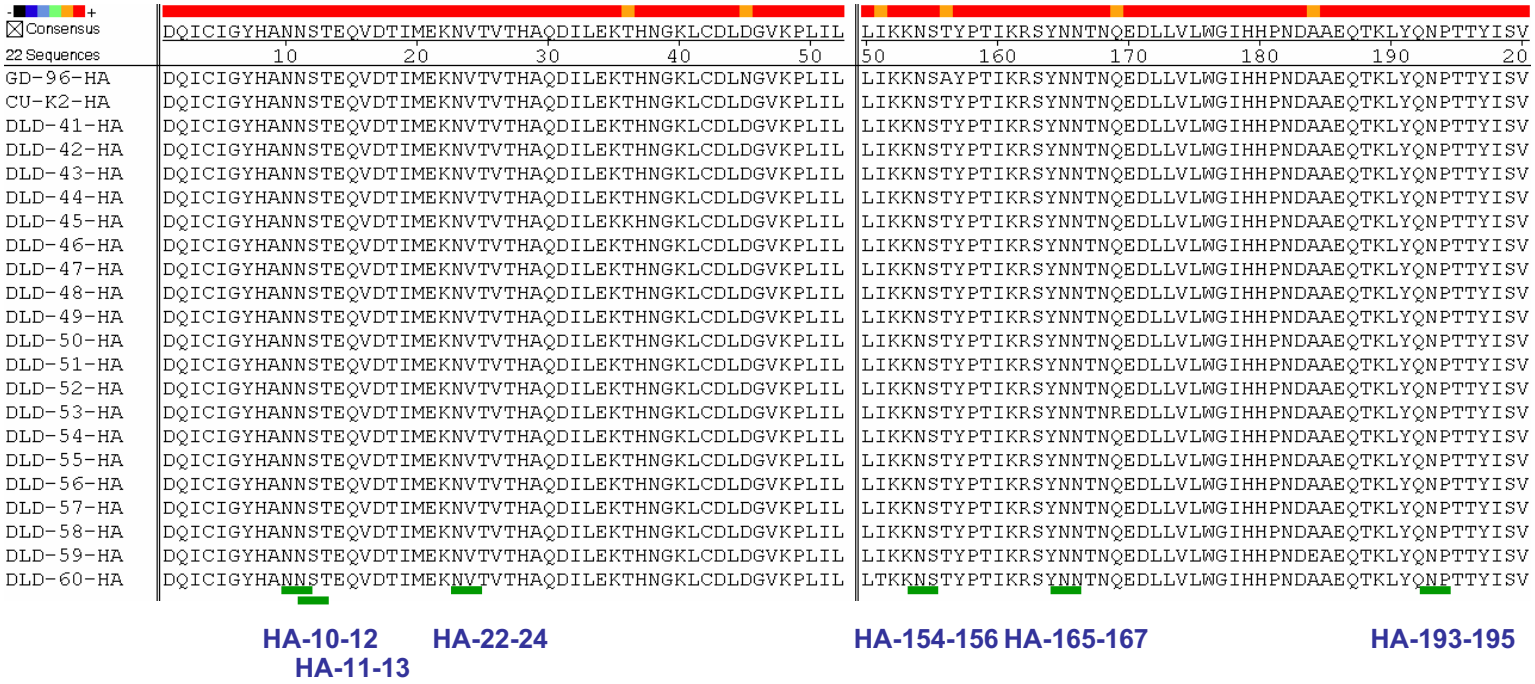
ผลการเปรียบเทียบยีน HA ของเชื้อไวรัสไข้หวัดนกในตำแหน่งกรดอะมิโนที่ 10-12, 11-13, 22-24, 154-156, 165-167, 193-195, 286-288 (glycosylation sites)

HA Genetic monitoring



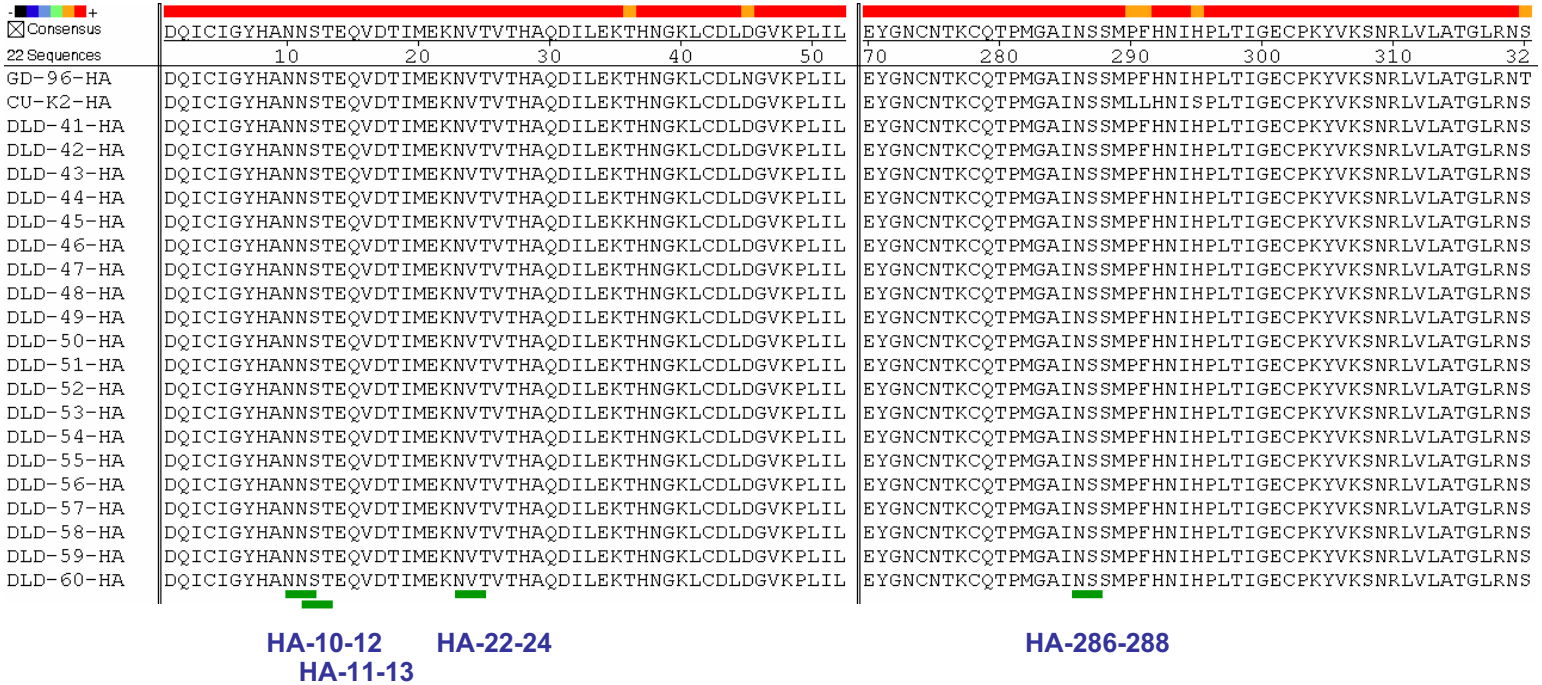
ผลการเปรียบเทียบยีน HA ของเชื้อไวรัสไข้หวัดนกในตำแหน่งกรดอะมิโนที่ 10-12, 11-13, 22-24, 154-156, 165-167, 193-195, 286-288 (glycosylation sites)

HA Genetic monitoring



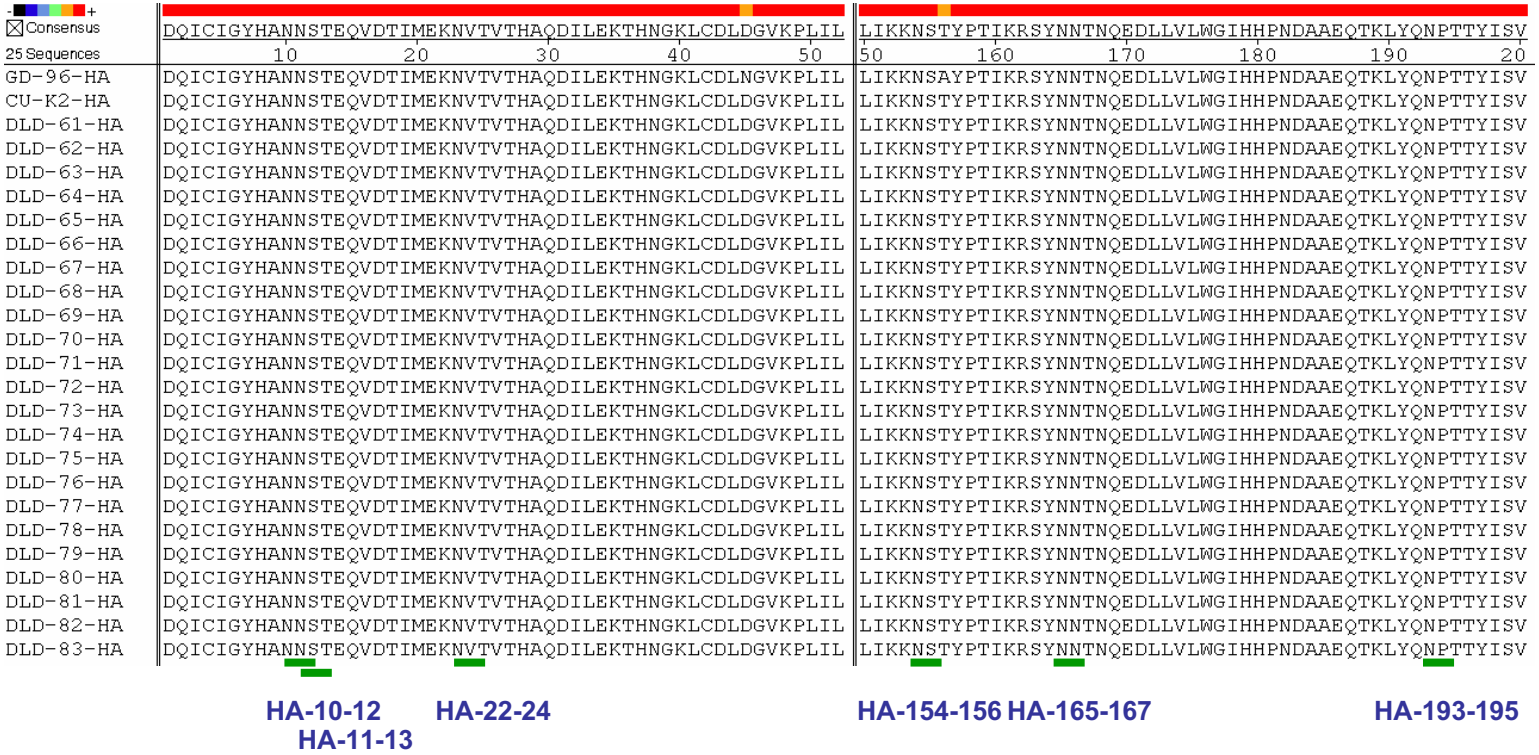
ผลการเปรียบเทียบยีน HA ของเชื้อไวรัสไข้หวัดนกในตำแหน่งกรดอะมิโนที่ 10-12, 11-13, 22-24, 154-156, 165-167, 193-195, 286-288 (glycosylation sites)

HA Genetic monitoring



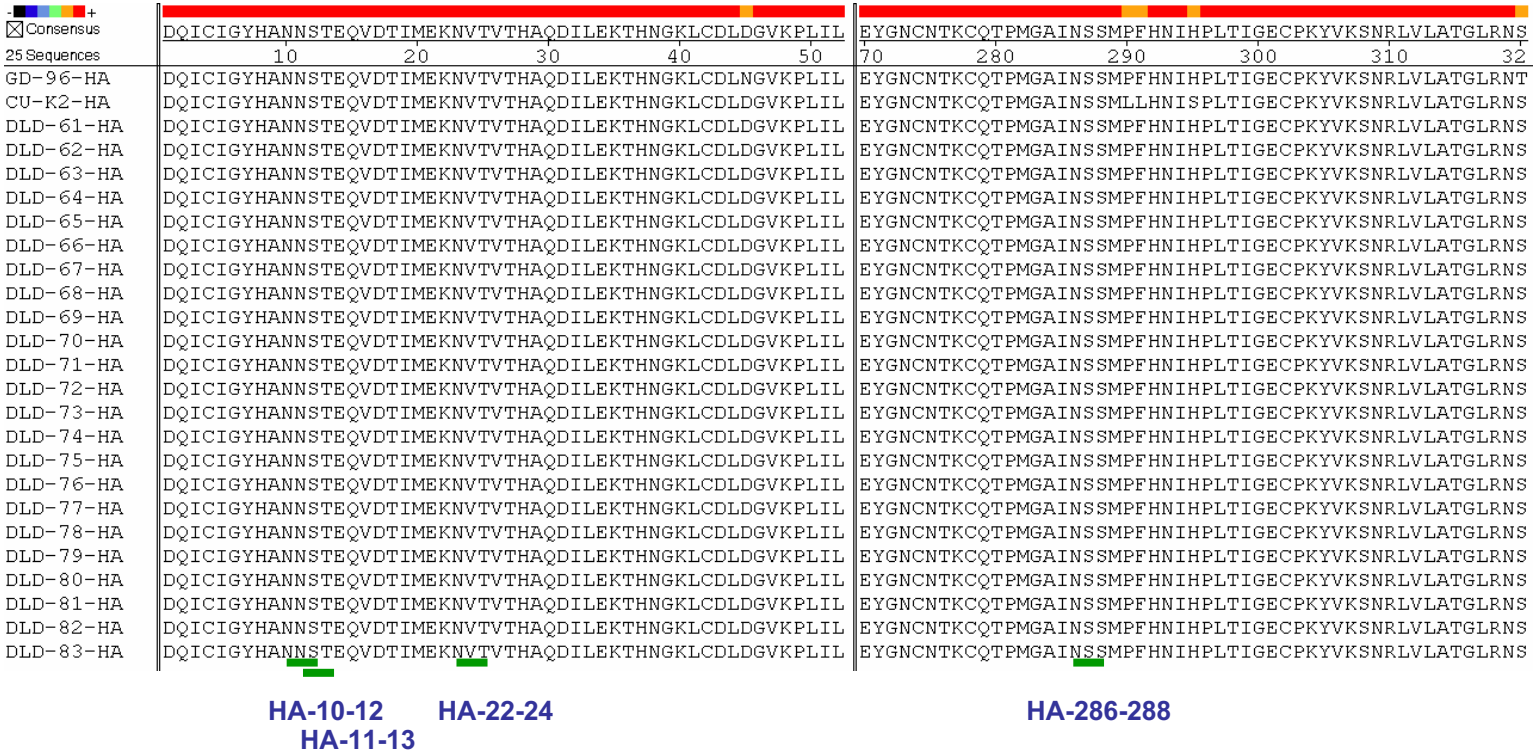
ผลการเปรียบเทียบยีน HA ของเชื้อไวรัสไข้หวัดนกในตำแหน่งกรดอะมิโนที่ 10-12, 11-13, 22-24, 154-156, 165-167, 193-195, 286-288 (glycosylation sites)

HA Genetic monitoring



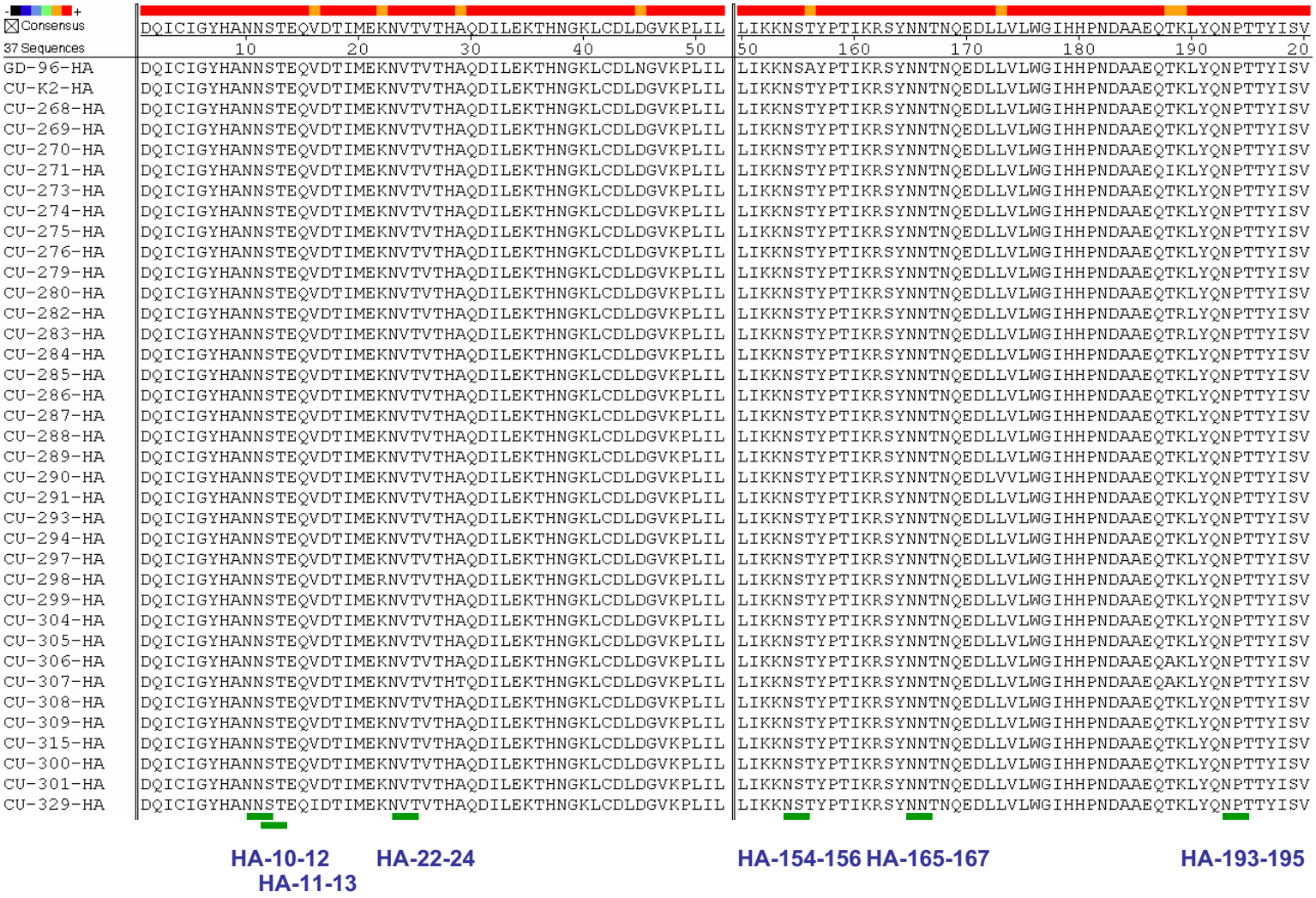
ผลการเปรียบเทียบยีน HA ของเชื้อไวรัสไข้หวัดนกในตำแหน่งกรดอะมิโนที่ 10-12, 11-13, 22-24, 154-156, 165-167, 193-195, 286-288 (glycosylation sites)

HA Genetic monitoring



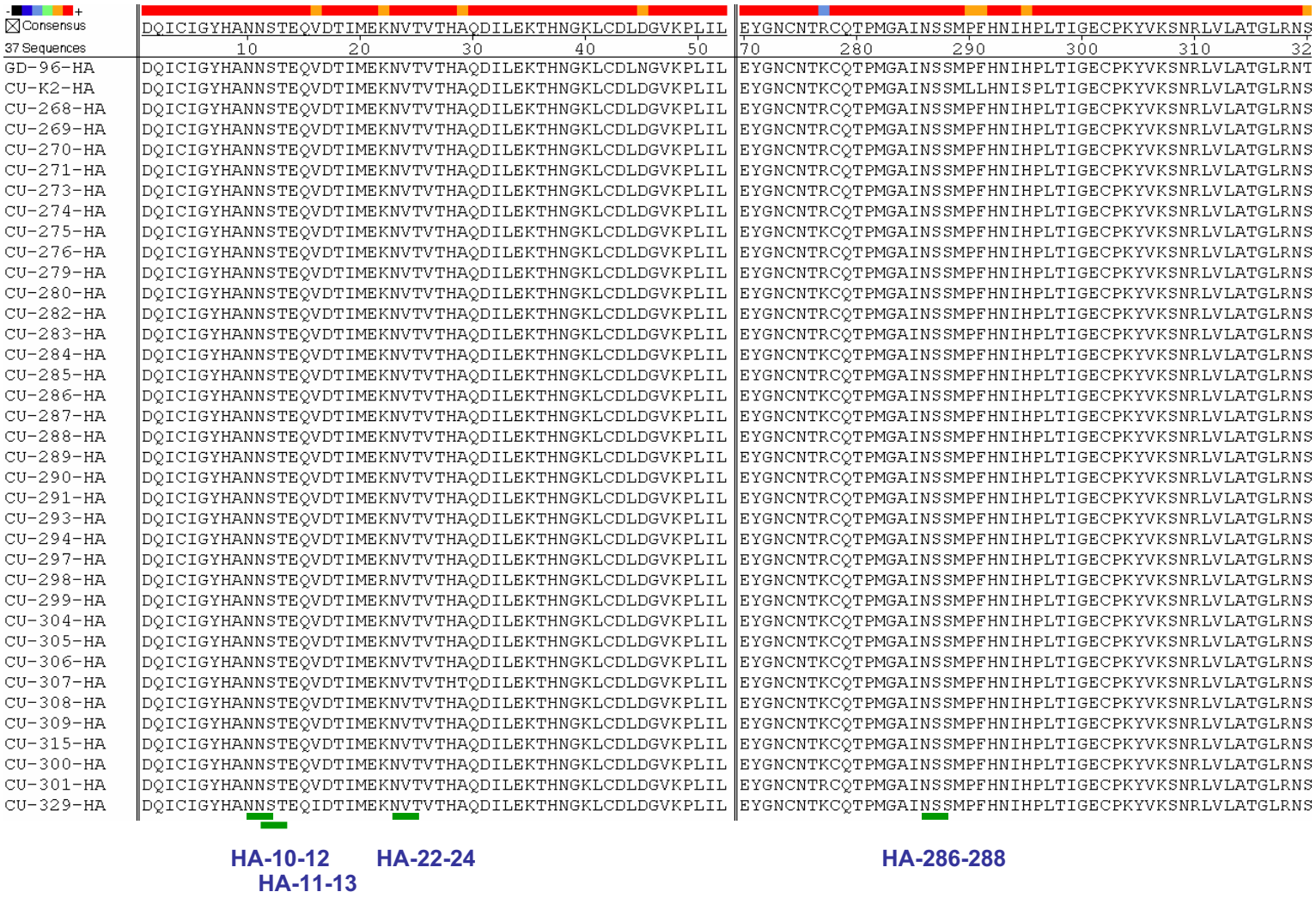
ผลการเปรียบเทียบยีน HA ของเชื้อไวรัสไข้หวัดนกในตำแหน่งกรดอะมิโนที่ 10-12, 11-13, 22-24, 154-156, 165-167, 193-195, 286-288 (glycosylation sites)

HA Genetic monitoring

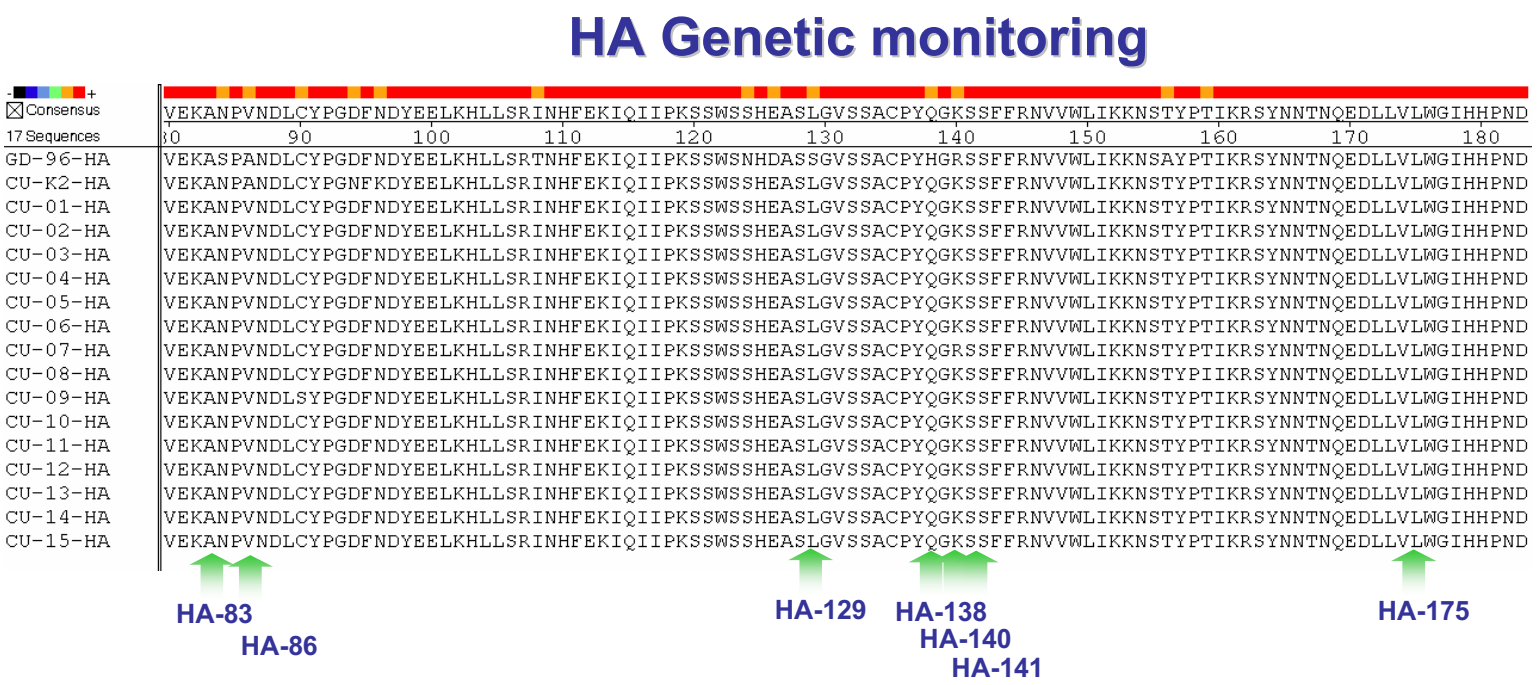


ผลการเปรียบเทียบยีน HA ของเชื้อไวรัสไข้หวัดนกในตำแหน่งกรดอะมิโนที่ 10-12, 11-13, 22-24, 154-156, 165-167, 193-195, 286-288 (glycosylation sites)

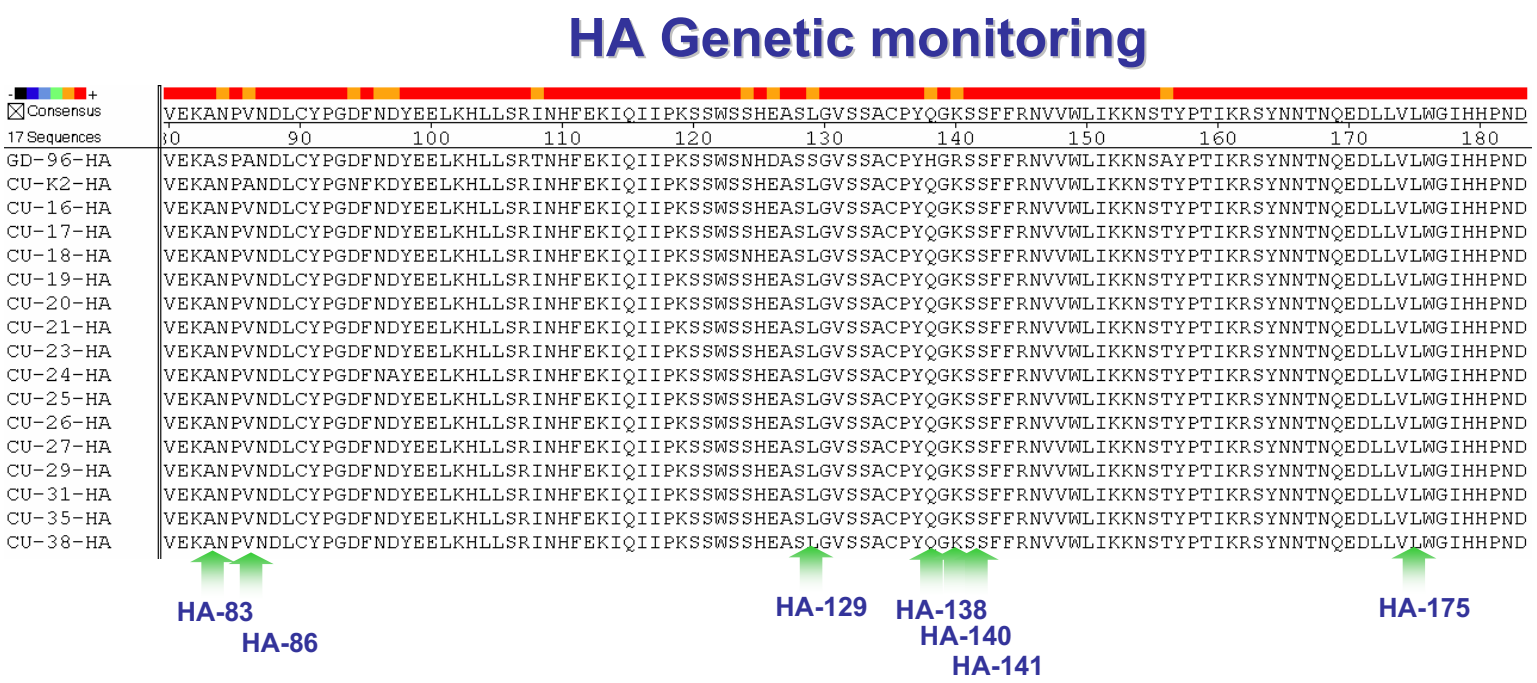
HA Genetic monitoring



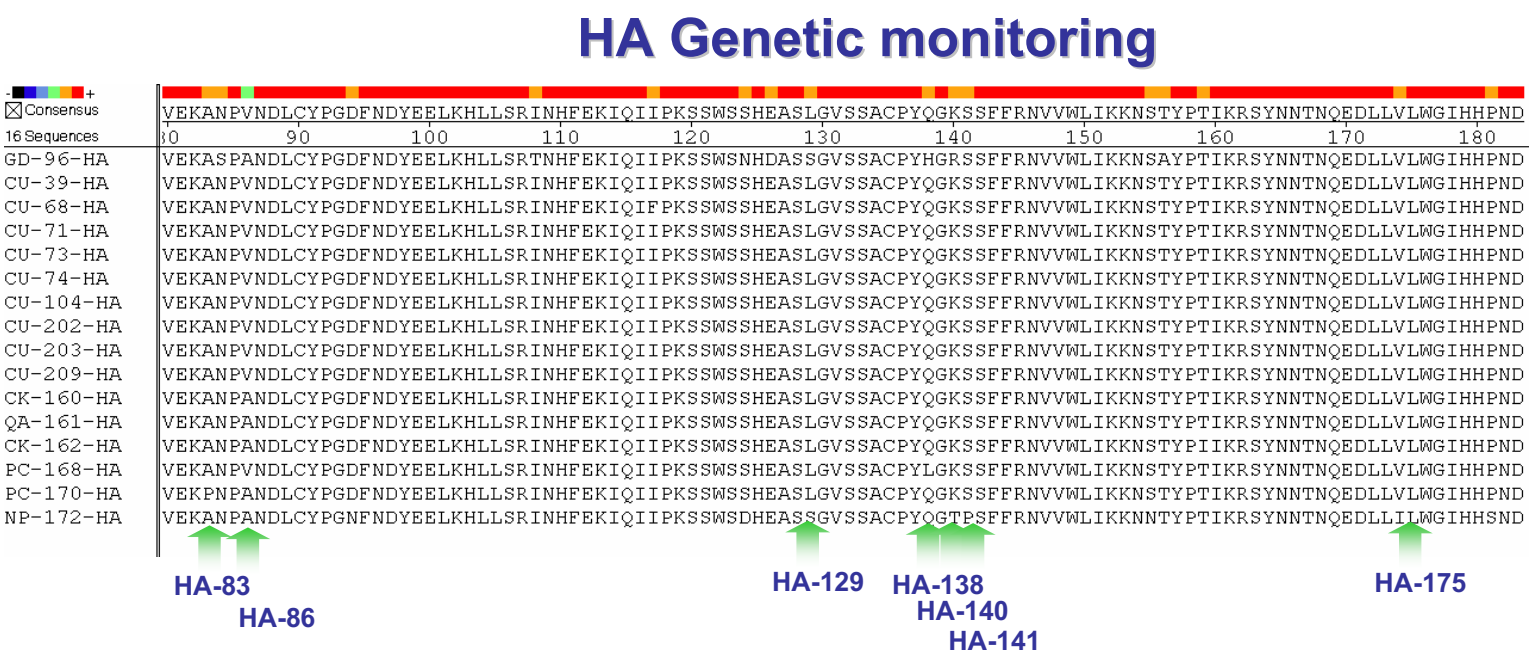
ผลการเปรียบเทียบยีน HA ของเชื้อไวรัสไข้หวัดนกในตำแหน่งกรดอะมิโนที่ 83, 86, 138, 140, 141, 129 และ 175 (amino acids under positive selection pressure)



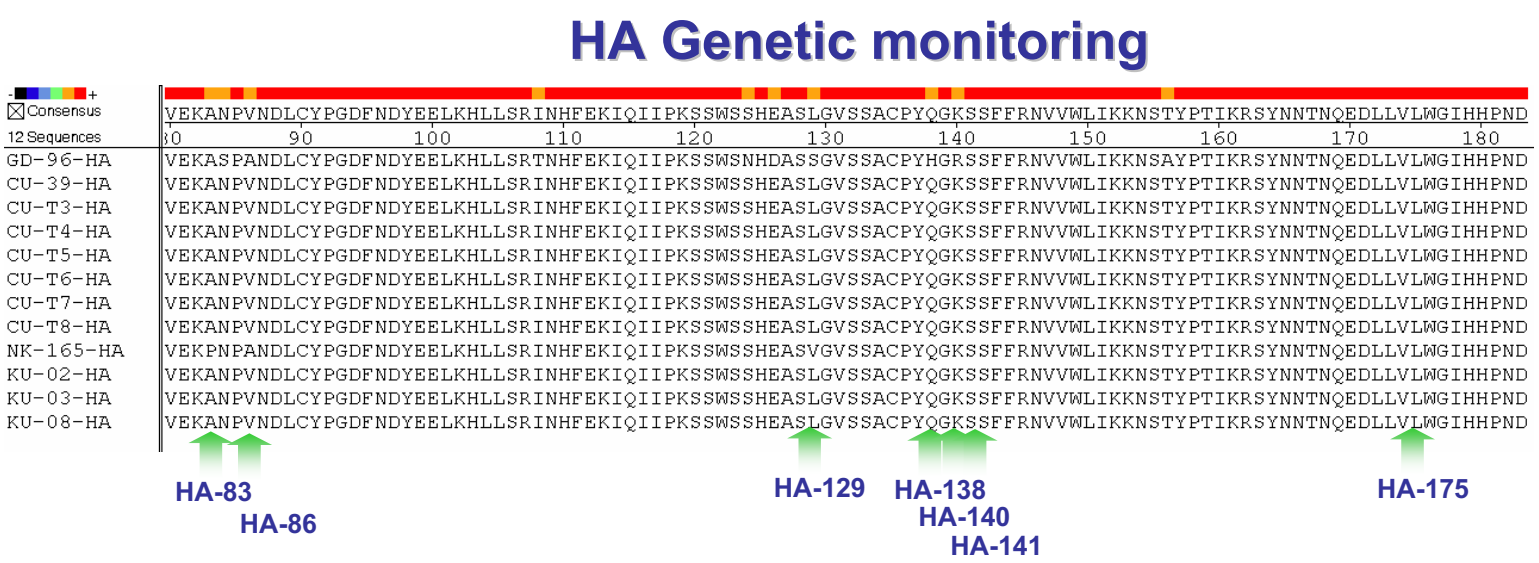
ผลการเปรียบเทียบยีน HA ของเชื้อไวรัสไข้หวัดนกในตำแหน่งกรดอะมิโนที่ 83, 86, 138, 140, 141, 129 และ 175 (amino acids under positive selection pressure)



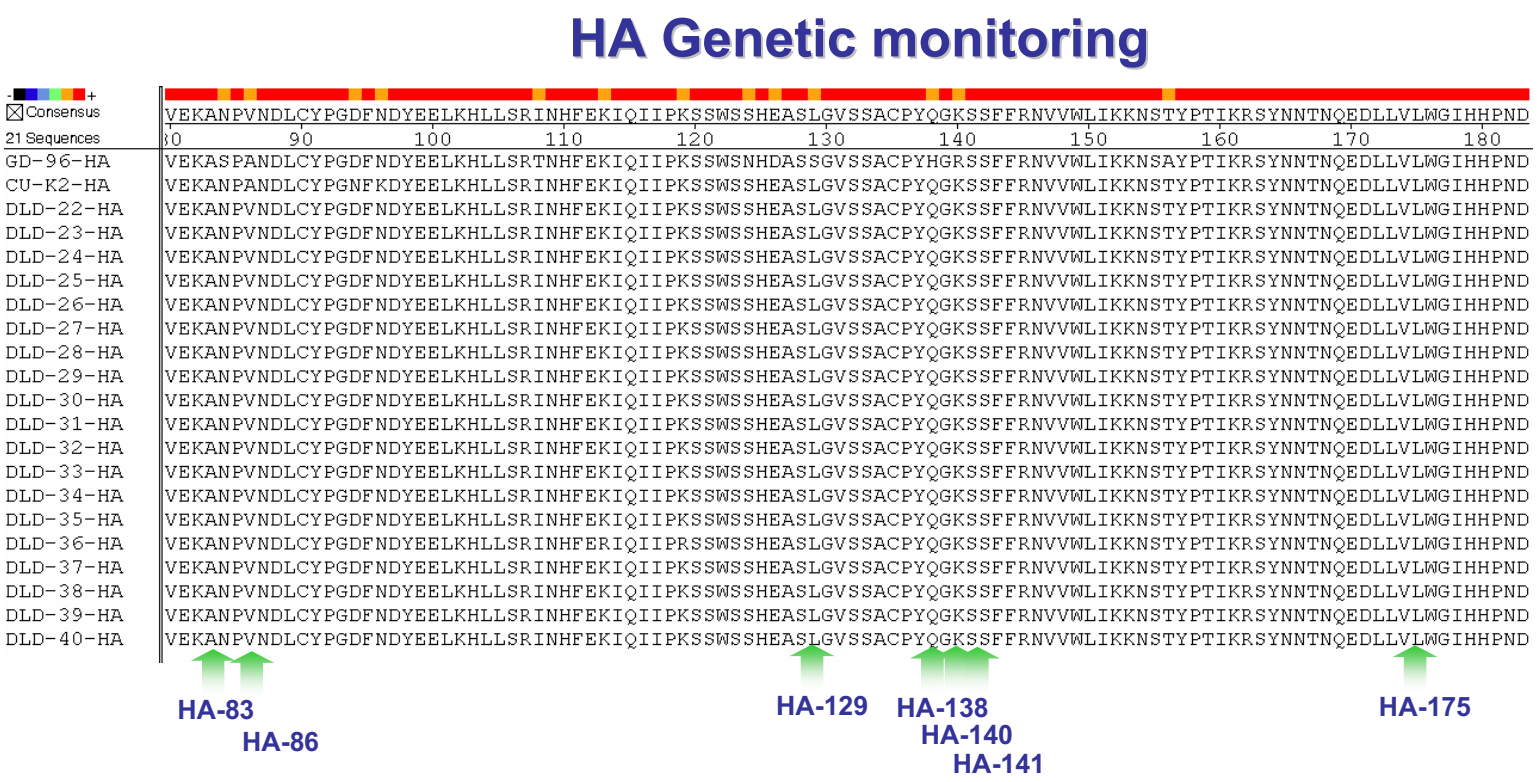
ผลการเปรียบเทียบยีน HA ของเชื้อไวรัสไข้หวัดนกในตำแหน่งกรดอะมิโนที่ 83, 86, 138, 140, 141, 129 และ 175 (amino acids under positive selection pressure)



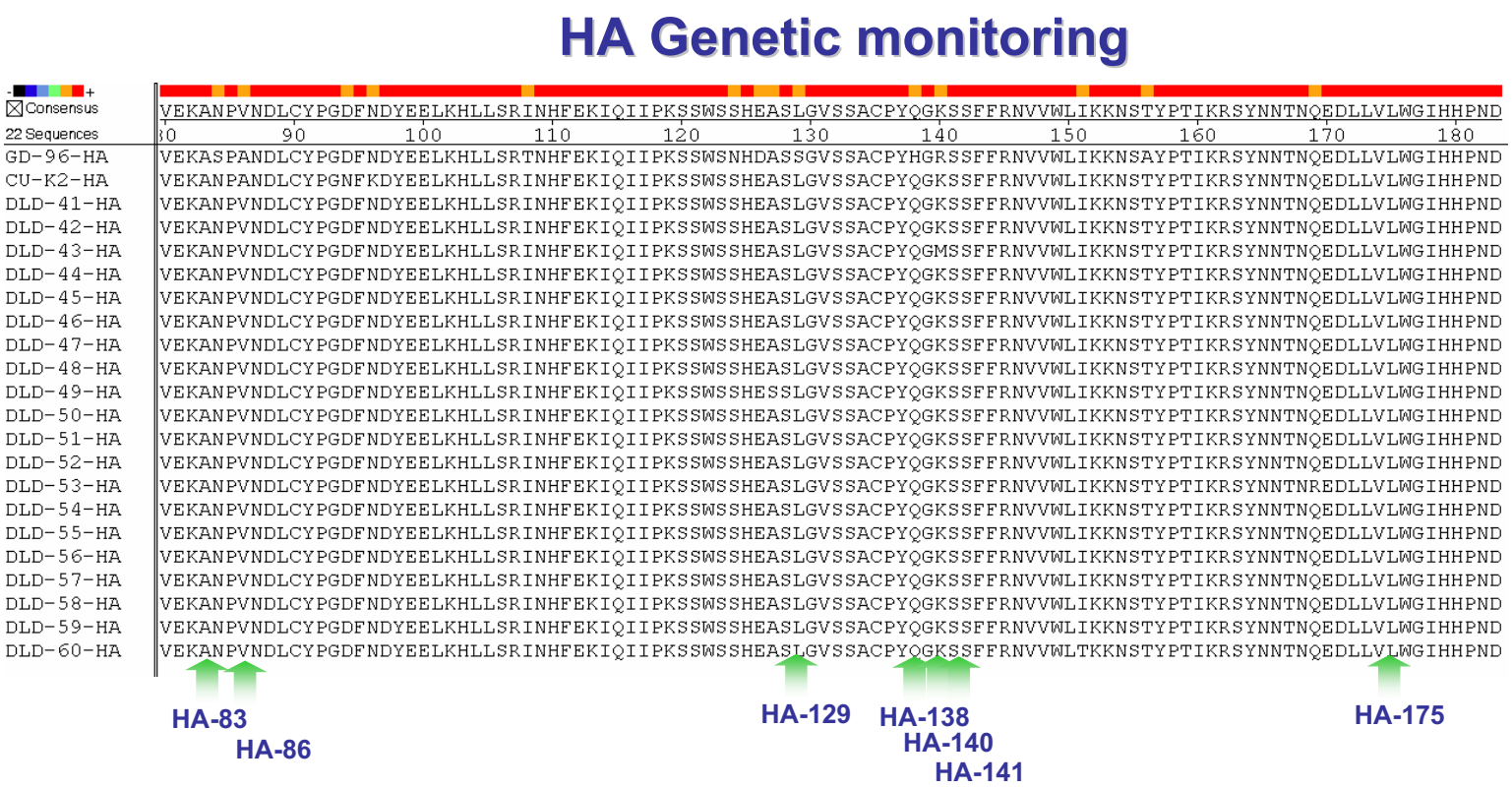
ผลการเปรียบเทียบยีน HA ของเชื้อไวรัสไข้หวัดนกในตำแหน่งกรดอะมิโนที่ 83, 86, 138, 140, 141, 129 และ 175 (amino acids under positive selection pressure)



ผลการเปรียบเทียบยีน HA ของเชื้อไวรัสไข้หวัดนกในตำแหน่งกรดอะมิโนที่ 83, 86, 138, 140, 141, 129 และ 175 (amino acids under positive selection pressure)

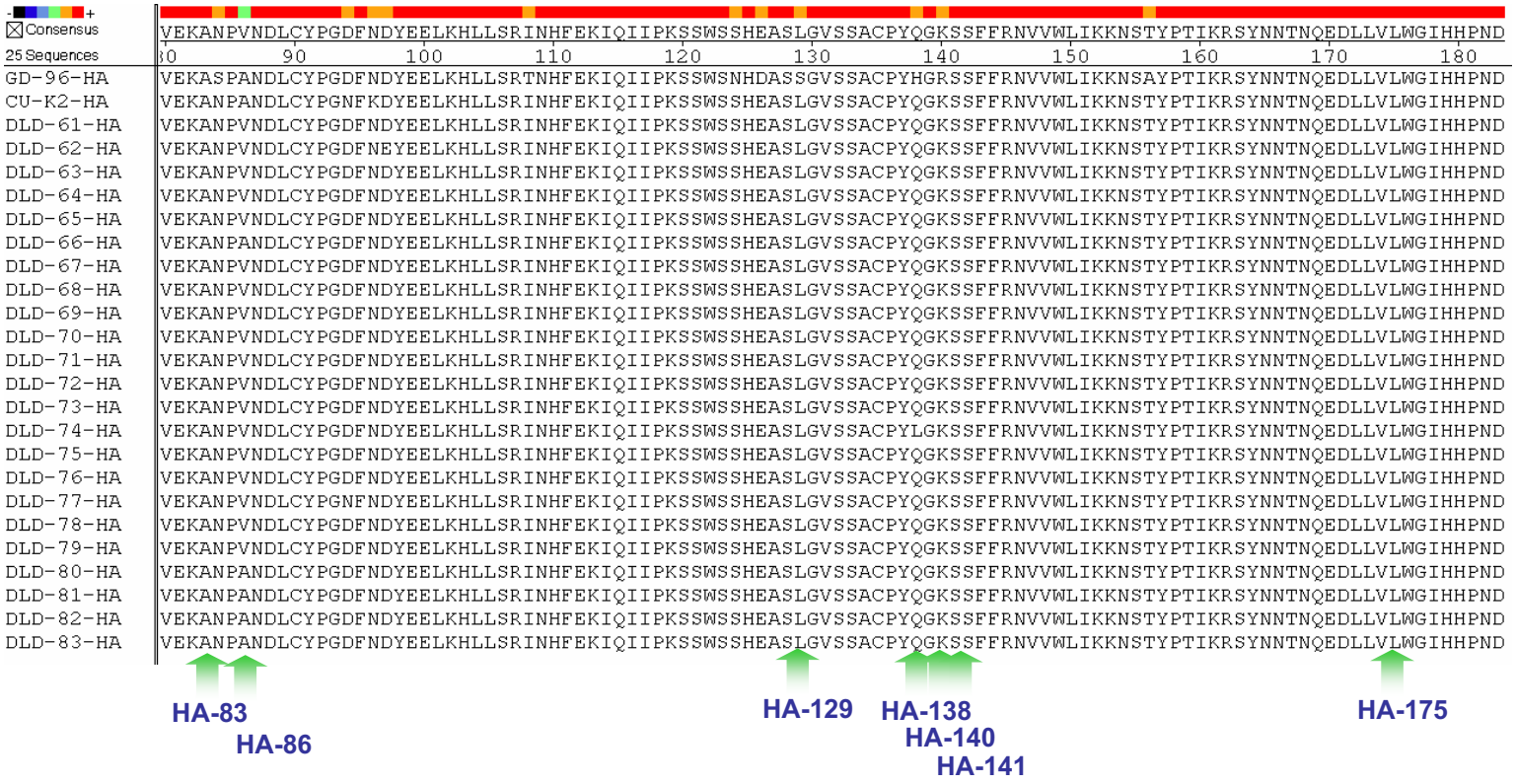


ผลการเปรียบเทียบยีน HA ของเชื้อไวรัสไข้หวัดนกในตำแหน่งกรดอะมิโนที่ 83, 86, 138, 140, 141, 129 และ 175 (amino acids under positive selection pressure)



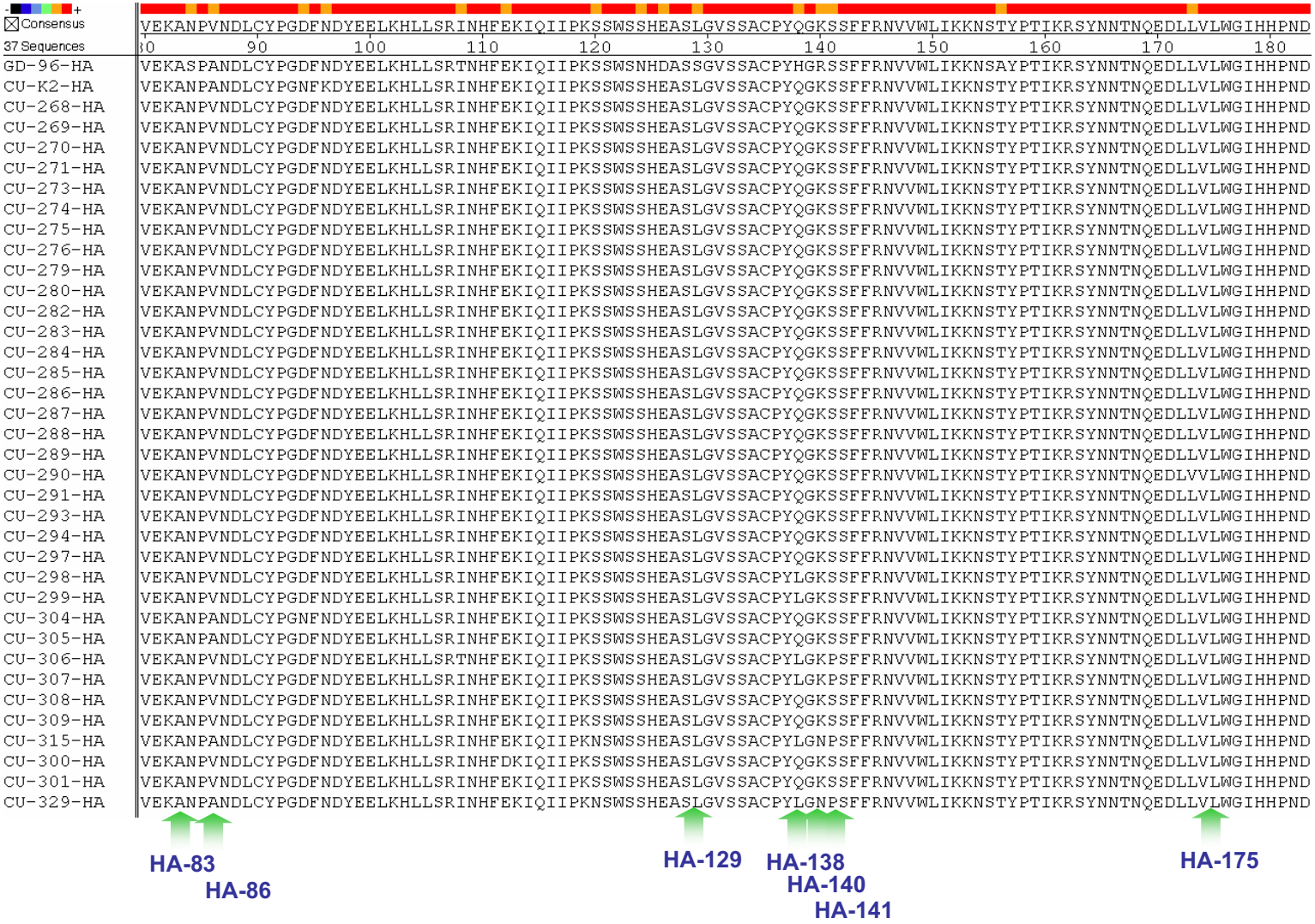
ผลการเปรียบเทียบยีน HA ของเชื้อไวรัสไข้หวัดนกในตำแหน่งกรดอะมิโนที่ 83, 86, 138, 140, 141, 129 และ 175 (amino acids under positive selection pressure)

HA Genetic monitoring



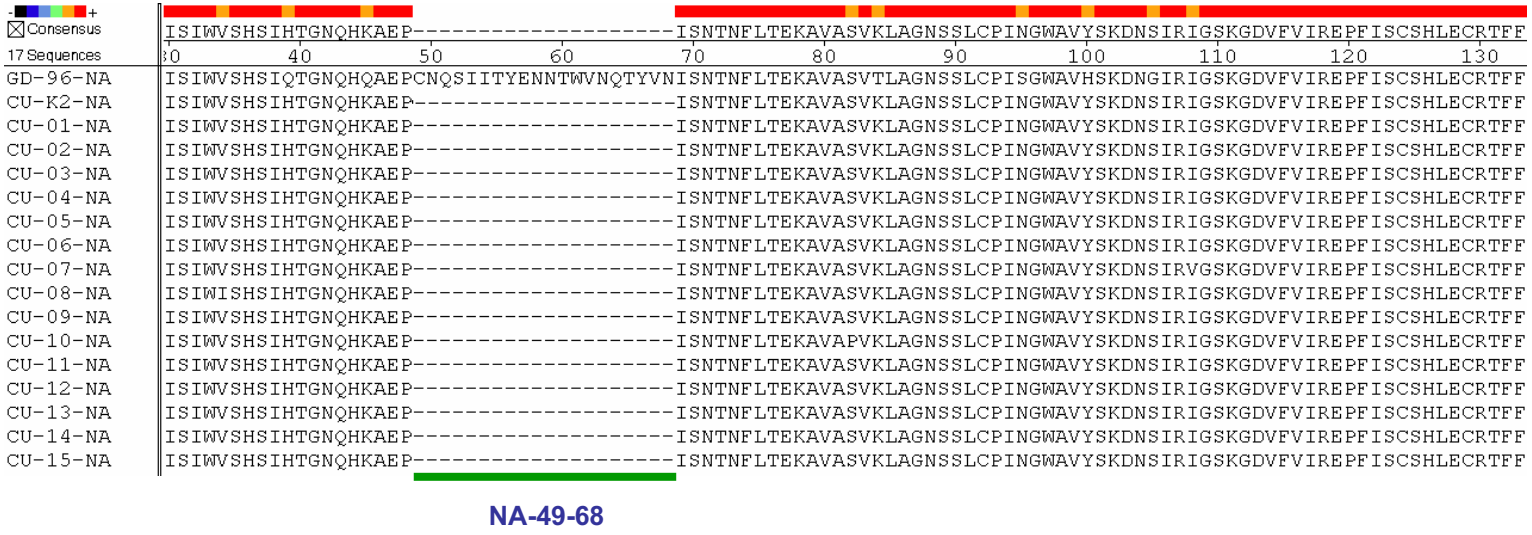
ผลการเปรียบเทียบยีน HA ของเชื้อไวรัสไข้หวัดนกในตำแหน่งกรดอะมิโนที่ 83, 86, 138, 140, 141, 129 และ 175 (amino acids under positive selection pressure)

HA Genetic monitoring



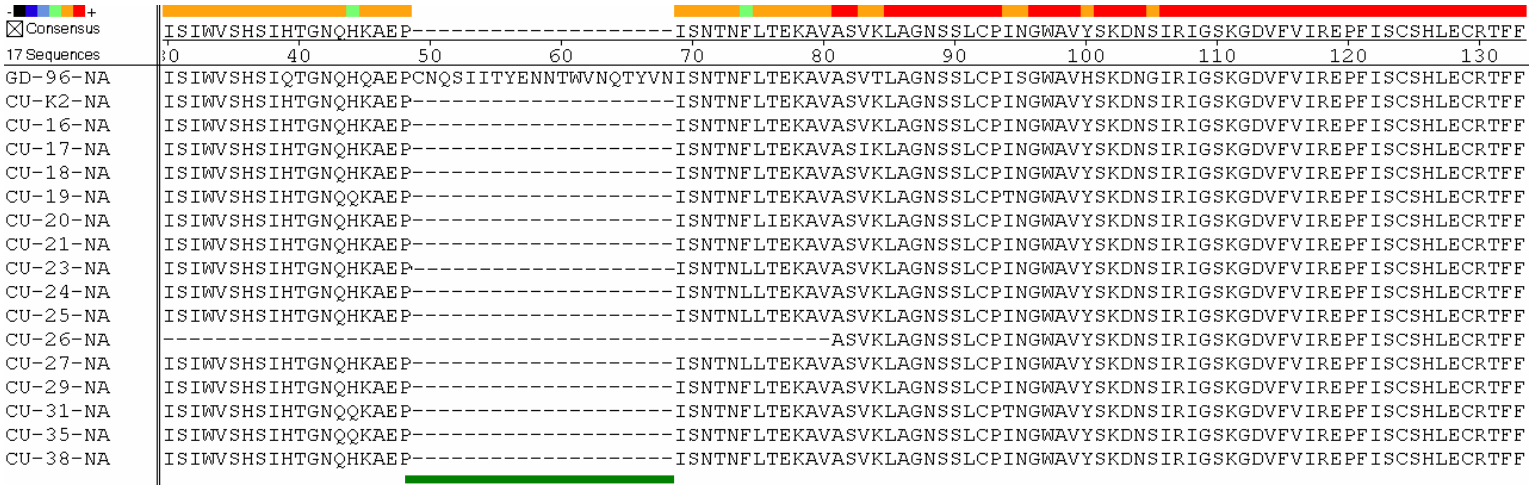
รายละเอียดผลการเปรียบเทียบมรหัสพันธุกรรมในแต่ละยีนของเชื้อไวรัสไข้หวัดนก

ผลการเปรียบเทียบยีน NA ของเชื้อไวรัสไข้หวัดนกในตำแหน่งกรดอะมิโนที่ 49-68 (NA stalk region)



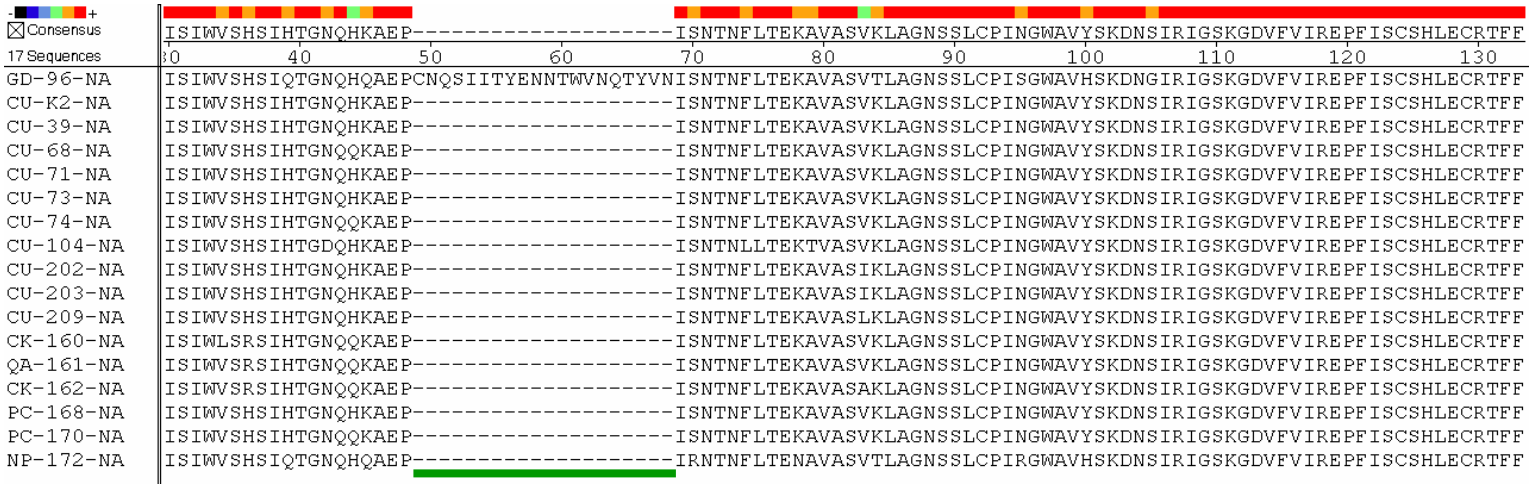
ผลการเปรียบเทียบยีน NA ของเชื้อไวรัสไข้หวัดนกในตำแหน่งกรดอะมิโนที่ 49-68 (NA stalk region)

NA Genetic monitoring



ผลการเปรียบเทียบยีน NA ของเชื้อไวรัสไข้หวัดนกในตำแหน่งกรดอะมิโนที่ 49-68 (NA stalk region)

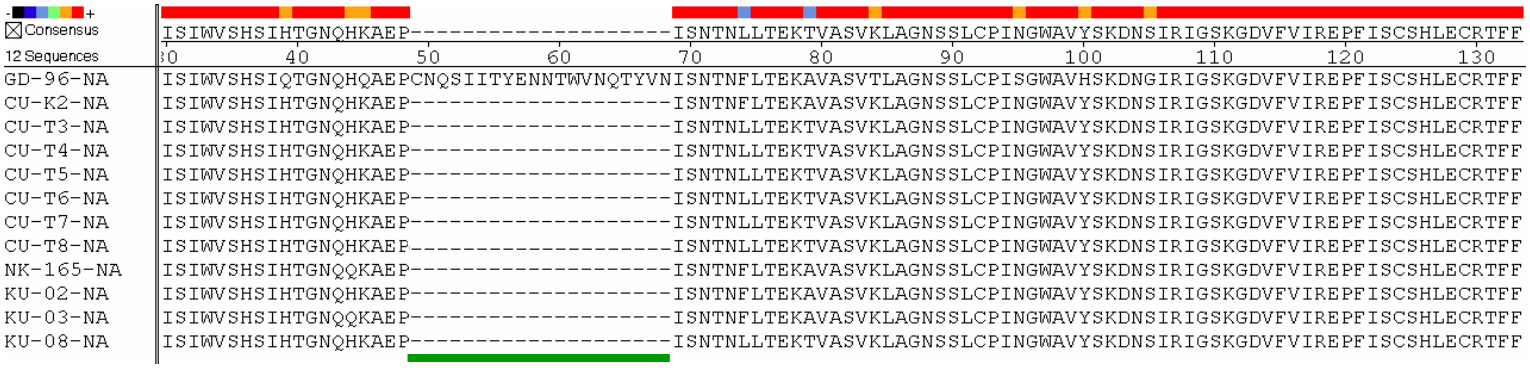
NA Genetic monitoring



NA-49-68

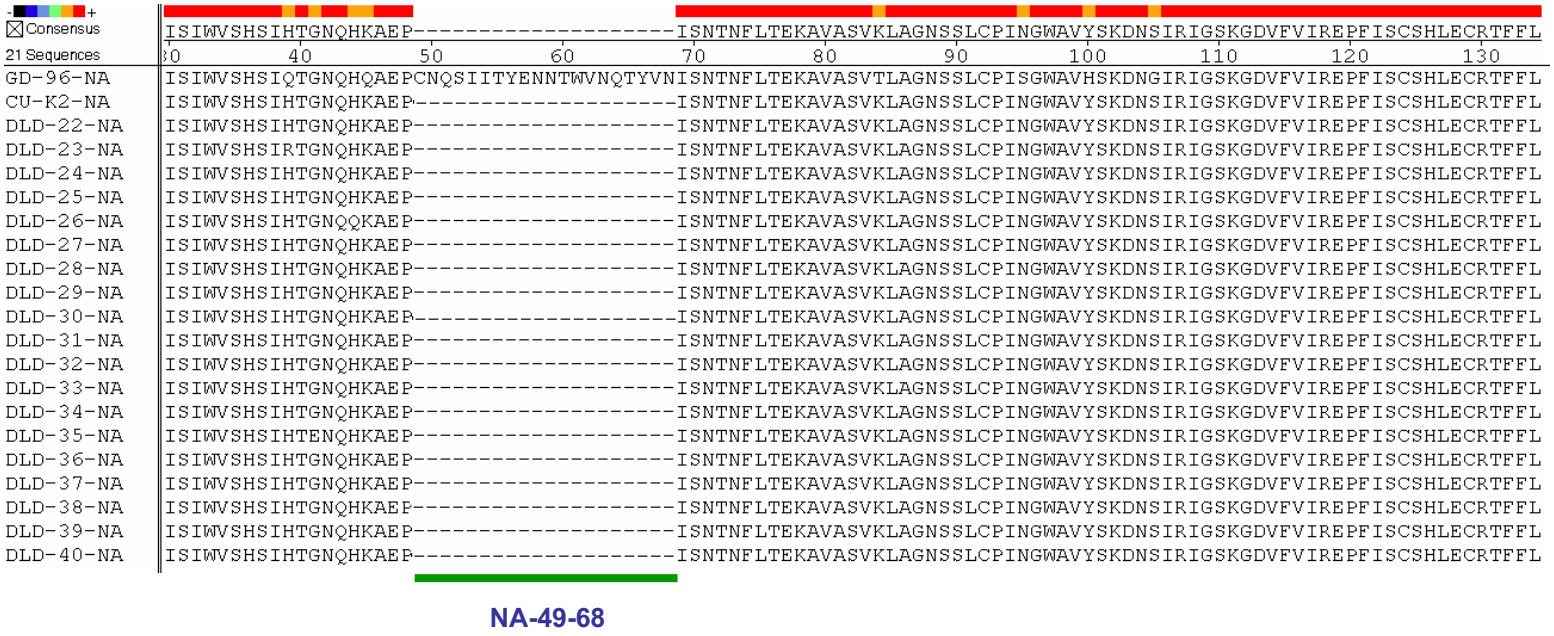
ผลการเปรียบเทียบยีน NA ของเชื้อไวรัสไข้หวัดนกในตำแหน่งกรดอะมิโนที่ 49-68 (NA stalk region)

NA Genetic monitoring



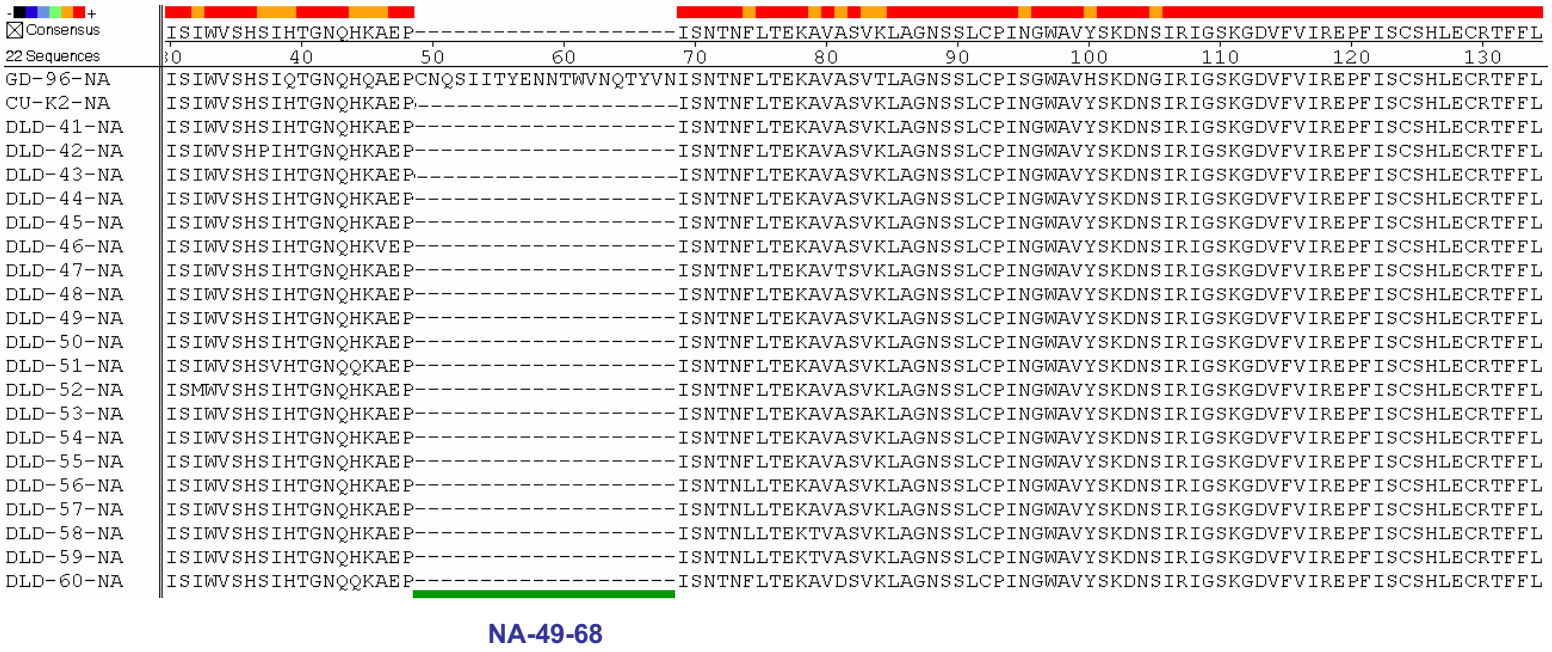
ผลการเปรียบเทียบยีน NA ของเชื้อไวรัสไข้หวัดนกในตำแหน่งกรดอะมิโนที่ 49-68 (NA stalk region)

NA Genetic monitoring



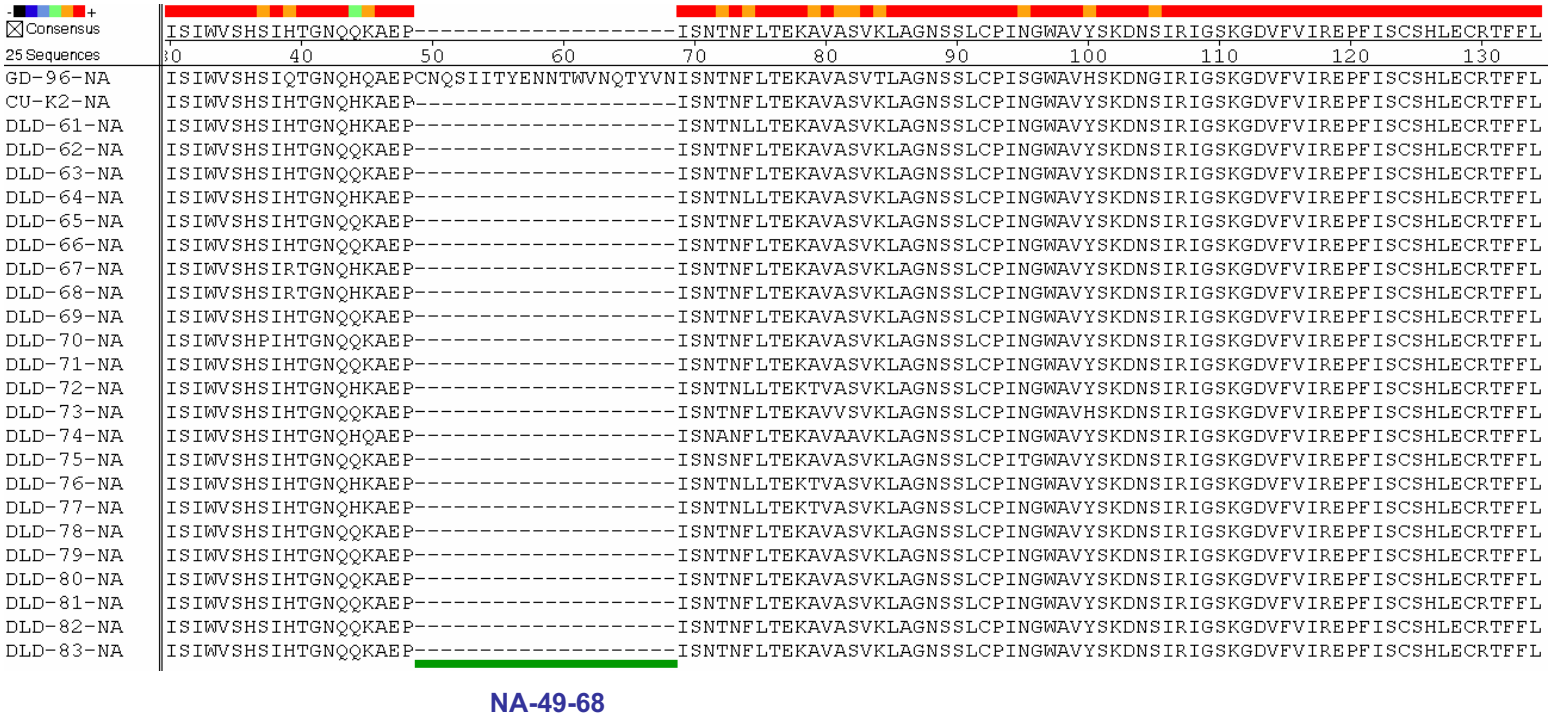
ผลการเปรียบเทียบยีน NA ของเชื้อไวรัสไข้หวัดนกในตำแหน่งกรดอะมิโนที่ 49-68 (NA stalk region)

NA Genetic monitoring



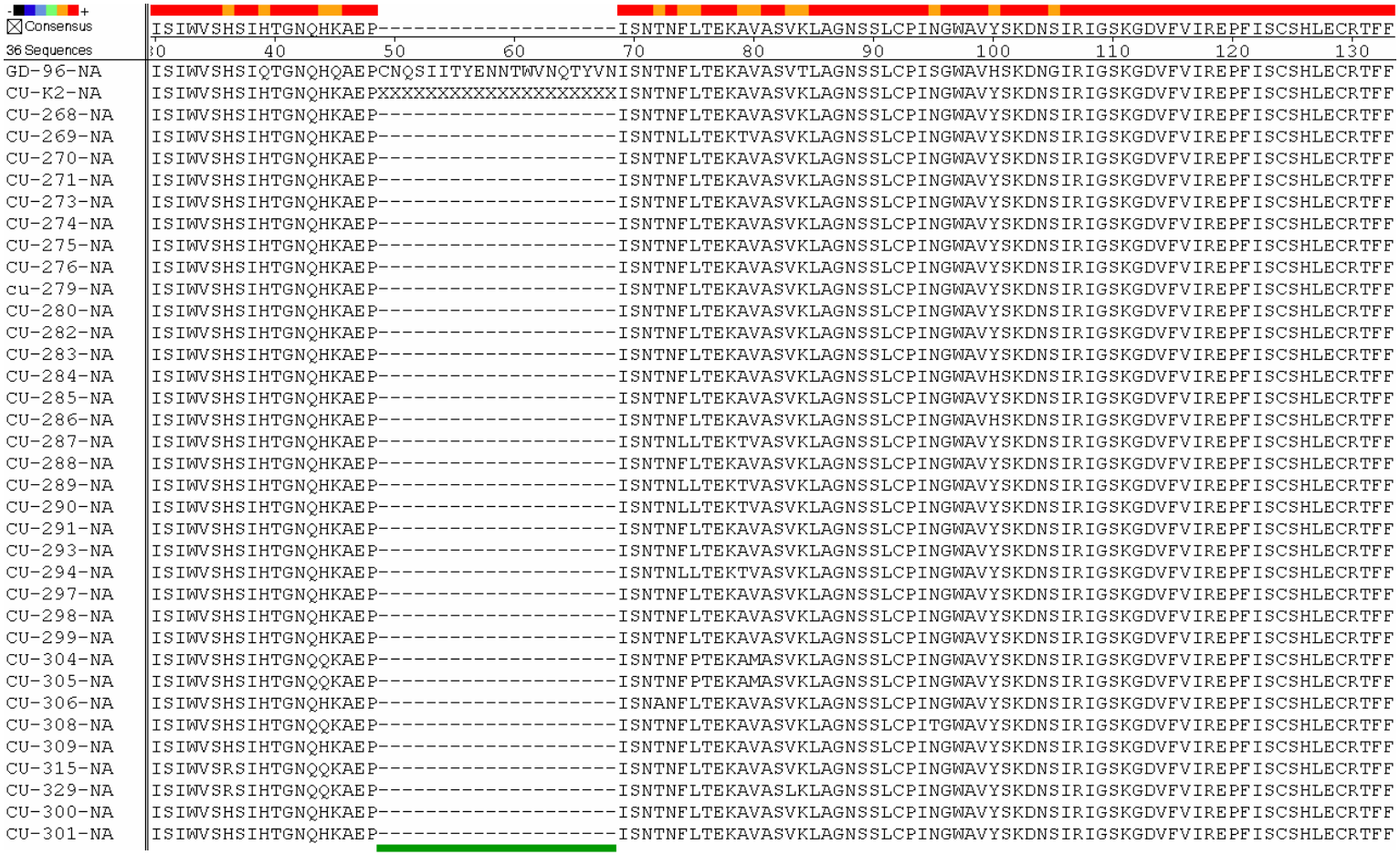
ผลการเปรียบเทียบยีน NA ของเชื้อไวรัสไข้หวัดนกในตำแหน่งกรดอะมิโนที่ 49-68 (NA stalk region)

NA Genetic monitoring



ผลการเปรียบเทียบยีน NA ของเชื้อไวรัสไข้หวัดนกในตำแหน่งกรดอะมิโนที่ 49-68 (NA stalk region)

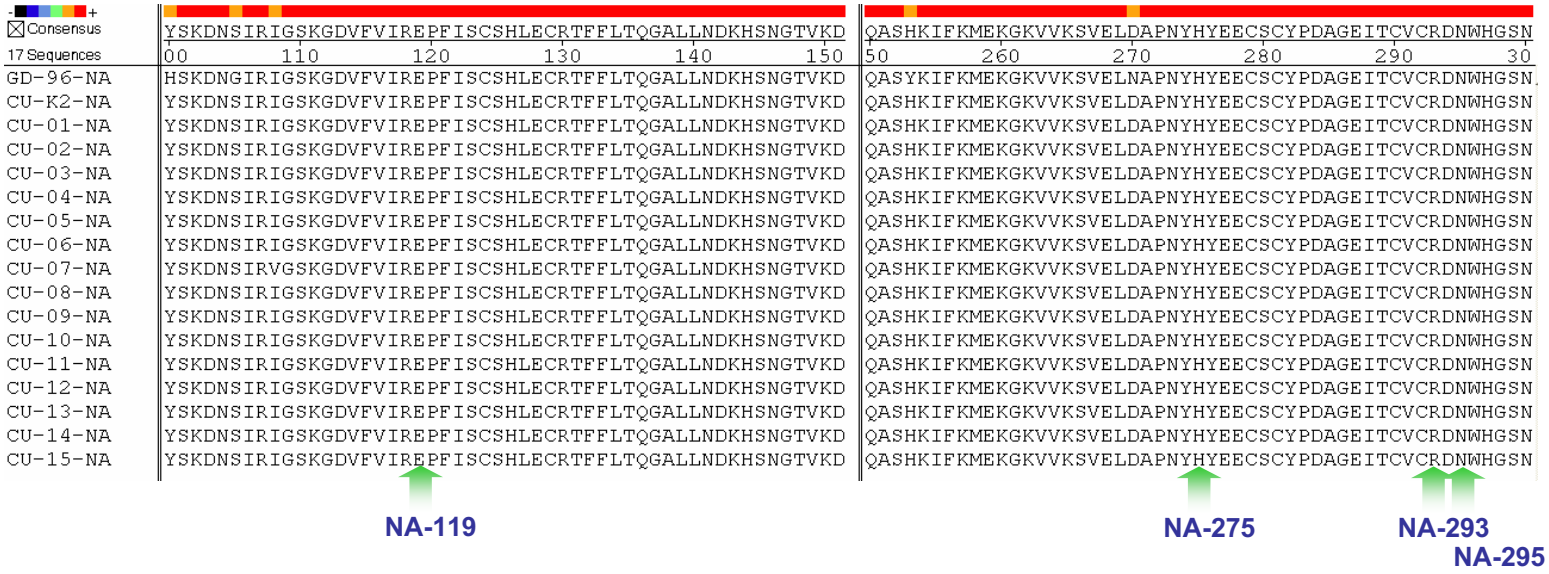
NA Genetic monitoring



NA-49-68

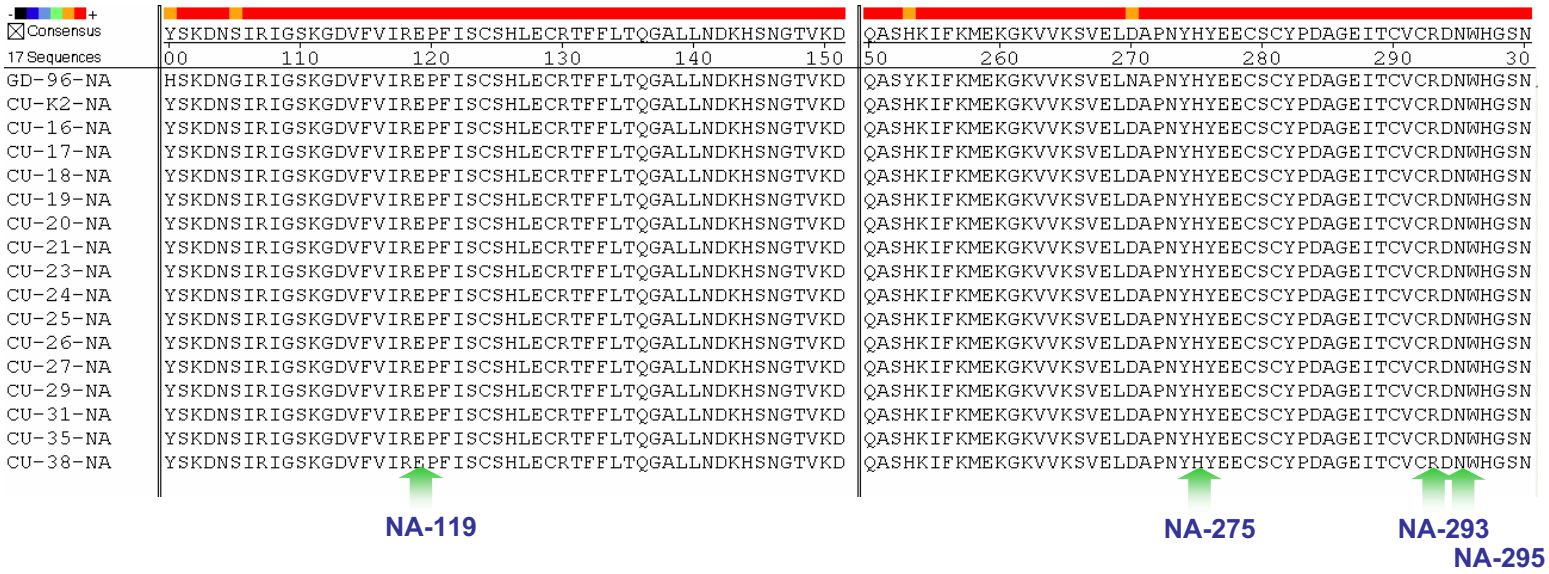
ผลการเปรียบเทียบยีน NA ของเชื้อไวรัสไข้หวัดนกในตำแหน่งกรดอะมิโนที่ 119, 275, 293, 295 (Oseltamivir resistance)

NA Genetic monitoring



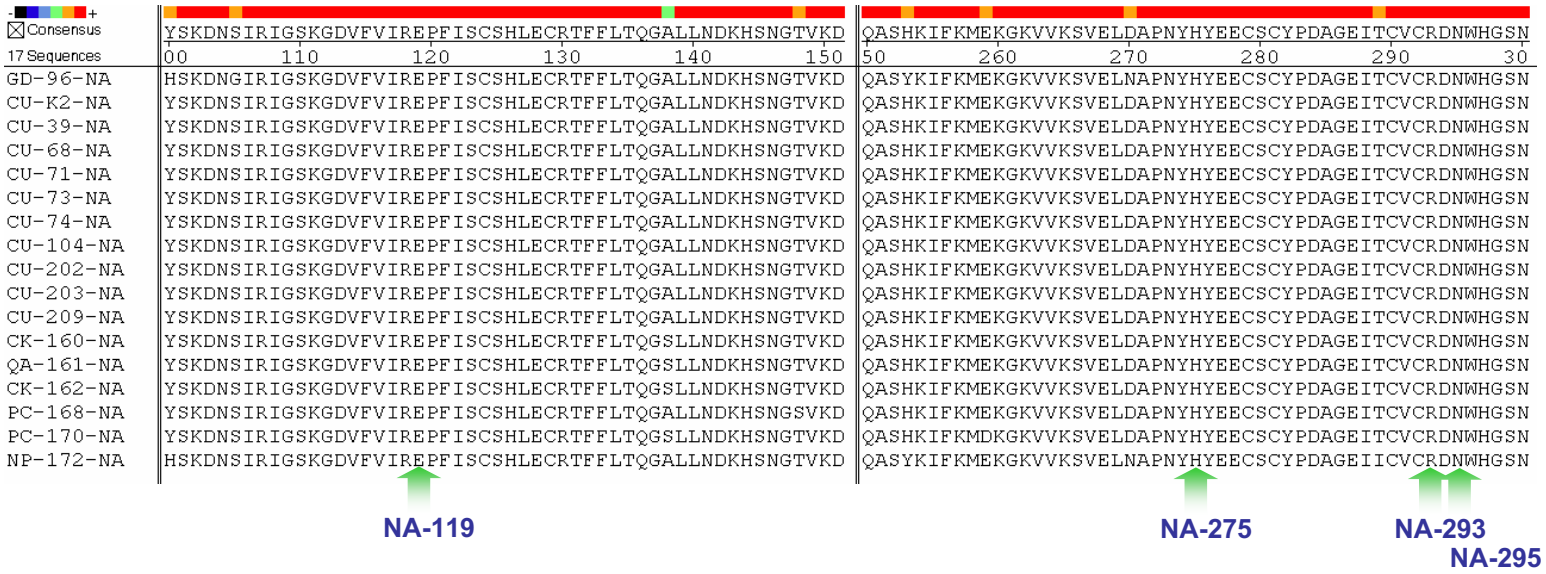
ผลการเปรียบเทียบยีน NA ของเชื้อไวรัสไข้หวัดนกในตำแหน่งกรดอะมิโนที่ 119, 275, 293, 295 (Oseltamivir resistance)

NA Genetic monitoring



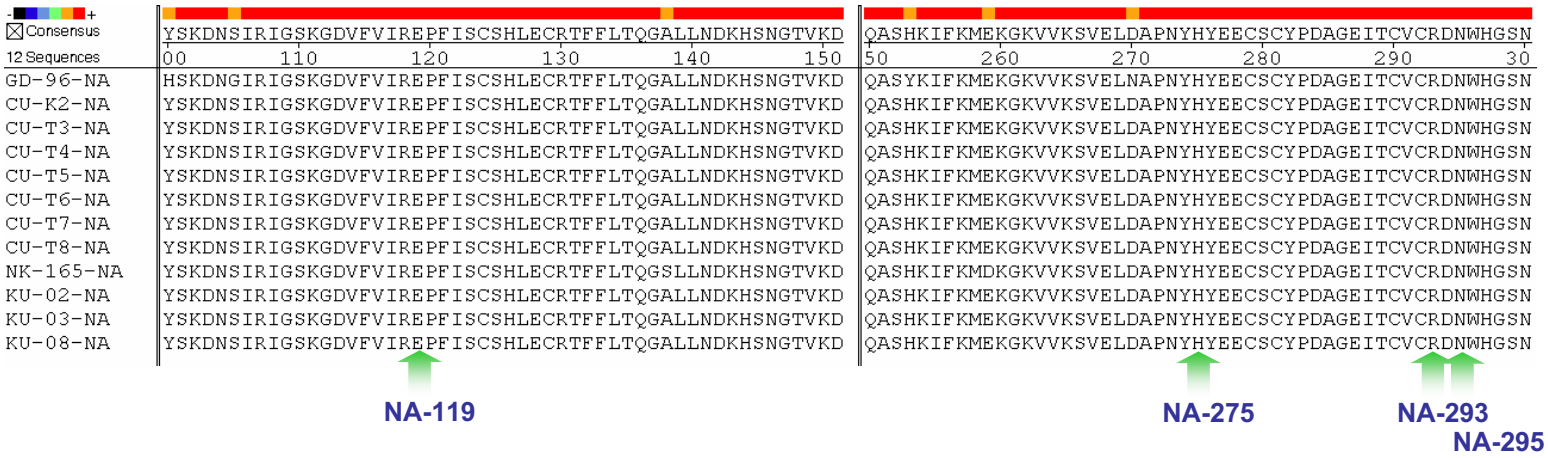
ผลการเปรียบเทียบยีน NA ของเชื้อไวรัสไข้หวัดนกในตำแหน่งกรดอะมิโนที่ 119, 275, 293, 295 (Oseltamivir resistance)

NA Genetic monitoring



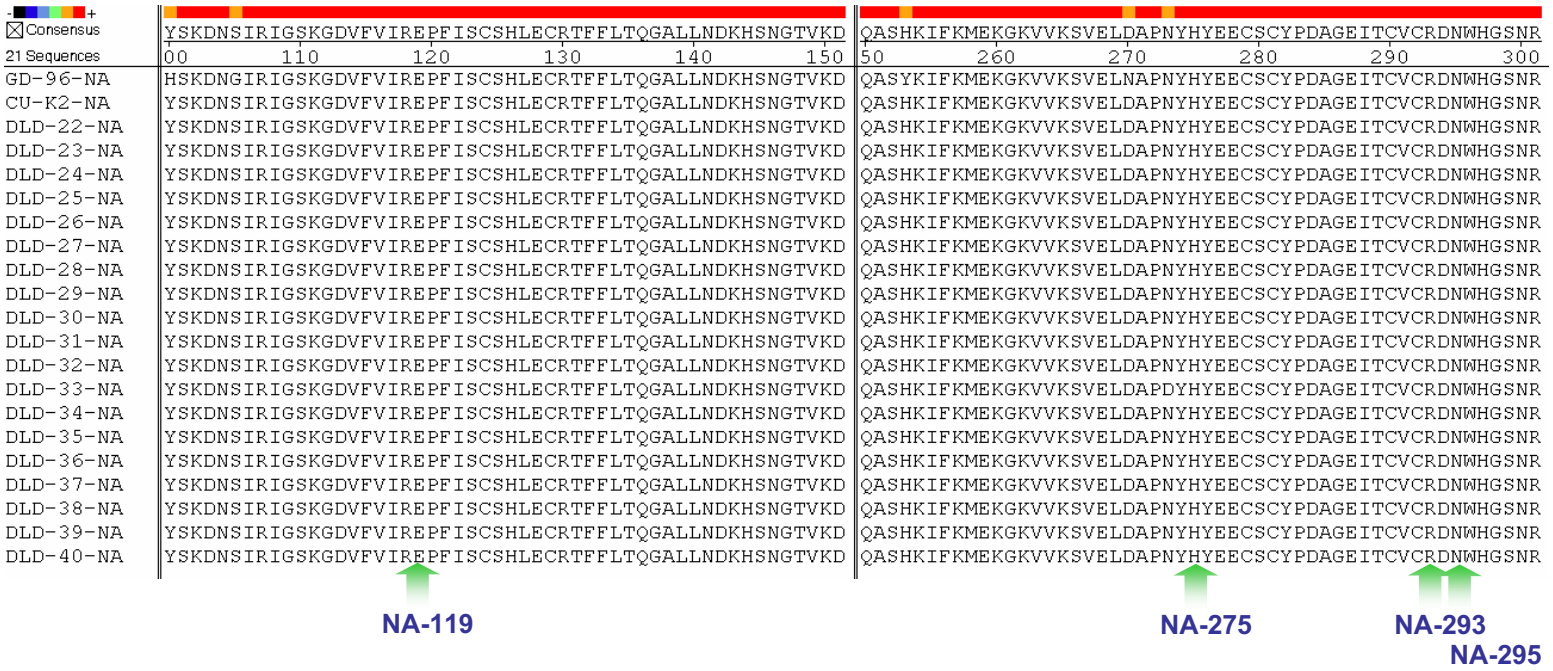
ผลการเปรียบเทียบยีน NA ของเชื้อไวรัสไข้หวัดนกในตำแหน่งกรดอะมิโนที่ 119, 275, 293, 295 (Oseltamivir resistance)

NA Genetic monitoring



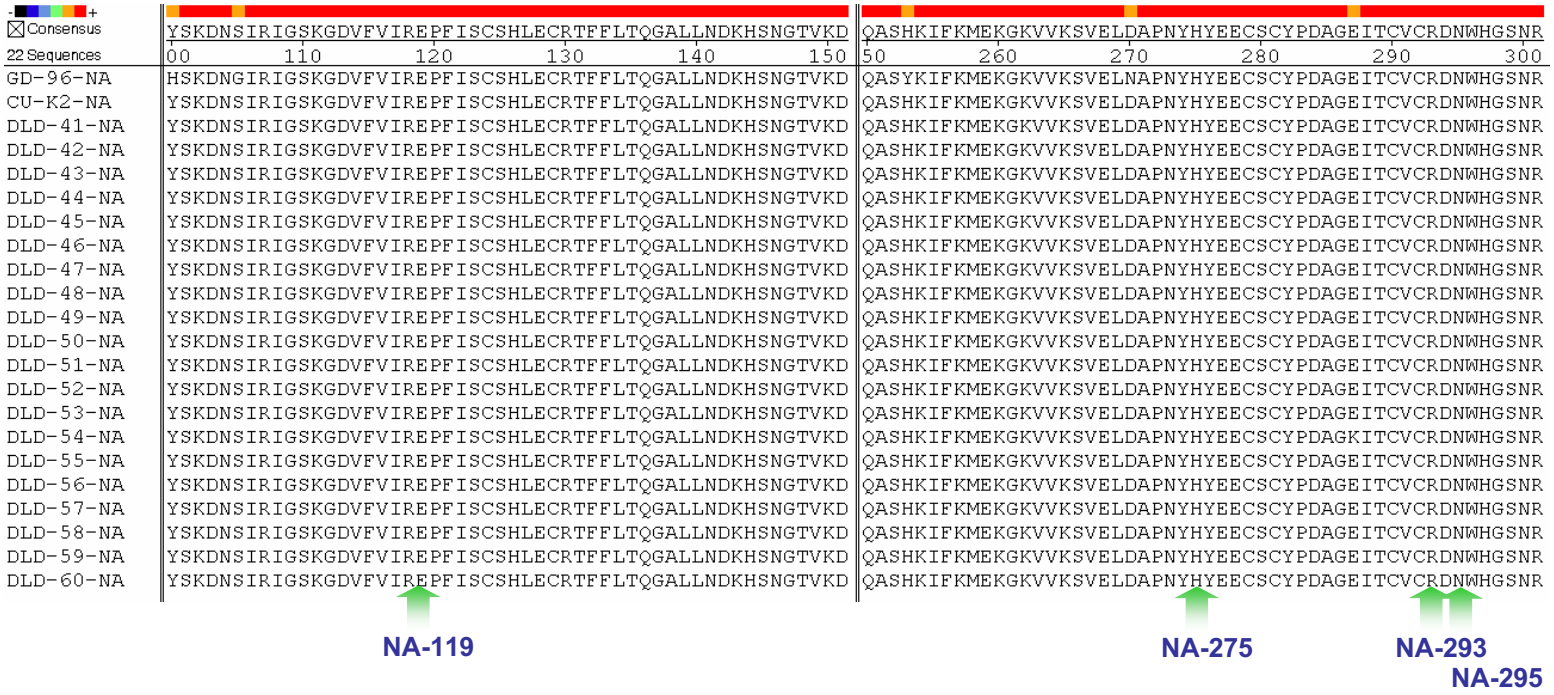
ผลการเปรียบเทียบยีน NA ของเชื้อไวรัสไข้หวัดนกในตำแหน่งกรดอะมิโนที่ 119, 275, 293, 295 (Oseltamivir resistance)

NA Genetic monitoring



ผลการเปรียบเทียบยีน NA ของเชื้อไวรัสไข้หวัดนกในตำแหน่งกรดอะมิโนที่ 119, 275, 293, 295 (Oseltamivir resistance)

NA Genetic monitoring



ผลการเปรียบเทียบยีน NA ของเชื้อไวรัสไข้หวัดนกในตำแหน่งกรดอะมิโนที่ 119, 275, 293, 295 (Oseltamivir resistance)

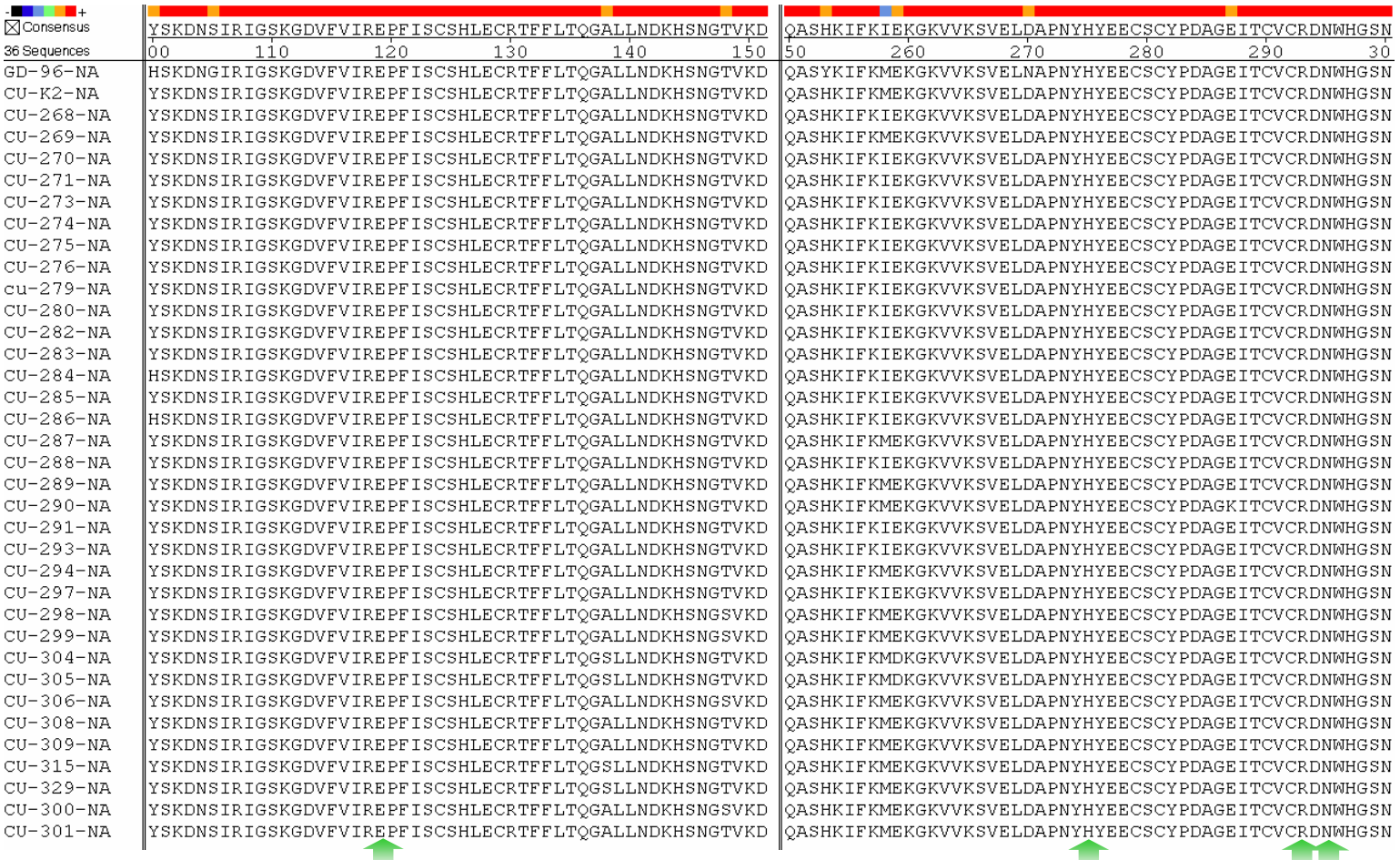
NA Genetic monitoring

Consensus	YSKDNSIRIGSKGDVFVIREPFISCSHLECRTFFLTQGALLNDKHSNGTVKD	QASHKIFKMEKGKVVKSVELDAPNYHYEECSCYPDAGEITCVCRDNWHGSNR
25 Sequences	00 110 120 130 140 150	50 260 270 280 290 300
GD-96-NA	HSKDNGIRIGSKGDVFVIREPFISCSHLECRTFFLTQGALLNDKHSNGTVKD	QASYKIFKMEKGKVVKSVELNAPNYHYEECSCYPDAGEITCVCRDNWHGSNR
CU-K2-NA	YSKDNSIRIGSKGDVFVIREPFISCSHLECRTFFLTQGALLNDKHSNGTVKD	QASHKIFKMEKGKVVKSVELDAPNYHYEECSCYPDAGEITCVCRDNWHGSNR
DLD-61-NA	YSKDNSIRIGSKGDVFVIREPFISCSHLECRTFFLTQGALLNDKHSNGTVKD	QASHKIFKMEKGKVVKSVELDAPNYHYEECSCYPDAGEITCVCRDNWHGSNR
DLD-62-NA	YSKDNSIRIGSKGDVFVIREPFISCSHLECRTFFLTQGALLNDKHSNGTVKD	QASHKIFKMEKGKVVKSVELDAPNYHYEECSCYPDAGEITCVCRDNWHGSNR
DLD-63-NA	YSKDNSIRIGSKGDVFVIREPFISCSHLECRTFFLTQGALLNDKHSNGTVKD	QASHKIFKMEKGKVVKSVELDAPNYHYEECSCYPDAGEITCVCRDNWHGSNR
DLD-64-NA	YSKDNSIRIGSKGDVFVIREPFISCSHLECRTFFLTQGALLNDKHSNGTVKD	QASHKIFKMEKGKVVKSVELDAPNYHYEECSCYPDAGEITCVCRDNWHGSNR
DLD-65-NA	YSKDNSIRIGSKGDVFVIREPFISCSHLECRTFFLTQGALLNDKHSNGTVKD	QASHKIFKMEKGKVVKSVELDAPNYHYEECSCYPDAGEITCVCRDNWHGSNR
DLD-66-NA	YSKDNSIRIGSKGDVFVIREPFISCSHLECRTFFLTQGALLNDKHSNGTVKD	QASHKIFKMEKGKVVKSVELDAPNYHYEECSCYPDAGEITCVCRDNWHGSNR
DLD-67-NA	YSKDNSIRIGSKGDVFVIREPFISCSHLECRTFFLTQGALLNDKHSNGTVKD	QASHKIFKMEKGKVVKSVELDAPNYHYEECSCYPDAGEITCVCRDNWHGSNR
DLD-68-NA	YSKDNSIRIGSKGDVFVIREPFISCSHLECRTFFLTQGALLNDKHSNGTVKD	QASHKIFKMEKGKVVKSVELDAPNYHYEECSCYPDAGEITCVCRDNWHGSNR
DLD-69-NA	YSKDNSIRIGSKGDVFVIREPFISCSHLECRTFFLTQGALLNDKHSNGTVKD	QASHKIFKMEKGKVVKSVELDAPNYHYEECSCYPDAGEITCVCRDNWHGSNR
DLD-70-NA	YSKDNSIRIGSKGDVFVIREPFISCSHLECRTFFLTQGALLNDKHSNGTVKD	QASHKIFKMEKGKVVKSVELDAPNYHYEECSCYPDAGEITCVCRDNWHGSNR
DLD-71-NA	YSKDNSIRIGSKGDVFVIREPFISCSHLECRTFFLTQGALLNDKHSNGTVKD	QASHKIFKMEKGKVVKSVELDAPNYHYEECSCYPDAREITCVCRDNWHGSNR
DLD-72-NA	YSKDNSIRIGSKGDVFVIREPFISCSHLECRTFFLTQGALLNDKHSNGTVKD	QASHKIFKMEKGKVVKSVELDAPNYHYEECSCYPDAGEITCVCRDNWHGSNR
DLD-73-NA	HSKDNSIRIGSKGDVFVIREPFISCSHLECRTFFLTQGALLNDKHSNGTVKD	QASHKIFKMEKGKVVKSVELDAPNYHYEECSCYPDAGEITCVCRDNWHGSNR
DLD-74-NA	YSKDNSIRIGSKGDVFVIREPFISCSHLECRTFFLTQGALLNDKHSNGTVKD	QASHKIFKMEKGKVVKSVELDAPNYHYEECSCYPDAGEITCVCRDNWHGSNR
DLD-75-NA	YSKDNSIRIGSKGDVFVIREPFISCSHLECRTFFLTQGALLNDKHSNGTVKD	QASHKIFKMEKGKVVKSVELDAPNYHYEECSCYPDAGEITCVCRDNWHGSNR
DLD-76-NA	YSKDNSIRIGSKGDVFVIREPFISCSHLECRTFFLTQGALLNDKHSNGTVKD	QASHKIFKMEKGKVVKSVELDAPNYHYEECSCYPDAGEITCVCRDNWHGSNR
DLD-77-NA	YSKDNSIRIGSKGDVFVIREPFISCSHLECRTFFLTQGALLNDKHSNGTVKD	QASHKIFKMEKGKVVKSVELDAPNYHYEECSCYPDAGEITCVCRDNWHGSNR
DLD-78-NA	YSKDNSIRIGSKGDVFVIREPFISCSHLECRTFFLTQGALLNDKHSNGTVKD	QASHKIFKMEKGKVVKSVELDAPNYHYEECSCYPDAGEITCVCRDNWHGSNR
DLD-79-NA	YSKDNSIRIGSKGDVFVIREPFISCSHLECRTFFLTQGALLNDKHSNGTVKD	QASHKIFKMEKGKVVKSVELDAPNYHYEECSCYPDAGEITCVCRDNWHGSNR
DLD-80-NA	YSKDNSIRIGSKGDVFVIREPFISCSHLECRTFFLTQGSLLNDKHSNGTVKD	QASHKIFKMEKGKVVKSVELDAPNYHYEECSCYPDAGEITCVCRDNWHGSNR
DLD-81-NA	YSKDNSIRIGSKGDVFVIREPFISCSHLECRTFFLTQGSLLNDKHSNGTVKD	QASHKIFKMEKGKVVKSVELDAPNYHYEECSCYPDAGEITCVCRDNWHGSNR
DLD-82-NA	YSKDNSIRIGSKGDVFVIREPFISCSHLECRTFFLTQGSLLNDKHSNGTVKD	QASHKIFKMEKGKVVKSVELDAPNYHYEECSCYPDAGEITCVCRDNWHGSNR
DLD-83-NA	YSKDNSIRIGSKGDVFVIREPFISCSHLECRTFFLTQGSLLNDKHSNGTVKD	QASHKIFKMEKGKVVKSVELDAPNYHYEECSCYPDAGEITCVCRDNWHGSNR

NA-119 NA-275 NA-293 NA-295

ผลการเปรียบเทียบยีน NA ของเชื้อไวรัสไข้หวัดนกในตำแหน่งกรดอะมิโนที่ 119, 275, 293, 295 (Oseltamivir resistance)

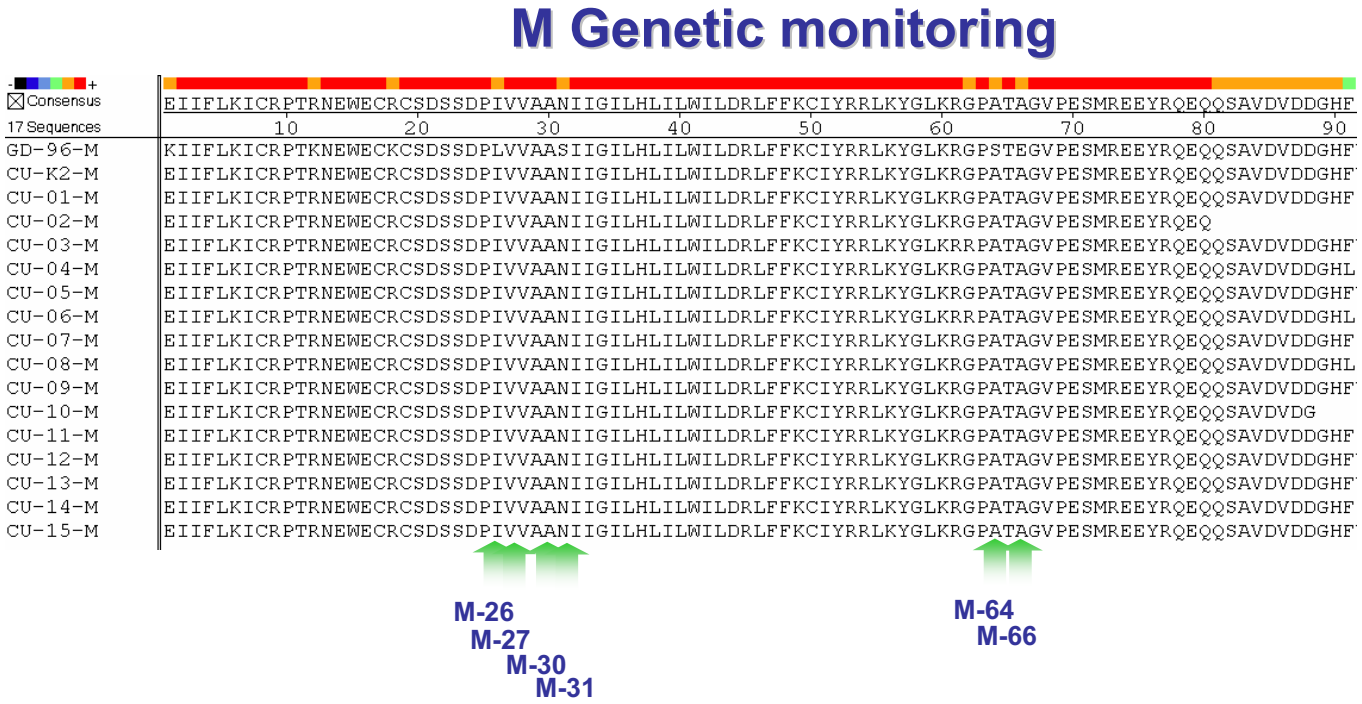
NA Genetic monitoring



ภาคผนวก ข

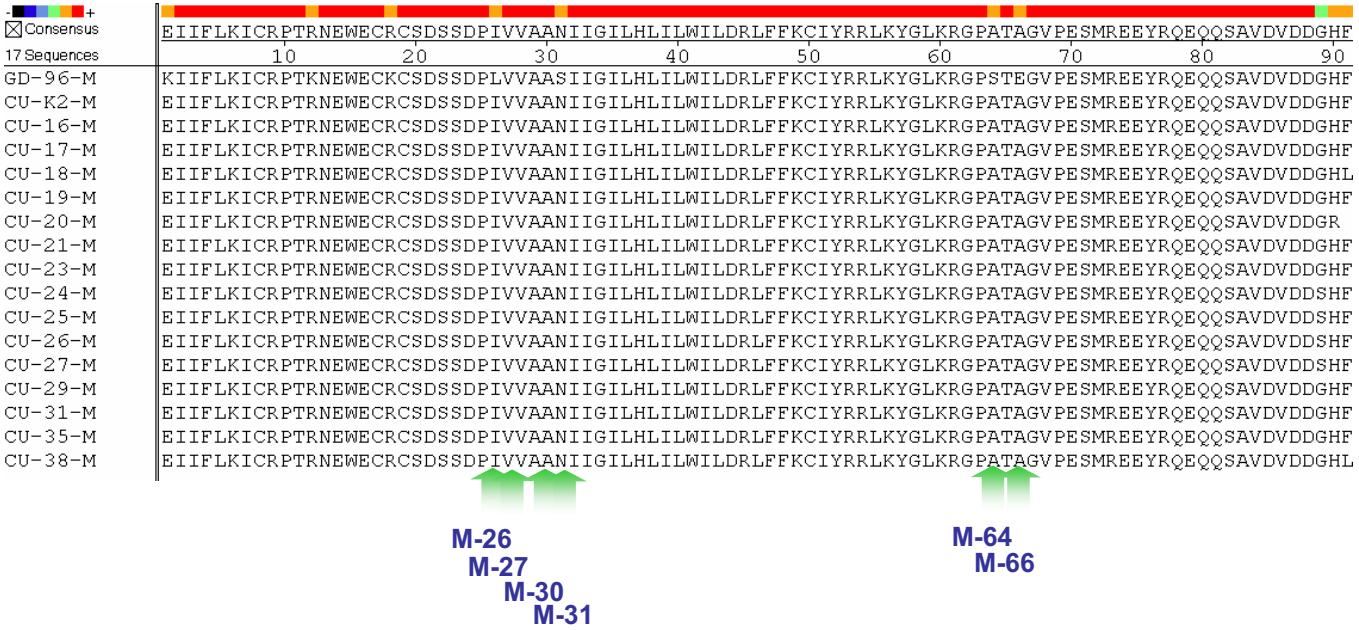
รายละเอียดผลการเปรียบเทียบมรหัสพันธุกรรมในแต่ละยีนของเชื้อไวรัสไข้หวัดนก

ผลการเปรียบเทียบยีน M2 ของเชื้อไวรัสไข้หวัดนกในตำแหน่งกรดอะมิโนที่ 26, 27, 30, 31, 64 และ 66 (amantadine resistance)



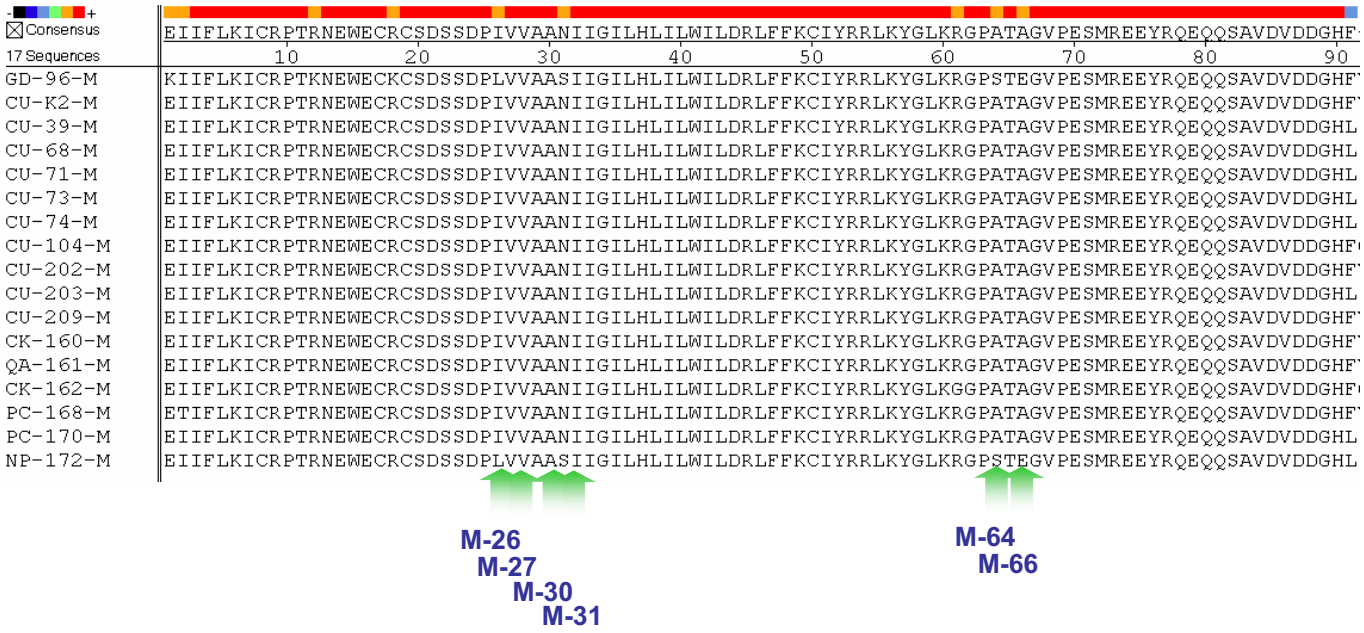
ผลการเปรียบเทียบยีน M2 ของเชื้อไวรัสไข้หวัดนกในตำแหน่งกรดอะมิโนที่ 26, 27, 30, 31, 64 และ 66 (amantadine resistance)

M Genetic monitoring



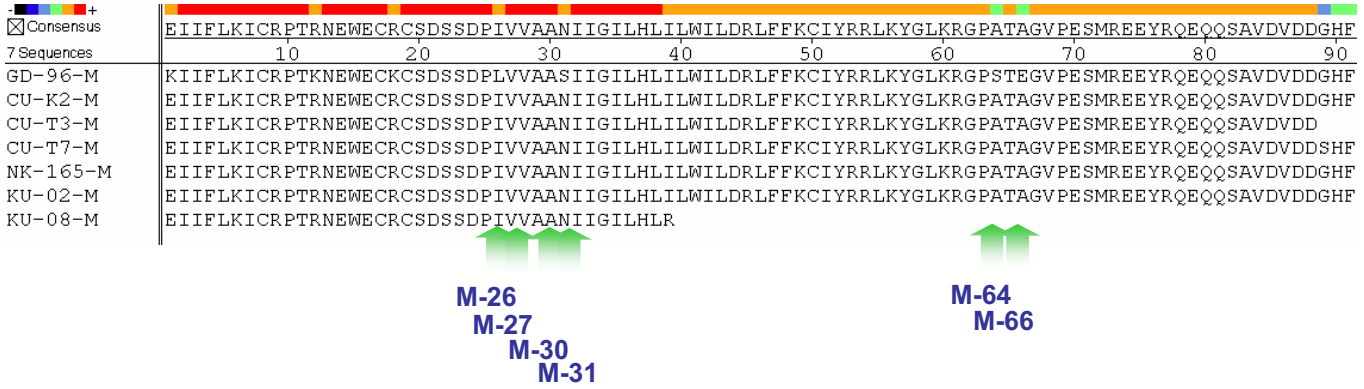
ผลการเปรียบเทียบยีน M2 ของเชื้อไวรัสไข้หวัดนกในตำแหน่งกรดอะมิโนที่ 26, 27, 30, 31, 64 และ 66 (amantadine resistance)

M Genetic monitoring



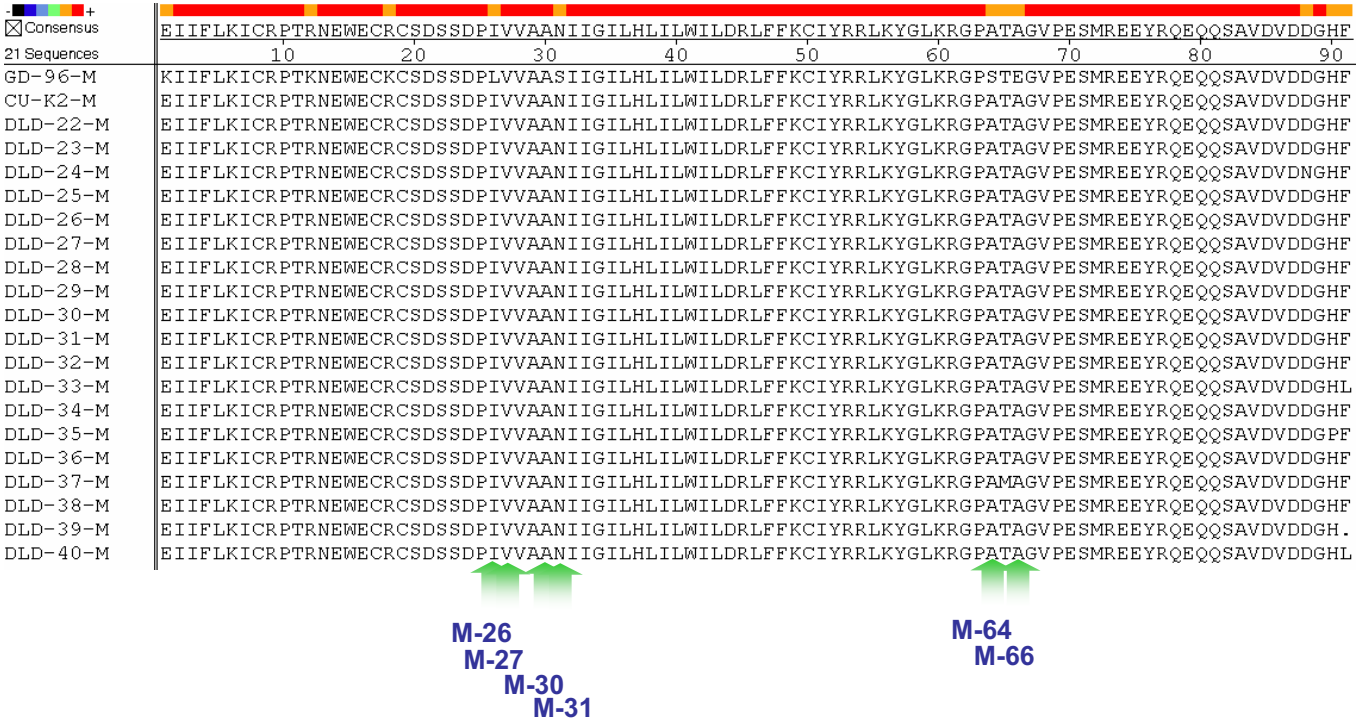
ผลการเปรียบเทียบยีน M2 ของเชื้อไวรัสไข้หวัดนกในตำแหน่งกรดอะมิโนที่ 26, 27, 30, 31, 64 และ 66 (amantadine resistance)

M Genetic monitoring



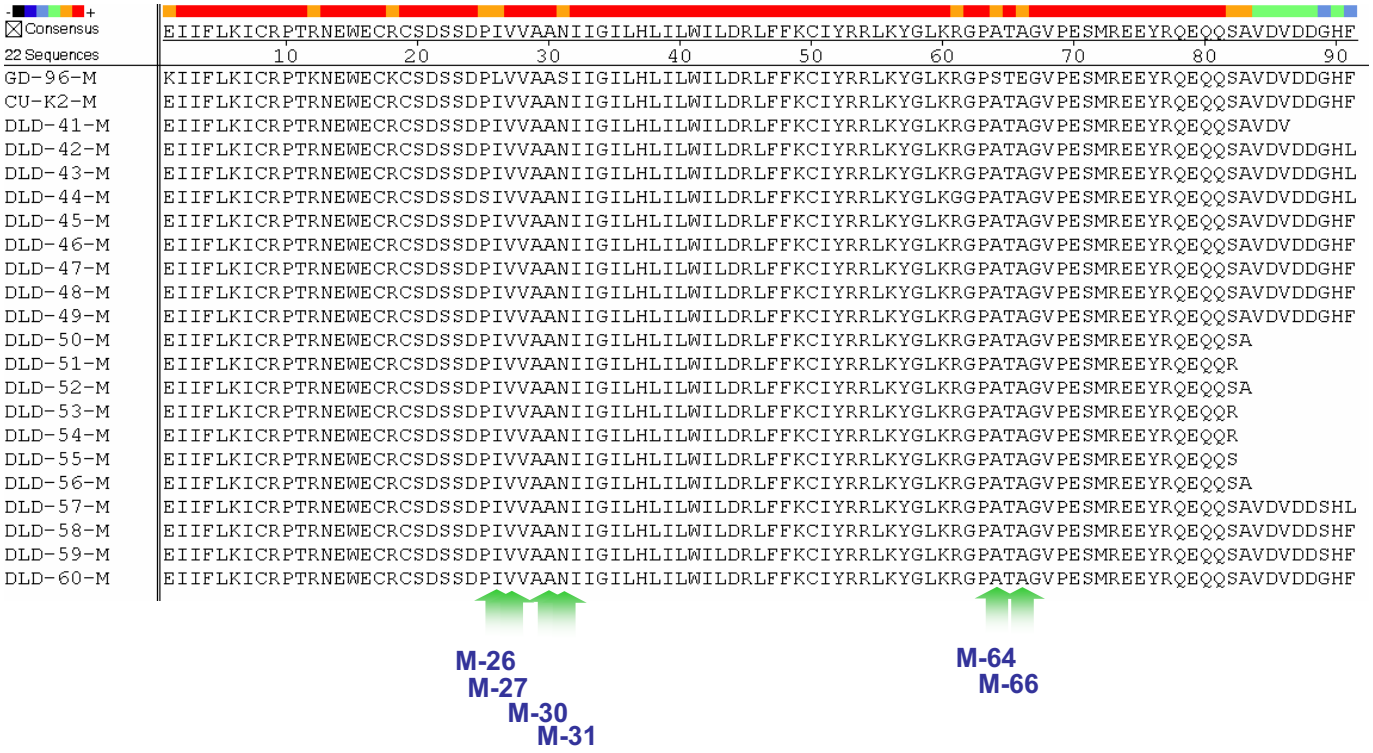
ผลการเปรียบเทียบยีน M2 ของเชื้อไวรัสไข้หวัดนกในตำแหน่งกรดอะมิโนที่ 26, 27, 30, 31, 64 และ 66 (amantadine resistance)

M Genetic monitoring



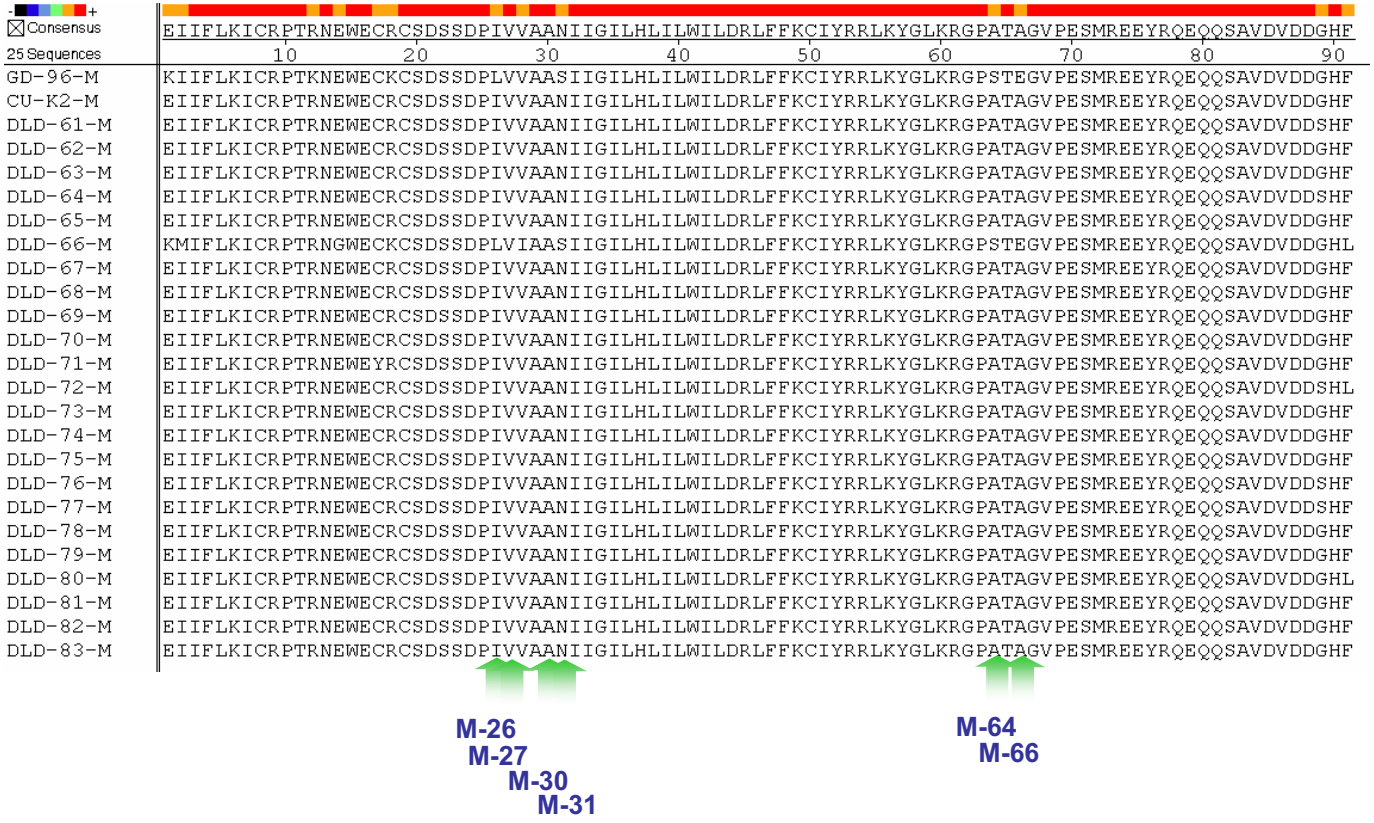
ผลการเปรียบเทียบยีน M2 ของเชื้อไวรัสไข้หวัดนกในตำแหน่งกรดอะมิโนที่ 26, 27, 30, 31, 64 และ 66 (amantadine resistance)

M Genetic monitoring



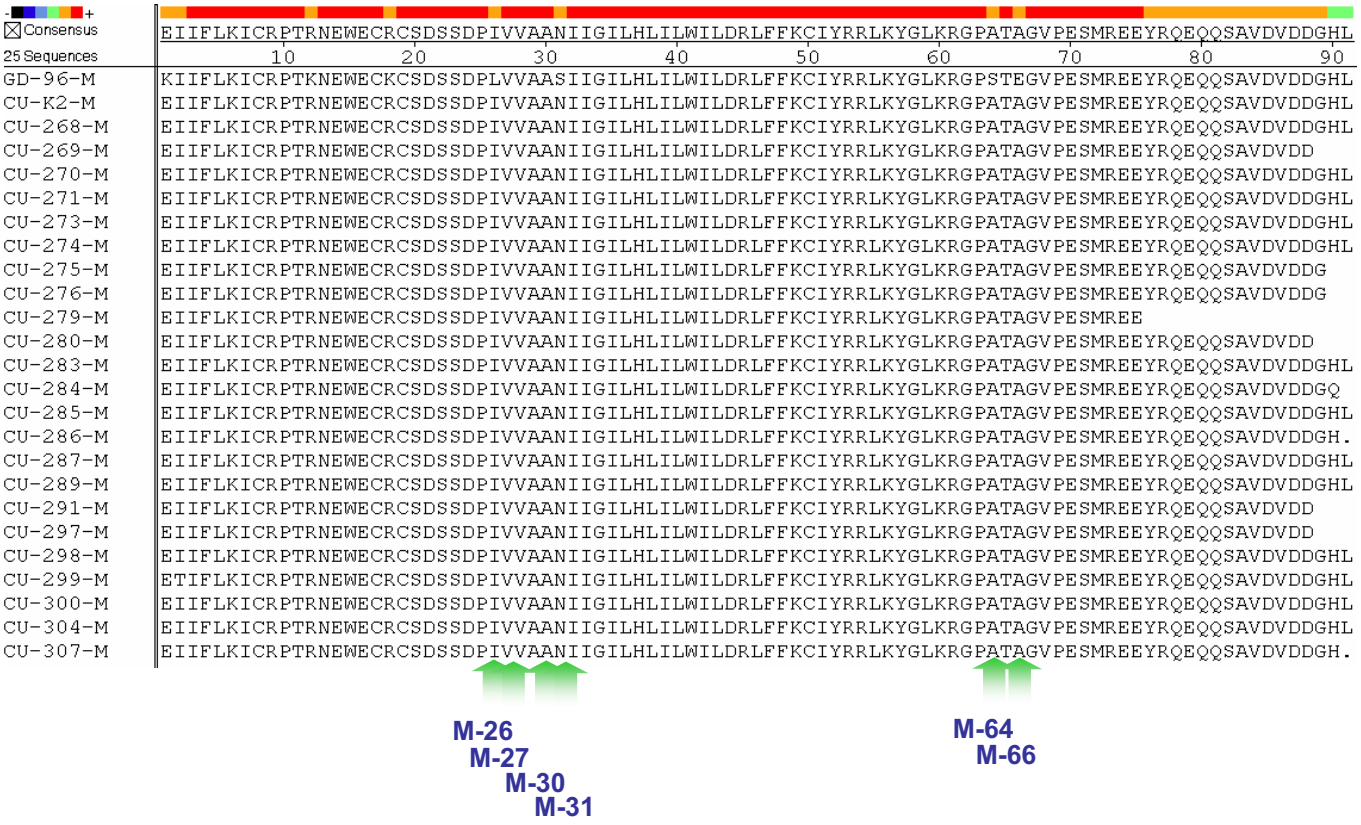
ผลการเปรียบเทียบยีน M2 ของเชื้อไวรัสไข้หวัดนกในตำแหน่งกรดอะมิโนที่ 26, 27, 30, 31, 64 และ 66 (amantadine resistance)

M Genetic monitoring



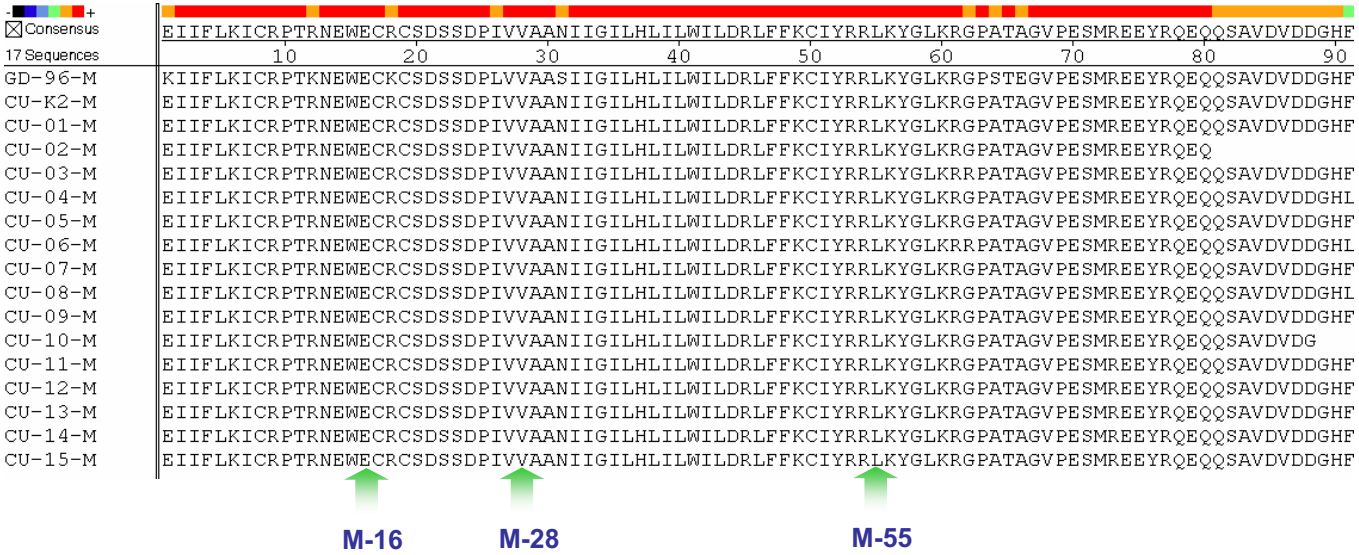
ผลการเปรียบเทียบยีน M2 ของเชื้อไวรัสไข้หวัดนกในตำแหน่งกรดอะมิโนที่ 26, 27, 30, 31, 64 และ 66 (amantadine resistance)

M Genetic monitoring



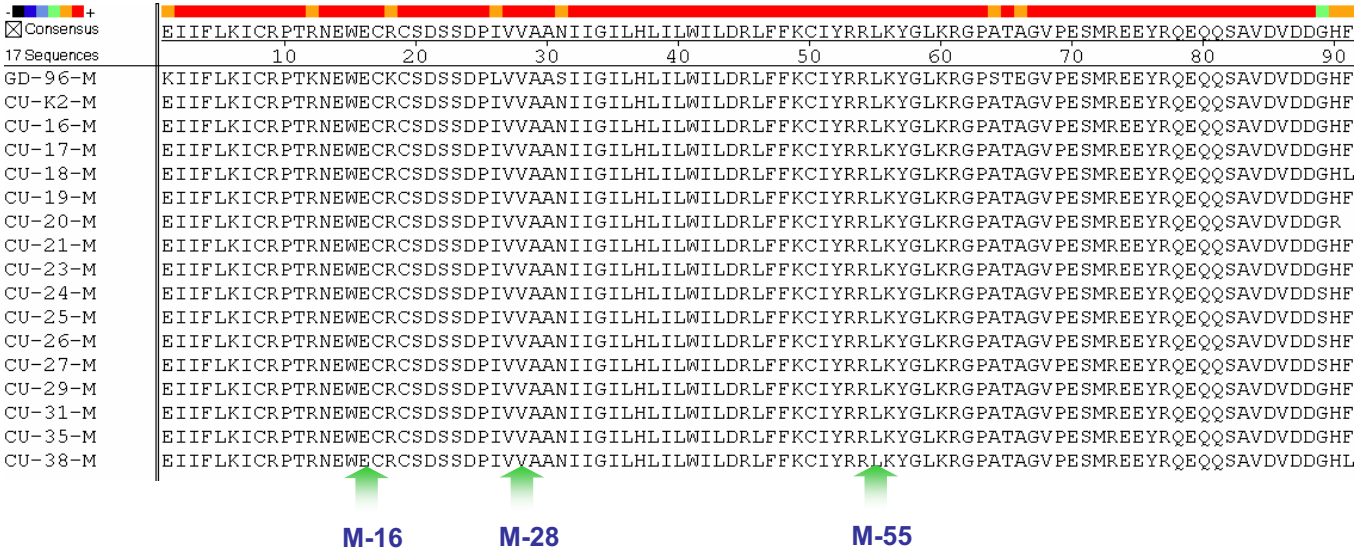
ผลการเปรียบเทียบยีน M2 ของเชื้อไวรัสไข้หวัดนกในตำแหน่งกรดอะมิโนที่ 16, 28 และ 55 (human/avian like characteristics)

M Genetic monitoring



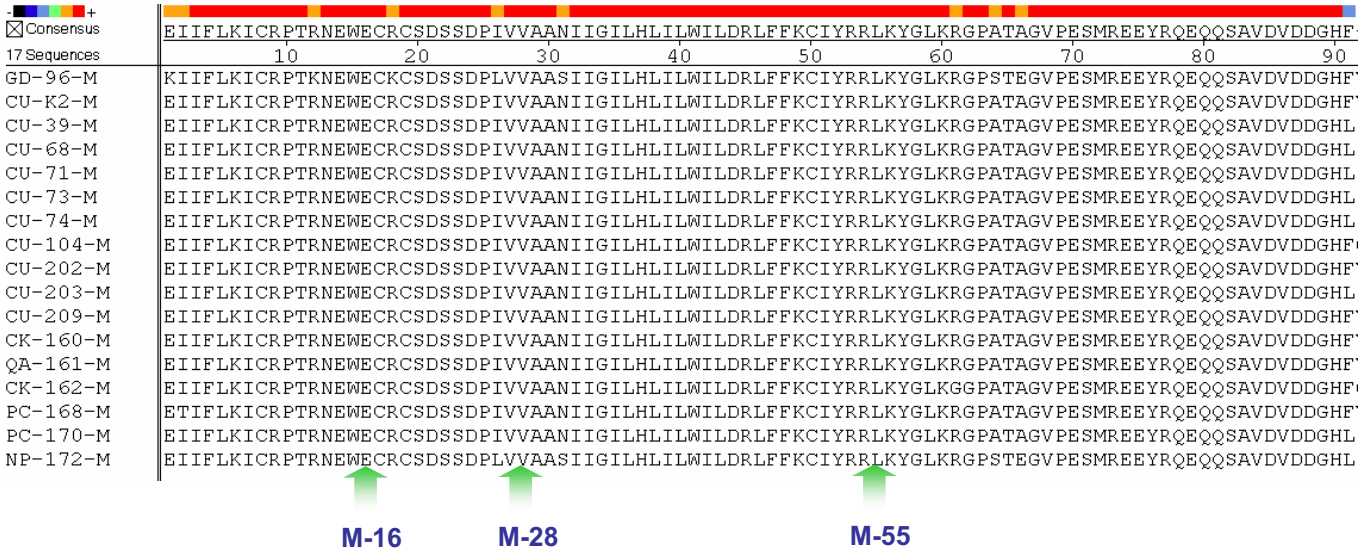
ผลการเปรียบเทียบยีน M2 ของเชื้อไวรัสไข้หวัดนกในตำแหน่งกรดอะมิโนที่ 16, 28 และ 55 (human/avian like characteristics)

M Genetic monitoring



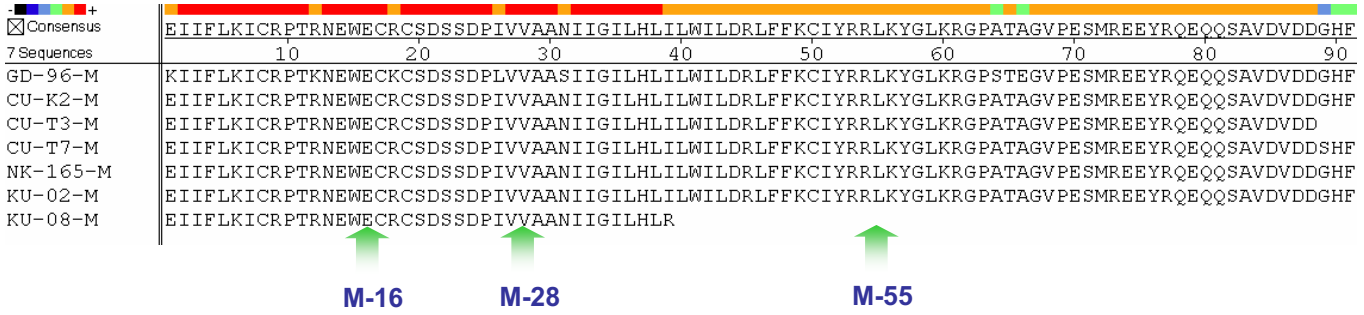
ผลการเปรียบเทียบยีน M2 ของเชื้อไวรัสไข้หวัดนกในตำแหน่งกรดอะมิโนที่ 16, 28 และ 55 (human/avian like characteristics)

M Genetic monitoring



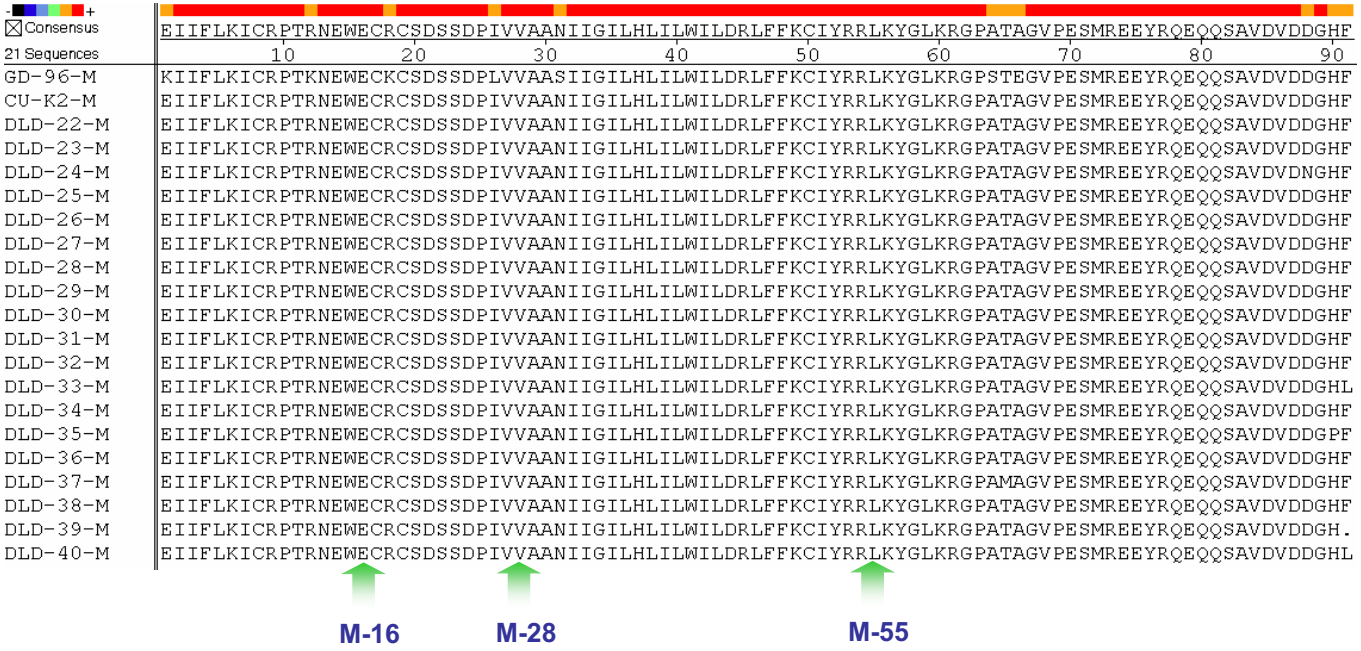
ผลการเปรียบเทียบยีน M2 ของเชื้อไวรัสไข้หวัดนกในตำแหน่งกรดอะมิโนที่ 16, 28 และ 55 (human/avian like characteristics)

M Genetic monitoring



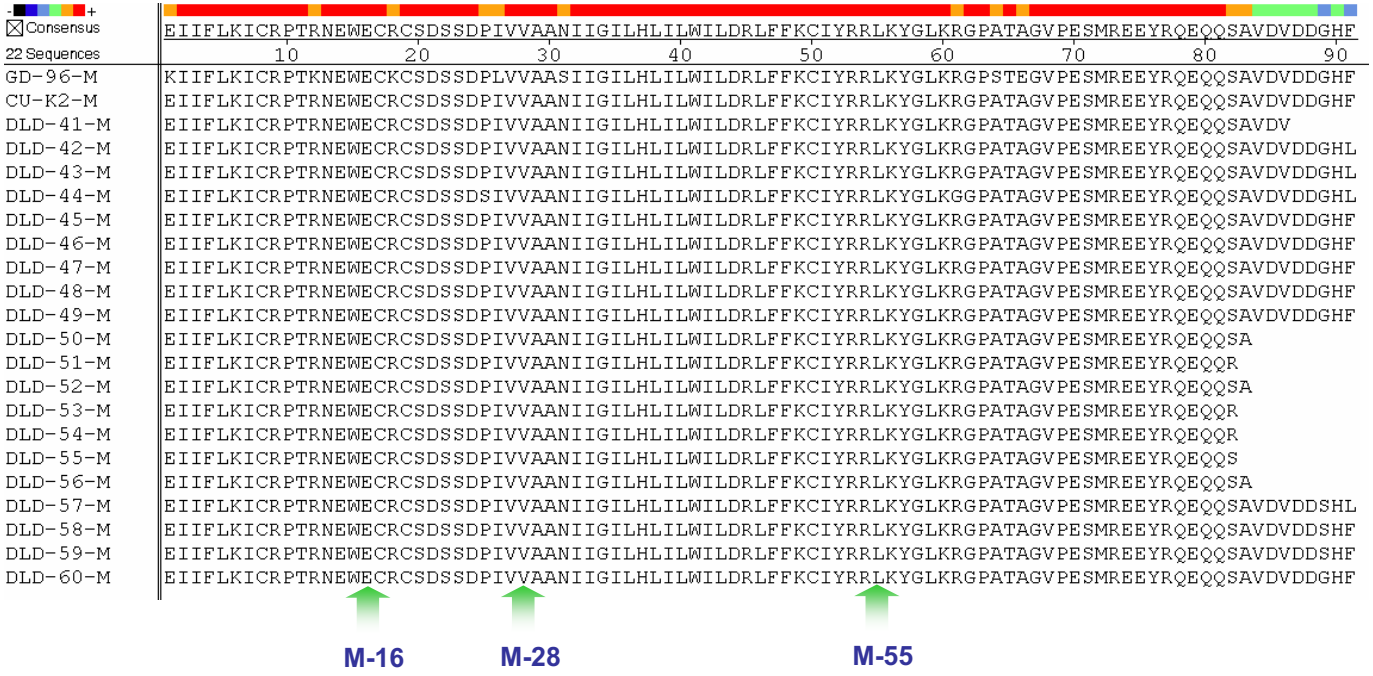
ผลการเปรียบเทียบยีน M2 ของเชื้อไวรัสไข้หวัดนกในตำแหน่งกรดอะมิโนที่ 16, 28 และ 55 (human/avian like characteristics)

M Genetic monitoring



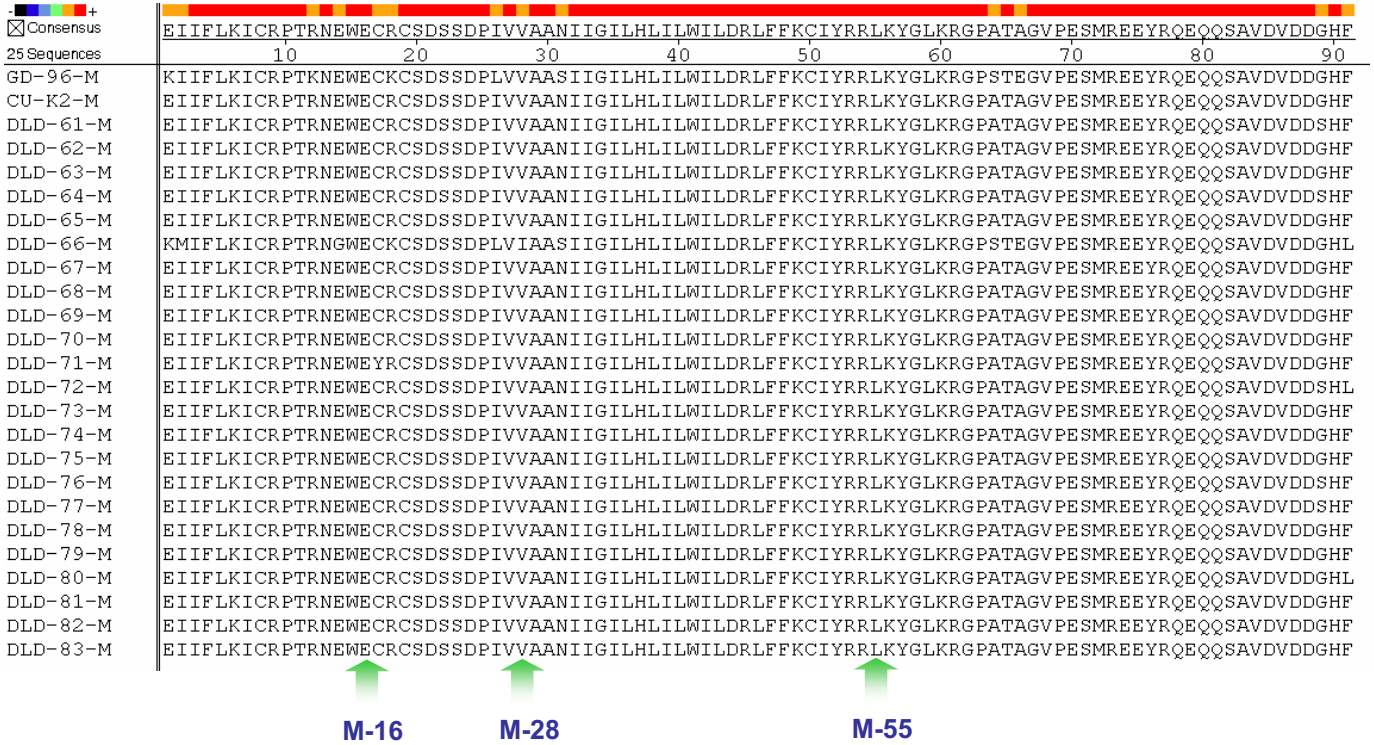
ผลการเปรียบเทียบยีน M2 ของเชื้อไวรัสไข้หวัดนกในตำแหน่งกรดอะมิโนที่ 16, 28 และ 55 (human/avian like characteristics)

M Genetic monitoring



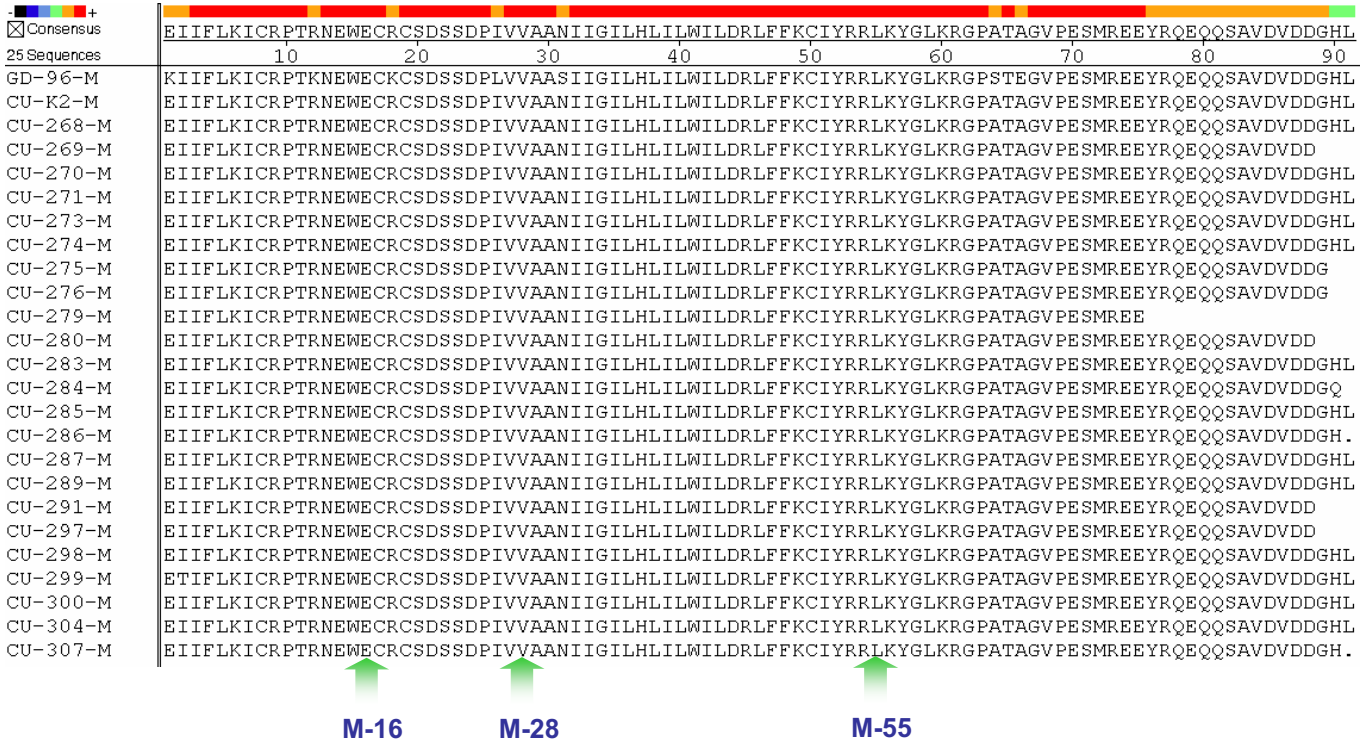
ผลการเปรียบเทียบยีน M2 ของเชื้อไวรัสไข้หวัดนกในตำแหน่งกรดอะมิโนที่ 16, 28 และ 55 (human/avian like characteristics)

M Genetic monitoring



ผลการเปรียบเทียบยีน M2 ของเชื้อไวรัสไข้หวัดนกในตำแหน่งกรดอะมิโนที่ 16, 28 และ 55 (human/avian like characteristics)

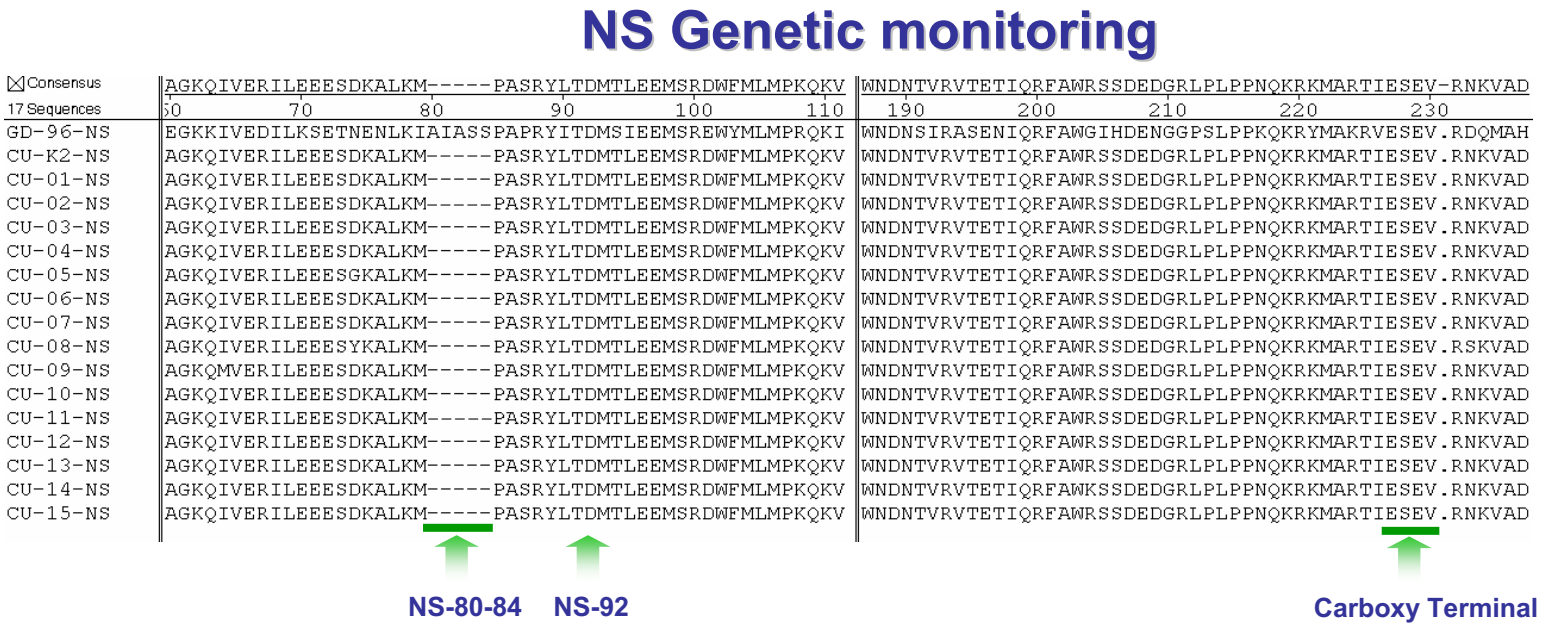
M Genetic monitoring



ภาคผนวก ข

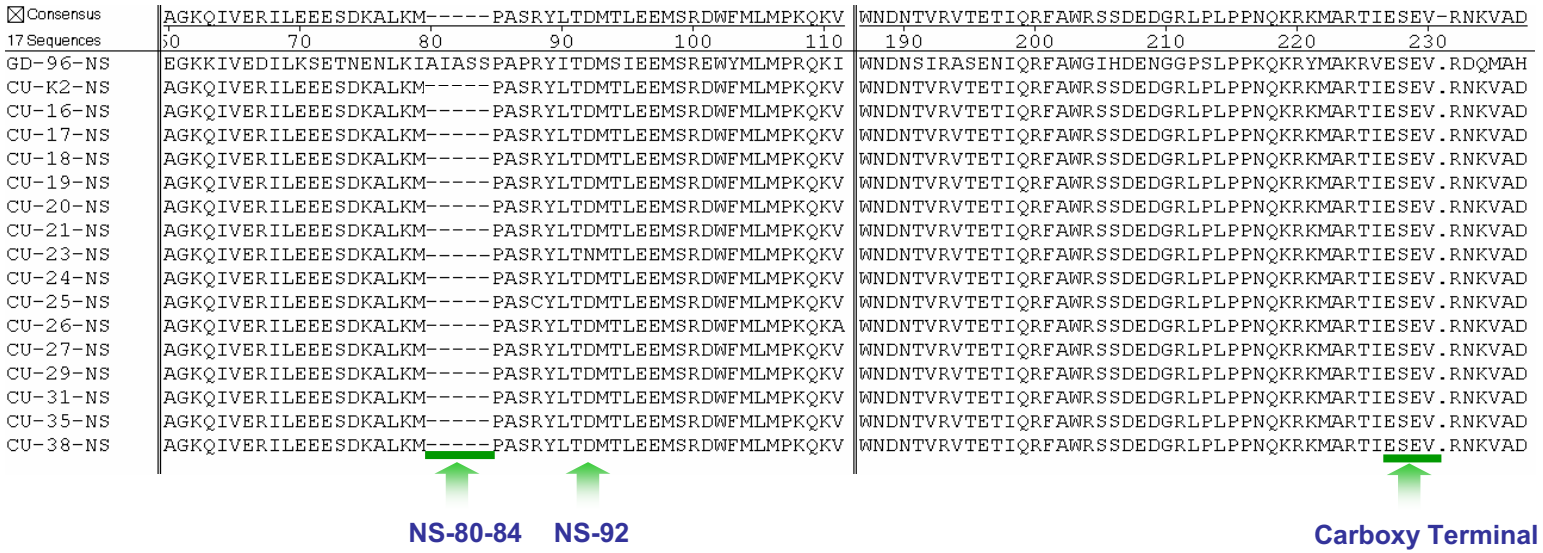
รายละเอียดผลการเปรียบเทียบมรหัสพันธุกรรมในแต่ละยีนของเชื้อไวรัสไข้หวัดนก

ผลการเปรียบเทียบยีน NS1 ของเชื้อไวรัสไข้หวัดนกในตำแหน่งกรดอะมิโนที่ 80-84, 92 และcarboxyl terminal (virulence determinant)



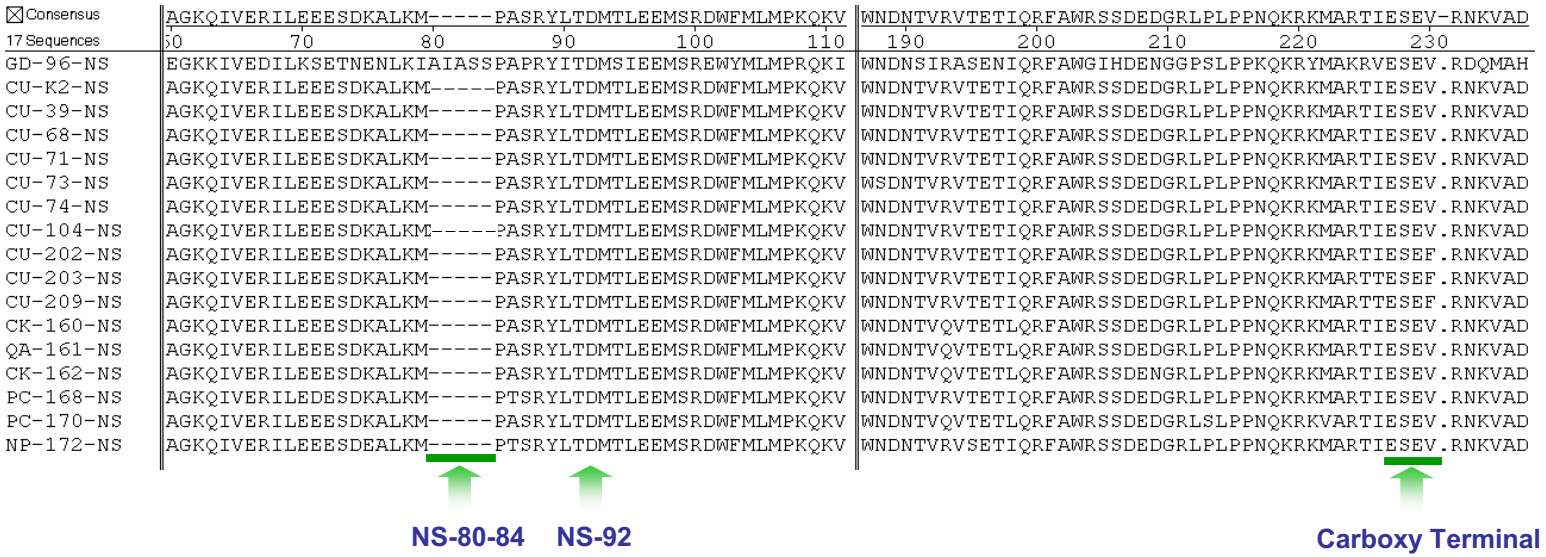
ผลการเปรียบเทียบยีน NS1 ของเชื้อไวรัสไข้หวัดนกในตำแหน่งกรดอะมิโนที่ 80-84, 92 และcarboxyl terminal (virulence determinant)

NS Genetic monitoring

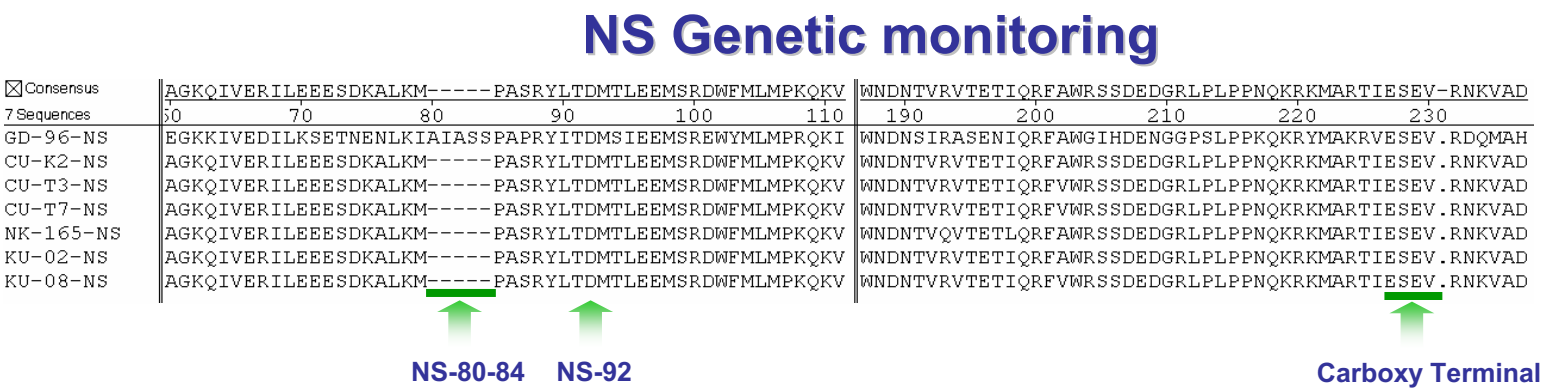


ผลการเปรียบเทียบยีน NS1 ของเชื้อไวรัสไข้หวัดนกในตำแหน่งกรดอะมิโนที่ 80-84, 92 และcarboxyl terminal (virulence determinant)

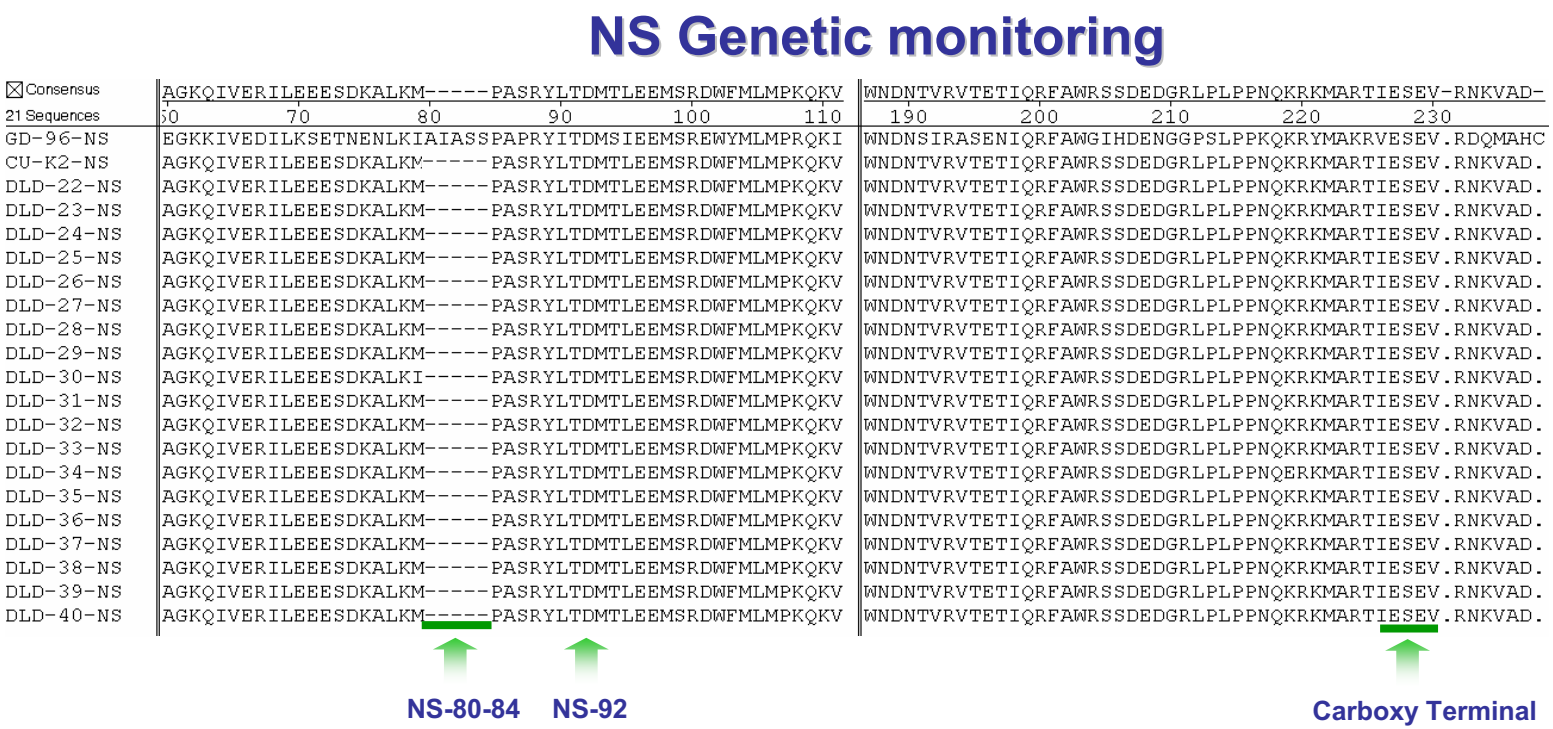
NS Genetic monitoring



ผลการเปรียบเทียบยีน NS1 ของเชื้อไวรัสไข้หวัดนกในตำแหน่งกรดอะมิโนที่ 80-84, 92 และcarboxyl terminal (virulence determinant)

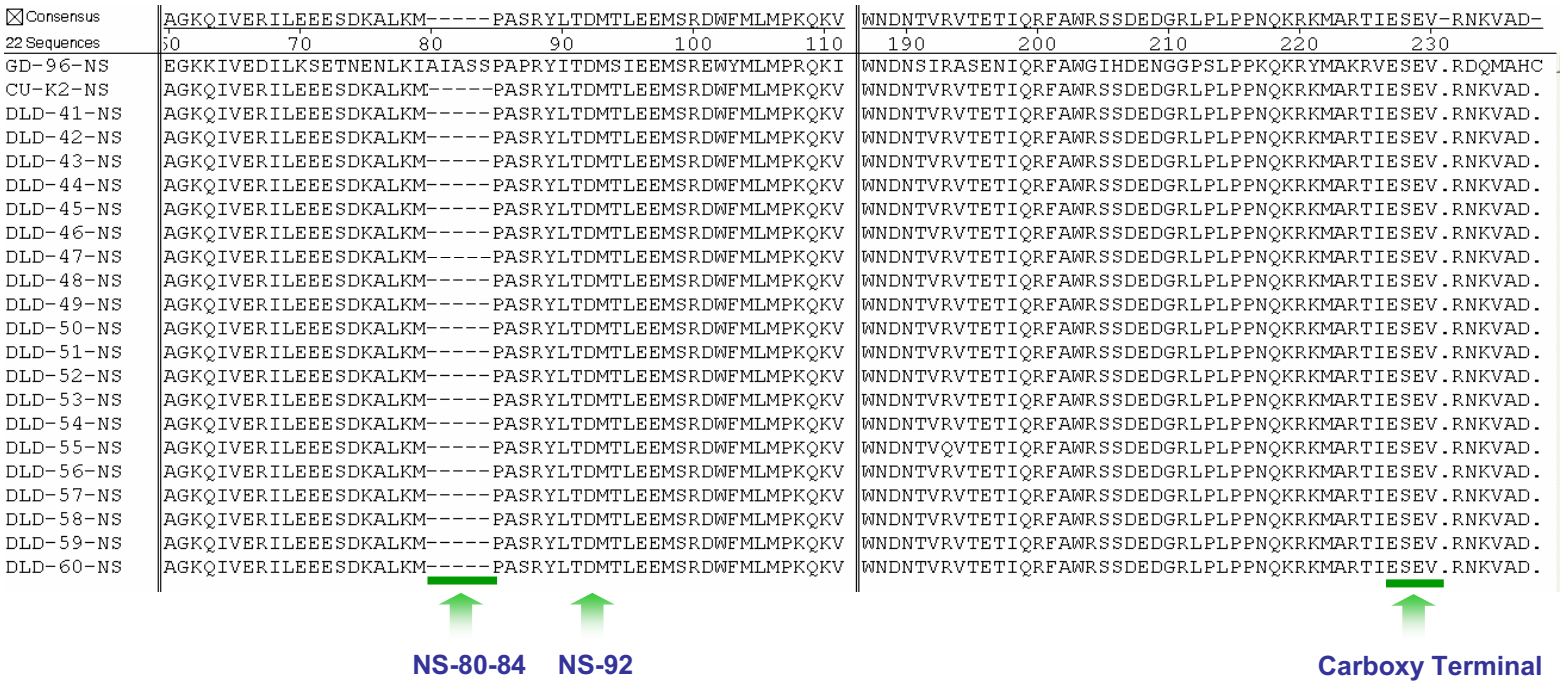


ผลการเปรียบเทียบยีน NS1 ของเชื้อไวรัสไข้หวัดนกในตำแหน่งกรดอะมิโนที่ 80-84, 92 และcarboxyl terminal (virulence determinant)



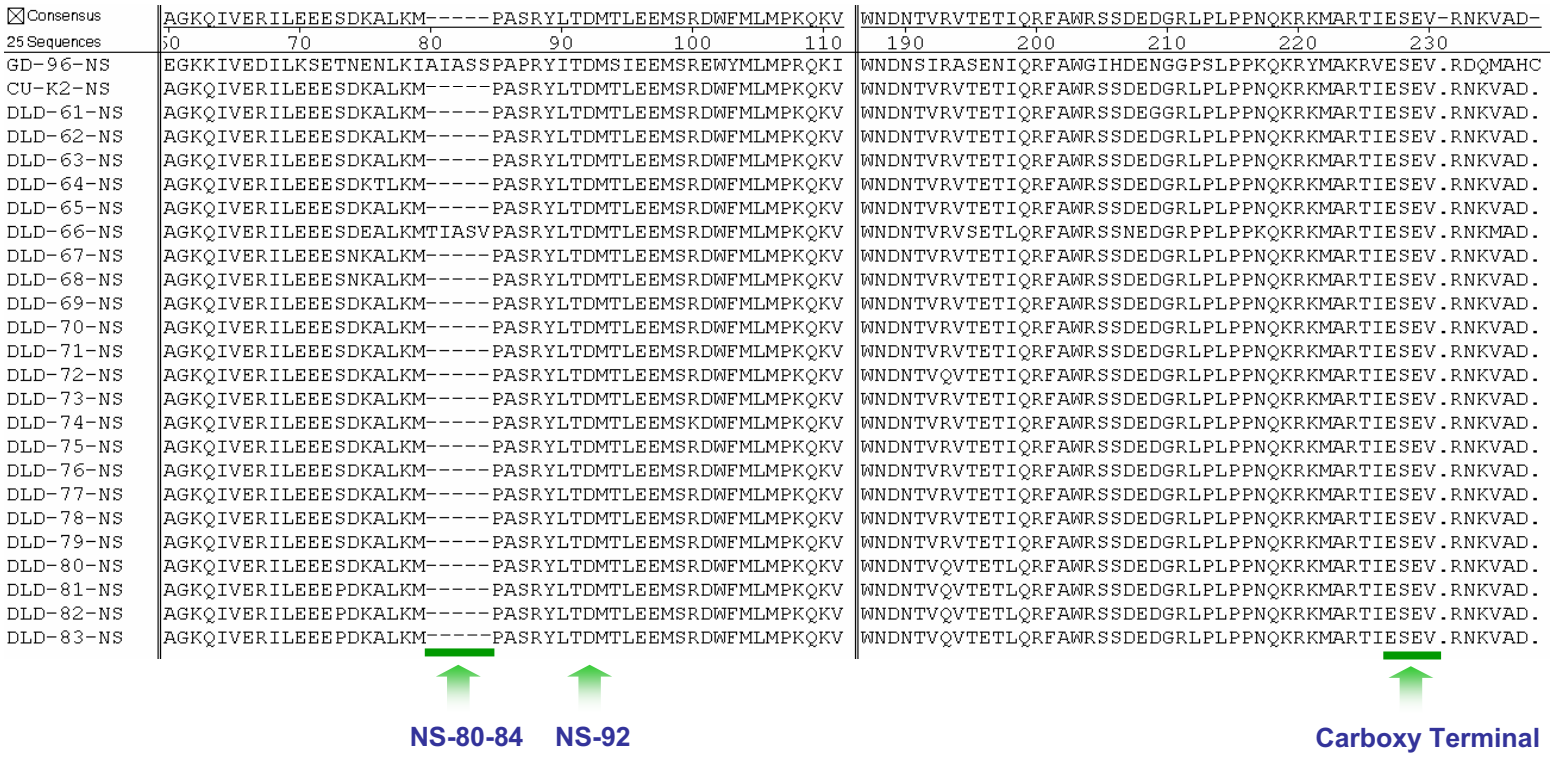
ผลการเปรียบเทียบยีน NS1 ของเชื้อไวรัสไข้หวัดนกในตำแหน่งกรดอะมิโนที่ 80-84, 92 และcarboxyl terminal (virulence determinant)

NS Genetic monitoring



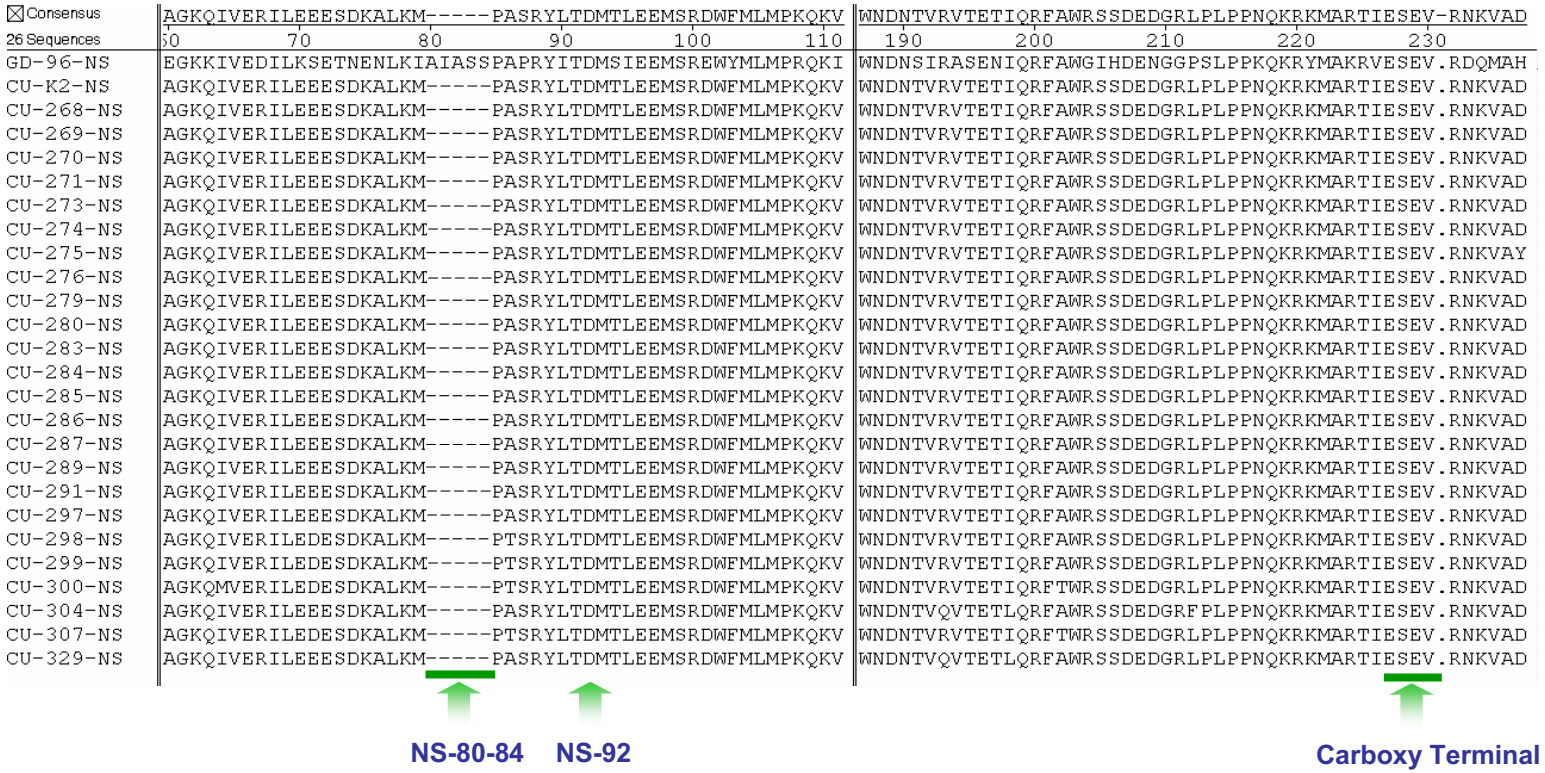
ผลการเปรียบเทียบยีน NS1 ของเชื้อไวรัสไข้หวัดนกในตำแหน่งกรดอะมิโนที่ 80-84, 92 และcarboxyl terminal (virulence determinant)

NS Genetic monitoring



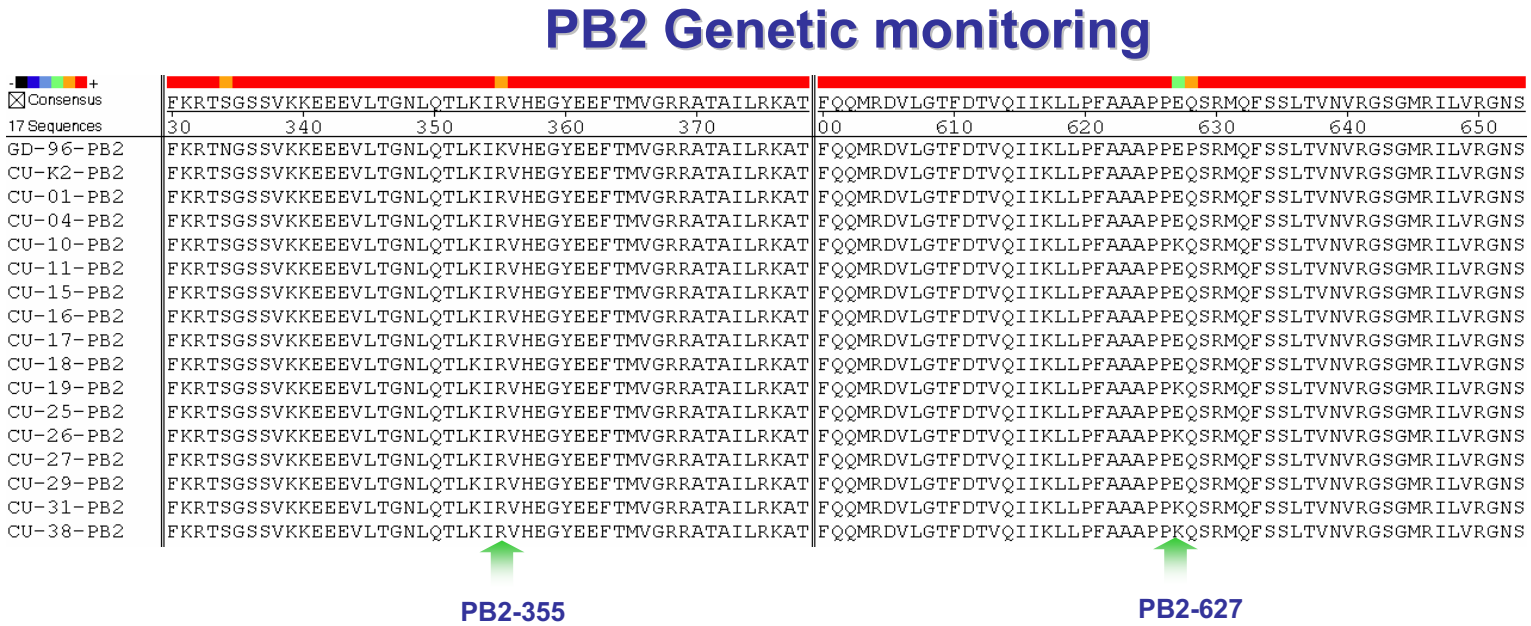
ผลการเปรียบเทียบยีน NS1 ของเชื้อไวรัสไข้หวัดนกในตำแหน่งกรดอะมิโนที่ 80-84, 92 และcarboxyl terminal (virulence determinant)

NS Genetic monitoring

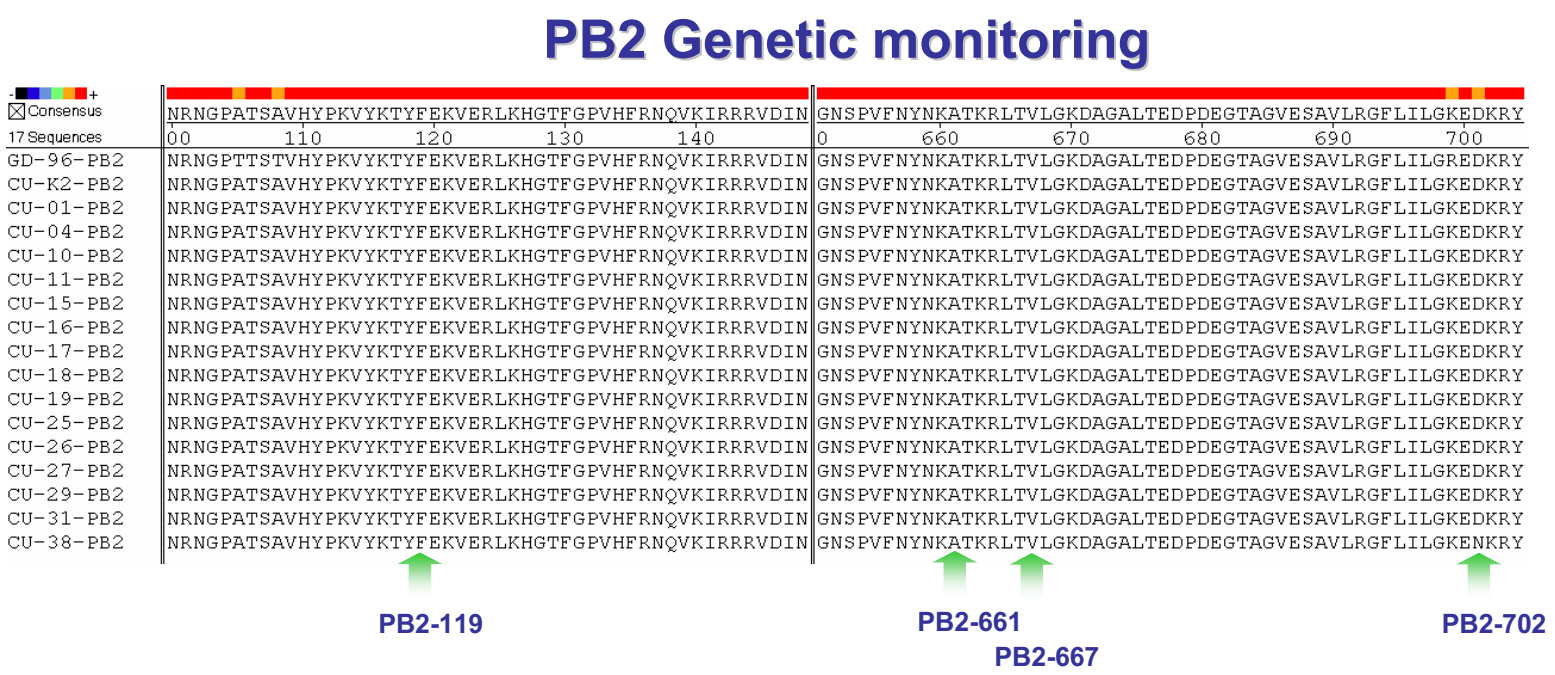


รายละเอียดผลการเปรียบเทียบมรหัสพันธุกรรมในแต่ละยีนของเชื้อไวรัสไข้หวัดนก

ผลการเปรียบเทียบยีน PB2 ของเชื้อไวรัสไข้หวัดนกในตำแหน่งกรดอะมิโนที่ 627, 355 (virulence determinants) และ199, 661, 667, 702 (human/avian like characteristics)

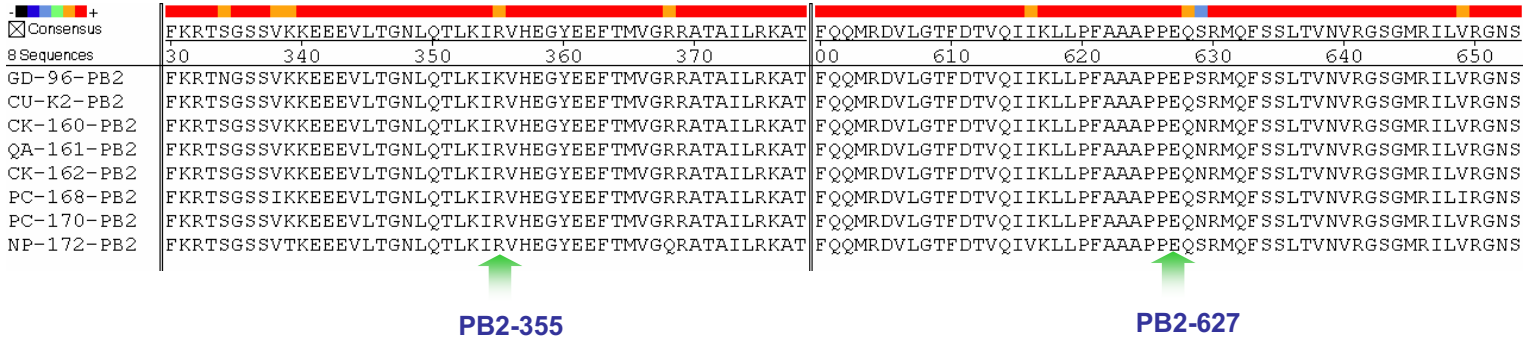


ผลการเปรียบเทียบยีน PB2 ของเชื้อไวรัสไข้หวัดนกในตำแหน่งกรดอะมิโนที่ 627, 355 (virulence determinants) และ199, 661, 667, 702 (human/avian like characteristics)

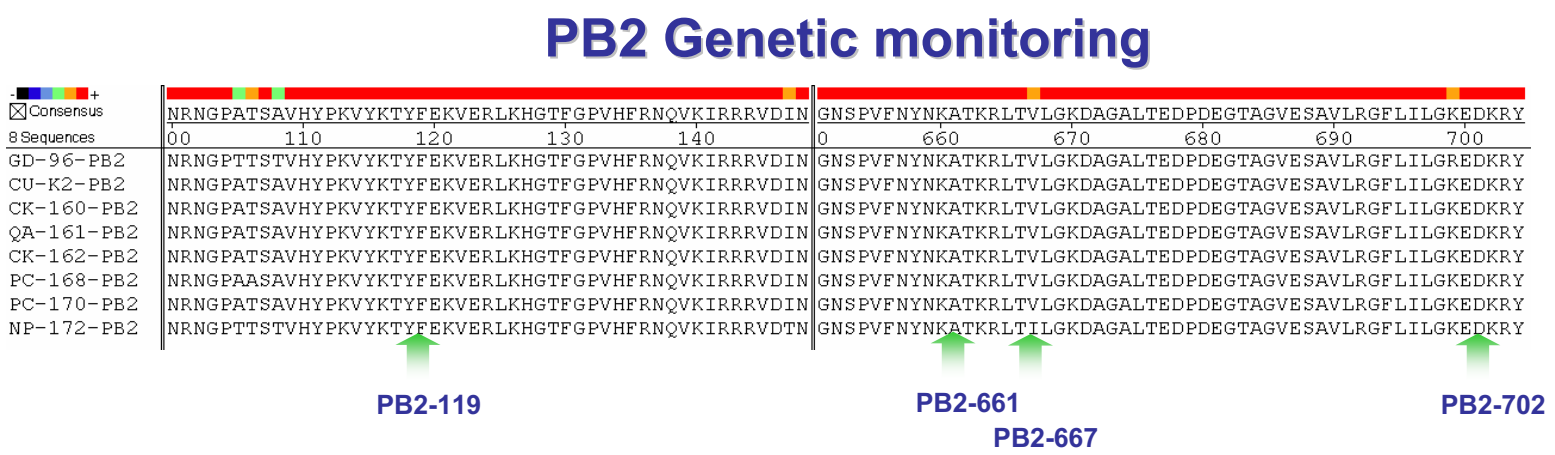


ผลการเปรียบเทียบยีน PB2 ของเชื้อไวรัสไข้หวัดนกในตำแหน่งกรดอะมิโนที่ 627, 355 (virulence determinants) และ199, 661, 667, 702 (human/avian like characteristics)

PB2 Genetic monitoring

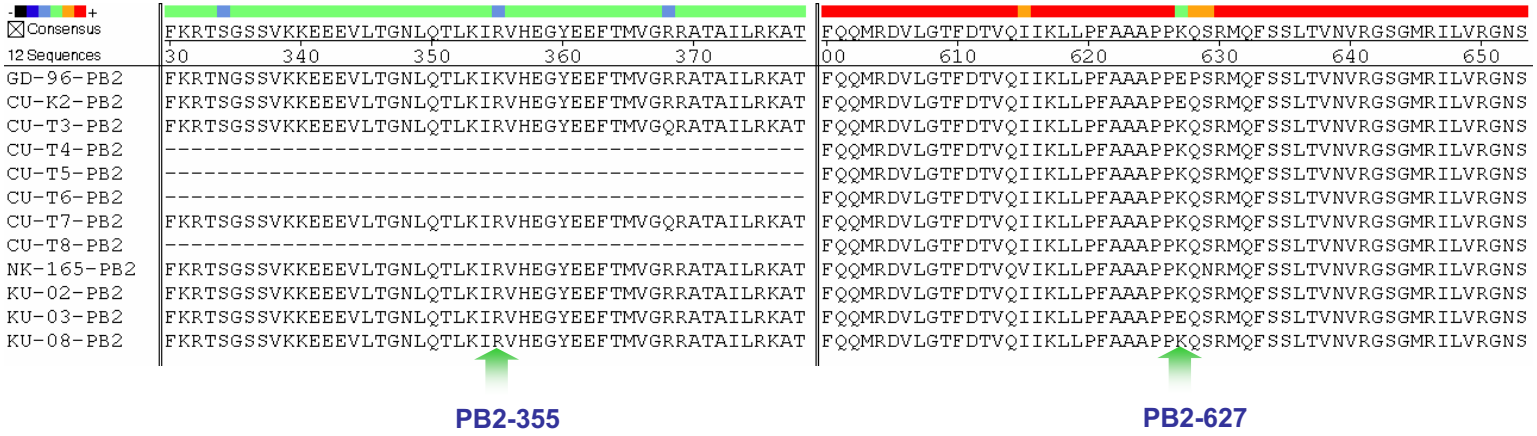


ผลการเปรียบเทียบยีน PB2 ของเชื้อไวรัสไข้หวัดนกในตำแหน่งกรดอะมิโนที่ 627, 355 (virulence determinants) และ199, 661, 667, 702 (human/avian like characteristics)



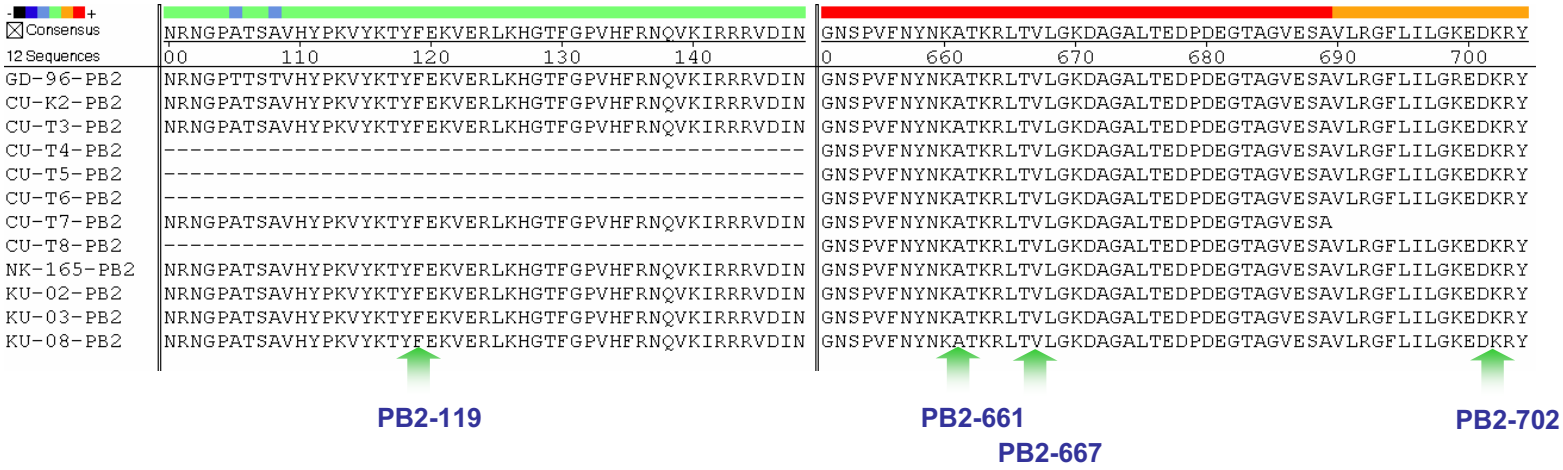
ผลการเปรียบเทียบยีน PB2 ของเชื้อไวรัสไข้หวัดนกในตำแหน่งกรดอะมิโนที่ 627, 355 (virulence determinants) และ199, 661, 667, 702 (human/avian like characteristics)

PB2 Genetic monitoring



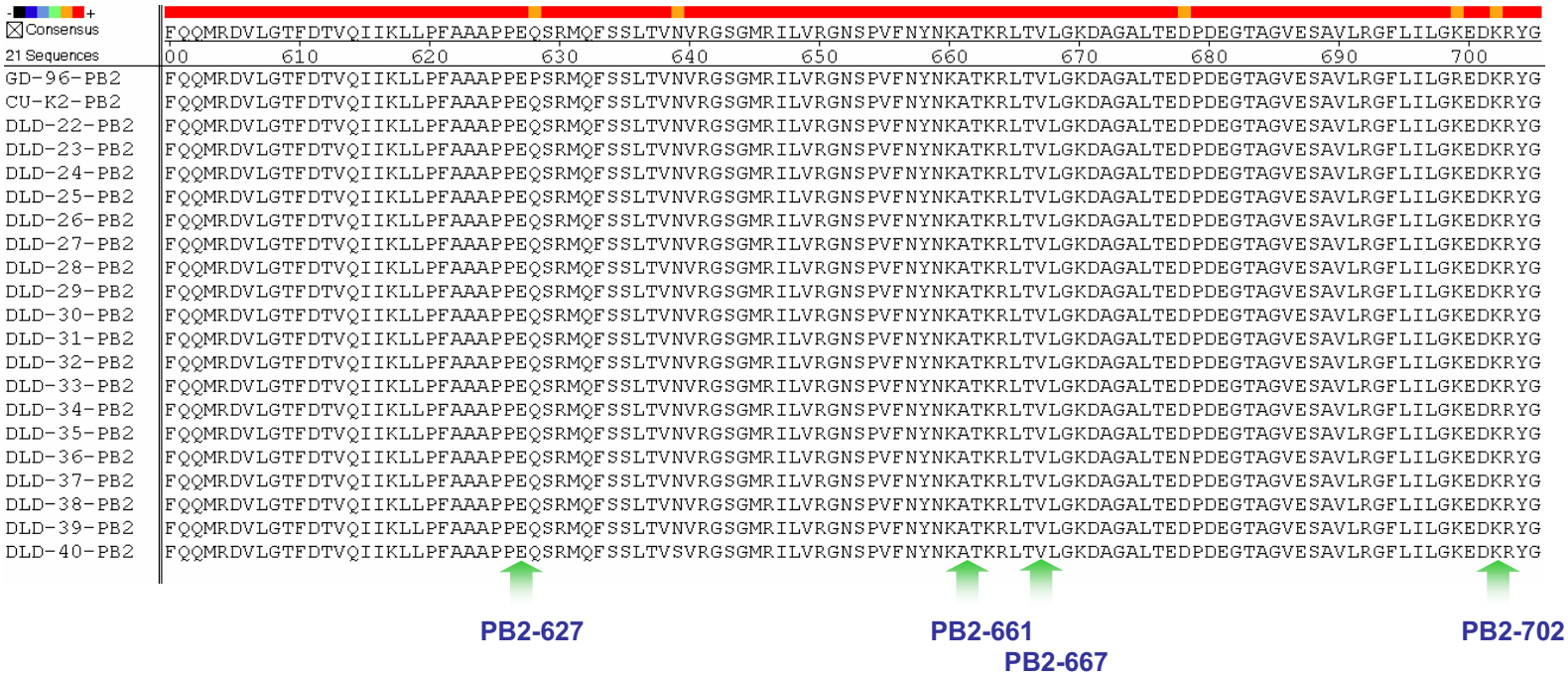
ผลการเปรียบเทียบยีน PB2 ของเชื้อไวรัสไข้หวัดนกในตำแหน่งกรดอะมิโนที่ 627, 355 (virulence determinants) และ199, 661, 667, 702 (human/avian like characteristics)

PB2 Genetic monitoring



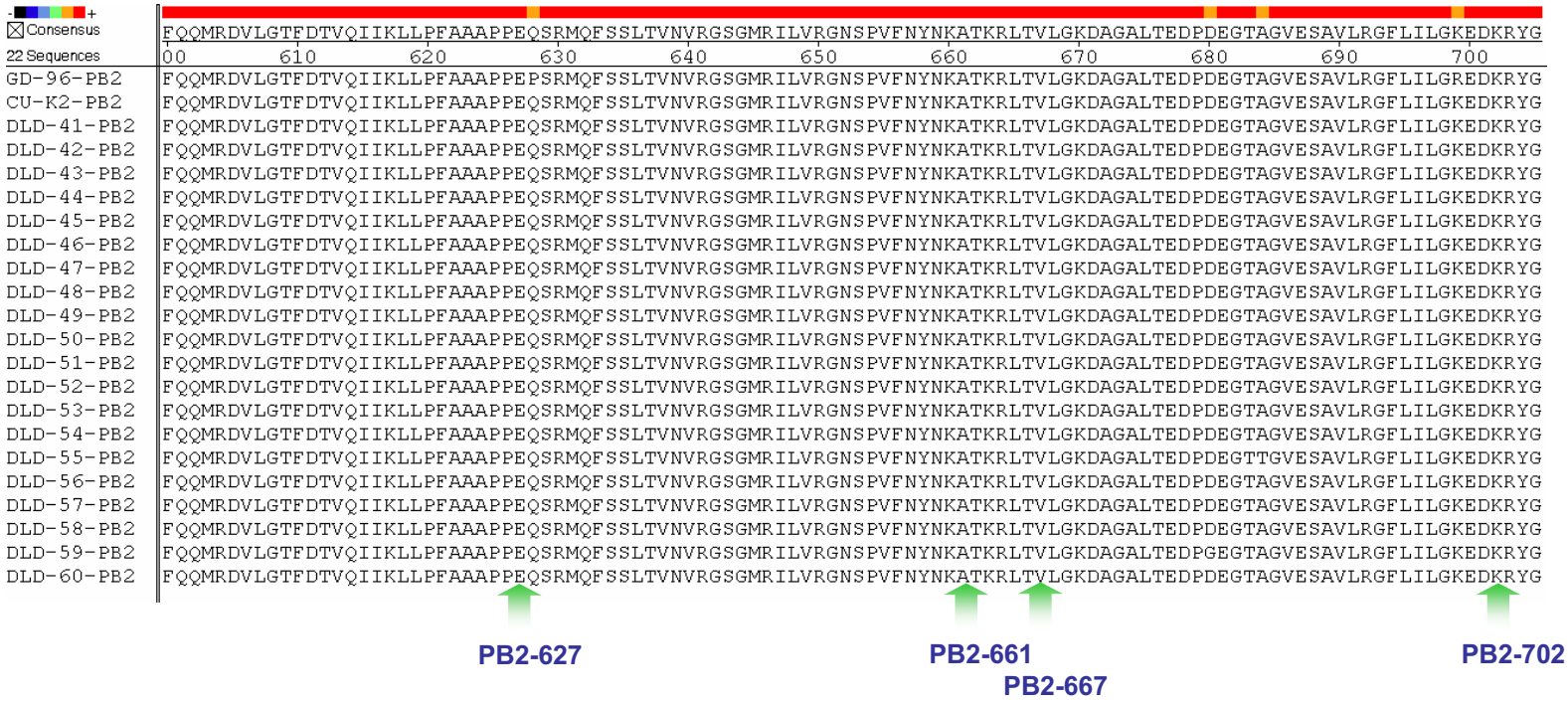
ผลการเปรียบเทียบยีน PB2 ของเชื้อไวรัสไข้หวัดนกในตำแหน่งกรดอะมิโนที่ 627, 355 (virulence determinants) และ199, 661, 667, 702 (human/avian like characteristics)

PB2 Genetic monitoring



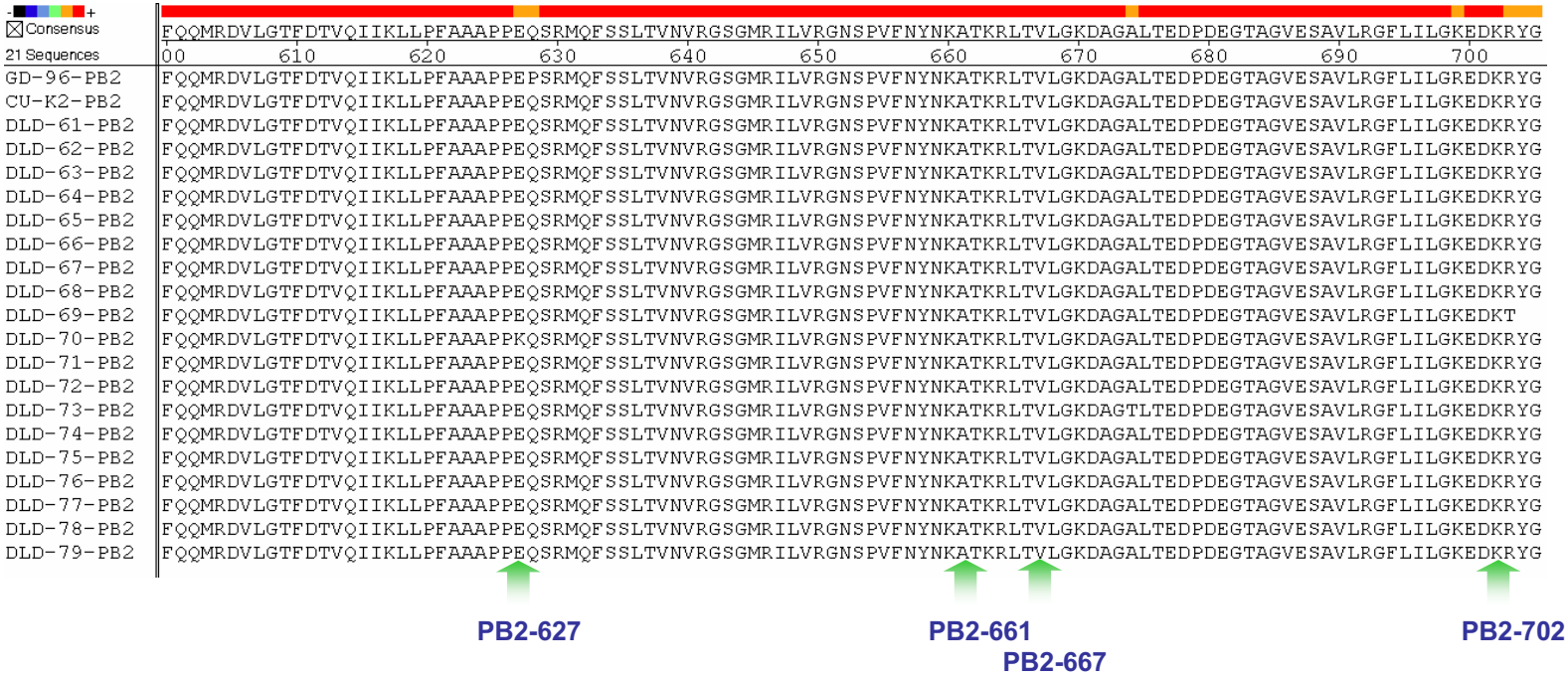
ผลการเปรียบเทียบยีน PB2 ของเชื้อไวรัสไข้หวัดนกในตำแหน่งกรดอะมิโนที่ 627, 355 (virulence determinants) และ199, 661, 667, 702 (human/avian like characteristics)

PB2 Genetic monitoring



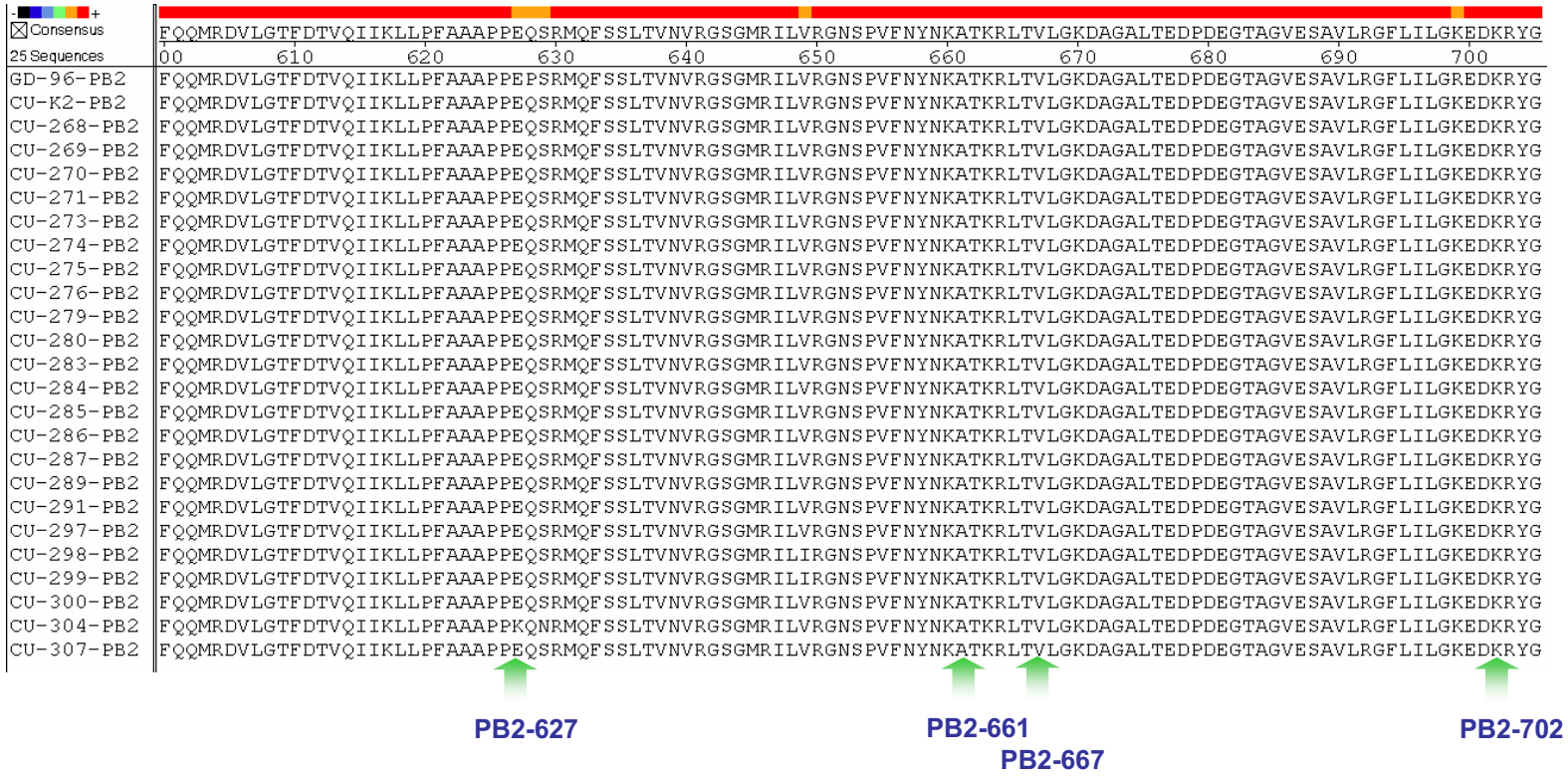
ผลการเปรียบเทียบยีน PB2 ของเชื้อไวรัสไข้หวัดนกในตำแหน่งกรดอะมิโนที่ 627, 355 (virulence determinants) และ199, 661, 667, 702 (human/avian like characteristics)

PB2 Genetic monitoring



ผลการเปรียบเทียบยีน PB2 ของเชื้อไวรัสไข้หวัดนกในตำแหน่งกรดอะมิโนที่ 627, 355 (virulence determinants) และ199, 661, 667, 702 (human/avian like characteristics)

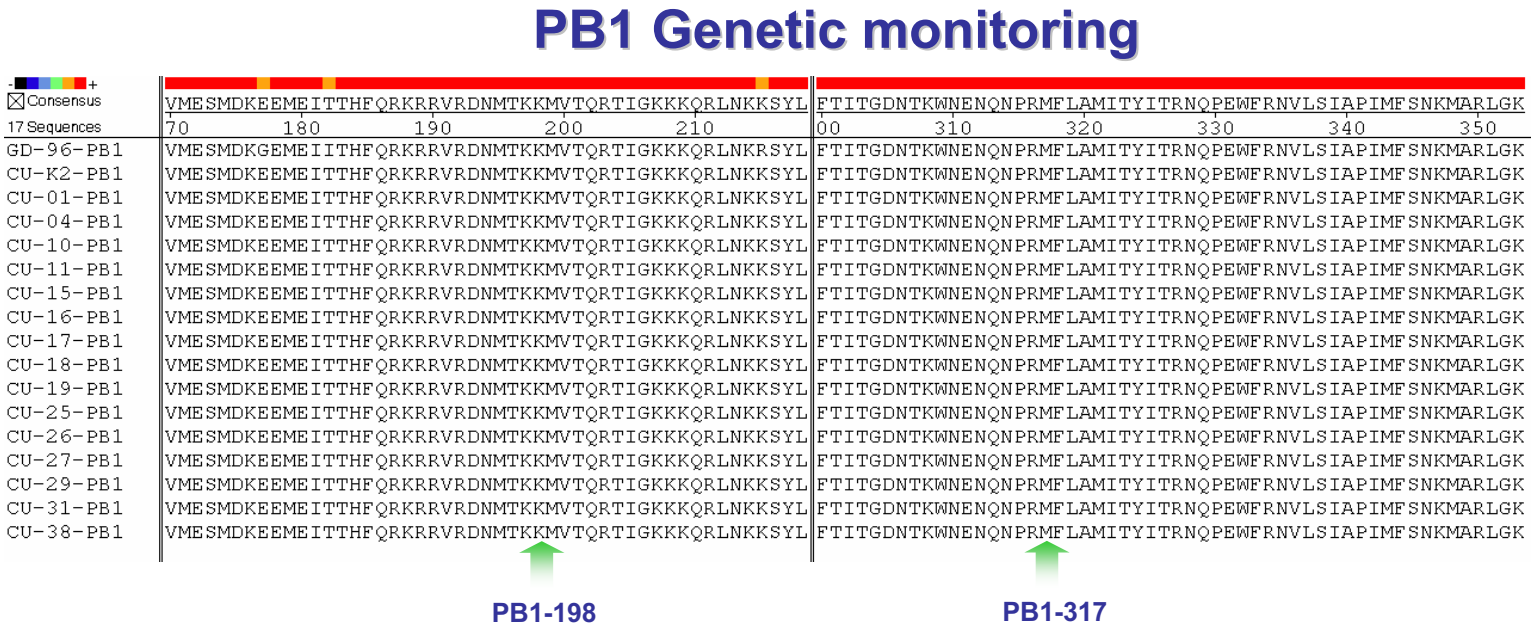
PB2 Genetic monitoring



ภาคผนวก ข

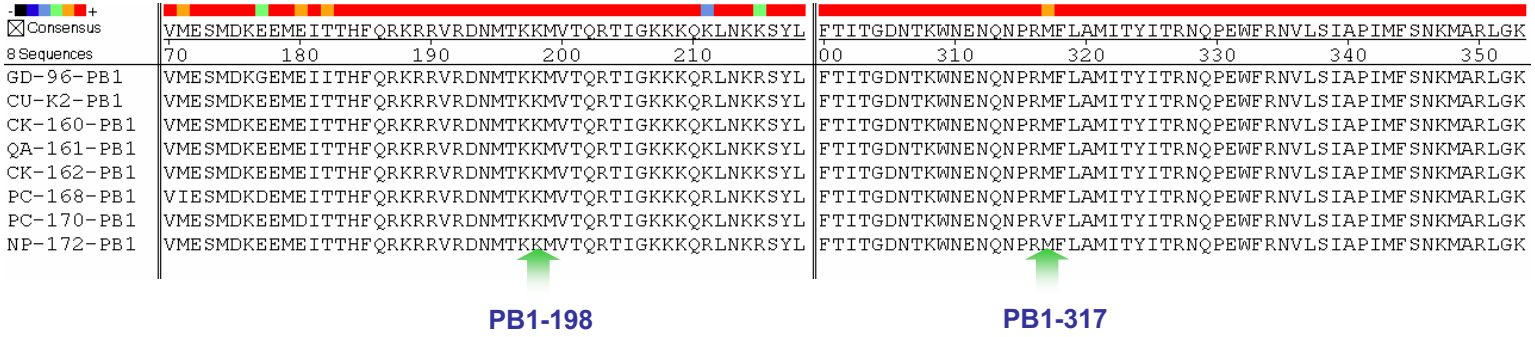
รายละเอียดผลการเปรียบเทียบมรหัสพันธุกรรมในแต่ละยีนของเชื้อไวรัสไข้หวัดนก

ผลการเปรียบเทียบยีน PB1 ของเชื้อไวรัสไข้หวัดนกในตำแหน่งกรดอะมิโนที่ 198, 317 (virulence determinants)



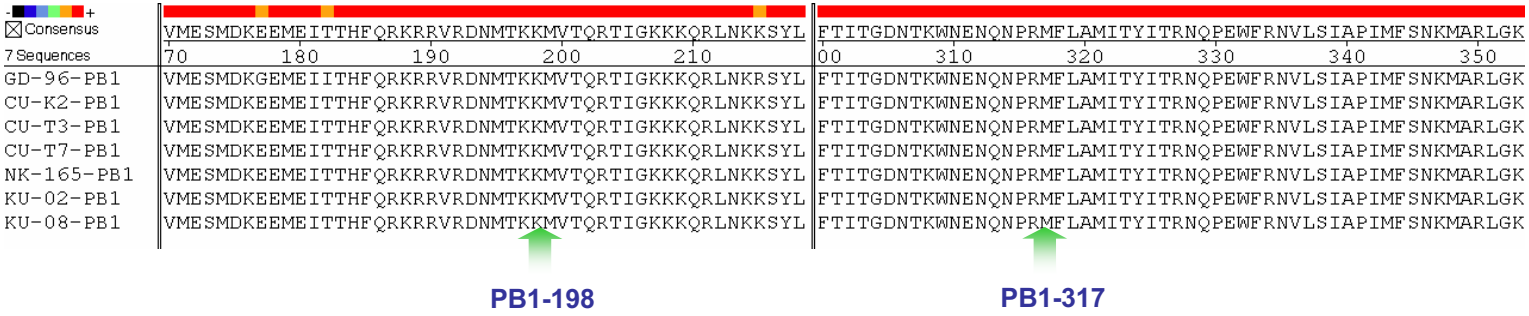
ผลการเปรียบเทียบยีน PB1 ของเชื้อไวรัสไข้หวัดนกในตำแหน่งกรดอะมิโนที่ 198, 317 (virulence determinants)

PB1 Genetic monitoring



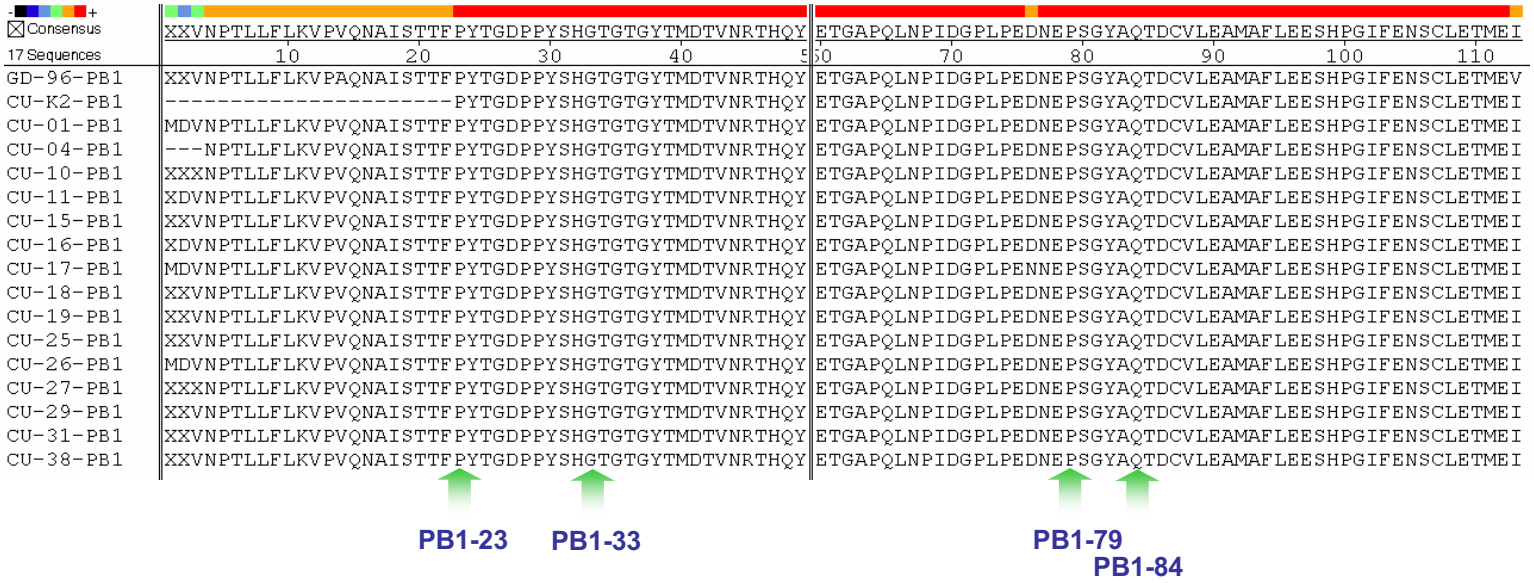
ผลการเปรียบเทียบยีน PB1 ของเชื้อไวรัสไข้หวัดนกในตำแหน่งกรดอะมิโนที่ 198, 317 (virulence determinants)

PB1 Genetic monitoring



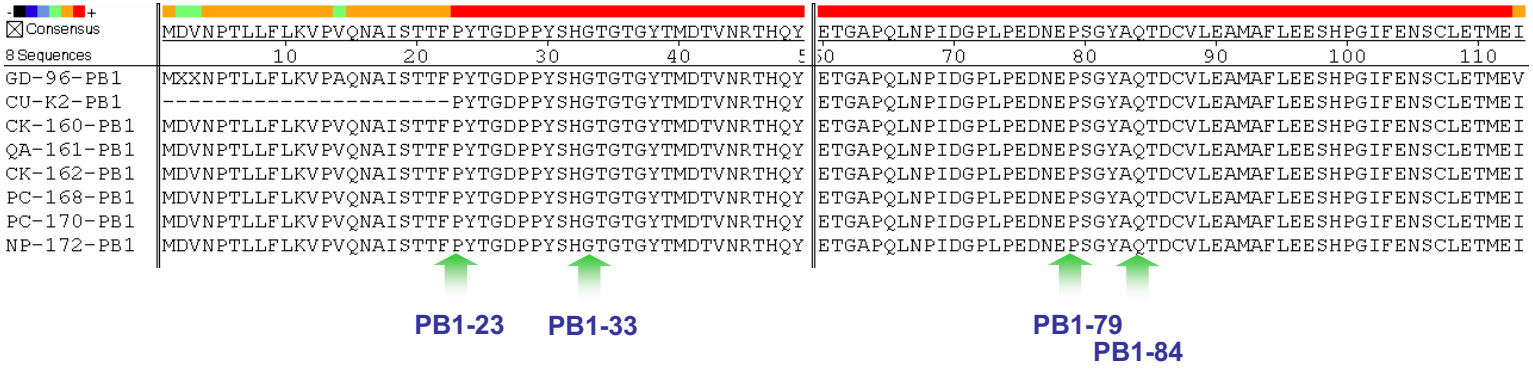
ผลการเปรียบเทียบยีน PB1 ของเชื้อไวรัสไข้หวัดนกในตำแหน่งกรดอะมิโนที่ 23, 33, 79, 84 (function unknown)

PB1 Genetic monitoring



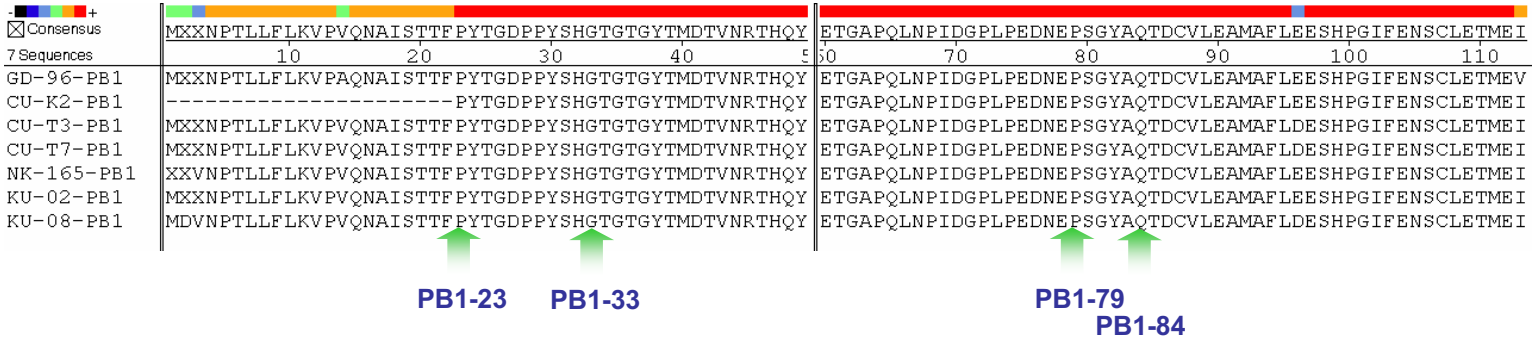
ผลการเปรียบเทียบยีน PB1 ของเชื้อไวรัสไข้หวัดนกในตำแหน่งกรดอะมิโนที่ 23, 33, 79, 84 (function unknown)

PB1 Genetic monitoring



ผลการเปรียบเทียบยีน PB1 ของเชื้อไวรัสไข้หวัดนกในตำแหน่งกรดอะมิโนที่ 23, 33, 79, 84 (function unknown)

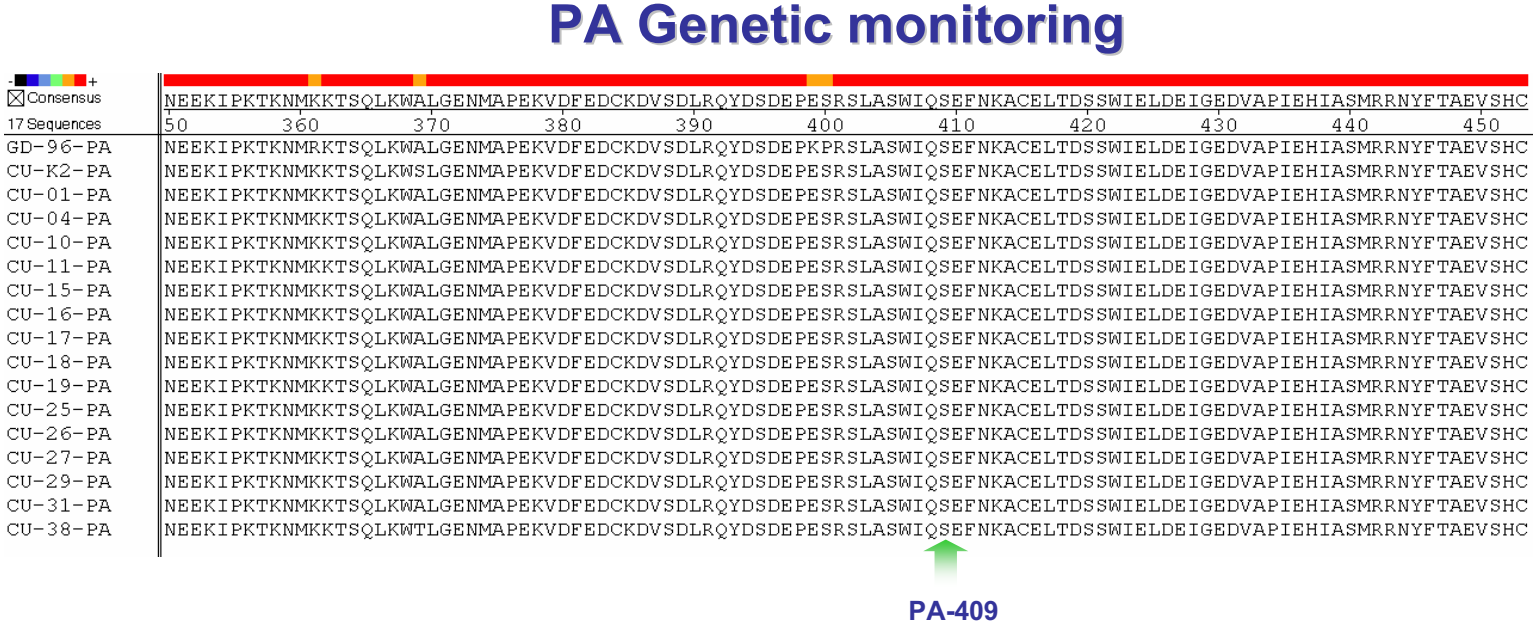
PB1 Genetic monitoring



ภาคผนวก ข

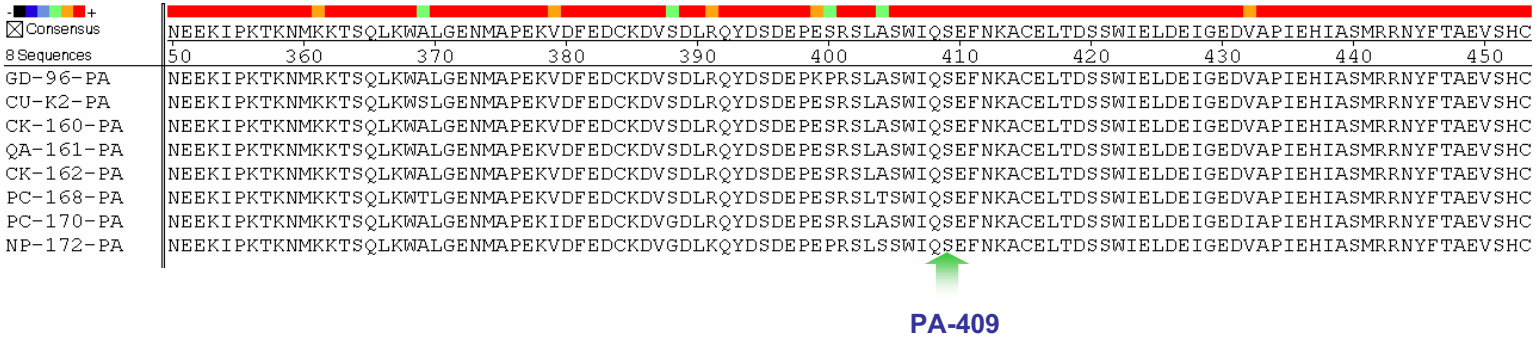
รายละเอียดผลการเปรียบเทียบมรหัสพันธุกรรมในแต่ละยีนของเชื้อไวรัสไข้หวัดนก

ผลการเปรียบเทียบยีน PA ของเชื้อไวรัสไข้หวัดนกในตำแหน่งกรดอะมิโนที่ 409 (human/avian like characteristics)



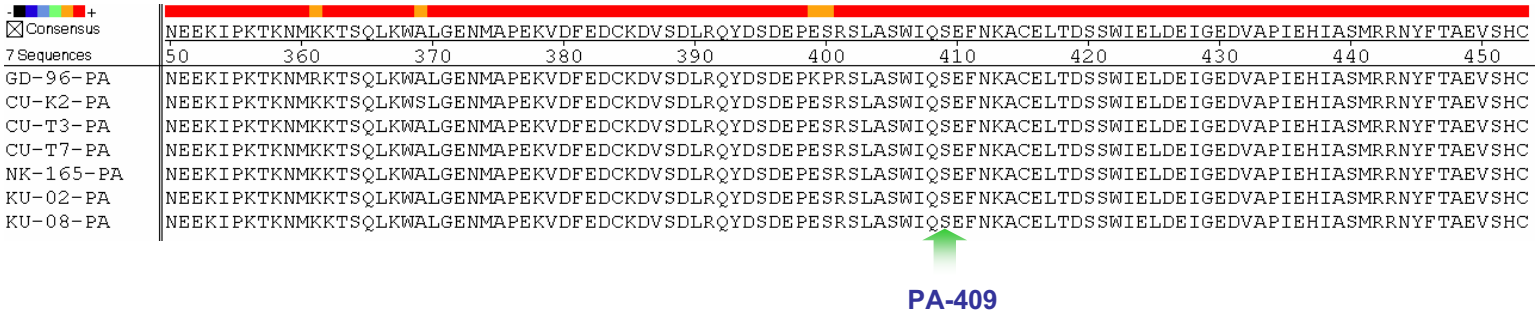
ผลการเปรียบเทียบยีน PA ของเชื้อไวรัสไข้หวัดนกในตำแหน่งกรดอะมิโนที่ 409 (human/avian like characteristics)

PA Genetic monitoring



ผลการเปรียบเทียบยีน PA ของเชื้อไวรัสไข้หวัดนกในตำแหน่งกรดอะมิโนที่ 409 (human/avian like characteristics)

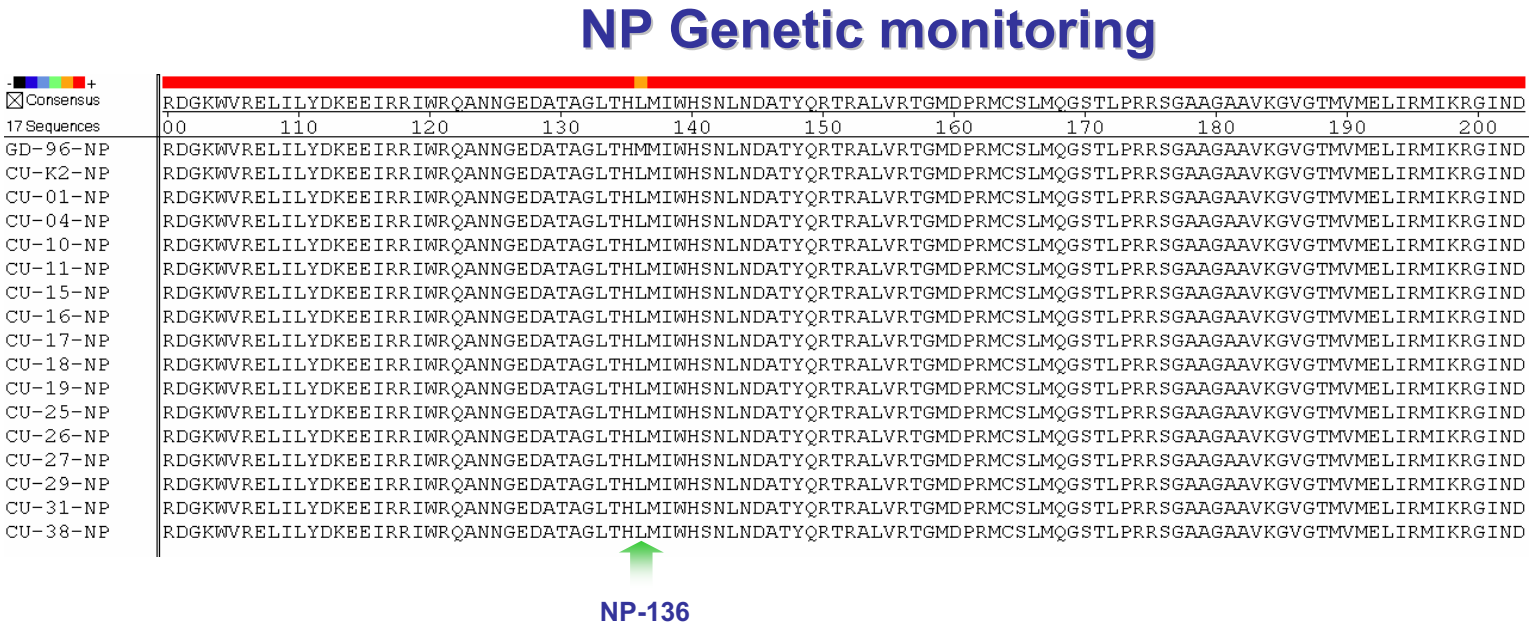
PA Genetic monitoring



ภาคผนวก ข

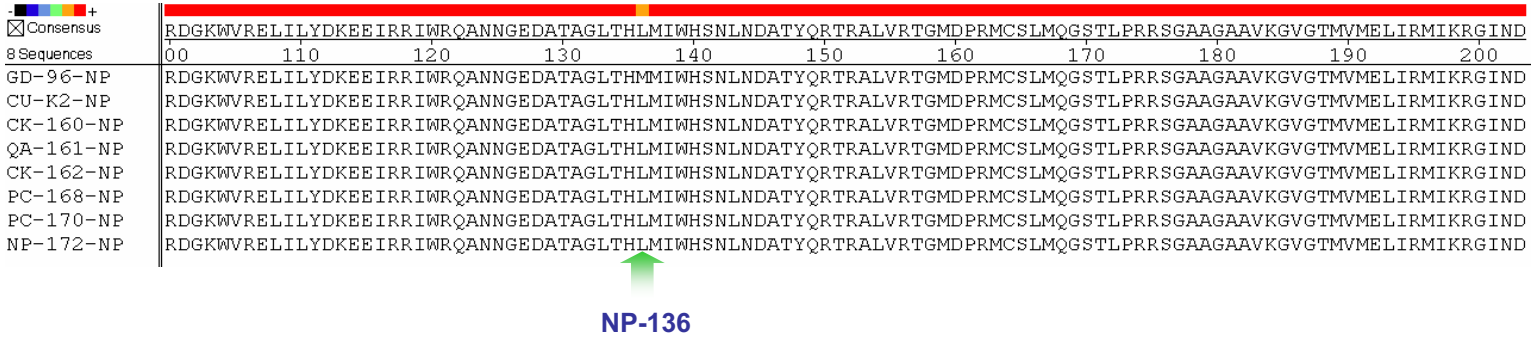
รายละเอียดผลการเปรียบเทียบมรหัสพันธุกรรมในแต่ละยีนของเชื้อไวรัสไข้หวัดนก

ผลการเปรียบเทียบยีน NP ของเชื้อไวรัสไข้หวัดนกในตำแหน่งกรดอะมิโนที่ 136, (human/avian like characteristics)



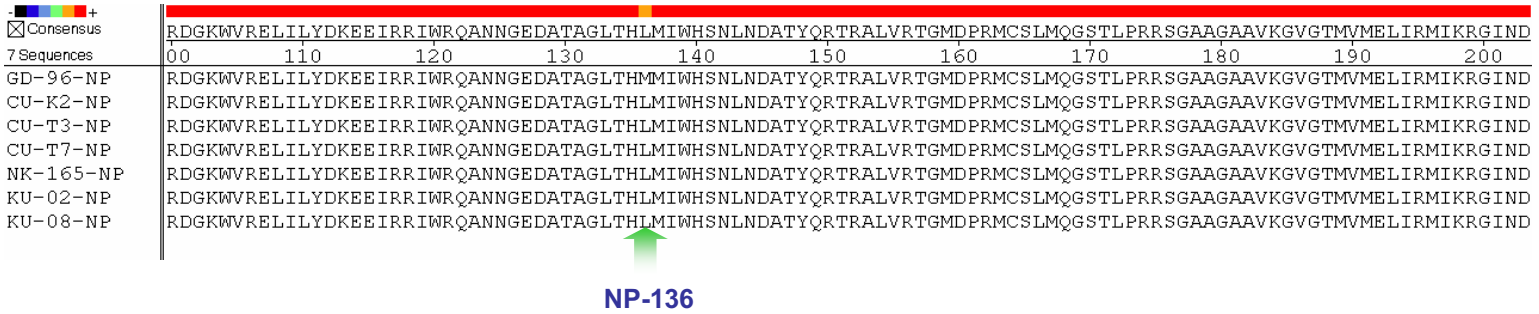
ผลการเปรียบเทียบยีน NP ของเชื้อไวรัสไข้หวัดนกในตำแหน่งกรดอะมิโนที่ 136, (human/avian like characteristics)

NP Genetic monitoring



ผลการเปรียบเทียบยีน NP ของเชื้อไวรัสไข้หวัดนกในตำแหน่งกรดอะมิโนที่ 136, (human/avian like characteristics)

NP Genetic monitoring



NP-136

ผลการเปรียบเทียบยีน NP ของเชื้อไวรัสไข้หวัดนกในตำแหน่งกรดอะมิโนที่ 136, (human/avian like characteristics)

NP Genetic monitoring



ภาคผนวก ค

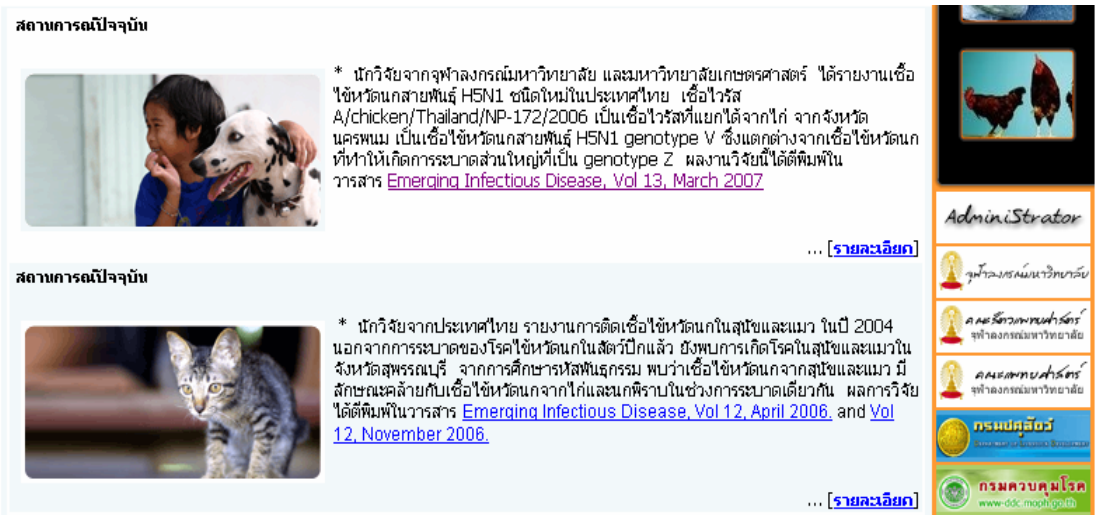
รายละเอียดขั้นตอนการนำไปสู่ฐานข้อมูลรหัสพันธุกรรมของเชื้อไข้หวัดนกในประเทศไทย ที่เผยแพร่ใน http://www.thai-ai-database.org

การนำไปสู่ฐานข้อมูลรหัสพันธุกรรมของเชื้อไข้หวัดนกในประเทศไทย ประกอบด้วย

1. การเปิดหน้าหลักของฐานข้อมูล http://www.thai-ai-database.org
   - ท่านสามารถเลือก menu ภาษาไทยหรือภาษาอังกฤษ ที่มุมขาวด้านบนของหน้าหลัก
2. Menu หลักประกอบด้วย
   - สาระหน้ารู้ (AI information)
   - ข่าว (News)
   - ตรวจสอบการกลายพันธุ์ (AI genetic monitoring)
   - ค้นหารหัสพันธุกรรม (AI gene sequences)
   - สรุปการเฝ้าระวัง (AI summary & surveillance)
   - ติดต่อเรา (Contact us)



3. Menu สาระหน้ารู้และข่าว เป็นข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับโรคและเชื้อไข้หวัดนก และข้อมูลการระบาด ข้อมูลการวิจัย และสถานการณ์ปัจจุบัน

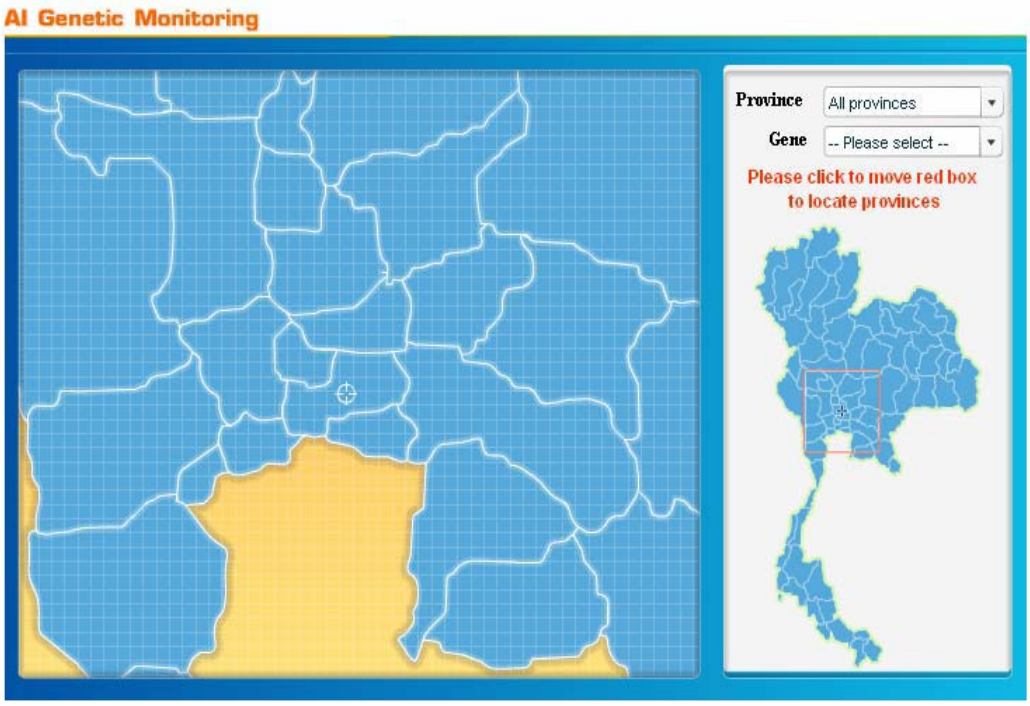


รายละเอียดขั้นตอนการนำไปสู่ฐานข้อมูลรหัสพันธุกรรมของเชื้อไข้หวัดนกในประเทศไทย ที่เผยแพร่ใน http://www.thai-ai-database.org

4. Menu ตรวจสอบการกลายพันธุ์ ประกอบด้วย

4.1 หน้าค้นหา (AI genetic monitoring) ซึ่งประกอบด้วย

- แผนที่ประเทศไทย (ทั้งส่วนภาพรวม (ขวามือ) และส่วนขยาย (ซ้ายมือ)
- ส่วนค้นหา โดยสามารถตรวจสอบการกลายพันธุ์ได้จาก
  - จังหวัดที่พบเชื้อ (Province)
  - ยีนที่สนใจ (Gene)



4.2 หน้าแสดงผล ซึ่งประกอบด้วย

- ส่วนแสดงผลสรุปจำนวนตัวอย่างที่ได้จากการค้นหา (ตามจังหวัดหรือยีน)
- ตารางแสดงผลการตรวจสอบการกลายพันธุ์ในแต่ยีน



Province	Bangkok
Number of sample	14 sample(s)

NA GENE

Virus	Isolate Description	••	NA stalk region (49-68)	Oseltamivir resistance			
				119	275	293	295
CU-03	A/Chicken/Bangkok/CU-3/04	2547	20 amino acid deletion	E	H	R	N
CU-04	A/Crow/Bangkok/CU-4/04	2547	20 amino acid deletion	E	H	R	N
CU-06	A/Chicken/Bangkok/CU-6/04	2547	20 amino acid deletion	E	H	R	N
CU-15	A/Crow/Bangkok/CU-15/04	2547	20 amino acid deletion	E	H	R	N
CU-16	A/White Peafowl/Bangkok/CU-16/04	2547	20 amino acid deletion	E	H	R	N
CU-18	A/Kalji Pheasant/Bangkok/CU-18/04	2547	20 amino acid deletion	E	H	R	N
CU-20	A/Chicken/Bangkok/CU-20/04	2547	20 amino acid deletion	E	H	R	N
CU-21	A/Chicken/Bangkok/CU-21/04	2547	20 amino acid deletion	E	H	R	N
CU-25	A/Crow/Bangkok/CU-25/04	2547	20 amino acid deletion	E	H	R	N
CU-26	A/Roller/Bangkok/CU-26/04	2547	20-amino acid deletion	E	H	R	N
CU-269	A/Chicken/Bangkok/CU-269/06	2549	20-amino acid deletion	E	H	R	N
CU-29	A/White Peafowl/Bangkok/CU-29/04	2547	20 amino acid deletion	E	H	R	N
CU-329	A/Duck/Bangkok/CU-329/06	2549	20-amino acid deletion	E	H	R	N
CU-35	A/Crow/Bangkok/CU-35/04	2547	20 amino acid deletion	E	H	R	N

รายละเอียดขั้นตอนการนำไปสู่ฐานข้อมูลรหัสพันธุกรรมของเชื้อไข้หวัดนกในประเทศไทย ที่เผยแพร่ใน http://www.thai-ai-database.org

5. Menu ค้นหารหัสพันธุกรรม ประกอบด้วย

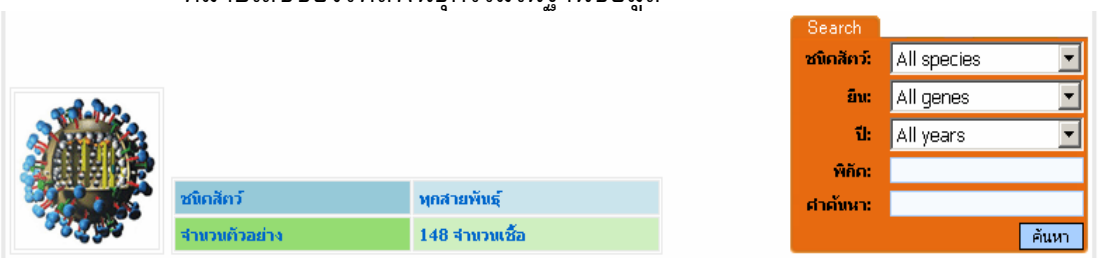
5.1 หน้าค้นหา (AI gene sequence) ซึ่งประกอบด้วย

- ส่วนค้นหา โดยสามารถตรวจสอบค้นหารหัสพันธุกรรมได้จาก
  - ชนิดสัตว์ (Host)
  - ยีนที่สนใจ (Gene)
  - ปีที่พบเชื้อ (Year)
  - พิกัด (GIS)
  - คำค้นหา (Key word)



5.2 หน้าแสดงผล ซึ่งประกอบด้วย

- ส่วนแสดงผลสรุปจำนวนตัวอย่างที่ได้จากการค้นหา
- ตารางแสดงผลการค้นหารหัสพันธุกรรม ประกอบด้วย ชื่อตัวอย่าง ปี พิกัด และหมายเลขของรหัสพันธุกรรมในฐานข้อมูล



ตัวอย่าง	ชื่อตัวอย่าง	ปี	พิกัด	หมายเลขของลำดับเบสในฐานข้อมูล							
				HA	NA	M	NS	PB2	PB1	PA	NP
CU-01	A/Chicken/Suphan Buri/CU-1/04	2547	14.471245 100.129459	DQ083550	DQ083586	DQ083660	DQ083622	CU01PB2	CU01PB1	CU01PA	CU01NP
CU-02	A/Duck/Chon Buri/CU-2/04	2547	13.368448 100.9872	AY779048	AY779049	DQ083696	DQ083658				
CU-03	A/Chicken/Bangkok/CU-3/04	2547	13.730775 100.521005	DQ083551	DQ083587	DQ083661	DQ083623				
CU-04	A/Crow/Bangkok/CU-4/04	2547	13.730775 100.521005	DQ083552	DQ083588	DQ083662	DQ083624	CU04PB2	CU04PB1	CU04PA	CU04NP
CU-05	A/Duck/Chon Buri/CU-5/04	2547	13.368448 100.9872	DQ083553	DQ083589	DQ083663	DQ083625				
CU-06	A/Chicken/Bangkok/CU-6/04	2547	13.730775 100.521005	DQ083554	DQ083590	DQ083664	DQ083626				
CU-07	A/Chicken/Chon Buri/CU-7/04	2547	13.368448 100.9872	DQ083555	DQ083591	DQ083665	DQ083627				
CU-08	A/Chicken/Prachin Buri/CU-8/04	2547	14.048680 101.377870	DQ083556	DQ083592	DQ083666	DQ083628				
CU-09	A/Chicken/Suphan Buri/CU-9/04	2547	14.471198 100.129404	DQ083557	DQ083593	DQ083667	DQ083629				
CU-10	A/Chicken/Chachoengsao/CU-10/04	2547	13.679070 101.075800	DQ083558	DQ083594	DQ083668	DQ083630	CU10PB2	CU10PB1	CU10PA	CU10NP

ภาคผนวก ง

รายละเอียดส่วนแสดงผลการสร้างฐานข้อมูลรหัสพันธุกรรมของเชื้อไข้หวัดนกในประเทศไทย ที่เผยแพร่ใน http://www.thai-ai-database.org

เมนูหลัก (ภาษาไทย)



สาระน่ารู้เกี่ยวกับเชื้อไวรัสไข้หวัดนกสายพันธุ์ H5N1

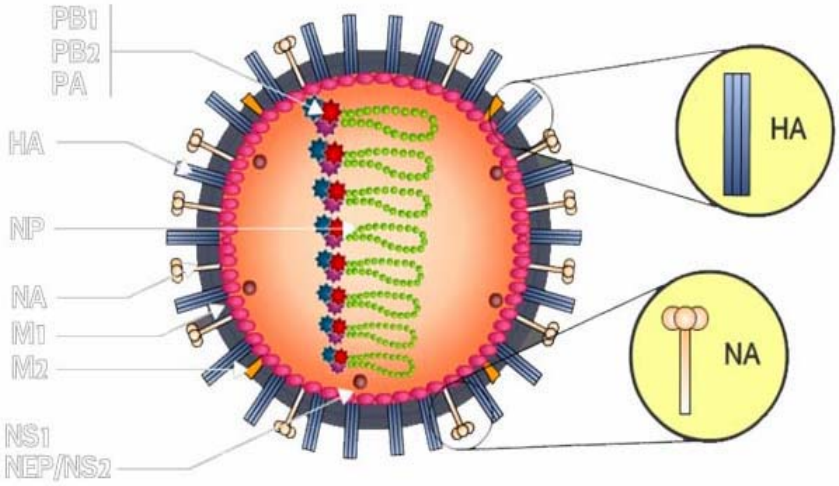
สาเหตุของโรคไข้นกวัก



โรคไข้หวัดนก (Avian Influenza) เกิดจากเชื้อไวรัส Influenza type A เชื้อไวรัสชนิดนี้สามารถแบ่งออกเป็น subtype ตามชนิดของแอนติเจน hemagglutinin (H) และ neuraminidase (N) โดยที่สามารถแบ่งได้เป็นหลาย subtype คือ H1-16 และ N1-9 เชื้อไวรัสไข้หวัดนกสายพันธุ์ H5N1 เป็น subtype ที่มีความสำคัญในด้านการผลิตสัตว์ และการสาธารณสุข เนื่องจากเชื้อไวรัสสายพันธุ์นี้สามารถทำให้เกิดโรคไข้หวัดนกในสัตว์ปีก และสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมหลายชนิด รวมทั้งคน โดยองค์การโรคระบาดสัตว์ระหว่างประเทศ (Office International des Epizooties (OIE)) ได้จัดให้โรคไข้หวัดนกอยู่ในกลุ่ม list A ซึ่งเป็นกลุ่มโรคที่มีความรุนแรง แพร่กระจายอย่างรวดเร็วและทำให้เกิดความเสียหาย ทางด้านเศรษฐกิจและสาธารณสุข ในประเทศไทยโรคไข้หวัดนก หรือ เอเวียนอินฟลูเอนซ่า (Avian Influenza) ถูกจัดให้เป็นโรคระบาดสัตว์ ในพระราชบัญญัติโรคระบาดสัตว์ ตามกฎกระทรวงว่าด้วยโรคระบาดสัตว์เพิ่มเติม พ.ศ. 2545 (ประกาศในราชกิจจานุเบกษา ลงวันที่ 15 ธันวาคม 2545) ซึ่งโรคไข้หวัดนกเดิมเรียกว่า โรค Fowl plague

ลักษณะทางไวรัสวิทยาของเชื้อไวรัสไข้นกวัก

เชื้อไวรัสไข้หวัดนก (Avian Influenza virus) เป็นเชื้อไวรัสในกลุ่มที่เรียกว่า Influenza A virus ซึ่งอยู่ในกลุ่มของเชื้อไวรัสไข้หวัด หรือ อินฟลูเอนซ่า (Influenza)
เชื้อ Influenza virus เป็น enveloped virus ซึ่งเป็น single stranded RNA virus เชื้อไวรัสชนิดนี้จัดอยู่ใน family Orthomyxoviridae ประกอบด้วย 3 genus คือ Influenza A B C โดยจำแนกตามความแตกต่างในการกระตุ้นภูมิคุ้มของโปรตีน (antigenic difference) ความแตกต่างของโปรตีนบริเวณผิวนอกของไวรัส (variability of surface glycoproteins) การจัดเรียงตัวของยีน (genome organization) และลักษณะรูปร่างของเชื้อไวรัส (morphology) เชื้อไวรัส Influenza A ทำให้เกิดการระบาดของโรคไข้หวัดในแต่ละปี และยังทำให้เกิดการระบาดครั้งใหญ่ (pandemic outbreaks) ส่วนเชื้อไวรัส Influenza B และ C มีความสำคัญน้อย ส่วนใหญ่เป็นสาเหตุของโรคไข้หวัดที่ไม่แสดงอาการรุนแรง



เชื้อ Influenza virus เป็น enveloped virus ซึ่งเป็น single stranded RNA virus มีรูปทรงกลม (spherical) หรือบางครั้งมีรูปทรงไม่แน่นอน (pleomorphic) มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 80-120 นาโนเมตร รูปร่างและโครงสร้างของเชื้อไวรัส Influenza ได้แสดงไว้ในภาพประกอบ โดยเชื้อไวรัส Influenza เป็นเชื้อไวรัสที่มียีนแบบท่อน (segmented genome) โดยประกอบด้วย RNA segment จำนวน 8 ยีน คือ Polymerase Basic protein 1 and 2 gene (PB1) (PB2) Polymerase gene (PA) Hemagglutinin gene (HA) Nucleoprotein gene (NP) Neuraminidase gene (NA) Matrix protein gene (M) Nonstructural protein gene (NS) โครงสร้างผิวนอกของเชื้อไวรัส ประกอบด้วยโปรตีน 3 ชนิดคือ HA, NA และ M2 Ion channel โดยที่ RNA segments จะบรรจุอยู่ใน viral core โดยมีโปรตีนห่อหุ้มยีนอยู่ภายในประกอบเป็น Ribonucleoprotein

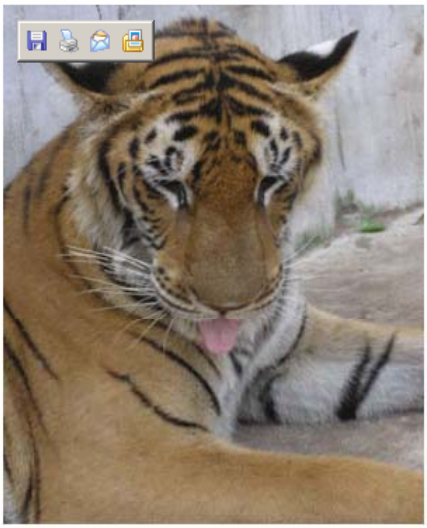
การระบาดของเชื้อไข้นวัดนกสายพันธุ์ H5N1 ในประเทศไทย

ต้นปี 2547 พบการระบาดของโรคไข้หวัดนก H5N1 ในสัตว์ปีกและคนในแถบทวีปเอเชีย 8 ประเทศ ได้แก่ กัมพูชา จีน อินโดนีเซีย ญี่ปุ่น ลาว เกาหลีใต้ เวียดนาม รวมทั้งประเทศไทย และได้มีการทำลายสัตว์ปีกไปเป็นจำนวนมากกว่า 100 ล้านตัว จากนั้นเดือนมิถุนายน 2547 พบการระบาดเพิ่มขึ้นอีกครั้ง ในหลายประเทศแถบทวีปเอเชีย ได้แก่ มาเลเซีย มองโกเลีย รัสเซีย (ไซบีเรีย) จีน รวมทั้งในปี 2548-2549 ได้มีการแพร่ระบาดของโรคไข้หวัดนกใน สัตว์ปีกและคน ไปยังหลายประเทศในเอเชีย ยุโรป และ แอฟริกา ในระหว่างปี 2546-2550 ได้มีรายงานของผู้ติดเชื้อไวรัสไข้หวัดนกในประเทศต่างๆ จำนวน 291 รายและเสียชีวิต 172 ราย (ณ วันที่ 11 เมษายน 2550)

การระบาดของเชื้อไวรัสไข้หวัดนก H5N1 ในประเทศไทยได้สร้างความเสียหายทั้งด้านเศรษฐกิจและสาธารณสุข โดยพบว่าตั้งแต่ต้นปี 2547 จนถึงปัจจุบัน (เมษายน 2550) ประเทศไทยมีรายงานของผู้ติดเชื้อไวรัสไข้หวัดนก (H5N1) ทั้งหมด 25 ราย และเสียชีวิต 17 ราย (รายงานเมื่อวันที่ 11 เมษายน 2550) (WHO, 2007) จากรายงานพบว่าผู้ป่วยและเสียชีวิตได้สัมผัสหรือทำงานใกล้ชิดกับไก่ ขณะเดียวกันโรคไข้หวัดนกยังมีผลกระทบต่ออุตสาหกรรมการเลี้ยงไก่ และการส่งออก เช่น การกำจัดสัตว์ปีกในรัศมีบริเวณที่มีการระบาดของโรค การงดการนำเข้าเนื้อไก่จากกลุ่มประเทศต่าง ๆ และการลดการบริโภคเนื้อไก่ของประชาชนในประเทศ ด้วยเหตุนี้จึงทำให้มีการกำหนดมาตรการต่างๆของรัฐ ทั้งในส่วนของกระทรวงเกษตรและสหกรณ์ และกระทรวงสาธารณสุข ในการควบคุมและป้องกันการระบาด ของโรค ตัวอย่างเช่น กรมปศุสัตว์ได้กำหนดมาตรการการดำเนินงานแก้ปัญหาไข้หวัดนกของประเทศ เช่น มาตรการการเฝ้าระวังและค้นหาโรคไข้หวัดนก มาตรการการควบคุมเคลื่อนย้ายสัตว์ปีกและผลิตภัณฑ์สัตว์ปีก มาตรการการทำลายสัตว์และการจ่ายค่าชดเชย มาตรการการทำความสะอาดและทำลายเชื้อ มาตรการการควบคุมโรงฆ่าสัตว์ปีกและโรงงานแปรรูป มาตรการการปรับปรุงและพัฒนาระบบการเลี้ยงสัตว์ปีก ดังนั้นจึงนับได้ว่าโรคไข้หวัดนกเป็น emerging disease ที่กำลังเป็นปัญหาสำคัญทางด้านเศรษฐกิจและการสาธารณสุขในขณะนี้

เชื้อไวรัสไข้หวัดนกสายพันธุ์ H5N1 สามารถ แบ่งออกเป็นกลุ่มต่างๆ ตามการเปรียบเทียบรหัสพันธุกรรมและภูมิภาคการระบาด โดยแบ่งได้เป็น **กลุ่มที่ 1** เป็นเชื้อไวรัส ที่ระบาดจากประเทศจีนตอนใต้ และแพร่ไปยังญี่ปุ่น เกาหลี เวียดนาม กัมพูชา ลาว **กลุ่มที่ 2 กลุ่มย่อย 1** เป็นเชื้อไวรัส genotype Z ที่ระบาดในประเทศ อินโดนีเซีย โดยที่เชื้อไวรัสมีรหัสพันธุกรรมใกล้เคียงกับเชื้อไวรัสจาก Yunan และ Hunan ในประเทศจีน **กลุ่มที่ 2 กลุ่มย่อย 2** เป็นเชื้อไวรัสที่ระบาดในกลุ่ม ประเทศไทยและเวียดนาม รวมทั้ง มาเลเซีย กัมพูชา เชื้อไวรัสกลุ่มนี้เป็นเชื้อใน genotype Z เช่นกัน **กลุ่มที่ 2 กลุ่มย่อย 3** เป็นเชื้อไวรัสใน genotype Z ที่ระบาดในกลุ่มประเทศยุโรป และ แอฟริกา เชื้อไวรัสมีรหัสพันธุกรรมใกล้เคียงกับเชื้อไวรัสจาก Qinghai ในประเทศจีน

การแพร่ระบาดของเชื้อไวรัสไข้นวัดนกสายพันธุ์ H5N1 ในสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมในประเทศไทย



ในประเทศไทยต้นปี พ.ศ. 2547 สัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมชนิดแรกที่มีรายงานการ ติดเชื้อคือ เสือดาวและเสือโคร่ง ในสวนสัตว์จังหวัดสุพรรณบุรี ประวัติการติดเชื้อของเสือเกิดจากการกินซากโครงไก่ที่ตายจากโรงฆ่าสัตว์ ผลการศึกษารหัสพันธุกรรมของ เชื้อไวรัส พบว่า เชื้อไวรัสจากเสือมีลักษณะทางพันธุกรรมใกล้เคียงกับ เชื้อไวรัสจากไก่ ที่ทำให้เกิดการระบาดของโรคไข้หวัดนกในช่วงเวลาเดียวกัน

ในปีเดียวกันได้มีการระบาดของโรคไข้หวัดนกในเสือโคร่ง ที่สวนเสือศรีราชา จังหวัดชลบุรี ซึ่งทำให้เสือโคร่งจำนวน 147 ตัวจาก 441 ตัว เสียชีวิตจากโรคไข้หวัดนก และการทำลาย เพื่อหยุดยั้งการระบาดของโรค เสือดังกล่าวมีประวัติ การติดเชื้อจาก การกินซากไก่ ที่ติดเชื้อไข้หวัดนกสายพันธุ์ H5N1 ทำให้มีการเปลี่ยนอาหารจากซากไก่สดมาเป็นไก่ ที่ผ่านความร้อนให้สุก อย่างไรก็ตามหลังจากนั้นประมาณ 12 วัน หลังจากที่เปลี่ยนอาหาร ก็ยังพบเสือที่ติดเชื้อไข้หวัดนกสายพันธุ์ H5N1 อยู่ ทำให้สันนิษฐานได้ว่าเชื้อไวรัส สามารถติดต่อจากเสือตัวหนึ่งไปสู่เสืออีกตัวหนึ่ง

ในต้นปี พ.ศ.2547 มีรายงานการพบการติดเชื้อ H5N1 ในแมว โดยแมวได้ไปกินซากนกพิราบที่ติดเชื้อหลังจากนั้น5 วันจึงมีอาการไข้สูง ชัก กล้ามเนื้อทำงานไม่ประสานกัน และหลังจากนั้นอีกสองวันจึงเสียชีวิต ในพื้นที่ที่แมวเสียชีวิตพบนกพิราบเสียชีวิตอีกหลาย ตัว ผลจากการผ่าซากแมวพบว่ามีเลือดคั่งอยู่ในสมอง เยื่อตาขาวอักเสบ น้ำท่วมปอด ปอดบวม เลือดออกในไต และมีจุดเลือดออกในเยื่อบุลำไส้ นอกจากนี้ยังสามารถแยก เชื้อไวรัส และพบว่าเชื้อไวรัสไข้หวัดนกในแมว และนกพิราบมีสายพันธุ์ที่ใกล้เคียงกัน

นอกจากนี้การติดเชื้อในสุนัขที่มีรายงานในประเทศไทยนั้นพบในปลายปี พ.ศ. 2547 ซึ่งเป็นสุนัขในจังหวัดสุพรรณบุรี โดยสุนัขได้ไปกินซากเป็ดที่ตายจากการติดเชื้อ ไข้หวัดนกสายพันธุ์ H5N1 หลังจากสุนัขกินซากเป็ด 5 วัน สุนัขเริ่มมีอาการของไข้สูง หายใจขัด ซึมและเสียชีวิตในวันถัดมา จากการผ่าซากสุนัขที่เสียชีวิตพบว่าสุนัข มีอาการปอดบวม และน้ำท่วมปอด เลือดออกในม้าม ไต และตับ ซึ่งได้รับการตรวจ ยืนยันด้วยวิธี immunohistochemistry รวมทั้งได้ทำการตรวจหาเชื้อไข้หวัดนกสายพันธุ์ H5N1 ในอวัยวะต่าง ๆ โดยพบเชื้อในปอด ตับ ไตและปัสสาวะ จากการศึกษา รหัสพันธุกรรมของไวรัส พบว่า เป็นเชื้อไวรัสไข้หวัดนกสายพันธุ์ H5N1 ที่ระบาด ในช่วงเวลาเดียวกัน

การศึกษาในเสือ แมว และสุนัขที่ผ่านมานั้น แสดงให้เห็นว่าเชื้อไข้หวัดนกสายพันธุ์ H5N1 สามารถกระจายไปได้ทุกอวัยวะและสามารถแพร่กระจายระหว่างสัตว์ที่ติดเชื้อนั้น ๆ ถึงแม้ว่ายังไม่มีรายงานการติดเชื้อจากแมว สุนัข หรือเสือมายังมนุษย์แต่สิ่งหนึ่งที่ควรคำนึงถึงคือมีสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมชนิดอื่นๆ นอกจากสัตว์ปีกสามารถติดเชื้อไข้หวัดนกสายพันธุ์ H5N1 ได้ ซึ่งจำเป็นอย่างยิ่งต่อการเฝ้าระวังการแพร่ระบาดของเชื้อไวรัสชนิดนี้

Copyright © 2006 CHULALONGKORN UNIVERSITY All rights reserved.

รู้ทันไข้หวัดนก

สถานการณ์ปัจจุบัน



* นักวิจัยจากจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย และมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ได้รายงานเชื้อไข้หวัดนกสายพันธุ์ H5N1 ชนิดใหม่ในประเทศไทย เชื้อไวรัส A/chicken/Thailand/NP-172/2006 เป็นเชื้อไวรัสที่แยกได้จากไก่ จากจังหวัดนครพนม เป็นเชื้อไข้หวัดนกสายพันธุ์ H5N1 genotype V ซึ่งแตกต่างจากเชื้อไข้หวัดนกที่ทำให้เกิดการระบาดส่วนใหญ่ที่เป็น genotype Z ผลงานวิจัยนี้ได้ตีพิมพ์ในวารสาร Emerging Infectious Disease, Vol 13, March 2007

... [รายละเอียด]

สถานการณ์ปัจจุบัน



* นักวิจัยจากประเทศไทย รายงานการติดเชื้อไข้หวัดนกในสุนัขและแมว ในปี 2004 นอกจากการระบาดของโรคไข้หวัดนกในสัตว์ปีกแล้ว ยังพบการเกิดโรคในสุนัขและแมวในจังหวัดสุพรรณบุรี จากการศึกษารหัสพันธุกรรม พบว่าเชื้อไข้หวัดนกจากสุนัขและแมว มีลักษณะคล้ายกับเชื้อไข้หวัดนกจากไก่และนกพิราบในช่วงการระบาดเดียวกัน ผลการวิจัยได้ตีพิมพ์ในวารสาร Emerging Infectious Disease, Vol 12, April 2006. and Vol 12, November 2006.

... [รายละเอียด]

รายงานการเฝ้าระวังการกลายพันธุ์ของเชื้อไข้นวัดนก





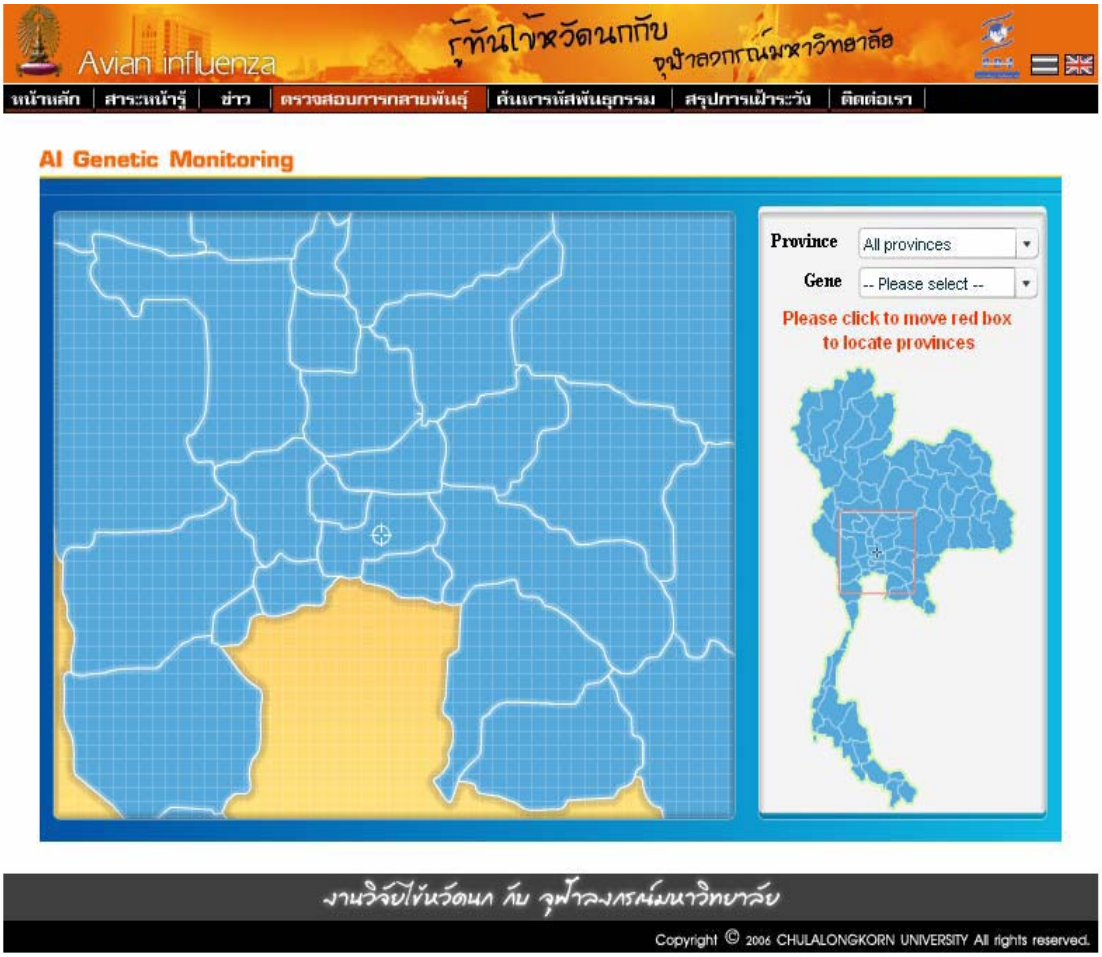


*การเฝ้าระวังการกลายพันธุ์ของเชื้อไข้หวัดนกในประเทศไทย เริ่มดำเนินการตั้งแต่ ปี พ.ศ. 2547 โดยการเฝ้าระวังการกลายพันธุ์ จะเป็นการตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงรหัสพันธุกรรมของเชื้อไวรัส ณ. จุดต่างๆ ในยีนทั้ง 8 ยีน ซึ่งสามารถแสดงถึงคุณสมบัติและความรุนแรงของเชื้อไวรัส ผลการเฝ้าระวังการกลายพันธุ์ของเชื้อไวรัส สามารถนำไปใช้เป็นข้อมูล ในการป้องกันการแพร่ระบาดอย่างรุนแรงของเชื้อไวรัสในสัตว์ปีกและคน

*จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยได้ถอดรหัสพันธุกรรมของเชื้อไข้หวัดนก สายพันธุ์ H5N1 ที่แยกได้จากสัตว์ปีกชนิดต่างๆ ในประเทศไทย จำนวนมากกว่า 140 ตัวอย่าง ผลการศึกษายัง**ไม่พบการกลายพันธุ์** ของเชื้อไวรัสไข้หวัดนก ซึ่งผู้ที่สนใจรายละเอียดของรหัสพันุกรรมและผลการเฝ้าระวังการกลายพันธุ์สามารถเข้าไปหาข้อมูลเพิ่มเติมได้ที่หัวข้อ **ค้นหารหัสพันธุกรรม** และ **ตรวจสอบการกลายพันธุ์**

... [รายละเอียด]

ตรวจสอบการกลายพันธุ์ (ภาษาไทย)



ตารางแสดงผลการตรวจสอบการกลายพันธุ์ (ภาษาไทย)

Avian influenza — Chulalongkorn University Avian Influenza Database



Province	Bangkok
Number of sample	14 sample(s)

NA GENE

Virus	Isolate Description	••	NA stalk region (49-68)	Oseltamivir resistance			
				119	275	293	295
CU-03	A/Chicken/Bangkok/CU-3/04	2547	20 amino acid deletion	E	H	R	N
CU-04	A/Crow/Bangkok/CU-4/04	2547	20 amino acid deletion	E	H	R	N
CU-06	A/Chicken/Bangkok/CU-6/04	2547	20 amino acid deletion	E	H	R	N
CU-15	A/Crow/Bangkok/CU-15/04	2547	20 amino acid deletion	E	H	R	N
CU-16	A/White Peafowl/Bangkok/CU-16/04	2547	20 amino acid deletion	E	H	R	N
CU-18	A/Kalji Pheasant/Bangkok/CU-18/04	2547	20 amino acid deletion	E	H	R	N
CU-20	A/Chicken/Bangkok/CU-20/04	2547	20 amino acid deletion	E	H	R	N
CU-21	A/Chicken/Bangkok/CU-21/04	2547	20 amino acid deletion	E	H	R	N
CU-25	A/Crow/Bangkok/CU-25/04	2547	20 amino acid deletion	E	H	R	N
CU-26	A/Roller/Bangkok/CU-26/04	2547	20-amino acid deletion	E	H	R	N
CU-269	A/Chicken/Bangkok/CU-269/06	2549	20-amino acid deletion	E	H	R	N
CU-29	A/White Peafowl/Bangkok/CU-29/04	2547	20 amino acid deletion	E	H	R	N
CU-329	A/Duck/Bangkok/CU-329/06	2549	20-amino acid deletion	E	H	R	N
CU-35	A/Crow/Bangkok/CU-35/04	2547	20 amino acid deletion	E	H	R	N

HA GENE

Virus	Isolate Description	••	Connecting peptide sequences (323-329)	Receptor binding site		Glycosylation site						Amino acids under positive selection pressure						
				222	224	10-12	11-13	22-24	154-156	165-167	193-195	286-288	Antigenic site E (83)	Antigenic site E (86)	Antigenic site A (138)	Antigenic site A (140)	Antigenic site A (141)	Receptor binding (129)	Receptor binding (175)
CU-03	A/Chicken/Bangkok/CU-3/04	2547	RERRRKK	Q	G	N-S	N-T	N-T	N-T	N-T	N-T	N-S	A	V	Q	K	S	L	L
CU-04	A/Crow/Bangkok/CU-4/04	2547	RERRRKK	Q	G	N-S	N-T	N-T	N-T	N-T	N-T	N-S	A	V	Q	K	S	L	L
CU-06	A/Chicken/Bangkok/CU-6/04	2547	RERRRKK	Q	G	N-S	N-T	N-T	N-T	N-T	N-T	N-S	A	V	Q	K	S	L	L
CU-15	A/Crow/Bangkok/CU-15/04	2547	RERKRKK*	Q	G	N-S	N-T	N-T	N-T	N-T	N-T	N-S	A	V	Q	K	S	L	L
CU-16	A/White Peafowl/Bangkok/CU-16/04	2547	RERKRKK*	Q	G	N-S	N-T	N-T	N-T	N-T	N-T	N-S	A	V	Q	K	S	L	L
CU-18	A/Kalji Pheasant/Bangkok/CU-18/04	2547	RERKRKK*	Q	G	N-S	N-T	N-T	N-T	N-T	N-T	N-S	A	V	Q	K	S	L	L
CU-20	A/Chicken/Bangkok/CU-20/04	2547	RERRRKK	Q	G	N-S	N-T	N-T	N-T	N-T	N-T	N-S	A	V	Q	K	S	L	L
CU-21	A/Chicken/Bangkok/CU-21/04	2547	RERRRKK	Q	G	N-S	N-T	N-T	N-T	N-T	N-T	N-S	A	V	Q	K	S	L	L
CU-25	A/Crow/Bangkok/CU-25/04	2547	RERRRKK	Q	G	N-S	N-T	N-T	N-T	N-T	N-T	N-S	A	V	Q	K	S	L	L
CU-26	A/Roller/Bangkok/CU-26/04	2547	N/A	Q	G	N-S	N-T	N-T	N-T	N-T	N-T	N-S	A	V	Q	K	S	L	L
CU-29	A/White Peafowl/Bangkok/CU-29/04	2547	RERKRKK*	Q	G	N-S	N-T	N-T	N-T	N-T	N-T	N-S	A	V	Q	K	S	L	L
CU-329	A/Duck/Bangkok/CU-329/06	2549	RERRKK	Q	G	N-S	N-T	N-T	N-T	N-T	N-T	N-S	A	A	L	N	P	L	L
CU-35	A/Crow/Bangkok/CU-35/04	2547	REKRRKK*	Q	G	N-S	N-T	N-T	N-T	N-T	N-T	N-S	A	V	Q	K	S	L	L

NS GENE

Virus	Isolate Description	••	Amino acid deletion in NS1 (80-84)	Virulence determinant	
				Amino acid residue in NS1 (92)	Carboxy-terminal of NS1
CU-03	A/Chicken/Bangkok/CU-3/04	2547	5 amino acid deletion	D	ESEV
CU-04	A/Crow/Bangkok/CU-4/04	2547	5 amino acid deletion	D	ESEV
CU-06	A/Chicken/Bangkok/CU-6/04	2547	5 amino acid deletion	D	ESEV
CU-15	A/Crow/Bangkok/CU-15/04	2547	5 amino acid deletion	D	ESEV
CU-16	A/White Peafowl/Bangkok/CU-16/04	2547	5 amino acid deletion	D	ESEV
CU-18	A/Kalji Pheasant/Bangkok/CU-18/04	2547	5 amino acid deletion	D	ESEV
CU-20	A/Chicken/Bangkok/CU-20/04	2547	5 amino acid deletion	D	ESEV
CU-21	A/Chicken/Bangkok/CU-21/04	2547	5 amino acid deletion	D	ESEV
CU-25	A/Crow/Bangkok/CU-25/04	2547	5 amino acid deletion	D	ESEV
CU-26	A/Roller/Bangkok/CU-26/04	2547	5 amino acid deletion	D	ESEV
CU-269	A/Chicken/Bangkok/CU-269/06	2549	5-amino acid deletion	D	ESEV
CU-29	A/White Peafowl/Bangkok/CU-29/04	2547	5 amino acid deletion	D	ESEV
CU-329	A/Duck/Bangkok/CU-329/06	2549	5 amino acid deletion	D	ESEV
CU-35	A/Crow/Bangkok/CU-35/04	2547	5 amino acid deletion	D	ESEV

M GENE

Virus	Isolate Description	••	Amantadine resistance						Human/Avian like characteristics		
			26	27	30	31	64	66	Amino acid residue in M2 (16)	Amino acid residue in M2 (28)	Amino acid residue in M2 (55)
CU-03	A/Chicken/Bangkok/CU-3/04	2547	I	V	A	N	A	A	E	V	L
CU-04	A/Crow/Bangkok/CU-4/04	2547	I	V	A	N	A	A	E	V	L
CU-06	A/Chicken/Bangkok/CU-6/04	2547	I	V	A	N	A	A	E	V	L
CU-15	A/Crow/Bangkok/CU-15/04	2547	I	V	A	N	A	A	E	V	L
CU-16	A/White Peafowl/Bangkok/CU-16/04	2547	I	V	A	N	A	A	E	V	L
CU-18	A/Kalji Pheasant/Bangkok/CU-18/04	2547	I	V	A	N	A	A	E	V	L
CU-20	A/Chicken/Bangkok/CU-20/04	2547	I	V	A	N	A	A	E	V	L
CU-21	A/Chicken/Bangkok/CU-21/04	2547	I	V	A	N	A	A	E	V	L
CU-25	A/Crow/Bangkok/CU-25/04	2547	I	V	A	N	A	A	E	V	L
CU-26	A/Roller/Bangkok/CU-26/04	2547	I	V	A	N	A	A	E	V	L
CU-269	A/Chicken/Bangkok/CU-269/06	2549	I	V	A	N	A	A	E	V	L
CU-29	A/White Peafowl/Bangkok/CU-29/04	2547	I	V	A	N	A	A	E	V	L
CU-329	A/Duck/Bangkok/CU-329/06	2549									
CU-35	A/Crow/Bangkok/CU-35/04	2547	I	V	A	N	A	A	E	V	L

ตารางแสดงผลการตรวจสอบการกลายพันธุ์ (ภาษาไทย)

PB1 GENE

Virus	Isolate Description	**	Virulence determinant		Function unknown						
			Amino acid residue in PB1 (198)	Amino acid residue in PB1 (317)	Amino acid residue in PB1 (23)	Amino acid residue in PB1 (33)	Amino acid residue in PB1 (79)	Amino acid residue in PB1 (84)	N/A	N/A	N/A
CU-03	A/Chicken/Bangkok/CU-3/04	2547									
CU-04	A/Crow/Bangkok/CU-4/04	2547	K	M	P	G	P	Q			
CU-06	A/Chicken/Bangkok/CU-6/04	2547									
CU-15	A/Crow/Bangkok/CU-15/04	2547	K	M	P	G	P	Q			
CU-16	A/White Peafowl/Bangkok/CU-16/04	2547	K	M	P	G	P	Q			
CU-18	A/Kalji Pheasant/Bangkok/CU-18/04	2547	K	M	P	G	P	Q			
CU-20	A/Chicken/Bangkok/CU-20/04	2547									
CU-21	A/Chicken/Bangkok/CU-21/04	2547									
CU-25	A/Crow/Bangkok/CU-25/04	2547	K	M	P	G	P	Q			
CU-26	A/Roller/Bangkok/CU-26/04	2547	K	M	P	G	P	Q			
CU-269	A/Chicken/Bangkok/CU-269/06	2549									
CU-29	A/White Peafowl/Bangkok/CU-29/04	2547	K	M	P	G	P	Q			
CU-329	A/Duck/Bangkok/CU-329/06	2549									
CU-35	A/Crow/Bangkok/CU-35/04	2547									

PB2 GENE

Virus	Isolate Description	**	Virulence determinant		Human/Avian like characteristics						
			Amino acid residue in PB2 (627)	Amino acid residue in PB2 (355)	Amino acid residue in PB2 (199)	Amino acid residue in PB2 (661)	Amino acid residue in PB2 (667)	Amino acid residue in PB2 (702)	N/A	N/A	N/A
CU-03	A/Chicken/Bangkok/CU-3/04	2547									
CU-04	A/Crow/Bangkok/CU-4/04	2547	E	R	A	A	V	K			
CU-06	A/Chicken/Bangkok/CU-6/04	2547									
CU-15	A/Crow/Bangkok/CU-15/04	2547	E	R	A	A	V	K			
CU-16	A/White Peafowl/Bangkok/CU-16/04	2547	E	R	A	A	V	K			
CU-18	A/Kalji Pheasant/Bangkok/CU-18/04	2547	E	R	A	A	V	K			
CU-20	A/Chicken/Bangkok/CU-20/04	2547									
CU-21	A/Chicken/Bangkok/CU-21/04	2547									
CU-25	A/Crow/Bangkok/CU-25/04	2547	E	R	A	A	V	K			
CU-26	A/Roller/Bangkok/CU-26/04	2547	K	R	A	A	V	K			
CU-269	A/Chicken/Bangkok/CU-269/06	2549	E			A	V	K			
CU-29	A/White Peafowl/Bangkok/CU-29/04	2547	E	R	A	A	V	K			
CU-329	A/Duck/Bangkok/CU-329/06	2549									
CU-35	A/Crow/Bangkok/CU-35/04	2547									

NP GENE

Virus	Isolate Description	**	Human/Avian like characteristics			
			Amino acid residue in NP (136)	N/A	N/A	N/A
CU-03	A/Chicken/Bangkok/CU-3/04	2547				
CU-04	A/Crow/Bangkok/CU-4/04	2547	L			
CU-06	A/Chicken/Bangkok/CU-6/04	2547				
CU-15	A/Crow/Bangkok/CU-15/04	2547	L			
CU-16	A/White Peafowl/Bangkok/CU-16/04	2547	L			
CU-18	A/Kalji Pheasant/Bangkok/CU-18/04	2547	L			
CU-20	A/Chicken/Bangkok/CU-20/04	2547				
CU-21	A/Chicken/Bangkok/CU-21/04	2547				
CU-25	A/Crow/Bangkok/CU-25/04	2547	L			
CU-26	A/Roller/Bangkok/CU-26/04	2547	L			
CU-269	A/Chicken/Bangkok/CU-269/06	2549	L			
CU-29	A/White Peafowl/Bangkok/CU-29/04	2547	L			
CU-329	A/Duck/Bangkok/CU-329/06	2549	L			
CU-35	A/Crow/Bangkok/CU-35/04	2547				

PA GENE

Virus	Isolate Description	**	Human/Avian like characteristics			
			Amino acid residue in PA (409)	N/A	N/A	N/A
CU-03	A/Chicken/Bangkok/CU-3/04	2547				
CU-04	A/Crow/Bangkok/CU-4/04	2547	S			
CU-06	A/Chicken/Bangkok/CU-6/04	2547				
CU-15	A/Crow/Bangkok/CU-15/04	2547	S			
CU-16	A/White Peafowl/Bangkok/CU-16/04	2547	S			
CU-18	A/Kalji Pheasant/Bangkok/CU-18/04	2547	S			
CU-20	A/Chicken/Bangkok/CU-20/04	2547				
CU-21	A/Chicken/Bangkok/CU-21/04	2547				
CU-25	A/Crow/Bangkok/CU-25/04	2547	S			
CU-26	A/Roller/Bangkok/CU-26/04	2547	S			
CU-269	A/Chicken/Bangkok/CU-269/06	2549				
CU-29	A/White Peafowl/Bangkok/CU-29/04	2547	S			
CU-329	A/Duck/Bangkok/CU-329/06	2549				
CU-35	A/Crow/Bangkok/CU-35/04	2547				

งานวิจัยโรคอุบัติใหม่ กับ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Copyright © 2006 CHULALONGKORN UNIVERSITY All rights reserved.

ตารางแสดงผลการค้นหารหัสพันธุกรรม (ภาษาไทย)



ตัวอย่าง	ชื่อตัวอย่าง	ปี	พิกัด	หมายเลขของลำดับเบสในฐานข้อมูล							
				HA	NA	M	NS	PB2	PB1	PA	NP
CU-01	A/Chicken/Suphan Buri/CU-1/04	2547	14.471245 100.129459	DQ083550	DQ083586	DQ083660	DQ083622	CU01PB2	CU01PB1	CU01PA	CU01NP
CU-02	A/Duck/Chon Buri/CU-2/04	2547	13.368448 100.9872	AY779048	AY779049	DQ083696	DQ083658				
CU-03	A/Chicken/Bangkok/CU-3/04	2547	13.730775 100.521005	DQ083551	DQ083587	DQ083661	DQ083623				
CU-04	A/Crow/Bangkok/CU-4/04	2547	13.730775 100.521005	DQ083552	DQ083588	DQ083662	DQ083624	CU04PB2	CU04PB1	CU04PA	CU04NP
CU-05	A/Duck/Chon Buri/CU-5/04	2547	13.368448 100.9872	DQ083553	DQ083589	DQ083663	DQ083625				
CU-06	A/Chicken/Bangkok/CU-6/04	2547	13.730775 100.521005	DQ083554	DQ083590	DQ083664	DQ083626				
CU-07	A/Chicken/Chon Buri/CU-7/04	2547	13.368448 100.9872	DQ083555	DQ083591	DQ083665	DQ083627				
CU-08	A/Chicken/Prachin Buri/CU-8/04	2547	14.048680 101.377870	DQ083556	DQ083592	DQ083666	DQ083628				
CU-09	A/Chicken/Suphan Buri/CU-9/04	2547	14.471198 100.129404	DQ083557	DQ083593	DQ083667	DQ083629				
CU-10	A/Chicken/Chachoengsao/CU-10/04	2547	13.679070 101.075800	DQ083558	DQ083594	DQ083668	DQ083630	CU10PB2	CU10PB1	CU10PA	CU10NP
CU-11	A/Chicken/Chachoengsao/CU-11/04	2547	13.679070 101.075800	DQ083559	DQ083595	DQ083669	DQ083631	CU11PB2	CU11PB1	CU11PA	CU11NP
CU-12	A/Chicken/Nakhon Sawan/CU-12/04	2547	10.492447 99.177207	DQ083560	DQ083596	DQ083670	DQ083632				
CU-13	A/Chicken/Nakhon Sawan/CU-13/04	2547	10.492447 99.177207	DQ083561	DQ083597	DQ083671	DQ083633				
CU-14	A/Chicken/Nakhon Pathom/CU-14/04	2547	13.817814 100.064014	DQ083562	DQ083598	DQ083672	DQ083634				
CU-15	A/Crow/Bangkok/CU-15/04	2547	13.730775 100.521005	DQ083563	DQ083599	DQ083673	DQ083635	CU15PB2	CU15PB1	CU15PA	CU15NP
CU-16	A/White Peafowl/Bangkok/CU-16/04	2547	13.730775 100.521005	DQ083564	DQ083600	DQ083674	DQ083636	CU16PB2	CU16PB1	CU16PA	CU16NP
CU-17	A/Chicken/Saraburi/CU-17/04	2547	14.513047 100.913528	DQ083565	DQ083601	DQ083675	DQ083637	CU17PB2	CU17PB1	CU17PA	CU17NP
CU-18	A/Kalji Pheasant/Bangkok/CU-18/04	2547	13.730775 100.521005	DQ083566	DQ083602	DQ083676	DQ083638	CU18PB2	CU18PB1	CU18PA	CU18NP
CU-19	A/Ostrich/Samut Prakan/CU-19/04	2547	13.58804 100.603901	DQ083567	DQ083603	DQ083677	DQ083639	CU19PB2	CU19PB1	CU19PA	CU19NP
CU-20	A/Chicken/Bangkok/CU-20/04	2547	13.730775 100.521005	DQ083568	DQ083604	DQ083678	DQ083640				
CU-21	A/Chicken/Bangkok/CU-21/04	2547	13.730775 100.521005	AY779050	AY779051	DQ083697	DQ083659				
CU-23	A/Chicken/Ayutthaya/CU-23/04	2547	14.343974 100.561212	AY770991	AY770992	AY770998	AY770997	AY770993	AY770994	AY770995	AY770996
CU-24	A/Chicken/Ayutthaya/CU-24/04	2547	14.343974 100.561212	DQ083569	DQ083605	DQ083679	DQ083641				
CU-25	A/Crow/Bangkok/CU-25/04	2547	13.730775 100.521005	DQ083570	DQ083606	DQ083680	DQ083642	CU25PB2	CU25PB1	CU25PA	CU25NP
CU-26	A/Roller/Bangkok/CU-26/04	2547	13.730775 100.521005	DQ083571	DQ083607	DQ083681	DQ083643	CU26PB2	CU26PB1	CU26PA	CU26NP
CU-27	A/Chicken/Saraburi/CU-27/04	2547	14.513047 100.913528	DQ083572	DQ083608	DQ083682	DQ083644	CU27PB2	CU27PB1	CU27PA	CU27NP

CU-29	A/White Peafowl/Bangkok/CU-29/04	2547	13.730775 100.521005	DQ083573	DQ083609	DQ083683	DQ083645	CU29PB2	CU29PB1	CU29PA	CU29NP
CU-31	A/Ostrich/Samut Prakan/CU-31/04	2547	13.58804 100.603901	DQ083574	DQ083610	DQ083684	DQ083646	CU31PB2	CU31PB1	CU31PA	CU31NP
CU-35	A/Crow/Bangkok/CU-35/04	2547	13.730775 100.521005	DQ083575	DQ083611	DQ083685	DQ083647				
CU-38	A/Chicken/Lop Buri/CU-38/04	2547	14.793714 100.653898	DQ083576	DQ083612	DQ083686	DQ083648	CU38PB2	CU38PB1	CU38PA	CU38NP
CU-39	A/Chicken/Nakhon Sawan/CU-39/04	2547	15.700602 100.133819	DQ083577	DQ083613	DQ083687	DQ083649				
CU-68	A/Chicken/Ratchaburi/CU-68/04	2547	13.540000 99.819998	DQ083578	DQ083614	DQ083688	DQ083650				
CU-66 (T3)	A/Tiger/Chon Buri/CU-T3/04	2547	13.368448 100.987200	AY842935	AY842936	AY972547	AY907673	AY907672	AY972550	AY972549	AY972548
CU-71	A/Duck/Nakhon Pathom/CU-71/04	2547	12.237126 102.509063	DQ083579	DQ083615	DQ083689	DQ083651				
CU-73	A/Chicken/Chon Buri/CU-73/04	2547	13.368448 100.9872	DQ083580	DQ083616	DQ083690	DQ083652				
CU-74	A/Duck/Saraburi/CU-74/04	2547	14.513047 100.913528	DQ083581	DQ083617	DQ083691	DQ083653				
CU-104	A/Chicken/Prachin Buri/CU-104/04	2547	14.048680 101.377870	DQ083582	DQ083618	DQ083692	DQ083654				
CU-202	A/Pigeon/Samut Prakan/CU-202/04	2547	13.58804 100.603901	DQ083583	DQ083619	DQ083693	DQ083655				
CU-203	A/Sparrow/Phang-Nga/CU-203/04	2547	8.451362 98.533858	DQ083584	DQ083620	DQ083694	DQ083656				
CU-209	A/Mynas/Ranong/CU-209/04	2547	9.961652 98.638199	DQ083585	DQ083621	DQ083695	DQ083657				

1 2 3 4 หน้าถัดไป >>

ตัวอย่าง	ชื่อตัวอย่าง	ปี	พิกัด	หมายเลขของลำดับเบสในฐานข้อมูล							
				HA	NA	M	NS	PB2	PB1	PA	NP
CK-160	A/Chicken/Kanchanaburi/CK-160/05	2548	14.020000 99.529998	DQ334760	DQ334762	DQ334763	DQ334764	DQ334757	DQ334758	DQ334759	DQ334761
CK-162	A/Chicken/Nonthaburi/CK-162/05	2548	13.845466 100.524101	DQ334776	DQ334778	DQ334779	DQ334780	DQ334773	DQ334774	DQ334775	DQ334777
QA-161	A/Quail/Nakhon Pathom/QA-161/05	2548	13.817814 100.064014	DQ334768	DQ334770	DQ334771	DQ334772	DQ334765	DQ334766	DQ334767	DQ334769
DLD22	A/Duck/Unknown/DLD-22/04	2547		DLD22HA	DLD22NA	DLD22M	DLD22NS	DLD22PB2			
DLD23	A/Chicken/Unknown/DLD23/04	2547		DLD23HA	DLD23NA	DLD23M	DLD23NS	DLD23PB2			
DLD24	A/Chicken/Unknown/DLD24/04	2547		DLD24HA	DLD24NA	DLD24M	DLD24NS	DLD24PB2			
DLD25	A/Chicken/Unknown/DLD25/04	2547		DLD25HA	DLD25NA	DLD25M	DLD25NS	DLD25PB2			
DLD26	A/Chicken/Unknown/DLD26/04	2547		DLD26HA	DLD26NA	DLD26M	DLD26NS	DLD26PB2			
DLD27	A/Chicken/Unknown/DLD27/04	2547		DLD27HA	DLD27NA	DLD27M	DLD27NS	DLD27PB2			
DLD28	A/Chicken/Unknown/DLD28/04	2547		DLD28HA	DLD28NA	DLD28M	DLD28NS	DLD28PB2			
DLD29	A/Chicken/Unknown/DLD29/04	2547		DLD29HA	DLD29NA	DLD29M	DLD29NS	DLD29PB2			
DLD30	A/Chicken/Unknown/DLD30/04	2547		DLD30HA	DLD30NA	DLD30M	DLD30NS	DLD30PB2			
DLD31	A/Chicken/Unknown/DLD31/04	2547		DLD31HA	DLD31NA	DLD31M	DLD31NS	DLD31PB2			
DLD32	A/Goose/Unknown/DLD32/04	2547		DLD32HA	DLD32NA	DLD32M	DLD32NS	DLD32PB2			
DLD33	A/Chicken/Unknown/DLD33/04	2547		DLD33HA	DLD33NA	DLD33M	DLD33NS	DLD33PB2			
DLD34	A/Quail/Unknown/DLD34/04	2547		DLD34HA	DLD34NA	DLD34M	DLD34NS	DLD34PB2			
DLD35	A/Chicken/Unknown/DLD35/04	2547		DLD35HA	DLD35NA	DLD35M	DLD35NS	DLD35PB2			
DLD36	A/Chicken/Unknown/DLD36/04	2547		DLD36HA	DLD36NA	DLD36M	DLD36NS	DLD36PB2			
DLD37	A/Chicken/Unknown/DLD37/04	2547		DLD37HA	DLD37NA	DLD37M	DLD37NS	DLD37PB2			
DLD38	A/Chicken/Unknown/DLD38/04	2547		DLD38HA	DLD38NA	DLD38M	DLD38NS	DLD38PB2			
DLD39	A/Chicken/Unknown/DLD39/04	2547		DLD39HA	DLD39NA	DLD39M	DLD39NS	DLD39PB2			
DLD40	A/Chicken/Unknown/DLD40/04	2547		DLD40HA	DLD40NA	DLD40M	DLD40NS	DLD40PB2			
DLD41	A/Chicken/Unknown/DLD41/04	2547		DLD41HA	DLD41NA	DLD41M	DLD41NS	DLD41PB2			
DLD42	A/Chicken/Unknown/DLD42/04	2547		DLD42HA	DLD42NA	DLD42M	DLD42NS	DLD42PB2			
CU-K2	A/Chicken/Nakhon Pathom/CU-K2/04	2547	13.817814 100.064014	AY560568	AY590567	AY590578	AY590580	AY590581	AY590582	AY551934	AY590579
DLD43	A/Chicken/Unknown/DLD43/04	2547		DLD43HA	DLD43NA	DLD43M	DLD43NS	DLD43PB2			

ตารางแสดงผลการค้นหารหัสพันธุกรรม (ภาษาไทย)

DLD44	A/Chicken/Unknown/DLD44/04	2547		DLD44HA	DLD44NA	DLD44M	DLD44NS	DLD44PB2			
DLD45	A/Chicken/Unknown/DLD45/04	2547		DLD45HA	DLD45NA	DLD45M	DLD45NS	DLD45PB2			
DLD46	A/Chicken/Unknown/DLD46/04	2547		DLD46HA	DLD46NA	DLD46M	DLD46NS	DLD46PB2			
DLD47	A/Chicken/Unknown/DLD47/04	2547		DLD47HA	DLD47NA	DLD47M	DLD47NS	DLD47PB2			
DLD48	A/Chicken/Unknown/DLD48/04	2547		DLD48HA	DLD48NA	DLD48M	DLD48NS	DLD48PB2			
DLD49	A/Chicken/Unknown/DLD49/04	2547		DLD49HA	DLD49NA	DLD49M	DLD49NS	DLD49PB2			
DLD50	A/Duck/Chon Buri/DLD50/04	2547	13.368448 100.987200	DLD50HA	DLD50NA	DLD50M	DLD50NS	DLD50PB2			
DLD51	A/Duck/Chachoengsao/DLD51/04	2547	13.679070 101.075800	DLD51HA	DLD51NA	DLD51M	DLD51NS	DLD51PB2			
DLD52	A/Duck/Chon Buri/DLD52/04	2547	13.368448 100.987200	DLD52HA	DLD52NA	DLD52M	DLD52NS	DLD52PB2			
DLD53	A/Unknown/Unknown/DLD53/04	2547		DLD53HA	DLD53NA	DLD53M	DLD53NS	DLD53PB2			
DLD54	A/Duck/Prachin Buri/DLD54/04	2547	14.048680 101.377870	DLD54HA	DLD54NA	DLD54M	DLD54NS	DLD54PB2			
DLD55	A/Duck/Chon Buri/DLD55/04	2547	13.368448 100.987200	DLD55HA	DLD55NA	DLD55M	DLD55NS	DLD55PB2			
DLD56	A/Duck/Prachin Buri/DLD56/04	2547	14.048680 101.377870	DLD56HA	DLD56NA	DLD56M	DLD56NS	DLD56PB2			
DLD57	A/Duck/Nakhon Nayok/DLD57/04	2547		DLD57HA	DLD57NA	DLD57M	DLD57NS	DLD57PB2			

<< หน้าที่แล้ว 1 2 3 4 หน้าถัดไป >>

ตัวอย่าง	ชื่อตัวอย่าง	ปี	พิกัด	หมายเลขของลำดับเบสในฐานข้อมูล							
				HA	NA	M	NS	PB2	PB1	PA	NP
DLD58	A/Duck/Nakhon Sawan/DLD58/04	2547	10.492447 99.177207	DLD58HA	DLD58NA	DLD58M	DLD58NS	DLD58PB2			
DLD59	A/Unknown/Unknown/DLD59/04	2547		DLD59HA	DLD59NA	DLD59M	DLD59NS	DLD59PB2			
DLD60	A/Unknown/Unknown/DLD60/04	2547		DLD60HA	DLD60NA	DLD60M	DLD60NS	DLD60PB2			
DLD61	A/Duck/Pathum Thani/DLD61/04	2547		DLD61HA	DLD61NA	DLD61M	DLD61NS	DLD61PB2			
DLD62	A/Duck/Chon Buri/DLD62/04	2547	13.368448 100.987200	DLD62HA	DLD62NA	DLD62M	DLD62NS	DLD62PB2			
DLD63	A/Duck/Prachin Buri/DLD63/04	2547	14.048680 101.377870	DLD63HA	DLD63NA	DLD63M	DLD63NS	DLD63PB2			
DLD64	A/Unknown/Unknown/DLD64/04	2547		DLD64HA	DLD64NA	DLD64M	DLD64NS	DLD64PB2			
DLD65	A/Duck/Chon Buri/DLD65/04	2547	13.368448 100.987200	DLD65HA	DLD65NA	DLD65M	DLD65NS	DLD65PB2			
DLD66	A/Unknown/Unknown/DLD66/04	2547		DLD66HA	DLD66NA	DLD66M	DLD66NS	DLD66PB2			
DLD67	A/Unknown/Unknown/DLD67/04	2547		DLD67HA	DLD67NA	DLD67M	DLD67NS	DLD67PB2			
DLD68	A/Unknown/Unknown/DLD68/04	2547		DLD68HA	DLD68NA	DLD68M	DLD68NS	DLD68PB2			
DLD69	A/Unknown/Unknown/DLD69/04	2547		DLD69HA	DLD69NA	DLD69M	DLD69NS	DLD69PB2			
DLD70	A/Unknown/Unknown/DLD70/04	2547		DLD70HA	DLD70NA	DLD70M	DLD70NS	DLD70PB2			
DLD71	A/Unknown/Unknown/DLD71/04	2547		DLD71HA	DLD71NA	DLD71M	DLD71NS	DLD71PB2			
DLD72	A/Unknown/Unknown/DLD71/04	2547		DLD72HA	DLD72NA	DLD72M	DLD72NS	DLD72PB2			
DLD73	A/Unknown/Unknown/DLD73/04	2547		DLD73HA	DLD73NA	DLD73M	DLD73NS	DLD73PB2			
DLD74	A/Unknown/Unknown/DLD74/04	2547		DLD74HA	DLD74NA	DLD74M	DLD74NS	DLD74PB2			
DLD75	A/Unknown/Unknown/DLD75/04	2547		DLD75HA	DLD75NA	DLD75M	DLD75NS	DLD75PB2			
DLD76	A/Unknown/Unknown/DLD76/04	2547		DLD76HA	DLD76NA	DLD76M	DLD76NS	DLD76PB2			
DLD77	A/Unknown/Unknown/DLD77/04	2547		DLD77HA	DLD77NA	DLD77M	DLD77NS	DLD77PB2			
DLD78	A/Unknown/Unknown/DLD78/04	2547		DLD78HA	DLD78NA	DLD78M	DLD78NS	DLD78PB2			
DLD79	A/Unknown/Unknown/DLD79/04	2547		DLD79HA	DLD79NA	DLD79M	DLD79NS	DLD79PB2			
CU-T7	A/Tiger/Chon Buri/CU-T7/04	2547	13.368448 100.987200	AY866475	AY866476	AY972551	AY907674	AY907671	AY972554	AY972553	AY972552
CU-T4	A/Tiger/Chon Buri/CU-T4/04	2547	13.368448 100.987200	AY972539	AY972543			DQ017251			
CU-T5	A/Tiger/Chon Buri/CU-T5/04	2547	13.368448 100.987200	AY972540	AY972544			DQ017252			
CU-T6	A/Tiger/Chon Buri/CU-T6/04	2547	13.368448 100.987200	AY972541	AY972545			DQ017253			
CU-T8	A/Tiger/Chon Buri/CU-T8/04	2547	13.368448 100.987200	AY972542	AY972546			DQ017254			

ตารางแสดงผลการค้นหารหัสพันธุกรรม (ภาษาไทย)

CU-268	A/Chicken/Chon Buri/CU-268/06	2549	13.368448 100.987200	CU268HA	CU268NA	CU268M	CU268NS	CU268PB2			CU268NP
CU-269	A/Chicken/Bangkok/CU-269/06	2549	13.730775 100.521005	CU269HA	CU269NA	CU269M	CU269NS	CU269PB2			CU269NP
CU-270	A/Chicken/Phetchaburi/CU-270/06	2549	13.100095 99.950504	CU270HA	CU270NA	CU270M	CU270NS	CU270PB2			CU270NP
CU-271	A/Chicken/Chon Buri/CU-271/06	2549	13.368448 100.987200	CU271HA	CU271NA	CU271M	CU271NS	CU271PB2			CU271NP
CU-273	A/Chicken/Nakhonratchasima/CU-273/06	2549	14.967792 102.102131	CU273HA	CU273NA	CU273M	CU273NS	CU273PB2			CU273NP
CU-274	A/Chicken/Phetchabun/CU-274/06	2549	16.416482 101.159489	CU274HA	CU274NA	CU274M	CU274NS	CU274PB2			CU274NP
CU-275	A/Chicken/Phetchabun/CU-275/06	2549	16.416482 101.159489	CU275HA	CU275NA	CU275M	CU275NS	CU275PB2			CU275NP
CU-276	A/Chicken/Chon Buri/CU-276/06	2549	13.368448 100.987200	CU276HA	CU276NA	CU276M	CU276NS	CU276PB2			CU276NP
CU-279	A/Chicken/Chon Buri/CU-279/06	2549	13.368448 100.987200	CU279HA	CU279NA	CU279M	CU279NS	CU279PB2			CU279NP
CU-280	A/Chicken/Chon Buri/CU-280/06	2549	13.368448 100.987200	CU280HA	CU280NA	CU280M	CU280NS	CU280PB2			CU289NP
CU-283	A/Chicken/Chon Buri/CU-283/06	2549	13.368448 100.987200	CU283HA	CU283NA	CU283M	CU283NS	CU283PB2			CU283NP
CU-284	A/Chicken/Nakhonratchasima/CU-284/06	2549	14.967792 102.102131	CU284HA	CU284NA	CU284M	CU284NS	CU284PB2			CU284NP
CU-285	A/Chicken/Chon Buri/CU-285/06	2549	13.368448 100.987200	CU285HA	CU285NA	CU285M	CU285NS	CU285PB2			CU285NP

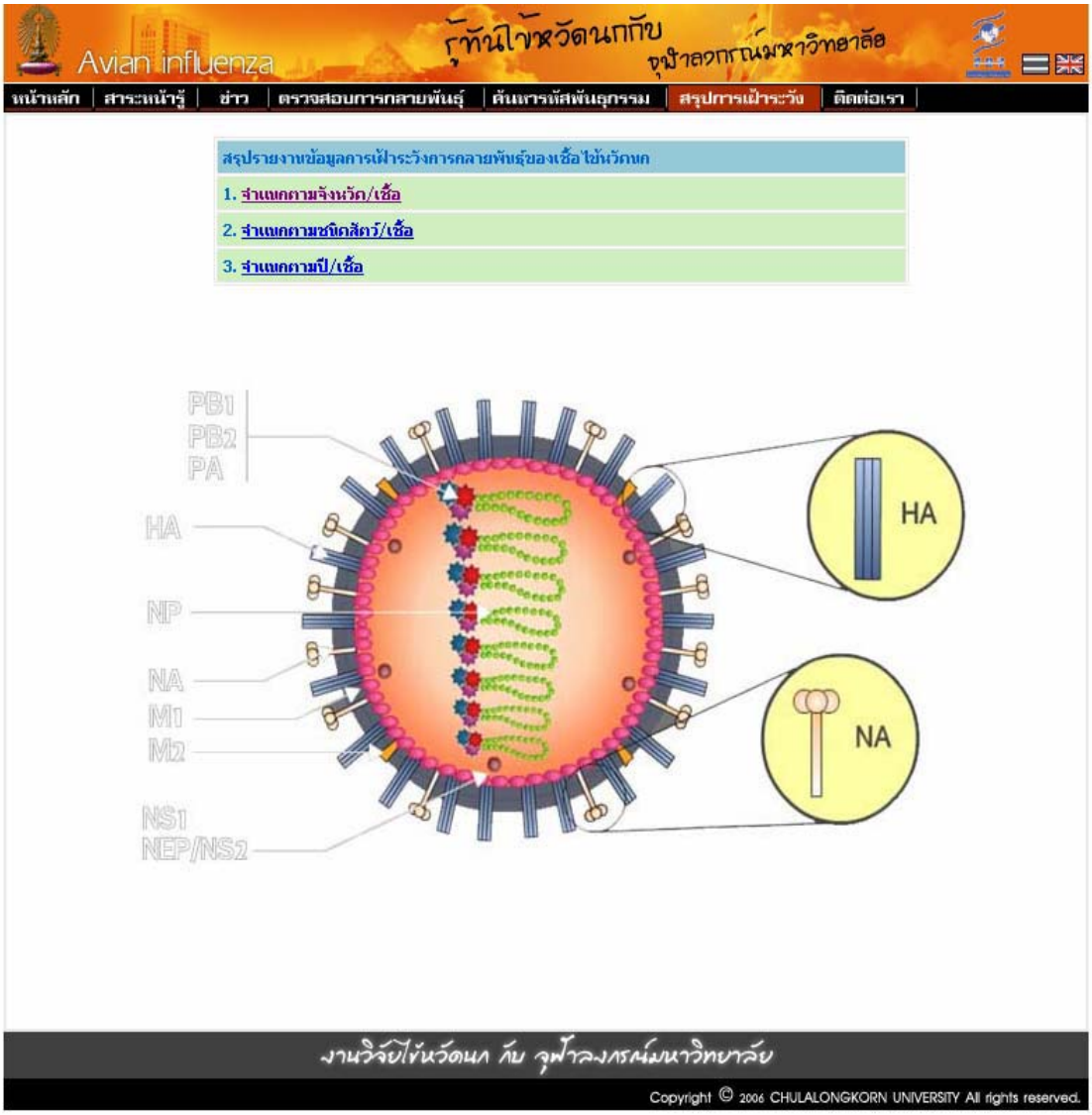
<< หน้าที่แล้ว 1 2 3 4 หน้าถัดไป >>

ตัวอย่าง	ชื่อตัวอย่าง	ปี	พิกัด	หมายเลขของลำดับเบสในฐานข้อมูล							
				HA	NA	M	NS	PB2	PB1	PA	NP
CU-286	A/Chicken/Chon Buri/CU-286/06	2549	13.368448 100.987200	CU286HA	CU286NA	CU286M	CU286NS	CU286PB2			CU286NP
CU-287	A/Chicken/Chon Buri/CU-287/06	2549	13.368448 100.987200	CU287HA	CU287NA	CU287M	CU287NS	CU287PB2			CU287NP
CU-289	A/Chicken/Unknown/CU-289/06	2549		CU289HA	CU289NA	CU289M	CU289NS	CU289PB2			CU289NP
CU-290	A/Chicken/Unknown/CU-290/06	2549		CU290HA	CU290NA						
CU-291	A/Chicken/Unknown/CU-291/06	2549		CU291HA	CU291NA	CU291M	CU291NS	CU291PB2			CU291NP
CU-294	A/Chicken/Unknown/CU-294/06	2549		CU294HA	CU294NA						
CU-297	A/Chicken/Unknown/CU-297/06	2549		CU297HA	CU297NA	CU297M	CU297NS	CU297PB2			CU297NP
CU-298	A/Chicken/Unknown/CU-298/06	2549		CU298HA	CU298NA	CU298M	CU298NS	CU298PB2			CU298NP
CU-299	A/Chicken/Unknown/CU-299/06	2549		CU299HA	CU299NA	CU299M	CU299NS	CU299PB2			CU299NP
CU-300	A/Chicken/Unknown/CU-300/06	2549		CU300HA	CU300NA	CU300M	CU300NS	CU300PB2			CU300NP
CU-301	A/Chicken/Unknown/CU-301/06	2549		CU301HA	CU301NA						
CU-304	A/Chicken/Prachin Buri/CU-304/06	2549	14.048680 101.377870	CU304HA	CU304NA	CU304M	CU304NS	CU304PB2			CU304NP
CU-305	A/Chicken/Prachin Buri/CU-305/06	2549	14.048680 101.377870	CU305HA	CU305NA						
CU-306	A/Chicken/Unknown/CU-306/06	2549		CU306HA	CU306NA						
CU-307	A/Chicken/Unknown/CU-307/06	2549		CU307HA		CU307M	CU307NS	CU307PB2			CU307NP
CU-309	A/Chicken/Unknown/CU-309/06	2549		CU309HA	CU309NA						
CU-282	A/Chicken/Chon Buri/CU-282/06	2549	13.368448 100.987200	CU282HA	CU282NA						
CU-293	A/Chicken/Unknown/CU-293/06	2549		CU293HA	CU293NA						
CU-308	A/Chicken/Unknown/CU-309/06	2549		CU308HA	CU308NA						
KU-02	A/Cat/Suphan Buri/KU-02/04	2547	14.471245 100.129459	DQ236077	DQ236078	DQ236084	DQ236083	DQ236079	DQ236080	DQ236081	DQ236082
KU-03	A/Pigeon/Saraburi/KU-03/04	2547	14.471245 100.129459	DQ236085	DQ236086			DQ236087			
KU-08	A/Dog/Suphan Buri/KU-08/04	2547	14.471245 100.129459	DQ530173	DQ530175	DQ530176	DQ530177	DQ530170	DQ530171	DQ530172	DQ530174
PC-168	A/Chicken/Phichit/PC-168/06	2549	16.442210 100.351385	DQ999880	DQ999881	DQ999882	DQ999879	DQ999884	DQ999886	DQ999885	DQ999883
PC-170	A/Chicken/Phichit/PC-170/06	2549	16.442210 100.351385	DQ999887	DQ999888	DQ999889	DQ999890	DQ999893	DQ999892	DQ999894	DQ999891

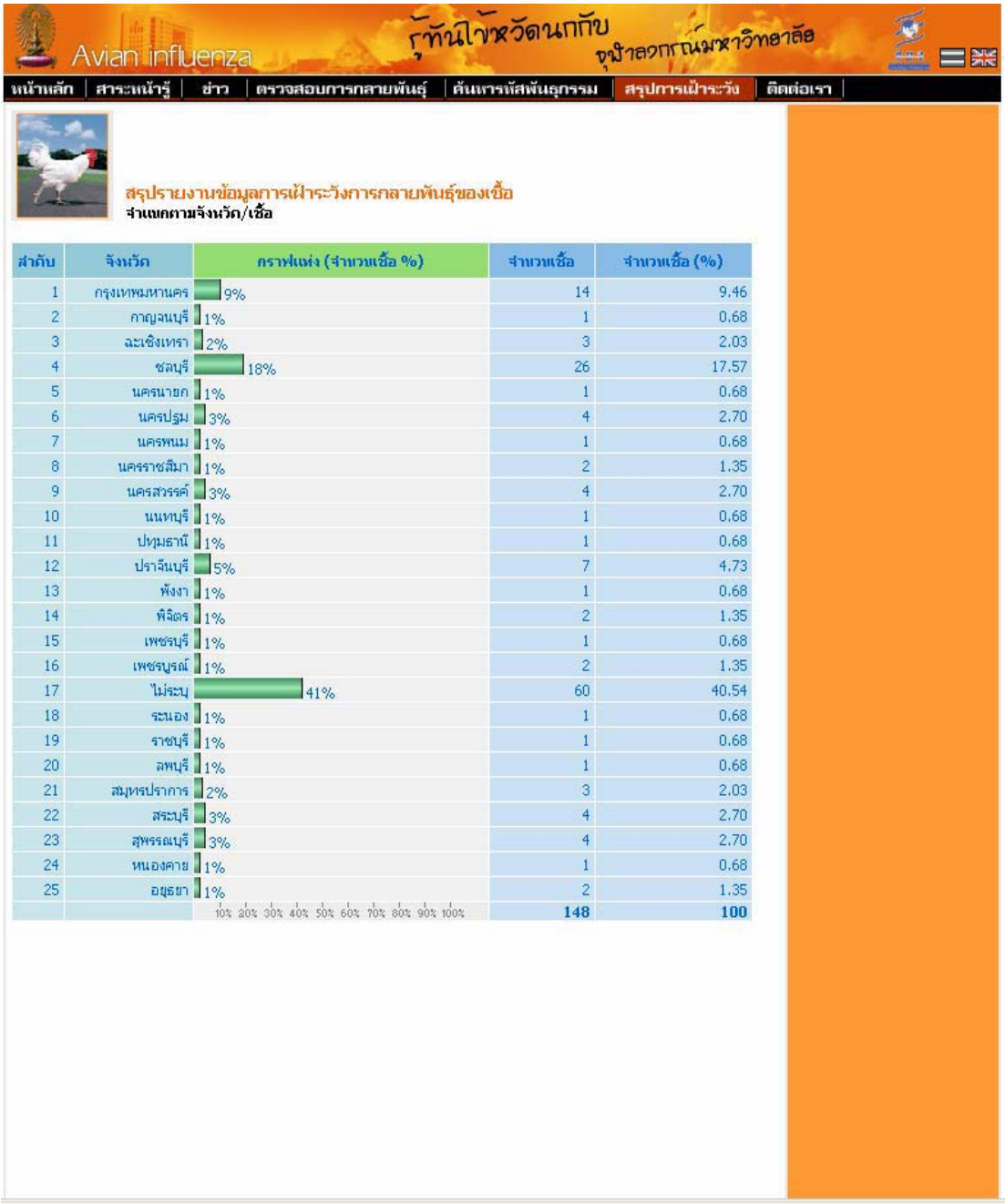
ตารางแสดงผลการค้นหารหัสพันธุกรรม (ภาษาไทย)

ตัวอย่าง	ชื่อตัวอย่าง	ปี	พิกัด	หมายเลขของลำดับเบสในฐานข้อมูล							
				HA	NA	M	NS	PB2	PB1	PA	NP
CU-286	A/Chicken/Chon Buri/CU-286/06	2549	13.368448 100.987200	CU286HA	CU286NA	CU286M	CU286NS	CU286PB2			CU286NP
CU-287	A/Chicken/Chon Buri/CU-287/06	2549	13.368448 100.987200	CU287HA	CU287NA	CU287M	CU287NS	CU287PB2			CU287NP
CU-289	A/Chicken/Unknown/CU-289/06	2549		CU289HA	CU289NA	CU289M	CU289NS	CU289PB2			CU289NP
CU-290	A/Chicken/Unknown/CU-290/06	2549		CU290HA	CU290NA						
CU-291	A/Chicken/Unknown/CU-291/06	2549		CU291HA	CU291NA	CU291M	CU291NS	CU291PB2			CU291NP
CU-294	A/Chicken/Unknown/CU-294/06	2549		CU294HA	CU294NA						
CU-297	A/Chicken/Unknown/CU-297/06	2549		CU297HA	CU297NA	CU297M	CU297NS	CU297PB2			CU297NP
CU-298	A/Chicken/Unknown/CU-298/06	2549		CU298HA	CU298NA	CU298M	CU298NS	CU298PB2			CU298NP
CU-299	A/Chicken/Unknown/CU-299/06	2549		CU299HA	CU299NA	CU299M	CU299NS	CU299PB2			CU299NP
CU-300	A/Chicken/Unknown/CU-300/06	2549		CU300HA	CU300NA	CU300M	CU300NS	CU300PB2			CU300NP
CU-301	A/Chicken/Unknown/CU-301/06	2549		CU301HA	CU301NA						
CU-304	A/Chicken/Prachin Buri/CU-304/06	2549	14.048680 101.377870	CU304HA	CU304NA	CU304M	CU304NS	CU304PB2			CU304NP
CU-305	A/Chicken/Prachin Buri/CU-305/06	2549	14.048680 101.377870	CU305HA	CU305NA						
CU-306	A/Chicken/Unknown/CU-306/06	2549		CU306HA	CU306NA						
CU-307	A/Chicken/Unknown/CU-307/06	2549		CU307HA		CU307M	CU307NS	CU307PB2			CU307NP
CU-309	A/Chicken/Unknown/CU-309/06	2549		CU309HA	CU309NA						
CU-282	A/Chicken/Chon Buri/CU-282/06	2549	13.368448 100.987200	CU282HA	CU282NA						
CU-293	A/Chicken/Unknown/CU-293/06	2549		CU293HA	CU293NA						
CU-308	A/Chicken/Unknown/CU-309/06	2549		CU308HA	CU308NA						
KU-02	A/Cat/Suphan Buri/KU-02/04	2547	14.471245 100.129459	DQ236077	DQ236078	DQ236084	DQ236083	DQ236079	DQ236080	DQ236081	DQ236082
KU-03	A/Pigeon/Saraburi/KU-03/04	2547	14.471245 100.129459	DQ236085	DQ236086			DQ236087			
KU-08	A/Dog/Suphan Buri/KU-08/04	2547	14.471245 100.129459	DQ530173	DQ530175	DQ530176	DQ530177	DQ530170	DQ530171	DQ530172	DQ530174
PC-168	A/Chicken/Phichit/PC-168/06	2549	16.442210 100.351385	DQ999880	DQ999881	DQ999882	DQ999879	DQ999884	DQ999886	DQ999885	DQ999883
PC-170	A/Chicken/Phichit/PC-170/06	2549	16.442210 100.351385	DQ999887	DQ999888	DQ999889	DQ999890	DQ999893	DQ999892	DQ999894	DQ999891
NP-172	A/Chicken/Nakhon Phanom/NP-172/06	2549	17.663744 104.340992	DQ999872	DQ999873	DQ999874	DQ999871	DQ999878	DQ999875	DQ999876	DQ999877
CU-288	A/Chicken/Chon Buri/CU-288/06	2549	13.368448 100.987200	CU288HA	CU288NA						
CU-329	A/Duck/Bangkok/CU-329/06	2549	13.730775 100.521005	CU329HA	CU329NA		CU329NS		CU329PB1	CU329PA	CU329NP
NK-165	A/Human/Nong Khai/NK-165/05	2548	17.884214 102.747608	DQ372591	DQ372593	DQ372592	DQ372595	DQ372598	DQ372597	DQ372596	DQ372594

<< หน้าที่แล้ว 1 2 3 4


Avian influenza
รู้ทันไข้หวัดนกกับ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
หน้าหลัก | สาระน่ารู้ | ข่าว | ตรวจสอบการกลายพันธุ์ | คันหาเชื้อพันธุกรรม | สรุปการเฝ้าระวัง | ติดต่อเรา
สรุปรายงานข้อมูลการเฝ้าระวังการกลายพันธุ์ของเชื้อไข้หวัดนก
1. จำแนกตามจังหวัด/เชื้อ
2. จำแนกตามชนิดสัตว์/เชื้อ
3. จำแนกตามปี/เชื้อ
PB1
PB2
PA
HA
NP
NA
M1
M2
NS1
NEP/NS2
HA
NA
งานวิจัยไข้หวัดนก กับ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Copyright © 2006 CHULALONGKORN UNIVERSITY All rights reserved.

ตารางแสดงผลสรุปการเฝ้าระวัง (ภาษาไทย)
จำแนกตามจังหวัด



ลำดับ	จังหวัด	กราฟแท่ง (จำนวนเชื้อ %)	จำนวนเชื้อ	จำนวนเชื้อ (%)
1	กรุงเทพมหานคร	9%	14	9.46
2	กาญจนบุรี	1%	1	0.68
3	ฉะเชิงเทรา	2%	3	2.03
4	ชลบุรี	18%	26	17.57
5	นครนายก	1%	1	0.68
6	นครปฐม	3%	4	2.70
7	นครพนม	1%	1	0.68
8	นครราชสีมา	1%	2	1.35
9	นครสวรรค์	3%	4	2.70
10	นนทบุรี	1%	1	0.68
11	ปทุมธานี	1%	1	0.68
12	ปราจีนบุรี	5%	7	4.73
13	พังงา	1%	1	0.68
14	พิจิตร	1%	2	1.35
15	เพชรบุรี	1%	1	0.68
16	เพชรบูรณ์	1%	2	1.35
17	ไม่ระบุ	41%	60	40.54
18	ระนอง	1%	1	0.68
19	ราชบุรี	1%	1	0.68
20	ลพบุรี	1%	1	0.68
21	สมุทรปราการ	2%	3	2.03
22	สระบุรี	3%	4	2.70
23	สุพรรณบุรี	3%	4	2.70
24	หนองคาย	1%	1	0.68
25	อยุธยา	1%	2	1.35
		10% 20% 30% 40% 50% 60% 70% 80% 90% 100%	**148**	**100**

ตารางแสดงผลสรุปการเฝ้าระวัง (ภาษาไทย)
จำแนกตามชนิดสัตว์





สรุปรายงานข้อมูลการเฝ้าระวังการกลายพันธุ์ของเชื้อ
จำแนกตามชนิดสัตว์/เชื้อ

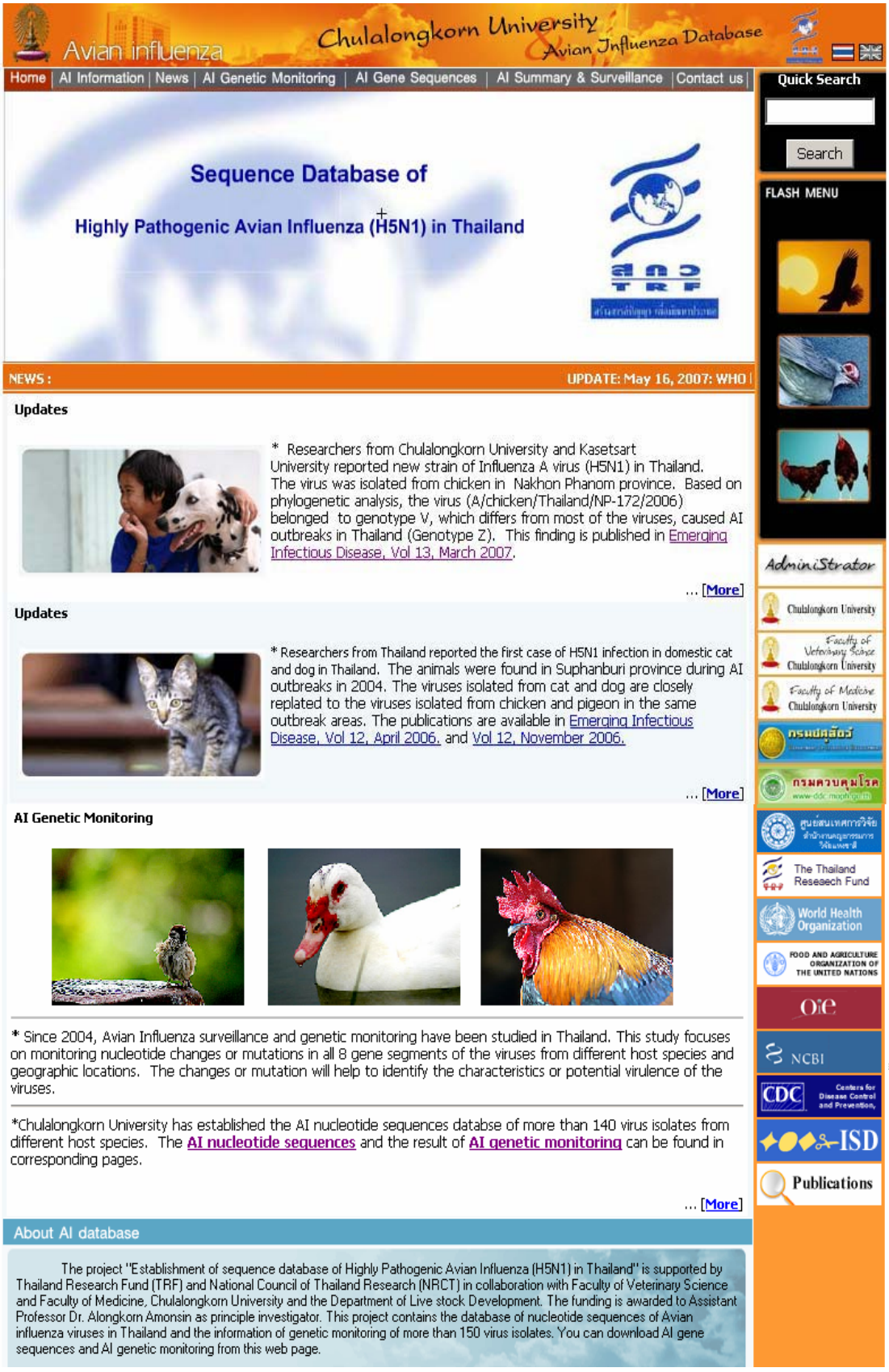
ลำดับ	สัตว์	กราฟแท่ง (จำนวนเชื้อ %)	จำนวนเชื้อ	จำนวนเชื้อ (%)
1	ไก่	58%	86	58.11
2	ไก่ฟ้า	1%	1	0.68
3	นกกระจอก	1%	1	0.68
4	นกกระจอกเทศ	1%	2	1.35
5	นกกระทา	1%	2	1.35
6	นกตะขาบ	1%	1	0.68
7	นกพิราบ	1%	2	1.35
8	นกยูงขาว	1%	2	1.35
9	นกเอี้ยง	1%	1	0.68
10	เป็ด	12%	18	12.16
11	มนุษย์	1%	1	0.68
12	แมว	1%	1	0.68
13	ไม่ทราบ	12%	18	12.16
14	สุนัข	1%	1	0.68
15	เสือ	4%	6	4.05
16	ห่าน	1%	1	0.68
17	อีกา	3%	4	2.70
		10% 20% 30% 40% 50% 60% 70% 80% 90% 100%	**148**	**100**

ตารางแสดงผลสรุปการเฝ้าระวัง (ภาษาไทย)
จำแนกตามปี



รายละเอียดส่วนแสดงผลการสร้างฐานข้อมูลรหัสพันธุกรรมของเชื้อไข้หวัดนกในประเทศไทย ที่เผยแพร่ใน http://www.thai-ai-database.org

Main Menu (English)



Avian influenza Chulalongkorn University & Avian Influenza Database

Home | AI Information | News | AI Genetic Monitoring | AI Gene Sequences | AI Summary & Surveillance | Contact us

Avian Influenza information

Avian Influenza

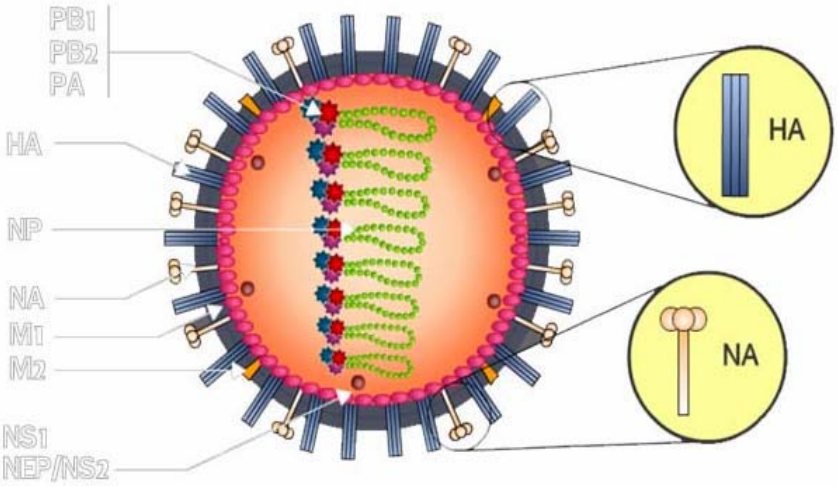
Avian influenza is an infectious disease of avian species caused by Influenza type A virus. The Influenza type A virus has 16 HA (hemagglutinin) and 9 NA (neuraminidase) subtypes. To date, outbreaks of the highly pathogenic avian influenza in Asia, Europe and Africa have been caused by subtype H5N1 viruses.



Office International des Epizooties (OIE) lists Avian Influenza as list A disease. The disease spreads rapidly and causes high morbidity and high mortility in poultry species. Avian influenza is considered as emerging disease and has economic and public helath impacts in Thailand .

Virology of Avian Influenza

Avian influenza virus is an Influenza A virus. Influenza A virus is an enveloped virus that contain single negative stranded RNA. The virus belonges to the family Orthomyxoviridae. There are 3 types of Influenza virus, A B C, which can differentated based on antigenic difference, variability of surface glycoproteins, genome organization and morphology. Influenza A virus causes diease (Flu) every year and some pandemic outbreaks in humans, while Influenza B and C are not clinically important.



Influenza virus is an envelolped virus that contain single negative strand RNA. The virus has spherical or pleomorphic shape of 80-120 nm diameter. The genome of influenza virus is segmented genome of 8 RNA seqments. The virus genome composes of Polymerase Basic protein 1 and 2 gene (PB1) (PB2) Polymerase gene (PA) Hemagglutinin gene (HA) Nucleoprotein gene (NP) Neuraminidase gene (NA) Matrix protein gene (M) Nonstructural protein gene (NS). Three membrane proteins, HA, NA, and M2 ion channel protein , are located in the lipid bilayer of the virus membrane. Within the envelope are 8 segments of single stranded genome RNA, individually complexed with proteins called "Ribonucleo protein".

H5N1 epidemiology in Thailand

Early 2004, outbreaks of Avian Influenza in birds and humans were reported in many Asian countries including Thailand. More than 100 million of birds were died or culled. In mid 2004, the second episode of outbreaks, more Asian countries were reported H5N1 outbreaks. In 2005-2006, the disease spreaded westward to Western Asia, Europe and Africa. As of 11 April 2007, the cummulative number of H5N1 human cases is 291 with 172 deaths.

The outbreaks of H5N1 in Thailand caused economy and public health concrens. Since early 2004, 25 confirmed H5N1 cases with 17 deaths were reported to WHO (as of 11 April 2007). Most of human cases infected H5N1 virus from direct contact of sick birds and carcasees or from work related to poultry farms. In addition, Avain Influenza had economic impacts to poultry industries and import-export markets, due to the massive killing of infected flocks and flocks in the surrondig areas, the embargo for import and export of poultry meat and products, the decrease of poultry consumption in the country. So far, Thailand has established prevention and control strategies developed by ministry of public health and ministry of Agriculture.

H5N1 infection in mammal animals in Thailand

The first report of H5N1 infection in mammals in Thailand was in early 2004, During the H5N1 virus outbreak in Thailand, two tigers and two leopards at a zoo in Suphanburi, Thailand, showed clinical signs, including high fever and respiratory distress, and they died unexpectedly. The animals had been fed fresh chicken carcasses from a local slaughterhouse. At that time many chickens around Suphanburi were dying with respiratory and neurologic symptoms of what was retrospectively identified as H5N1 virus infection. (EID, Vol 10, December 2004).



In late 2004, there was a report of major H5N1 outbreak in tiger zoo, Chonburi province, Thailand.. More than 140 animals were infected or culled to prevent the spread of the viruses. Sequencing and phylogenetic analysis of the tiger viruses showed no differences from the first isolate obtained in January 2004. Probable horizontal transmission among tigers was demonstrated. This finding has implications for influenza virus epidemiology and pathogenicity in mammals. (EID, Vol 11, May 2005).

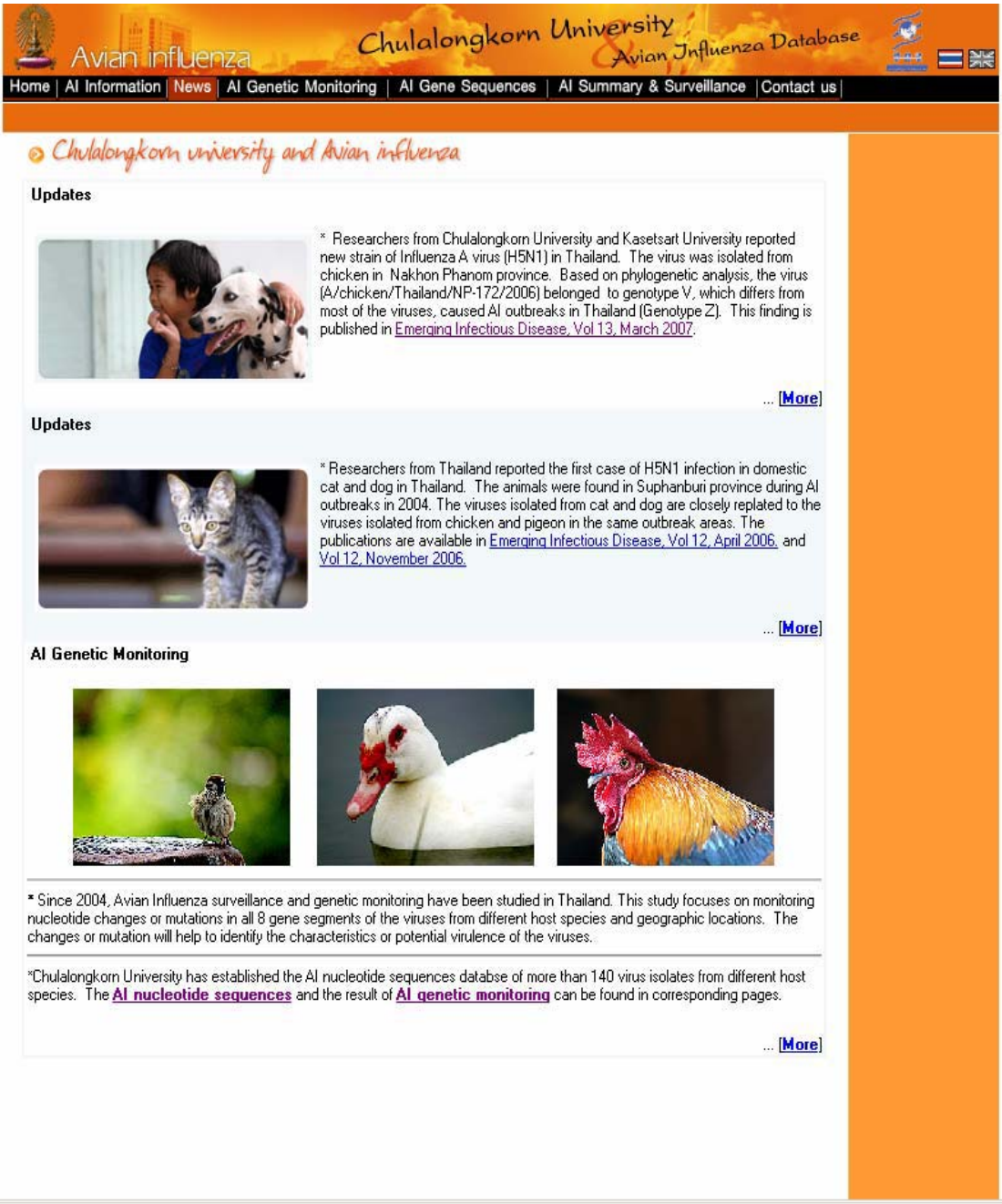
Early 2004, researchers reported H5N1 virus infection in a domestic cat infected by eating a pigeon carcass. The cat had high body temperature (41 C), was panting, and appeared to be depressed. Furthermore, the cat had convulsions and ataxia and died 2 days after onset of illness. The virus isolated from the pigeon and the cat showed the same cluster as the viruses obtained during the outbreak in Thailand. Since cats are common house pets, concern regarding disease transmission to humans exists. (EID, Vol 12, April 2006)

In October 2004, the carcass of an a 1-year-old dog from Suphanburi Province, Thailand, was submitted for necropsy. The dog's owner stated that the dog had eaten duck carcasses from an area with reported HPAI H5N1 infections in ducks. Approximately 5 days after ingesting the carcasses, the dog developed high fever, panting, and lethargy and died on the following day. H5N1 viruses were isolated from the dog's lung tissue. Sequencing and phylogenetic analysis of the hemagglutinin (HA) and neuraminadase (NA) genes of the dog's virus showed that they were similar to those of H5N1 viruses isolated from tigers, chickens, ducks, and humans infected in Thailand during the same time that the dog was infected. This finding highlights the need for monitoring of domestic animals during outbreaks.

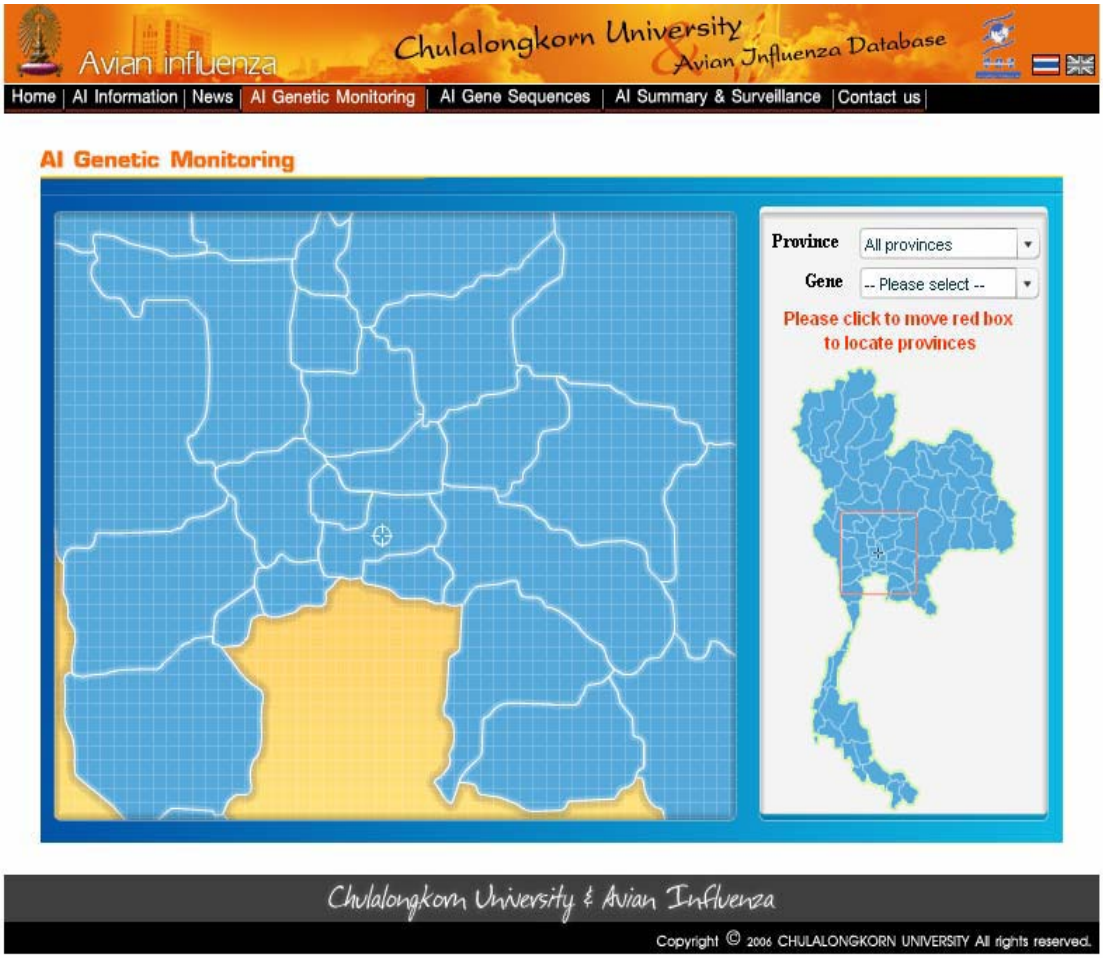
The reports of H5N1 infection in tigers, dogs and cat indicated that the H5N1 virus can infect other mammal species. The virus causes disease not only in respiratory system but also in many visceral organs and tissues. In addition, probable tiger to tiger transmission has been reported. To date, there is no evidence of direct transmission from tiger, dog or cat to human. However, the surveillance and genetic monitoring of H5N1 viruses are important in domestic animal for prevention and control of H5N1 outbreaks.

Copyright © 2006 CHULALONGKORN UNIVERSITY All rights reserved.

News (English)



AI Genetic Monitoring (English)

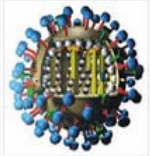


AI Gene Sequences (English)

Avian influenza — Chulalongkorn University Avian Influenza Database

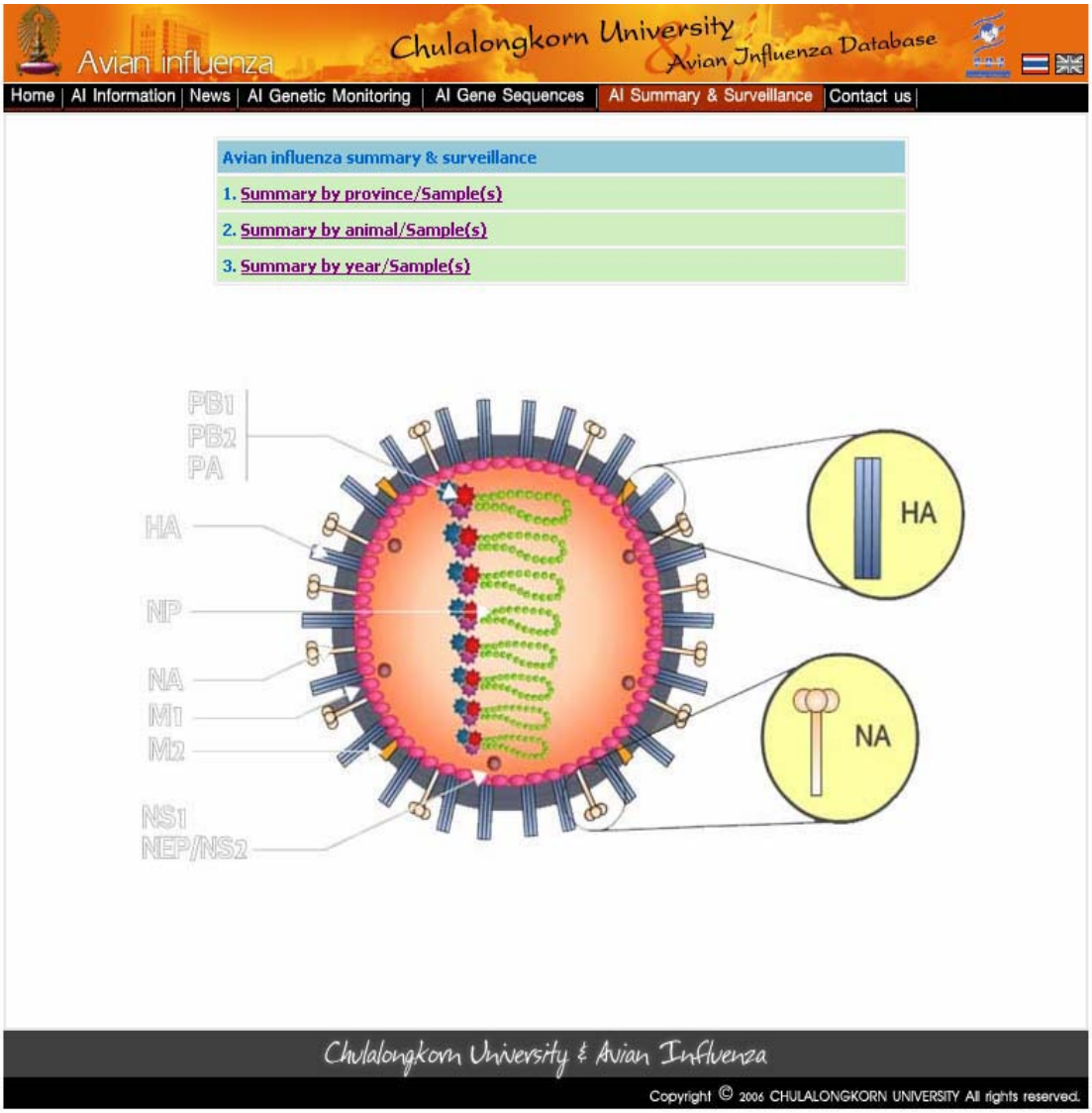
Home | AI Information | News | AI Genetic Monitoring | AI Gene Sequences | AI Summary & Surveillance | Contact us

Search
Host: All species
Gene: All genes
Year: All years
GIS:
Keyword:
Search



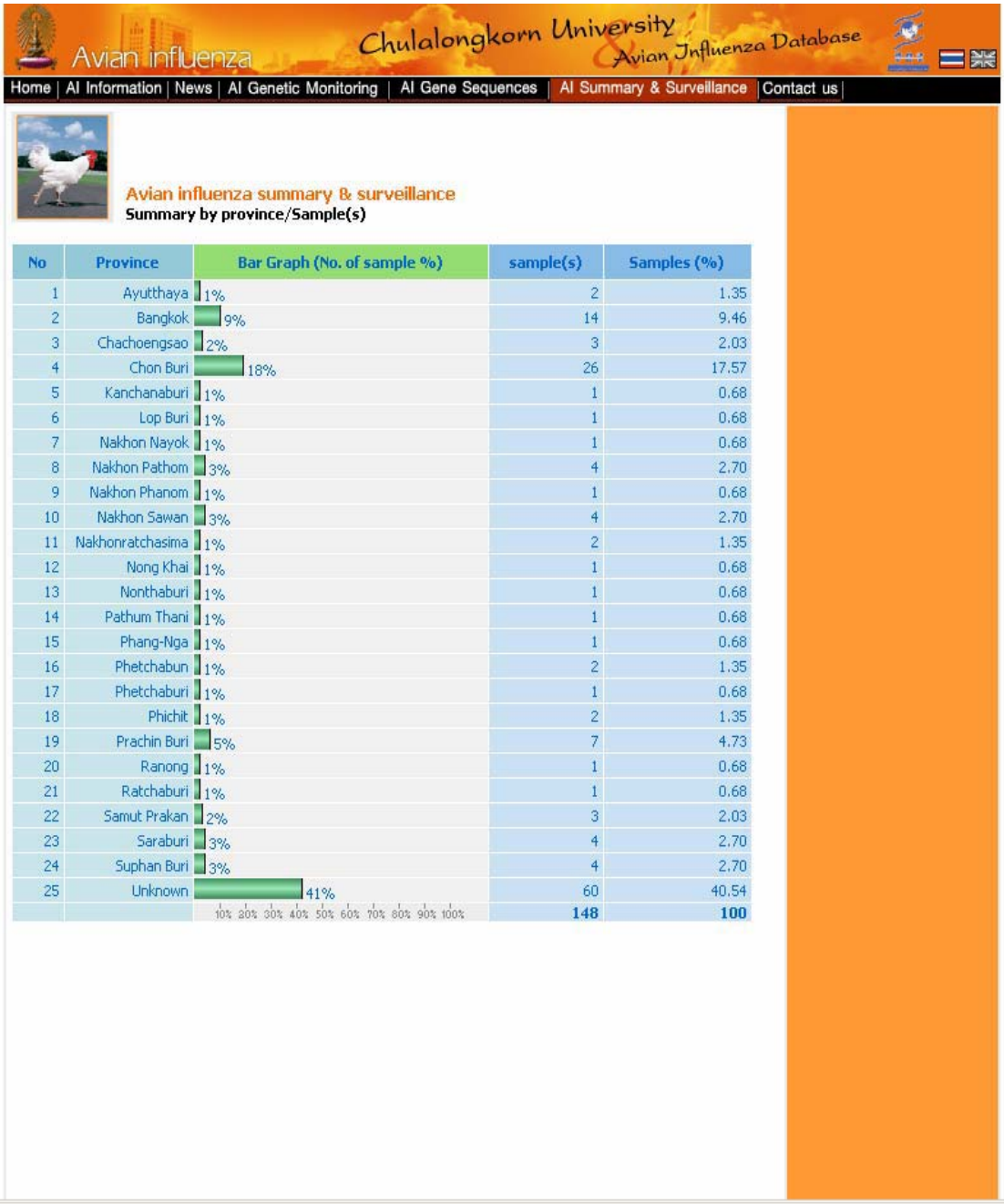
Host	All species
Number of sample	148 sample(s)

ID	ISOLATE DESCRIPTION	Year	GIS	Sequence of H5N1							
				HA	NA	M	NS	PB2	PB1	PA	NP
CU-01	A/Chicken/Suphan Buri/CU-1/04	2547	14.471245 100.129459	DQ083550	DQ083586	DQ083660	DQ083622	CU01PB2	CU01PB1	CU01PA	CU01NP
CU-02	A/Duck/Chon Buri/CU-2/04	2547	13.368448 100.9872	AY779048	AY779049	DQ083696	DQ083658				
CU-03	A/Chicken/Bangkok/CU-3/04	2547	13.730775 100.521005	DQ083551	DQ083587	DQ083661	DQ083623				
CU-04	A/Crow/Bangkok/CU-4/04	2547	13.730775 100.521005	DQ083552	DQ083588	DQ083662	DQ083624	CU04PB2	CU04PB1	CU04PA	CU04NP
CU-05	A/Duck/Chon Buri/CU-5/04	2547	13.368448 100.9872	DQ083553	DQ083589	DQ083663	DQ083625				
CU-06	A/Chicken/Bangkok/CU-6/04	2547	13.730775 100.521005	DQ083554	DQ083590	DQ083664	DQ083626				
CU-07	A/Chicken/Chon Buri/CU-7/04	2547	13.368448 100.9872	DQ083555	DQ083591	DQ083665	DQ083627				
CU-08	A/Chicken/Prachin Buri/CU-8/04	2547	14.048680 101.377870	DQ083556	DQ083592	DQ083666	DQ083628				
CU-09	A/Chicken/Suphan Buri/CU-9/04	2547	14.471198 100.129404	DQ083557	DQ083593	DQ083667	DQ083629				
CU-10	A/Chicken/Chachoengsao/CU-10/04	2547	13.679070 101.075800	DQ083558	DQ083594	DQ083668	DQ083630	CU10PB2	CU10PB1	CU10PA	CU10NP
CU-11	A/Chicken/Chachoengsao/CU-11/04	2547	13.679070 101.075800	DQ083559	DQ083595	DQ083669	DQ083631	CU11PB2	CU11PB1	CU11PA	CU11NP
CU-12	A/Chicken/Nakhon Sawan/CU-12/04	2547	10.492447 99.177207	DQ083560	DQ083596	DQ083670	DQ083632				
CU-13	A/Chicken/Nakhon Sawan/CU-13/04	2547	10.492447 99.177207	DQ083561	DQ083597	DQ083671	DQ083633				
CU-14	A/Chicken/Nakhon Pathom/CU-14/04	2547	13.817814 100.064014	DQ083562	DQ083598	DQ083672	DQ083634				
CU-15	A/Crow/Bangkok/CU-15/04	2547	13.730775 100.521005	DQ083563	DQ083599	DQ083673	DQ083635	CU15PB2	CU15PB1	CU15PA	CU15NP
CU-16	A/White Peafowl/Bangkok/CU-16/04	2547	13.730775 100.521005	DQ083564	DQ083600	DQ083674	DQ083636	CU16PB2	CU16PB1	CU16PA	CU16NP
CU-17	A/Chicken/Saraburi/CU-17/04	2547	14.513047 100.913528	DQ083565	DQ083601	DQ083675	DQ083637	CU17PB2	CU17PB1	CU17PA	CU17NP
CU-18	A/Kalji Pheasant/Bangkok/CU-18/04	2547	13.730775 100.521005	DQ083566	DQ083602	DQ083676	DQ083638	CU18PB2	CU18PB1	CU18PA	CU18NP


Avian influenza
Chulalongkorn University
Avian Influenza Database
Home | AI Information | News | AI Genetic Monitoring | AI Gene Sequences | AI Summary & Surveillance | Contact us
Avian influenza summary & surveillance
1. Summary by province/Sample(s)
2. Summary by animal/Sample(s)
3. Summary by year/Sample(s)
PB1
PB2
PA
HA
NP
NA
M1
M2
NS1
NEP/NS2
HA
NA
Chulalongkorn University & Avian Influenza
Copyright © 2006 CHULALONGKORN UNIVERSITY All rights reserved.

AI Summary & Surveillance (English)

Summary by province



AI Summary & Surveillance (English)

Summary by animal



No	Animal	Bar Graph (No. of sample %)	sample(s)	Samples (%)
1	Cat	1%	1	0.68
2	Chicken	58%	86	58.11
3	Crow	3%	4	2.70
4	Dog	1%	1	0.68
5	Duck	12%	18	12.16
6	Goose	1%	1	0.68
7	Human	1%	1	0.68
8	Kalji Pheasant	1%	1	0.68
9	Mynas	1%	1	0.68
10	Ostrich	1%	2	1.35
11	Pigeon	1%	2	1.35
12	Quail	1%	2	1.35
13	Roller	1%	1	0.68
14	Sparrow	1%	1	0.68
15	Tiger	4%	6	4.05
16	Unknown	12%	18	12.16
17	White Peafowl	1%	2	1.35
		10% 20% 30% 40% 50% 60% 70% 80% 90% 100%	**148**	**100**

AI Summary & Surveillance (English)

Summary by year

