

Науковий вісник Львівського національного університету
ветеринарної медицини та біотехнологій імені С.З. Гжицького.

Серія: Ветеринарні науки

Scientific Messenger of Lviv National University
of Veterinary Medicine and Biotechnologies.

Series: Veterinary sciences

ISSN 2518–7554 print
ISSN 2518–1327 online

doi: 10.32718/nvlvet10615
<https://nvlvet.com.ua/index.php/journal>

UDC 619:616.98:578.831/.832:598.2(477.7)

Epidemiological situation of Avian Influenza in Ukraine during 2020–2021

M. I. Sushko¹, S. S. Mandyhra¹✉, O. M. Chechet¹, M. A. Sapachova¹, O. S. Haidei¹, O. M. Movchun¹,
A. O. Skorokhod¹, O. V. Posna¹, Y. M. Zarytska¹, B. V. Gutyj², O. V. Krushelnyska²

¹State Scientific and Research Institute of Laboratory Diagnostics and Veterinary and Sanitary Expertise, Kyiv, Ukraine

²Stepan Gzhytskyi National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies Lviv, Ukraine

Article info

Received 11.04.2022

Received in revised form

12.05.2022

Accepted 13.05.2022

Postal Address: State Scientific and
Research Institute of Laboratory
Diagnostics and Veterinary and
Sanitary Expertise, Donetska str,
30, Kyiv, 03151, Ukraine.
Tel.: +38-098-293-99-66
E-mail: mandygra@ukr.net

Stepan Gzhytskyi National
University of Veterinary Medicine
and Biotechnologies Lviv,
Pekarska Str., 50, Lviv,
79010, Ukraine.

Sushko, M. I., Mandyhra, S. S., Chechet, O. M. Sapachova, M. A., Haidei, O. S., Movchun, O. M., Skorokhod, A. O., Posna, O. V., Zarytska, Y. M., Gutyj, B. V., & Krushelnyska, O. V. (2022). Epidemiological situation of Avian Influenza in Ukraine during 2020–2021. Scientific Messenger of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Veterinary sciences, 24(106), 97–102. doi: 10.32718/nvlvet10615

Avian influenza viruses (AIVs) are spread globally by wild migratory birds that are reservoirs of AIVs. Epidemics of highly pathogenic avian influenza (HPAI) can devastate the poultry industry and result in severe trade restrictions. Many routes of wild migratory birds pass through the territory of Ukraine, therefore studying the circulation of the viruses is important for the prevention of AIV spreading. The aim of the investigation was to summarize and analyze results of AI tests carried out by state laboratories during 2020–2021. The tests were conducted in the framework of state control of AI aimed to early detection and prevention of HPAI virus spreading on the territory of Ukraine. 27 354 samples of biological material from wild and domestic birds (11 115 samples – in 2020 and 16 239 – in 2021) were tested by PCR in State Scientific and Research Institute of Laboratory Diagnostics and Veterinary and Sanitary Expertise and regional state laboratories. For PCR testing commercial kits and reagents were used: IndiSpin Pathogen Kit (INDICAL BIOSCIENCE), VetMAX™-Gold AIV Detection Kit (Thermo Fisher Scientific), AIV H5-H7 REAL TIME (ADIAVET), AgPath-ID™ One-Step RT-PCR Reagents (Ambion) with N8 RT-PCR primers and probe. In 2020, 84 positive samples on AI type A subtype H5N8 from poultry of Vinnytsia, Kherson, Kyiv and Mykolaiv oblasts was detected. In 2021, the presence of AIV RNA subtype H5N8 and H5N1 was detected in 87 samples (72 samples from poultry, 11 from wild birds and 4 from zoo birds) of Mykolaiv, Kyiv, Donetsk, Ternopil and Kherson oblasts. In 2020, 9 outbreaks of AI were registered in Vinnytsia (1), Mykolaiv(5), Kyiv (2) and Kherson (1) oblasts; in 2021, 11 outbreaks were registered in Mykolaiv (4), Kyiv (2), Donetsk (2), Ternopil (1) and Kherson (2) oblasts. In general, during 2020–2021, 20 outbreaks of AI subtype H5 (3 – commercial poultry farms, 13 – from backyards, 3 – in wild birds and 1 – in zoo birds) were registered in 6 oblasts of Ukraine. RNA of AIV in the samples from imported birds was not detected. Wild migratory birds are the most likely source of AIV in Ukraine since most outbreaks were registered in oblasts located at the crossing of wild bird migratory routes.

Key words: Highly pathogenic avian influenza, H5N8, H5N1, epidemiological situation.

Епізоотична ситуація щодо грипу птиці в Україні впродовж 2020–2021 років

M. I. Сушко¹, С. С. Мандигра¹✉, О. М. Чечет¹, М. А. Сапачова¹, О. С. Гайдей¹, О. М. Мовчун¹,
А. О. Скороход¹, О. В. Посна¹, Я. М. Зарицька¹, Б. В. Гутий², О. В. Крушельницька²

¹Державний науково-дослідний інститут з лабораторної діагностики та ветеринарно-санітарної експертизи, м. Київ, Україна

²Львівський національний університет ветеринарної медицини та біотехнологій імені С. З. Гжицького, м. Львів, Україна

Віруси групи птиці (ГП) поширюються по всьому світу дикими перелітними птахами, які є їх резервуарами. Епізоотії високопатогенного грипу птиці (ВППГ) можуть завдавати значної шкоди птахівництву і призводити до торговельних обмежень. Через територію України проходить багато міграційних шляхів дикої перелітної птиці, тому вивчення циркуляції збудника ГП є важливим для запобігання поширенню ВППГ. Метою дослідження було вивчення епізоотологічної ситуації щодо ГП на території України на основі результатів лабораторних досліджень патологічного/біологічного матеріалів від птиці методом ПЛР, отриманих впродовж 2020–2021 рр. Випробування проводилися в рамках державного контролю ГП з метою раннього виявлення та запобігання поширенню вірусу ВППГ на території України. 27 354 зразки біологічного матеріалу від диких та домашніх птахів (11 115 зразків – у 2020 році та 16 239 – у 2021 році) було досліджено методом ПЛР у Державному науково-дослідному інституті лабораторної діагностики та ветеринарно-санітарної експертизи (ДНДІЛДВСЕ) і обласних державних лабораторіях. У 2020 році було виявлено 84 позитивних щодо групи типу А субтипу H5N8 зразки від свійської птиці Вінницької, Херсонської, Київської та Миколаївської областей. У 2021 році наявність РНК вірусу групи типу А субтипів H5N8 та H5N1 виявлено у 87 зразках (72 зразки від свійської птиці, 11 – від дикої птиці та 4 – від зоопаркової птиці) Миколаївської, Київської, Донецької, Тернопільської та Херсонської областей. У 2020 році було зареєстровано 9 спалахів ВППГ у Вінницькій (1), Миколаївській (5), Київській (2) та Херсонській (1) областях; у 2021 році зареєстровано 11 спалахів у Миколаївській (4), Київській (2), Донецькій (2), Тернопільській (1) та Херсонській (2) областях. Загалом впродовж 2020–2021 рр. у 6 областях України зареєстровано 20 спалахів групи типу А субтипу H5 (3 – на птахофабриках, 13 – в приватному секторі, 3 – серед дикої птиці та 1 – у зоопаркової птиці). РНК вірусу ГП у зразках від імпортованої птиці не було виявлено. Дикі перелітні птахи є найбільш вірогідним джерелом занесення і розповсюдження вірусу ГП на території України, оскільки більшість спалахів зареєстровано в областях, розташованих на перетині найбільших міграційних шляхів дикої птиці.

Ключові слова: високопатогенний грип птиці, H5N8, H5N1, епізоотична ситуація.

Вступ

Грип птиці (ГП) – висококонтагіозне вірусне захворювання птиці (Liu et al., 2021). Збудником ГП є РНК-вмісний вірус, що належать до сімейства *Orthomyxoviridae*, роду *Influenzavirus* типу А (Javanian et al., 2021; Mazel-Sanchez et al., 2021). Вірус грипу типу А вражає як диких птахів, так і свійську птицю (курей, індиків, перепелів, цесарок тощо) і може спричиняти високу смертність, вражає і деякі види ссавців, а також людей (Carua & Alexander, 2009; Jadhao et al., 2009). На основі антигенної структури поверхневих глікопротеїнів віруси грипу типу А поділяють на 16 субтипів гемогліутиніну (НА) та 9 підтипів нейрамінідази (НА), які реплікуються у птахів у різних комбінаціях (Alexander, 2007). Крім того, у 2012–2013 роках з'явилися дані про нові підтипи НА і НА – H17N10 та H18N11, виділених від кажанів. (Tong et al., 2012; 2013). Теоретично можливі тисячі різних комбінацій НА та НА.

Залежно від структури сайту розрізування НА та здатності викликати захворювання у птиці віруси грипу поділяють на низькопатогенні віруси грипу птиці (НППГ) та високопатогенні (ВППГ). Згідно з даними Всесвітньої організації охорони здоров'я тварин (МЕБ), вірусом грипу птиці є “будь-який вірус грипу типу А з високою патогенністю (ВППГ) і підтипами H5 і H7 з низькою патогенністю (H5/H7 НППГ)”. До МЕБ подається інформація про випадки виявлення вірусу грипу птиці всіх підтипів H7 і H5, незалежно від їх патогенності.

Економічний вплив ГП на птахівництво є серйозним, оскільки спостерігається не тільки зниження виробництва яєць і висока смертність (може досягати 100 %) птахів, а й значні торговельні обмеження. Також занепокоєння викликає здатність вірусу ГП до генетичної ресортифікації, що може призвести до утворення нових штамів, небезпечних для людей (Feare, 2010).

У зв'язку з проходженням через територію України великої кількості міграційних шляхів дикої перелітної птиці і реєстрацією випадків грипу птиці в країнах, які межують з Україною, постійно є високий

ризик занесення вірусу грипу птиці на територію України.

Метою роботи було вивчення епізоотологічної ситуації щодо грипу птиці на території України на основі результатів лабораторних досліджень патологічного/біологічного матеріалів від птиці методом ПЛР, отриманих в рамках державного контролю за інфекційними хворобами тварин у 2020 та 2021 роках.

Матеріал і методи досліджень

Дослідження проводилися на базі науково-дослідного відділу молекулярно-генетичних досліджень Державного науково-дослідного інституту з лабораторної діагностики та ветеринарно-санітарної експертизи (ДНДІЛДВСЕ) і Регіональних державних лабораторій Держпродспоживслужби в рамках державного контролю за інфекційними хворобами тварин у 2020 та 2021 роках.

Зразки. Впродовж 2020–2021 рр. було досліджено 27 354 зразки патологічного/біологічного матеріалу. Для виявлення РНК вірусу ГП досліджували зразки патологічного матеріалу (шматочки трахеї, легень, селезінки, нирок, печінки, серця, головного мозку та фрагмент кишечника з вмістом) від дикої, синантропної, зоопаркової і свійської птиці, а також трахеальні та клоакальні змиви, послід.

Реагенти. Виділення нуклеїнових кислот здійснювали за допомогою комерційних наборів: “Арт-РНКMiniSpin” (АртБиоТех, Білорусія) та IndiSpin® Pathogen (Indical Bioscience, Німеччина). Для виявлення РНК вірусу ГП типу А використовували комерційні набори: “VetMax™ – Gold AIV Detection Kit” (Life Technologies) та “Bio-T kit Avian&Swine Influenza Virus” (Biosellal). У разі отримання позитивного результату здійснювали ідентифікацію субтипів H5 та H7 вірусу ГП за допомогою “ADIAVET AIV H5-H7 REAL TIME” (Adiagène SARL, France). Для подальшої ідентифікації нейрамінідаз використовували праймери та зонди для детекції N1 і N8, розроблені Hoffmann et al. (2016) та комерційний мастер-мікс AgPath-ID™ One-Step RT-PCR Reagents (Ambion-Applied Biosystems).

Результати та їх обговорення

В рамках державного контролю за інфекційними хворобами тварин у 2020 р. було досліджено 11 115 зразків патологічного/біологічного матеріалу (табл. 1). У 153 зразках було виявлено РНК вірусу грипу типу А, зокрема у 119 зразках патологічного матеріалу та 30 зразках змивів від свійської птиці, а також 4 зразках патологічного матеріалу від дикої

птиці Вінницької, Київської, Миколаївської, Одеської, Тернопільської, Харківської та Херсонської областей. Із них РНК вірусу грипу типу А субтипу Н5 було виявлено у 84 зразках від свійської птиці Вінницької, Київської, Миколаївської та Херсонської областей. У зразках патологічного матеріалу від дикої птиці ні РНК вірусу грипу типу А субтипу Н5, а ні субтипу Н7 виявлено не було.

Таблиця 1

Результати лабораторної діагностики грипу птиці методом ПЛР, проведеної в рамках державного контролю за інфекційними хворобами тварин у 2020 та 2021 роках

Рік	Вид птиці	Кількість досліджених зразків	Виявлено позитивних на ГП (тип А/Н5/Н7)	Область
2020 р.	Дика птиця	2161	4 (4/0/0)	Вінницька, Київська, Миколаївська, Одеська, Тернопільська, Харківська, Херсонська
	Синантропна птиця	983	0	
	Зоопаркова птиця	148	0	
	Свійська птиця	7320	149 (149/84/0)	
	Птиця на імпорту/експорт	503	0	
2021 р.	Дика птиця	2000	14 (14/11/0)	Донецька, Київська, Одеська, Миколаївська, Луганська, Тернопільська, Чернівецька, Херсонська
	Синантропна птиця	936	2 (2/0/0)	
	Зоопаркова птиця	223	4 (4/4/0)	
	Свійська птиця	12326	80 (80/72/0)	
	Птиця на імпорту/експорт	754 (26/728)	0	

У 2021 р. було досліджено 16 239 зразків патологічного/біологічного матеріалу (табл. 1). РНК вірусу грипу типу А було виявлено у 100 зразках, зокрема у 64 зразках патологічного матеріалу та 16 зразках змивів від свійської птиці, 14 зразках патологічного матеріалу від дикої птиці, 2 зразках патологічного матеріалу від синантропної птиці, 2 зразках патологічного матеріалу та 2 зразках змивів від зоопаркової птиці, відібраних на території Донецької, Київської, Миколаївської, Луганської, Одеської, Тернопільської, Чернівецької та Херсонської областей. Із них РНК вірусу грипу типу А субтипу Н5 було виявлено у 87 зразках (72 зразках від свійської птиці, 11 – від дикої птиці та 4 – від зоопаркової птиці) Донецької, Київської, Миколаївської, Тернопільської та Херсонської областей.

У 2020 році було зареєстровано 9 спалахів грипу типу А субтипу Н5Н8 серед домашньої птиці у чотирьох областях України (табл. 2). ВПГП реєстрували як серед свійської птиці приватного сектору (7 випадків), так і на птахофабриках (2 випадки). Найбільше спалахів ВПГП було зареєстровано у Миколаївській області – 5, менше в Київській – 2 та по одному спалаху у Вінницькій та Херсонській областях.

У 2021 році зареєстровано 11 спалахів грипу типу А субтипу Н5Н8 і Н5Н1 у п'яти областях України (табл. 2). Випадки ВПГП реєстрували у свійської птиці (приватний сектор – 6 випадків; птахофабрика – 1), дикої птиці (3 випадки) та зоопаркової птиці (1 випадок). Подібно як і в 2020 р., у 2021 р. найбільше спалахів ВПГП реєстрували у Миколаївській області – 4, по два спалахи у Київській, Донецькій та Херсонській областях, у Тернопільській області – 1.

Загалом упродовж 2020–2021 рр. було зареєстровано 20 спалахів грипу типу А субтипу Н5 у шести областях України. Джерел занесення та шляхів поширення збудника поки не знайдено для жодного із зареєстрованих спалахів ВПГП. На рис. 1 зображено мапу локалізації спалахів ВПГП на території України. Помітним є те, що більшість випадків грипу птиці зареєстровано в областях, розташованих на перетині шляхів міграції диких птахів (рис. 2). Тож за результатами вивчення можливих джерел поширення грипу птиці, дика птиця є найбільш вірогідним джерелом занесення та поширення ВПГП на території України.

Відсутність випадків виявлення РНК вірусу ГП у зразках від імпортованої/експортованої птиці робить малоімовірним даний шлях заносу вірусу ВПГП в Україну.

Більшу кількість спалахів, що спостерігаються у домашньої птиці, та їх відсутність у диких птахів можна пояснити неефективним пасивним наглядом за дикими птахами, різною реакцією хазяїна на вірусну інфекцію між домашніми та дикими птахами або стадним імунітетом диких птахів через минулий сезонний вплив НРАІ А(Н5).

Згідно з отриманими результатами досліджень – на території України впродовж 2020–2021 рр. циркулювали віруси ВПГП субтипів Н5Н1 та Н5Н8 (табл. 2). Вірус ВПГП субтипу Н5Н1 впродовж двох останніх років був виявлений один раз при дослідженні зразків від свійської птиці приватного сектору в Миколаївській області (спалах від 11.10.2021). Більш поширеним був вірус грипу типу А субтипу Н5Н8.

Таблиця 2

Спалахи ВПГП, зареєстровані на території України впродовж 2020–2021 рр.

Область	Місце спалаху	Епідеміологічна одиниця	Вид	Субтип	Дата спалаху
2020 рік					
Вінницька	Немирівський р-н, с. Бугаків	птахофабрика	домашня птиця	H5N8	18.01.2020
Миколаївська	Новоодеський р-н, с. Кандибине	приватний сектор	домашня птиця	H5N8	02.12.2020
	Новоодеський р-н, с. Новоматвіївське	приватний сектор	домашня птиця	H5N8	08.12.2020
	Очаківський р-н, с. Яселка	приватний сектор	домашня птиця	H5N8	23.12.2020
	Миколаївський р-н, с. Трихати	приватний сектор	домашня птиця	H5N8	28.12.2020
	Арбузинський р-н, с. Іванівка	птахофабрика	домашня птиця	H5N8	28.12.2020
Київська	Іванківський р-н, с. Леонівка	приватний сектор	домашня птиця	H5N8	23.12.2020
	Іванківський р-н, смт. Бородянка	приватний сектор	домашня птиця	H5N8	26.12.2020
Херсонська	Каховський р-н, с. Заозерне	приватний сектор	домашня птиця	H5N8	28.12.2020
2021 рік					
Миколаївська	Доманівський р-н, смт Доманівка	приватний сектор	домашня птиця	H5N8	14.01.2021
	Жовтневий р-н, с. Лимани	приватний сектор	домашня птиця	H5N8	26.02.2021
	Жовтневий р-н	ліс	дика птиця	H5N8	02.04.2021
Київська	Сланецький р-н, смт Сланець	приватний сектор	домашня птиця	H5N1	11.10.2021
	Бучанський р-н, с. Гостомель	приватний сектор	домашня птиця	H5N8	18.01.2021
	Бучанський р-н, смт Клавдієво-Тарасове	приватний сектор	домашня птиця	H5N8	16.02.2021
Донецька	Волноваський р-н, с. Веселе	птахофабрика	домашня птиця	H5N8	01.02.2021
	Волноваський р-н, с. Веселе	приватний сектор	домашня птиця	H5N8	07.02.2021
Херсонська	Білозерський р-н, НПП “Нижньодніпровський”	природний парк	дика птиця	H5N8	28.02.2021
	Генічеський р-н	о. Сиваш	дика птиця	H5N8	22.03.2021
Тернопільська	Тернопільський р-н	природний парк	зоопаркова птиця	H5N8	05.03.2021

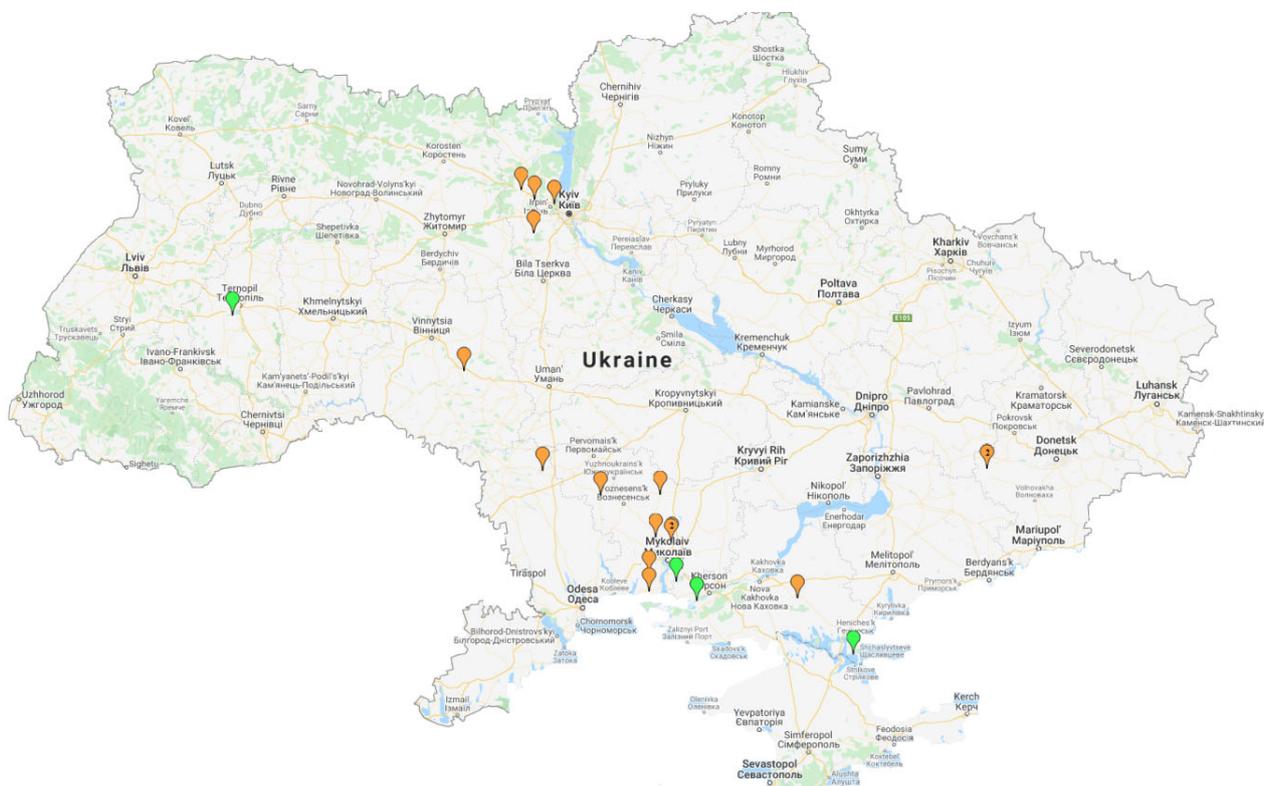


Рис. 1. Спалахи ВПГП на території України впродовж 2020–2021 рр.: оранжевим позначено випадки реєстрації грипу птиці серед домашньої птиці; зеленим – серед дикої і зоопаркової птиці

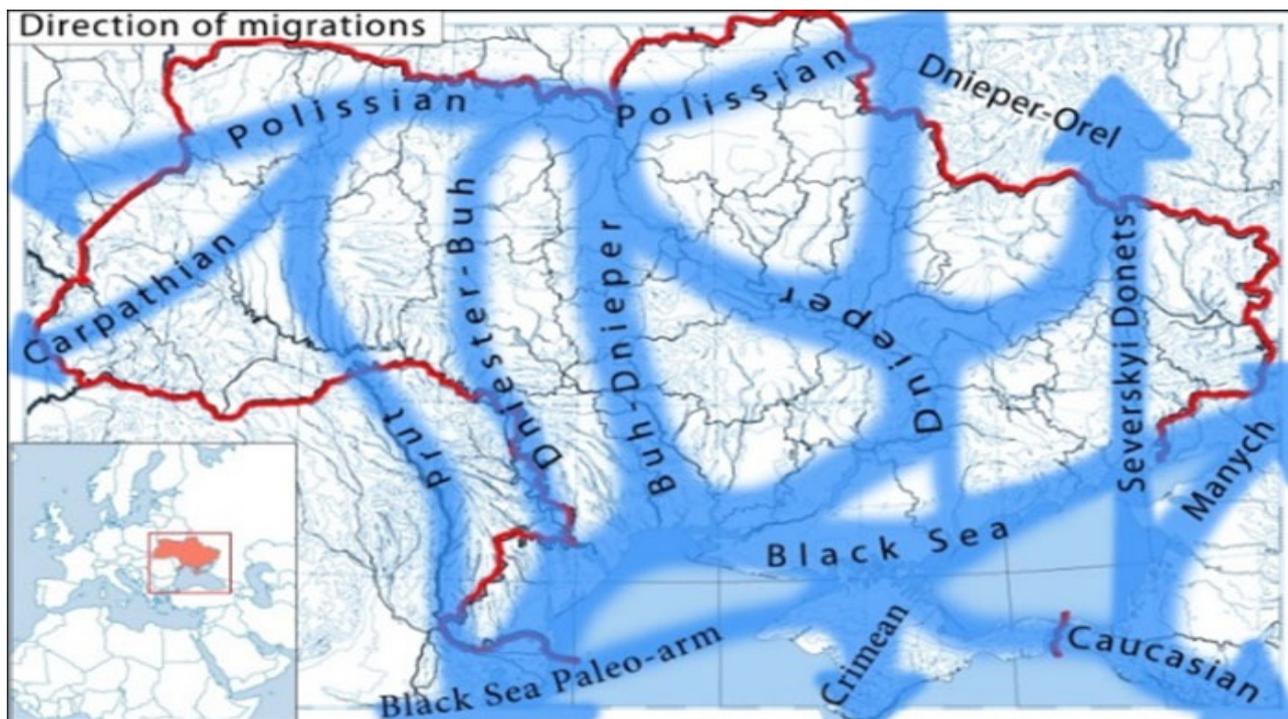


Рис. 2. Найбільші міграційні шляхи дикої птиці через територію України

Впродовж 2020–2021 рр. було зареєстровано 19 випадків виявлення цього вірусу у Вінницькій, Миколаївській, Київській, Донецькій, Херсонській, Тернопільській областях. Дані субтипи вірусів ВПГП не є новими для України. Зокрема, спалахи ВПГП субтипу H5N1 реєструвалися впродовж 2005–2008 років в АР Крим, Херсонській, Одеській та Сумській областях. Спалахи ВПГП субтипу H5N8 реєструються в Україні з листопада 2016 року. Випадки виявлення ВПГП субтипу H5N8 раніше реєстрували в Херсонській, Одеській, Миколаївській, Тернопільській, Чернівецькій областях (Muzyka et al., 2017).

Висновки

Впродовж 2020–2021 рр. було зареєстровано 20 спалахів ВПГП субтипів H5N1 та H5N8 (3 – на птицефабриках, 13 – в приватному секторі, 3 – серед дикої птиці та 1 – у зоопаркової птиці) в 6 областях України (Вінницькій, Миколаївській, Київській, Донецькій, Херсонській і Тернопільській). РНК вірусу ГП у зразках від імпортованої птиці не виявлено. Дикі перелітні птахи є найбільш вірогідним джерелом ВПГП на території України, оскільки більшість спалахів зареєстровано в областях, розташованих на перетині шляхів міграції диких птахів.

Відомості про конфлікт інтересів

Автори стверджують про відсутність конфлікту інтересів.

References

Alexander, D. J. (2007). An overview of the epidemiology of avian influenza. *Vaccine*, 25(30), 5637–5644. DOI: 10.1016/j.vaccine.2006.10.051.

Capua, I., & Alexander, D. J. (2009). Avian influenza infection in birds: a challenge and opportunity for the poultry veterinarian. *Poult Sci*, 88(4), 842–846. DOI: 10.3382/ps.2008-00289.

Feare, C. J. (2010). Role of wild birds in the spread of highly pathogenic avian influenza virus H5N1 and implications for global surveillance. *Avian Diseases*, 54(1), 201–212. DOI: 10.1637/8766-033109-ResNote.1.

Jadhao, S. J., Nguyen, D. C., Uyeki, T. M., Shaw, M., Maines, T., Rowe, T., Smith, C., Huynh, L. P., Nghiem, H. K., Nguyen, D. H., Nguyen, H. K., Nguyen, H. H., Hoang, L. T., Nguyen, T., Phuong, L. S., Klimov, A., Tumpey, T. M., Cox, N. J., Donis, R. O., Matsuoka, Y., & Katz, J. M. (2009). Genetic analysis of avian influenza A viruses isolated from domestic waterfowl in live-bird markets of Hanoi, Vietnam, preceding fatal H5N1 human infections in 2004. *Arch Virol*, 154(8), 1249–1261. DOI: 10.1007/s00705-009-0429-2.

Javanian, M., Barary, M., Ghebrehewet, S., Koppolu, V., Vasigala, V., & Ebrahimipour, S. (2021). A brief review of influenza virus infection. *J Med Virol*, 93(8), 4638–4646. DOI: 10.1002/jmv.26990.

Liu, W. J., Xiao, H., Dai, L., Liu, D., Chen, J., Qi, X., Bi, Y., Shi, Y., Gao, G. F., & Liu, Y. (2021). Avian influenza A (H7N9) virus: from low pathogenic to highly pathogenic. *Front Med*, 15(4), 507–527. DOI: 10.1007/s11684-020-0814-5.

Mazel-Sanchez, B., Iwazkiewicz, J., Bonifacio, J.P.P., Silva, F., Niu, C., Strohmeier, S., Eletto, D., Krammer, F., Tan, G., Zoete, V., Hale, B. G., & Schmolke, M. (2021). Influenza A viruses balance ER stress with host protein synthesis shutoff. *Proc Natl Acad Sci U S A*, 118(36), e2024681118. DOI: 10.1073/pnas.2024681118.

- Muzyka, D. V., Nevolko, O. M., Herilovych, A. P., Stehni, A. B., Novozhytska, Yu. M., Rula, O. M., & Tkachenko, S. V. (2017). Vysokopatohennyi hrypptytsi u sviti ta Ukraini. *Veterynarna medytsyna*, 103, 198–201. URL: http://jvm.kharkov.ua/sbornik/103/3_45.pdf (in Ukrainian).
- Tong, S., Li, Y., Rivailier, P., Conrardy, C., Castillo, D. A., Chen, L.M., Recuenco, S., Ellison, J. A., Davis, C. T., York, I. A., Turmelle, A. S., Moran, D., Rogers, S., Shi, M., Tao, Y., Weil, M. R., Tang, K., Rowe, L. A., Sammons, S., Xu, X., Frace, M., Lindblade, K. A., Cox, N. J., Anderson, L. J., Rupprecht, C. E., & Donis, R. O. (2012). A distinct lineage of influenza A virus from bats. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 109(11), 4269–4274. DOI: 10.1073/pnas.1116200109.
- Tong, S., Zhu, X., Li, Y., Shi, M., Zhang, J., Bourgeois, M., Yang, H., Chen, X., Recuenco, S., Gomez, J., Chen, L.M., Johnson, A., Tao, Y., Dreyfus, C., Yu, W., McBride, R., Carney, P. J., Gilbert, A. T., Chang, J., Guo, Z., Davis, C. T., Paulson, J. C., Stevens, J., Rupprecht, C. E., Holmes, E. C., Wilson, I. A., & Donis, R. O. (2013). New world bats harbor diverse influenza A viruses. *PLoS Pathogens*, 9(10), e1003657. DOI: 10.1371/journal.ppat.1003657.