

H5 亞型(H5N2/H5N6/H5N8)禽流感病毒風險評估

111 年 8 月 25 日

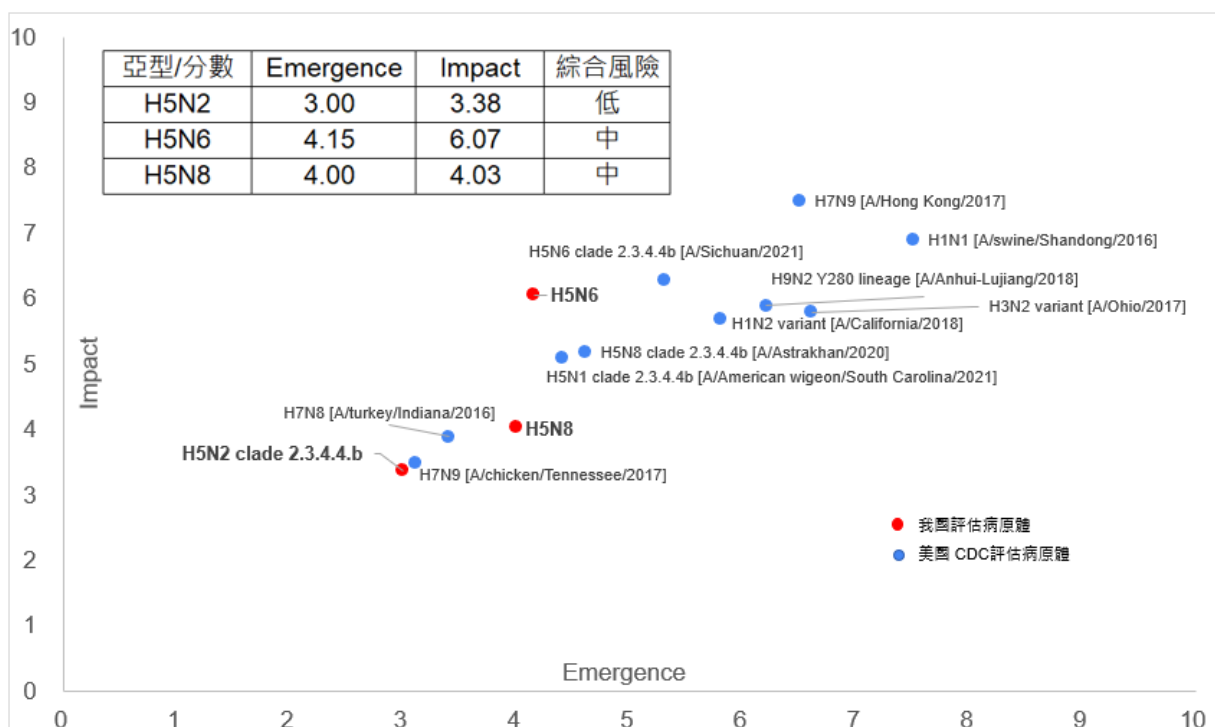
背景

- 一、110 年 8 月 11 日於雲林縣麥寮鄉拾獲死鴨首度檢出新型 2.3.4.4b 分支 H5N2 亞型高病原性禽流感病毒，該病毒代表株命名 A/duck/Taiwan/21080001/2021 (H5N2)，其 HA 基因親緣分析結果雖與 2021 年中國大陸人類感染之 H5N6 及 2020 年俄羅斯人類感染之 H5N8 均屬 2.3.4.4b 分支禽流感病毒，但尚無證據顯示具禽傳人之能力。
- 二、我國本(111)年持續於雲林縣、彰化縣、屏東縣等縣市之禽場發生 2.3.4.4b 分支 H5N2 亞型禽流感疫情，相關工作及防疫人員有接觸病毒之風險，由農衛雙方人畜共通傳染病共同風險評估工作小組(下稱工作小組)，針對 2.3.4.4b 分支之禽流感病毒(新型 H5N2/H5N6/H5N8)出現人類病例及具持續性人傳人之風險(下稱 Emergence)，與公共衛生衝擊風險(下稱 Impact)進行風險評估。

方法

參考美國 CDC 流感風險評估工具(IRAT)¹，由工作小組進行 IRAT 之 10 項風險項目之佐證資料蒐整與風險評估，再由疾病管制署編撰報告及工作小組確認後完成。

結果



圖一、風險評估結果矩陣(紅圈：我國評分結果；藍圈：美國 CDC 評分結果)

結論與建議

- 一、我國新型 2.3.4.4b 分支 H5N2 亞型禽流感病毒尚未發現人類病例，現有資訊亦顯示其未具高度適應哺乳動物細胞特性或具神經胺酸酶抑制劑等抗病毒藥物抗藥性^{2,3,4,7,8,13}，綜合研判為低風險(Emergence=3.00、Impact=3.38)。因目前國內環境中持續檢出該病毒，且具有增加與哺乳動物受體結合能力相關次要位點變異，可能提高暴露染疫禽鳥之接觸者感染風險，建議我國持續進行禽流感陽性禽場人員健康監測，針對有症狀人員進行採檢送驗。
- 二、國際間 2.3.4.4b 分支 H5N6 及 H5N8 亞型禽流感病毒均曾出現人類感染病例，現有資訊顯示其均無明顯變異為具高度適應哺乳動物細胞特性或具神經胺酸酶抑制劑等抗病毒藥物抗藥性^{13,29}，綜合研判均為中風險 (H5N6: Emergence=4.15、Impact=6.07；H5N8: Emergence=4.00、Impact=4.03)，前述結果與美國 CDC 評估結果相近(如圖一)，因本流感季於非洲、歐洲與候鳥路徑上游國家(韓國與日本)持續爆發 H5N1 等 2.3.4.4b 分支 H5 亞型禽流感疫情²⁶，禽鳥傳播範圍可能逐漸擴大，建議持續加強病毒監測。
- 三、本年中國大陸持續新增 H5N6 人類感染病例，目前已累計 13 例，建議針對中國大陸入境時有症狀旅客，加驗新型 A 型流感病毒，以偵測 H5N6 等新型 A 型流感病例移入我國風險。
- 四、建議縣市政府進行禽場生物安全查核及訪視輔導、舉辦講習會及參與各養禽產業團體班會等相關宣導時，呼籲業者如於接觸染疫禽鳥後出現不適症狀，應儘速就醫並主動告知醫師從業人員的職業類型及 TOCC，並宣導建議高暴露風險之人員定期接種季節性流感疫苗。

限制

- 一、評估 H5 亞型禽流感病毒「群體免疫」風險項目所需之人類接種 H5 亞型疫苗保護力及效益評估、基礎再生數(R0)、達群體免疫之涵蓋率等佐證資料均相當有限，影響本報告評分標準訂定及等級判定之信心度。
- 二、評估新型 2.3.4.4b 分支 H5N2 亞型禽流感病毒「抗原相關性」及「實驗動物傳染情形」等風險項目因缺乏國內外動物試驗證據，致評分信心度較低。
- 三、本風險評估依據工作小組蒐集之佐證資料進行評分，資料截止時間為 111 年 1 月 12 日，後續仍可能持續出現相關佐證資料，進而影響風險評估評分及等級判定。

表一 IRAT 10 項風險評估項目評估結果說明

風險因子	病毒株	風險等級	風險分數	評估結果
病毒特性				
1. 病毒序列分析 (Genomic analysis)	H5N2	低	3	新型 H5N2 源自 2020-2021 年歐亞 2.3.4.4b H5Nx 病毒重組，除 HA 與 M 基因外，其餘 6 段基因來自歐亞野鳥禽流感病毒基因庫，其中與病毒複製相關之 PB2 基因位點(627 及 701 位點)，其胺基酸未突變，另未發現病毒在哺乳類動物複製、毒力或傳播能力相關之重要位點變異。
	H5N6 ^{2,3,4}	中	5	中國大陸近期人類感染之 H5N6 推測是由 H5N8 病毒與當地 H5N6、H3N2、H4N2 與 H9N2 等病毒重組而成，已產生許多不同基因型，部分病毒株具 PB2 基因位點變異，可能增加病毒於哺乳類或人類體內之複製能力。
	H5N8 ^{5,6,7}	中	4.33	H5N8 在歐洲近 2 年已重組產生至少 6 種不同基因型，並在歐亞及非洲禽類間造成嚴峻疫情，部分病毒株具 PB2 基因位點變異，可能增加病毒於哺乳類或人類體內之複製能力。
2. 病毒與動物細胞受體結合情形 (Receptor binding)	H5N2	低	3	HA 基因皆仍為親禽類(α 2,3)受體結合位，病毒進入細胞相關之重要位點(226 及 228)胺基酸未改變；惟與增加與人 α 2,6 受體的結合有關次要位點，新型 H5N2 於位點 138 及 160 變異，H5N6 於位點 133、156、188 變異，提高病毒進入人類細胞之風險可能性。
	H5N6 ^{2,3,4}	低	2.67	
	H5N8 ^{7,8}	低	2.33	
3. 實驗動物傳染情形 (Transmission in animal)	H5N2 ^{9,10}	低	2.67	缺乏國內雪貂或天竺鼠等實驗動物之相關試驗數據，風險分數信心度較低。國際上研究，H5N2(非特定 2.3.4.4b)能於雪貂之上呼吸道及下呼吸道有效複製，但症狀一般較輕，另 H5Nx 病毒缺乏直接在環境中造成雪貂感染的能力，在哺乳動物中表現出低至中度的傳播能力。

models)	H5N6 ^{11,12}	低	3	在共同飼養的雪貂之間，傳播證據有限且不一致，研究顯示雪貂之間為有效的接觸傳播，但沒有呼吸道飛沫傳播，另 H5N6 病毒在體外模型中的人類呼吸道細胞複製能力低。
	H5N8 ^{7,10}	低	3	在雪貂動物模型試驗，傳播證據有限且不一致，有研究指出 H5N8 在共同飼養的動物中表現出低效的直接接觸傳播，另其他研究顯示，雪貂沒有類似的接觸或呼吸道飛沫傳播，H5N8 能於雪貂中上呼吸道及下呼吸道有效複製，但症狀一般較輕。
4. 抗病毒藥劑治療選擇(Antiviral treatment options)	H5N2 ¹³	低	1.33	感染 A 型流感目前仍以神經胺酸酶抑制劑(neuraminidase inhibitor; NAIs)為主要治療藥物；因應流感大流行準備建議及治療新型 A 型流感之需求，我國儲備公費流感抗病毒藥劑為口服劑型 Oseltamivir、吸入劑型 Zanamivir 與注射劑型 Peramivir，國外研究顯示 H5N2/H5N6/H5N8(非特定 2.3.4.4b)對於 Oseltamivir 及 Zanamivir 仍具敏感度；另 H5N2/H5N6/H5N8(非特定 2.3.4.4b)帶有對金剛烷類藥劑(adamantanes)抗藥性之 S31N 基因，H5N6 亦曾報告 PA 突變位點如 E199G, I38L/M/V, A37T 導致病毒對 Baloxavir 敏感度降低，惟上述兩類藥物非目前主要治療藥物。
	H5N6 ⁴	低	1.67	
	H5N8 ^{7,13}	低	1.33	
宿主/人類特性				
5. 群體免疫 (Population immunity)	H5N2	高	9	我國自 2018 年不再儲備實體 H5 亞型流感疫苗，由於 H5N2/ H5N6/ H5N8 未出現廣泛的人際傳播，自然感染率低，且沒有疫苗建立主動免疫，預期人群對病毒的免疫力很低。另 H5N2 疫苗尚於臨床試驗階段，目前無人類 H5N6 及 H5N8 流感疫苗研製相關資料。
	H5N6 ^{4,14}	高	9	
	H5N8 ^{7,15}	高	9	

6. 疾病嚴重程度及致病機制 (Disease severity and pathogenesis)	H5N2 ^{16,17,18}	低	2	根據 WHO 最新資料，尚無人類感染 H5N2 流感個案報告；我國 2012 年間研究亦顯示在 141 名曾暴露於 H5N2 的禽場工作人員中，均無症狀且為 PCR 陰性，惟 6 名(4.3%)員工之恢復期血清抗體效價上升四倍以上，另依據疾管署陽性禽場工作人員監測資料，截至 2022 年共計於 16 家陽性禽場進行工作人員監測，累計監測 161 人均無症狀。
	H5N6 ⁴	高	9	全球 2014-2022/3/1 累計報告 72 例 H5N6 病例(30 例死亡)，為中國大陸 71 例(30 例死亡，致死率:42.3%)及寮國 1 例(輕症)；2.3.4.4.b 分支之 H5N6 病例中，重症率約達 9 成，致死率至少達 4 成。
	H5N8 ^{7,19,20,21,22}	低	2.5	俄羅斯於 2021 年 2 月間報告 7 名禽場工作人員感染 H5N8，年齡介於 29-60 歲，為全球首次報告，均為輕症或無症狀，無人傳人病例。
7. 抗原相關性 (Antigenic relatedness)	H5N2 ²³	低	2.33	缺乏實驗動物相關試驗數據，風險分數信心度較低。
	H5N6 ^{4,24}	中	4.33	與季節性流感病毒缺乏抗原相關性。實驗顯示部分 2020-2021 年 H5N6 病毒株與當前候選疫苗株 A/Astrakhan/3212/2020(H5N8)-like(2.3.4.4b 分支)相比，具有 1-4 個胺基酸差異，且減少了 4-8 倍抗體反應力價。
	H5N8 ^{7,25}	低	3	與季節性流感病毒缺乏抗原相關性。2020-2021 年 H5N8 病毒的抗原性與當前候選疫苗株 A/Fujian-Sanyuan/21099/2017(H5N6)-like(2.3.4.4b 分支)及 A/Astrakhan/3212/2020(H5N8)-like(2.3.4.4b 分支)相似。
生態學及流行病學				
8. 全球動物分布 (Global distribution in animals)	H5N2	低	1.5	目前僅台灣發生家禽新型 H5N2 病例，尚無野鳥感染病例。
	H5N6 ⁴	中	5	2017 年至 2019 年的全球區域分布報告顯示，歐洲和非洲有零星 H5N6 案例，亞太地區則持續檢出 H5N6，2020 年至 2021 年主要分布在亞洲地區的野鳥和家禽中，可能在少數國家流行。

	H5N8 ^{5,7,25,26}	高	8	<p>2020/10-2021/3 期間 2.3.4.4b 分支主流病毒株以 H5N8 為大宗，分布在歐、亞、非洲及中東等多個區域，家禽間商業移動及野鳥遷徙均為造成區域擴散原因之一。</p> <p>2021-2022 年 2.3.4.4b 分支主流病毒株則逐漸以 H5N1 為主，目前已傳播至歐、亞、非洲野生水禽及家禽，已 50 多國有檢出紀錄，H5N8 佔比明顯降低。</p>
9. 動物感染情形 (Infections in animals)	H5N2 ²⁷	低	2	於 2021 年 8 月首次檢出後成為 2021-2022 禽流感季國內主流病毒株，並已出現跨縣市及禽種(不含野鳥)疫情，及在不同送檢樣態(南投棄置死雞、屏東屠宰場)中檢出，截至本年 3 月 9 日，國內共計 17 件禽場案例，分布於雲林縣、彰化縣、屏東縣、台南市及新北市。顯示已多點出現疫情，傳播風險可能增加；目前尚未發現感染野生及哺乳動物與人類情形。
	H5N6 ⁴	低	3.25	已在多種家禽及野鳥中持續檢出及傳播，但無人類以外之哺乳動物感染病例報告，國內無人類感染病例。
	H5N8 ^{7,26}	低	3.75	<p>已在多區及數種家禽及野鳥中持續檢出及傳播，野生哺乳動物及人類亦出現零星感染病例。國內曾於 2020 年 12 月自候鳥檢體檢出 H5N8，無人類、哺乳動物及家禽感染病例。</p> <p>我國候鳥路徑上游國家(韓國與日本)自 2021 年 11 月起爆發多起 H5N1 及 H5N8 HPAI 疫情，其 HA 基因均屬 2.3.4.4 分支。</p>
10. 人類感染情形 (Human infections)	H5N2	低	1.67	全球無報告感染 H5N2(2.3.4.4b)之病例。
	H5N6 ^{24,28}	低	3.5	<p>國內無此病例。</p> <p>全球 2014-2022/3/1 累計報告 72 例 H5N6 病例，為中國大陸 71 例及寮國 1 例，均為散發病例，八成具禽類及活禽市場暴露史。全球首例由中國</p>

				大陸於 2017 年報告，並自 2021 年 3 月起檢出之 H5N6 均為 2.3.4.4b 分支，並自 6 月起有增加趨勢，2022 年累計 8 例。WHO 評估 H5N6 之人畜共病威脅仍高，但傳播能力是否提升不明；目前尚無具人傳人能力之相關證據，評估疫情爆發風險無顯著增加；另推斷人類病例數增加可能與病毒持續於禽類傳播擴散有關。
	H5N8 ⁸	低	3.5	國內無此病例。 全球自 2020/10 迄今累計報告 7 例 H5N8 病例，皆為 2.3.4.4b 分支，均於同年 12 月由俄羅斯報告且無症狀，且尚無具人傳人能力之相關證據。

表二 出現人類病例之風險(Potential Emergence Risk ; Emergence)

各項風險因子	Weight (W)	H5N2(2.3.4.4b)		H5N6		H5N8	
		Risk Score (RS)	W x RS	Risk Score (RS)	W x RS	Risk Score (RS)	W x RS
人類感染情形	0.2929	1.67	0.49	3.5	1.03	3.5	0.59
實驗動物傳染情形	0.1929	2.67*	0.68	3	0.77	3	0.77
宿主受體結合能力	0.1429	3	0.43	2.67	0.43	2.33	0.43
群體免疫	0.1096	9	0.99	9	0.99	9	0.99
動物感染情形	0.0846	2	0.25	3.25	0.30	3.75	0.30
病毒序列分析	0.0646	3	0.26	5	0.39	4.33	0.39
抗原相關性	0.0479	2.33*	0.14	4.33	0.24	3	0.24
全球動物分布	0.0336	1.5	0.07	5	0.20	8	0.27
疾病嚴重度及致病機轉	0.0211	2*	0.04	9	0.19	2.5	0.04
抗病毒藥劑治療選擇	0.0100	1.33	0.02	1.67	0.02	1.33	0.02
TOTAL	1.0001		3.00		4.15		4.00

*因缺乏國內動物試驗或人類感染情形，信心度較低

表三 公共衛生衝擊風險(Potential Impact Risk ; Impact)

各項風險因子	Weight (W)	H5N2(2.3.4.4b)		H5N6		H5N8	
		Risk Score (RS)	W x RS	Risk Score (RS)	W x RS	Risk Score (RS)	W x RS
疾病嚴重度及致病機轉	0.2929	2*	0.59	9	2.64	2.5	0.59
群體免疫	0.1929	9	1.74	9	1.74	9	1.74
人類感染情形	0.1429	1.67	0.24	3.5	0.50	3.5	0.29
抗病毒藥劑治療選擇	0.1096	1.33	0.22	1.67	0.22	1.33	0.22
抗原相關性	0.0846	2.33*	0.25	4.33	0.42	3	0.42
宿主受體結合能力	0.0646	3	0.19	2.67	0.19	2.33	0.19
病毒序列分析	0.0479	3	0.19	5	0.29	4.33	0.29
實驗動物傳染情形	0.0336	2.67*	0.12	3	0.13	3	0.13
全球動物分布	0.0211	1.5	0.04	5	0.13	8	0.17
動物感染情形	0.0100	2	0.03	3.25	0.04	3.75	0.04
TOTAL	1.0001		3.38		6.07		4.03

*因缺乏國內動物試驗或人類感染情形，信心度較低

作者

衛生福利部疾病管制署：郭宏偉、李佳琳、簡淑婉、許建邦、曾薇如、王小棋、施函君、胡毓萍、鄒宗珮、王功錦、余幸璇、楊季融

農委會動植物防疫檢疫局：林念農、林志憲、姚中慧、余俊明、高國勝、馮玉琳

農委會家畜衛生試驗所：李璠、劉玉彬、李婉甄

參考文獻

1. USCDC. Influenza Risk Assessment Tool. Available at: <https://www.cdc.gov/flu/pandemic-resources/national-strategy/risk-assessment.htm>.
2. Bi F, Jiang L, Huang L, et.al. Genetic characterization of two human cases infected with the avian influenza A(H5N6) viruses - Guangxi Zhuang autonomous region, China, 2021. *China CDC Wkly* 2021; 3(44): 923-928.
3. Xiao C, Xu J, Lan Y, et.al. Five independent cases of human infection with avian influenza H5N6 - Sichuan Province, China, 2021. *China CDC Wkly* 2021; 3(36): 751-756.
4. USCDC. Influenza Risk Assessment Tool (IRAT) - Highly pathogenic avian influenza A(H5N6) virus; clade 2.3.4.4b Virus Report. Available at: <https://www.cdc.gov/flu/pdf/pandemic-resources/IR-006Rev0D-CDC-IRAT-Virus-Report-AIV-H5N6-clade-2.3.4.4b-A-Sichuan-06681-2021.pdf>.
5. Istituto Zooprofilattico Sperimentale delle Venezie. Update on the genetic characteristics of HPAI H5N6 and analyses of the situation of HPAI in wild birds in Europe in 2020-2021. Available at: https://ec.europa.eu/food/system/files/2021-06/reg-com_ahw_20210617_hpai_eurl.pdf.
6. Cui P, Zeng X, Li X, et al. Genetic and biological characteristics of the globally circulating H5N6 avian influenza viruses and the protective efficacy offered by the poultry vaccine currently used in China. *Sci China Life Sci* 2022; 65(4): 795-808.
7. USCDC. Influenza Risk Assessment Tool (IRAT) - Highly pathogenic avian influenza A(H5N8) virus; clade 2.3.4.4b Virus Report. Available at: <https://www.cdc.gov/flu/pandemic-resources/pdf/CDC-IRAT-Virus-Report-avian-influenza-AH5N8-virus-clade-2.3.4.4b.pdf>.
8. Pyankova OG, Susloparov IM, Moiseeva AA, et al. Isolation of clade 2.3.4.4b A(H5N8), a highly pathogenic avian influenza virus, from a worker during an outbreak on a poultry farm, Russia, December 2020. *Euro Surveill* 2021; 26(24): 2100439.
9. Bui CHT, Kuok DIT, Yeung HW, et al. Risk assessment for highly pathogenic avian influenza A (H5N6/H5N8) clade 2.3.4.4 viruses. *Emerg Infect Dis* 2021; 27(10): 2619-2627.
10. Pulit-Penalzo JA, Sun X, Creager HM, et al. Pathogenesis and transmission of novel highly pathogenic avian influenza H5N2 and H5N8 viruses in ferrets and mice. *J Virol* 2015; 89(20): 10286-93.
11. Sun H, Pu J, Wei Y, et al. Highly pathogenic avian influenza H5N6 viruses exhibit enhanced affinity for human type sialic acid receptor and in-contact transmission in model ferrets. *J Virol* 2016; 90(14): 6235-6243.
12. Ge Z, Gu M, Cai T, et al. Phylogenetic tracing and biological characterization of a novel clade 2.3.2.1 reassortant of H5N6 subtype avian influenza virus in China. *Transbound Emerg Dis*

- 2021; 68(2): 730-741.
13. Kaplan BS, Russier M, Jeevan T, et al. Novel highly pathogenic avian A(H5N2) and A(H5N8) influenza viruses of clade 2.3.4.4 from North America have limited capacity for replication and transmission in mammals. *mSphere* 2016; 1(2): e00003-16.
 14. Ryu S, Kim CK, Kim K, et al. Serosurveillance of avian influenza A/H5N6 virus infection in poultry farmers, Gyeonggi Province, Republic of Korea, 2016–2017. *Int J Infect Dis* 2018; 75: 49-51.
 15. Kim CK, Woo SH, Chung YS, et al. Serological study on poultry workers at highly pathogenic avian influenza-infected farms in Korea, 2014-2017. *Weekly Health and Illness* 2019; 12(4): 92-97.
 16. FAO. Global AIV with Zoonotic Potential situation update. Available at: https://www.fao.org/ag/againfo/programmes/en/empres/Global_AIV_Zoonotic_Update/situation_update.html.
 17. Ogata T, Yamazaki Y, Okabe N, et al. Human H5N2 avian influenza infection in Japan and the factors associated with high H5N2-neutralizing antibody titer. *J Epidemiol* 2008; 18(4): 160-6.
 18. Wu HS, Yang JR, Liu MT, et al. Influenza A(H5N2) virus antibodies in humans after contact with infected poultry, Taiwan, 2012. *Emerg Infect Dis* 2014; 20(5): 857-860.
 19. WHO. Avian influenza A(H5N8) infects humans in Russian Federation. Available at: <https://www.euro.who.int/en/countries/poland/news/news/2021/3/avian-influenza-ah5n8-infects-humans-in-russian-federation>.
 20. ECDC. First identification of human cases of avian influenza A(H5N8) infection. Available at: <https://www.ecdc.europa.eu/sites/default/files/documents/First-identification-human-cases-avian-influenza-A-H5N8-infection.pdf>.
 21. EFSA, ECDC, EURL, et al. Avian influenza overview February - May 2021. *EFSA J* 2021; 19(12): e06951.
 22. Ilyicheva TN, Durymanov AG, Svyatchenko SV, et al. Humoral immunity to influenza in an at-risk population and severe influenza cases in Russia in 2016-2017. *Arch Virol* 2018; 163(10): 2675-2685.
 23. Marchenko V, Goncharova N, Susloparov I, et al. Isolation and characterization of H5Nx highly pathogenic avian influenza viruses of clade 2.3.4.4 in Russia. *Virology* 2018; 525:216-223.
 24. WHO. Antigenic and genetic characteristics of zoonotic influenza A viruses and development of candidate vaccine viruses for pandemic preparedness. Available at: https://cdn.who.int/media/docs/default-source/emergency-preparedness/global-influenza-programme/recommended-composition-of-influenza-virus-vaccines/202009-zoonotic-vaccinevirusupdate.pdf?sfvrsn=f27c002a_4.
 25. WHO. Antigenic and genetic characteristics of zoonotic influenza A viruses and development of candidate vaccine viruses for pandemic preparedness. Available at: https://cdn.who.int/media/docs/default-source/influenza/who-influenza-recommendations/vcm-northern-hemisphere-recommendation-2021-2022/202103_zoonotic_vaccinevirusupdate.pdf?sfvrsn=97ae1340_7.
 26. USCDC. Influenza Risk Assessment Tool (IRAT) - Highly pathogenic avian influenza A(H5N1)

virus; clade 2.3.4.4b Virus Report. Available at: <https://www.cdc.gov/flu/pdf/pandemic-resources/IRAT-Virus-Report-H5N1-clade-2.3.4.4b.pdf>.

27. 行政院農業委員動植物防疫檢疫局：111 年確診高病原性禽流感防疫處置表。取自：<https://ai.gov.tw/ws.php?id=2792>。
28. WHO. Assessment of risk associated with highly pathogenic avian influenza A(H5N6) virus. Available at: [https://cdn.who.int/media/docs/default-source/influenza/avian-and-other-zoonotic-influenza/a\(h5n6\)-risk-assessment.pdf?sfvrsn=e945a0b9_7&download=true](https://cdn.who.int/media/docs/default-source/influenza/avian-and-other-zoonotic-influenza/a(h5n6)-risk-assessment.pdf?sfvrsn=e945a0b9_7&download=true).
29. 行政院農業委員動植物防疫檢疫局：畜衛所-110 年第三季禽流感病毒分析訊息。取自：<https://ai.gov.tw/ws.php?id=2788>。
30. 衛生福利部疾病管制署：風險族群禽流感病毒抗體血清流行病學調查計畫。取自：https://www.cdc.gov.tw/Professional/ProgramResultInfo/LeYn5b0UwF_lgvjR5rhT-A?programResultId=g9rqm1jhlt65b8sr5Vap8w。