



TẠP CHÍ

KHOA HỌC KỸ THUẬT

Thú y

JOURNAL OF VETERINARY SCIENCE AND TECHNOLOGY

ISSN 1859 - 4751

Tập XXXIII • Số 6 - 2026

HỘI THÚ Y VIỆT NAM
VIETNAM VETERINARY ASSOCIATION

TỔNG QUAN NGHIÊN CỨU VỀ DỊCH TẢ LỢN CHÂU PHI TẠI VIỆT NAM GIAI ĐOẠN 2019–2025

Nguyễn Văn Điệp^{1}, Nguyễn Thị Ngọc¹, Phạm Ngọc Doanh²*
Tác giả liên hệ: Nguyễn Văn Điệp, email: diepvn@avac.com.vn

TÓM TẮT

Dịch tả lợn châu Phi (African swine fever - ASF) đã gây thiệt hại nghiêm trọng cho ngành chăn nuôi lợn tại Việt Nam kể từ khi bùng phát vào năm 2019. Trước thách thức này, Việt Nam đã triển khai nhiều nghiên cứu có hệ thống về dịch tễ học, tiến hóa virus, bệnh học, chẩn đoán và phát triển vaccine phòng ASF, qua đó từng bước xây dựng nền tảng dữ liệu khoa học ngày càng hoàn thiện phục vụ nghiên cứu và phòng chống ASF trong thực tiễn. Các nghiên cứu cho thấy ASFV có khả năng lây lan nhanh, tồn lưu dai dẳng và bị chi phối mạnh bởi các yếu tố như vận chuyển lợn, mật độ chăn nuôi cao và mức độ an toàn sinh học thấp. Trong giai đoạn đầu bùng phát, virus lưu hành tại Việt Nam chủ yếu thuộc genotype II, nhưng hiện đang có xu hướng gia tăng đa dạng di truyền thông qua sự tích lũy đột biến và sự xuất hiện của các chủng tái tổ hợp genotype I/II. Một thành tựu quan trọng trong kiểm soát ASF là sự phát triển và thương mại hóa các vaccine sống nhược độc, với hiệu quả bảo hộ cao đối với các chủng thuộc genotype II. Tuy nhiên, hiệu quả của các vaccine hiện hành vẫn còn hạn chế đối với các chủng tái tổ hợp. Bên cạnh đó, một số biến thể “vaccine-like” với độc lực giảm đã được ghi nhận. Mặc dù nguồn gốc của một số biến thể này vẫn chưa rõ ràng và vai trò dịch tễ của chúng chưa được xác định đầy đủ do mới chỉ ghi nhận rải rác, sự xuất hiện của chúng nhấn mạnh sự cần thiết của việc giám sát chặt chẽ sau tiêm phòng. Trong bối cảnh ASFV tiếp tục gia tăng đa dạng di truyền, việc phát triển các vaccine an toàn, hiệu quả và có phổ bảo hộ rộng đối với các chủng lưu hành, đồng thời được sử dụng cho các nhóm lợn ở những giai đoạn sinh trưởng và sản xuất khác nhau, sẽ giữ vai trò then chốt trong chiến lược phòng chống ASF lâu dài. Cùng với đó, việc xây dựng và triển khai chương trình kiểm soát theo hướng tích hợp, dựa trên an toàn sinh học, giám sát dịch tễ và chiến lược tiêm vaccine linh hoạt, phù hợp với điều kiện thực tiễn, sẽ là nền tảng quan trọng nhằm đảm bảo kiểm soát dịch hiệu quả và bền vững.

Từ khóa: Dịch tả lợn châu Phi; ASFV; Kiểm soát dịch bệnh; Vaccine.

Review of african swine fever research in vietnam (2019–2025)

Nguyen Van Diep, Nguyen Thi Ngoc, Pham Ngoc Doanh

SUMMARY

African swine fever (ASF) has caused severe losses to the swine industry in Vietnam since its first outbreak in 2019. In response to this challenge, extensive studies have been conducted in Vietnam on ASFV, including epidemiology, viral evolution, pathogenesis, diagnostics, and vaccine development, thereby establishing a relatively comprehensive scientific data platform that supports both research activities and practical disease control efforts. Studies have shown that ASFV circulation in Vietnam is characterized by rapid transmission, prolonged persistence, and is strongly influenced by factors such as pig transportation, high farming density, and low

¹. Công ty Cổ phần Avac Việt Nam

². Viện Sinh học, Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam

biosecurity levels. During the early stage of the outbreak, the circulating viruses in Vietnam mainly belonged to genotype II; however, they are currently showing increasing genetic diversification through the accumulation of mutations and the emergence of genotype I/II recombinant strains. A major milestone in ASF control has been the development and commercialization of live attenuated vaccines, which have demonstrated high protective efficacy against genotype II strains. However, the efficacy of current vaccines against recombinant strains remains limited. In addition, several “vaccine-like” variants with reduced virulence have been identified. Although the origins of some of these variants remain unclear and their epidemiological roles have not yet been fully elucidated due to their sporadic detection, their emergence highlights the need for close post-vaccination surveillance. In the context of the continuing increase in ASFV genetic diversity, the development of safe and effective vaccines with broad protective coverage against circulating field strains, while being suitable for pigs at different growth and production stages, will play a key role in long-term ASF control strategies. Alongside this, the establishment and implementation of integrated control programs based on biosecurity, epidemiological surveillance, and flexible vaccination strategies adapted to practical conditions will provide an essential foundation for effective and sustainable ASF control.

Keywords: African swine fever; ASFV; Disease control; Vaccine.

I. MỞ ĐẦU

Dịch tả lợn châu Phi (African swine fever - ASF) là bệnh truyền nhiễm nguy hiểm trên lợn, đặc trưng bởi sốt xuất huyết, lây lan nhanh và tỷ lệ chết cao, do African swine fever virus (ASFV) gây ra. Theo cập nhật năm 2023 của Ủy ban Quốc tế về Phân loại Virus (ICTV), ASFV được định danh chính thức là *Asfivirus haemorrhagiae*. Bệnh gây thiệt hại nghiêm trọng cho ngành chăn nuôi lợn do chưa có thuốc điều trị đặc hiệu, trong khi virus có khả năng tồn lưu kéo dài trong môi trường và trong nhiều sản phẩm có nguồn gốc từ lợn. Do đó, chiến lược kiểm soát ASF hiện nay vẫn chủ yếu dựa trên an toàn sinh học, giám sát dịch tễ học và tiêm phòng vaccine.

Kể từ khi được phát hiện lần đầu tại Việt Nam năm 2019 (Le et al., 2019), ASF đã nhanh chóng lan rộng trên phạm vi cả nước, gây tổn thất lớn về kinh tế và ảnh hưởng sâu rộng đến chuỗi giá trị ngành chăn nuôi lợn. Trong giai đoạn đầu bùng phát, dịch bệnh chủ yếu liên quan đến sự xâm nhập và lan truyền của ASFV genotype II có độc lực cao. Tuy nhiên, sau hơn 7 năm lưu hành, tình hình ASF tại Việt Nam đã chuyển sang trạng thái dịch tễ học phức tạp hơn, với sự tồn lưu dai dẳng của virus trong quần thể lợn nuôi, sự xuất hiện của các biến thể di truyền

mới và nguy cơ thay đổi đặc tính sinh học của virus dưới áp lực chọn lọc của môi trường chăn nuôi và các biện pháp can thiệp.

Trước diễn biến phức tạp của dịch bệnh, công tác phòng, chống ASF tại Việt Nam đã nhận được sự tham gia rộng rãi của các cơ quan quản lý, cơ sở chăn nuôi, viện nghiên cứu, trường đại học và doanh nghiệp. Nhiều nghiên cứu đã được triển khai nhằm làm rõ đặc điểm dịch tễ học, động lực lây truyền, sinh học phân tử, cơ chế sinh bệnh, đáp ứng miễn dịch và hiệu quả của các biện pháp kiểm soát dịch. Các kết quả nghiên cứu không chỉ hỗ trợ trực tiếp cho công tác phòng chống dịch trong thực tiễn mà còn góp phần hình thành cơ sở dữ liệu khoa học ngày càng đầy đủ về ASFV tại Việt Nam. Đặc biệt, những nghiên cứu về tiến hóa của virus ASF, sự xuất hiện của chủng tái tổ hợp genotype I/II và các biến thể “vaccine-like” đã phản ánh xu hướng gia tăng đa dạng di truyền và mức độ phức tạp của quần thể ASFV.

Mặc dù đã đạt được nhiều tiến bộ trong chẩn đoán, giám sát và phát triển vaccine, ASF tại Việt Nam vẫn đang đặt ra nhiều thách thức đối với công tác kiểm soát lâu dài. Sự biến đổi di truyền của virus, nguy cơ xuất hiện các biến thể mới, hạn chế về an toàn sinh học trong chăn nuôi nhỏ lẻ, cũng như những vấn đề liên quan

đến hiệu quả bảo hộ chéo của vaccine đòi hỏi phải tiếp tục nghiên cứu và cập nhật một cách hệ thống.

Trên cơ sở đó, bài báo này tổng hợp và phân tích các nghiên cứu công bố trong giai đoạn 2019–2025 nhằm hệ thống hóa hiểu biết hiện nay về ASF tại Việt Nam, đồng thời thảo luận những xu hướng dịch tễ học và tiến hóa virus có ý nghĩa đối với chiến lược kiểm soát dịch bệnh trong giai đoạn tiếp theo.

II. TỔNG QUAN NGHIÊN CỨU VỀ ASF TẠI VIỆT NAM

2.1. Dịch tễ học và động lực lưu hành ASF tại Việt Nam

2.1.1. Quá trình xâm nhập và lan truyền của ASF

Các dữ liệu nghiên cứu về dịch tễ học cho thấy ASF tại Việt Nam có đặc điểm lây lan nhanh trong giai đoạn đầu xâm nhập, sau đó chuyển sang trạng thái lưu hành dai dẳng với các ổ dịch tái phát phân tán theo không gian và thời gian. Dịch bệnh được ghi nhận lần đầu tại miền Bắc vào đầu năm 2019 (Le et al., 2019), sau đó nhanh chóng lan rộng ra hầu hết các tỉnh thành trên cả nước chỉ trong thời gian ngắn. Phân tích không gian – thời gian ghi nhận xu hướng lan truyền chủ yếu theo trục Bắc – Nam trong năm đầu bùng phát, có thể liên quan chặt chẽ đến các tuyến vận chuyển lợn, sản phẩm từ lợn và mạng lưới thương mại giữa các vùng.

Từ giai đoạn 2020–2022, mặc dù quy mô các đợt bùng phát giảm so với năm 2019, nhiều ổ dịch vẫn tiếp tục xuất hiện và tái diễn tại nhiều địa phương, qua đó phản ánh ASFV đã hình thành trạng thái lưu hành dai dẳng trong hệ thống chăn nuôi lợn tại Việt Nam (Nguyễn Đức Hiền và cs., 2021; Shao et al., 2022; Hien et al., 2023).

2.1.2. Động lực lây truyền và các yếu tố nguy cơ

Các nghiên cứu mô hình hóa dịch tễ học ở cấp đàn chỉ ra rằng khả năng lây truyền của ASFV biến động đáng kể tùy theo loại hình chăn nuôi, cơ cấu đàn và điều kiện an toàn sinh học. Giá trị số sinh cơ bản R_0 (basic reproductive number)

hoặc hệ số lây nhiễm được ước tính dao động từ khoảng 1,4–10,8 trong các điều kiện nghiên cứu khác nhau (Mai Thị Ngân và cs., 2022; Mai TN et al., 2022a, 2023a; Mai NTA et al., 2022; Oh et al., 2023a; Le VP et al., 2023a). Nhìn chung, nguy cơ lan truyền thường cao hơn ở đàn lợn thịt, hệ thống chăn nuôi hở và các cơ sở quy mô nhỏ có mức độ an toàn sinh học thấp.

Ở cấp độ trang trại và vùng, các nghiên cứu mô phỏng lan truyền dịch bệnh gợi ý rằng vận chuyển lợn và tiếp xúc gián tiếp thông qua con người, phương tiện, dụng cụ chăn nuôi hoặc sản phẩm nhiễm mầm bệnh là những động lực chính thúc đẩy phát tán ASFV. Các biện pháp như hạn chế vận chuyển sớm, tiêu hủy kịp thời đàn nhiễm và duy trì mạng lưới giao thương với số lượng đối tác hạn chế có thể làm giảm đáng kể số trại nhiễm và quy mô bùng phát dịch (Lee et al., 2021a).

Các khảo sát thực địa tại nhiều vùng sinh thái khác nhau cũng đã xác định một số yếu tố nguy cơ quan trọng liên quan đến sự xâm nhập và lưu hành của ASFV, bao gồm: vị trí trang trại gần đường giao thông, chợ buôn bán lợn hoặc lò mổ; mật độ đàn cao; quy mô chăn nuôi nhỏ với mức độ an toàn sinh học thấp; sử dụng thức ăn thừa chưa qua xử lý nhiệt; nhập con giống không rõ nguồn gốc; sự ra vào thường xuyên của người và phương tiện; vị trí gần ổ dịch hoặc khu vực chôn hủy lợn bệnh (Nguyễn Đức Hiền và cs., 2020; Trương Văn Hiếu và cs., 2020; Võ Tấn Quy và cs., 2021; Trần Thị Hà và cs., 2021; Mai Thị Ngân và cs., 2021; Mai TN et al., 2022b; Lee et al., 2022).

Ngoài ra, nghiên cứu thực địa và thực nghiệm kết luận rằng diễn biến lây lan của ASF trong đàn thường trải qua giai đoạn âm thầm ban đầu trước khi bùng phát mạnh. Số ca bệnh thường tăng chậm trong tuần đầu sau khi virus xâm nhập nhưng tăng nhanh từ tuần thứ hai đến tuần thứ ba với tỷ lệ chết cao, đặc biệt ở đàn nái sinh sản (Nguyễn Chế Thanh và cs., 2021; Lại Công Danh và cs., 2022; Oh et al., 2023). Đặc điểm này làm gia tăng nguy cơ phát tán virus trước khi bệnh được phát hiện và xử lý.

Nhìn chung, sự lưu hành và động lực lây truyền của ASF tại Việt Nam chịu ảnh hưởng đồng thời của cấu trúc hệ thống chăn nuôi, mức độ an toàn sinh học và khả năng phát hiện – kiểm soát nguồn lây. Sự tương tác của các yếu tố này không chỉ thúc đẩy lan truyền ASFV trong giai đoạn đầu bùng phát mà còn tạo điều kiện cho virus tiếp tục lưu hành và tiến hóa trong quần thể lợn tại Việt Nam.

2.2. Đa dạng di truyền và tiến hóa của ASFV tại Việt Nam

2.2.1. ASFV genotype II và giai đoạn đồng nhất di truyền ban đầu

Các nghiên cứu dịch tễ học phân tử xác định ASFV lưu hành tại Việt Nam từ năm 2019 chủ yếu thuộc genotype II dựa trên phân tích gen *B646L* mã hóa protein p72, đồng thời có quan hệ di truyền rất gần với chủng Georgia/2007/1 và các chủng gây dịch tại Trung Quốc giai đoạn 2018–2019 (Le et al., 2019). Điều này gợi ý dịch ASF tại Việt Nam nhiều khả năng bắt nguồn từ sự xâm nhập của dòng ASFV genotype II độc lực cao đang lưu hành rộng tại khu vực Á – Âu.

Trong giai đoạn đầu bùng phát, quần thể virus tại Việt Nam thể hiện mức độ đồng nhất di truyền rất cao. Phân tích trình tự gen mã hóa p72 của nhiều chủng phân lập tại các địa phương khác nhau ghi nhận tất cả đều được phân loại vào genotype II với mức độ tương đồng nucleotide và axit amin gần như tuyệt đối (Trịnh Thị Bích Ngọc và cs., 2020; Tran HTT et al., 2020a; Trần Thị Thanh Hà và cs., 2021; Mai NTA et al., 2021, 2023; Truong QL et al., 2021; Nguyen VT et al., 2022; Hien et al., 2022, 2023; Lại Công Danh và cs., 2022).

2.2.2. Biến thể IGR và sự tích lũy đột biến

Trong số các marker phân tử được sử dụng để phân biệt biến thể ASFV genotype II, vùng IGR giữa gen *I73R* và *I329L* được xem là chỉ thị dịch tễ học quan trọng. Phần lớn các chủng ASFV lưu hành tại Việt Nam thuộc biến thể IGR II; tuy nhiên, các biến thể IGR I, IGR III và gần

đây là IGR IV cũng đã được phát hiện với tần suất thấp hơn (Trần Thị Thanh Hà và cs., 2021; Nguyen VT et al., 2022; Mai NTA et al., 2023). Sự đồng lưu hành của nhiều biến thể IGR phản ánh quá trình tiến hóa liên tục của ASFV trong điều kiện lưu hành kéo dài tại thực địa.

Một số chủng ASFV tại Việt Nam còn mang đoạn chèn 10 nucleotide trong vùng tandem repeat sequence (TRS) giữa gen *I73R* và *I329L*, tương đồng với chủng CN201801 của Trung Quốc nhưng không hiện diện ở chủng Georgia/2007/1 hoặc các chủng từ lợn rừng (Mai NTA et al., 2021). Ngoài ra, một số đột biến hiếm như mất đoạn trong gen *EP402R* (CD2v) hoặc chèn đoạn trong gen *B475L* cũng đã được ghi nhận (Hien et al., 2022, 2023).

Các nghiên cứu giải trình tự toàn bộ bộ gen xác nhận mức độ tương đồng nucleotide giữa các chủng ASFV phân lập tại Việt Nam vẫn duy trì ở mức rất cao (~99,9%), tuy nhiên đã xuất hiện khác biệt về số lượng và cấu trúc ORF giữa các chủng (Le VP et al., 2023b). Điều này gợi ý rằng ASFV tuy có tốc độ tiến hóa thấp hơn nhiều virus RNA nhưng vẫn tích lũy dần các biến đổi di truyền trong quá trình lưu hành kéo dài.

2.2.3. Sự xuất hiện của chủng tái tổ hợp genotype I/II

Một trong những thay đổi đáng chú ý nhất trong quần thể ASFV tại Việt Nam là sự xuất hiện của các chủng tái tổ hợp giữa genotype I và II (recombinant ASFV I/II – rASFV I/II) từ năm 2023 (Le VP et al., 2024; Diep et al., 2024). Các chủng này có quan hệ di truyền gần với các chủng tái tổ hợp đã được báo cáo tại Trung Quốc trước đó và được ghi nhận có độc lực cao hơn so với các chủng genotype II đang lưu hành.

Dữ liệu giám sát dịch tễ học ghi nhận tỷ lệ phát hiện chủng tái tổ hợp tăng nhanh trong giai đoạn đầu xuất hiện, từ khoảng 14,14% năm 2023 lên hơn 40% năm 2024 (Nguyen et al., 2026) và đạt khoảng 83% vào giữa năm 2025 theo báo cáo của Cục Chăn nuôi và Thú y (Công văn số 390/CNTY-DT ngày 10/01/2026).

2.2.4. Các biến thể “vaccine-like”

Bên cạnh các chủng genotype II và chủng tái tổ hợp lưu hành chính, một số biến thể ASFV mang đặc điểm di truyền tương tự chủng vaccine (“vaccine-like variants”) cũng đã được ghi nhận tại Việt Nam.

Một trong những biến thể đáng chú ý là ASFV-GUS-Vietnam, mang mất đoạn tại vùng multigene family (MGF) và được chèn gen *gusA* mã hóa enzyme β -glucuronidase (GUS) được phát hiện trong bối cảnh vaccine chưa được cấp phép sử dụng tại Việt Nam (Ambagala et al., 2024). Các nghiên cứu thực nghiệm chỉ ra rằng biến thể này có độc lực suy giảm đáng kể: lợn nhiễm có thể xuất hiện sốt, bài thải virus và lây truyền ở mức hạn chế, gây chết với tỷ lệ chết thấp (1/6); các cá thể sống sót hình thành miễn dịch bảo hộ khi thử thách bằng chủng độc lực cao (Ambagala et al., 2024; Lê Văn Phan, 2026). Tuy nhiên, hiện chưa có đầy đủ bằng chứng dịch tễ học để xác định vai trò của biến thể này trong động lực lưu hành ASFV ngoài thực địa.

Tương tự, biến thể VN/sows_32005/23 mang nhiều mất đoạn tại các gen liên quan đến độc lực cũng được phát hiện tại một trại lợn nái có biểu hiện rối loạn sinh sản (Nguyen CT et al., 2025). Mặc dù có một số đặc điểm tương đồng với chủng vaccine, biến thể này khác biệt đáng kể so với chủng ASFV-G- Δ MGF đã được cấp phép sử dụng tại Việt Nam, đặc biệt về quy mô và vị trí các đoạn mất gen (Nguyen CT et al., 2025). Do không được ghi nhận lại trong các chương trình giám sát tiếp theo, nhiều khả năng đây là một biến thể xuất hiện đơn lẻ tại một trại thay vì một dòng virus lưu hành ổn định.

Ngoài ra, khảo sát trên 298 mẫu thu thập tại 11 tỉnh thành xác định khoảng 2,4% mẫu mang đặc điểm tương tự vaccine, bao gồm các biến thể liên quan đến ASFV-G- Δ MGF và ASFV-G- Δ I177L (Nguyen CT et al., 2026). Các tác giả giải thích rằng một số đột biến tập trung tại vùng gen *EPI53R–EP402R* có thể làm thay đổi cấu trúc protein CD2v, ảnh hưởng đến hiện tượng

hấp phụ hồng cầu và góp phần làm suy giảm độc lực virus (Nguyen CT et al., 2026).

Nhìn chung, các biến thể “vaccine-like” hiện chỉ được phát hiện đơn lẻ với tỷ lệ thấp và chưa có bằng chứng rõ ràng về khả năng lưu hành bền vững trong thực địa. Tuy nhiên, sự xuất hiện của chúng nhấn mạnh nhu cầu cấp thiết phải tăng cường giám sát dịch tễ học phân tử sau triển khai vaccine sống nhược độc.

2.3. Sinh bệnh học và đáp ứng miễn dịch

2.3.1. Đặc điểm lâm sàng và bệnh tích

Các nghiên cứu tại Việt Nam từ năm 2019 ghi nhận ASF chủ yếu biểu hiện ở thể quá cấp và cấp tính, phù hợp với đặc tính độc lực cao của các chủng ASFV genotype II lưu hành trong giai đoạn đầu dịch bệnh. Lợn mắc bệnh thường có biểu hiện sốt cao kéo dài, ủ rũ, giảm hoặc bỏ ăn, khó thở, nôn, tiêu chảy, xuất huyết da và niêm mạc; ở các trường hợp nặng có thể xuất hiện rối loạn thần kinh, hôn mê và chết nhanh sau khi phát bệnh (Bùi Thị Tố Nga và cs., 2020; Trương Quang Lâm và cs., 2020; Nga et al., 2020; Phạm Thị Như Huỳnh và cs., 2021; Lee et al., 2021b). Trong các thí nghiệm gây nhiễm thực nghiệm, thời gian ủ bệnh thường ngắn, lợn bắt đầu sốt sau khoảng 48 giờ nhiễm virus và chết sau 5–9 ngày, phản ánh diễn biến cấp tính và tỷ lệ tử vong cao của bệnh (Trương Quang Lâm và cs., 2020; Lee et al., 2021b).

ASFV có ái tính mạnh với hệ đơn nhân – đại thực bào và gây nhiễm trùng toàn thân với mức độ tổn thương nghiêm trọng ở nhiều cơ quan. Sau khi xâm nhập, virus nhân lên mạnh trong các mô lympho như lách và hạch lympho, gây phá hủy nang lympho, giảm mạnh số lượng lymphocyte và dẫn đến tình trạng suy giảm miễn dịch nghiêm trọng. Đồng thời, tổn thương tế bào nội mô mạch máu kết hợp với rối loạn đông máu góp phần gây xuất huyết lan tỏa và tổn thương đa cơ quan – đặc điểm bệnh lý điển hình của ASF (Bùi Thị Tố Nga và cs., 2020; Nga et al., 2020; Trương Quang Lâm và cs., 2020; Izzati et al., 2021).

Các tổn thương đại thể được ghi nhận khá thống nhất giữa các nghiên cứu. Lách thường sưng to rõ rệt, sung huyết và xuất huyết; hạch lympho sưng, xuất huyết tím đen; đồng thời xuất hiện xuất huyết ở nhiều cơ quan như gan, thận, tim, phổi và màng não (Bùi Thị Tố Nga và cs., 2020; Trương Quang Lâm và cs., 2020; Nga et al., 2020; Phạm Thị Như Huỳnh và cs., 2021; Oh et al., 2022a, 2023). Một số nghiên cứu thực nghiệm thấy rằng gan và mô tai có tải lượng virus cao và tổn thương rõ, gợi ý vai trò của các mô này trong quá trình nhân lên và phát tán virus trong cơ thể (Lee et al., 2021b).

Ở mức vi thể, các tổn thương đặc trưng bao gồm teo và hoại tử nang lympho, giảm lymphocyte nghiêm trọng, sung huyết và xuất huyết mô kẽ, cùng với hiện tượng hoại tử ở nhiều cơ quan nội tạng (Bùi Thị Tố Nga và cs., 2020; Nga et al., 2020; Izzati et al., 2021). Kháng nguyên ASFV được phát hiện với mật độ cao tại lách và hạch lympho, ngoài ra còn hiện diện ở phổi, gan, thận và nhiều cơ quan khác, chủ yếu trong các đại thực bào nhiễm virus (Nguyễn Thị Hoa và cs., 2020; Nga et al., 2020; Izzati et al., 2021).

Bên cạnh thể bệnh cấp tính điển hình, một số biểu hiện không điển hình hoặc kéo dài cũng đã được ghi nhận trong điều kiện thực địa. Một số trường hợp lợn choai xuất hiện viêm khớp kéo dài hoặc heo con có biểu hiện thần kinh liên quan đến nhiễm ASFV, gợi ý khả năng tồn tại các thể dưới cấp hoặc mãn tính trong điều kiện virus lưu hành lâu dài (Nguyễn Ngọc Hải và cs., 2022; Nguyen NH et al., 2022). Những biểu hiện này phản ánh xu hướng đa dạng hóa của đặc điểm lâm sàng ASF tại Việt Nam cùng với quá trình lưu hành và biến đổi di truyền của virus trong thực địa.

Ngoài ra, ở các cá thể sống sót sau nhiễm, mặc dù không còn biểu hiện lâm sàng rõ rệt và âm tính với virus huyết, một số biến đổi mô học và kháng nguyên virus vẫn được phát hiện tại mô lympho và cơ quan nội tạng (Pornthummawat et al., 2021; Lai et al., 2022).

2.3.3. Đáp ứng miễn dịch và hiện tượng tồn lưu virus

Đáp ứng miễn dịch đối với ASFV là một trong những lĩnh vực phức tạp nhất của ASF do virus có khả năng tương tác với cả miễn dịch bẩm sinh và miễn dịch thích nghi của vật chủ. Các nghiên cứu ở lợn nhiễm tự nhiên hoặc gây nhiễm thực nghiệm cho thấy lợn có thể hình thành đáp ứng miễn dịch bảo hộ tương đối kéo dài; tuy nhiên quá trình này đồng thời đi kèm nguy cơ tồn lưu virus hoặc kháng nguyên virus tại mô trong thời gian dài.

Một số nghiên cứu ghi nhận lợn hồi phục sau nhiễm ASF có thể duy trì kháng thể đặc hiệu ở mức cao trong nhiều tháng, thậm chí tới khoảng 14 tháng sau nhiễm, đồng thời không còn phát hiện virus trong máu hoặc dịch mũi bằng các xét nghiệm thông thường (Oh et al., 2021). Những kết quả này gợi ý đáp ứng miễn dịch dịch thể có thể đóng vai trò quan trọng trong bảo vệ chống tái nhiễm đối với các chủng ASFV tương đồng về di truyền.

Bên cạnh đáp ứng miễn dịch bảo hộ, nhiều nghiên cứu cũng thấy rằng ASFV hoặc kháng nguyên virus có thể tồn lưu tại mô ngay cả khi lợn đã hồi phục lâm sàng và âm tính với virus huyết. Pornthummawat et al. (2021) và Lai et al. (2022) ghi nhận sự hiện diện của DNA virus hoặc kháng nguyên ASFV tại mô lympho và một số cơ quan nội tạng ở lợn sống sót sau nhiễm. Đặc biệt, protein p30 vẫn được phát hiện tại amidan, phổi và một số mô khác trong thời gian kéo dài sau nhiễm.

Ngoài đáp ứng miễn dịch cổ điển, các nghiên cứu gần đây còn ghi nhận sự thay đổi đáng kể của các phân tử điều hòa miễn dịch trong quá trình nhiễm ASFV. Nghiên cứu của Truong AD et al. (2023) thấy rằng nhiều miRNA ngoại bào trong huyết thanh lợn nhiễm cấp tính biến đổi rõ rệt, liên quan đến các con đường tín hiệu miễn dịch như Toll-like receptor, MAPK, mTOR và hoạt hóa tế bào T. Những thay đổi này phản ánh mức độ tương tác phức tạp giữa ASFV và hệ miễn dịch của vật chủ, đồng thời gợi ý tiềm

năng sử dụng miRNA như chỉ thị sinh học trong chẩn đoán, tiên lượng hoặc đánh giá đáp ứng miễn dịch sau nhiễm và sau tiêm phòng.

2.4. Phát triển các kỹ thuật chẩn đoán

2.4.1. Chẩn đoán phân tử và nguy cơ âm tính giả

Trong bối cảnh ASFV lưu hành dai dẳng và ngày càng đa dạng về di truyền, yêu cầu đối với chẩn đoán ASF không chỉ dừng ở phát hiện nhanh mầm bệnh mà còn phải bảo đảm độ nhạy, độ đặc hiệu và khả năng thích ứng với các biến thể virus mới xuất hiện. Real-time PCR theo khuyến cáo của Tổ chức Thú y Thế giới (WOAH/OIE) hiện vẫn là phương pháp tiêu chuẩn trong chẩn đoán ASF; tuy nhiên, một số nghiên cứu tại Việt Nam giải thích rằng sự biến đổi di truyền của ASFV có thể ảnh hưởng đến hiệu quả của các hệ thống môi và đầu dò đang được sử dụng (Tran HTT et al., 2020b; Nguyễn Ngọc Hải và cs., 2021; Truong AD et al., 2021).

Tran HTT và cs. (2020b) ghi nhận một số trường hợp âm tính giả khi sử dụng quy trình real-time PCR của OIE do đột biến tại vị trí gần đầu dò. Việc điều chỉnh trình tự đầu dò bằng nucleotide suy biến $Y = C/T$ đã giúp khắc phục hiện tượng lệch bắt cặp và cải thiện khả năng phát hiện virus mà không làm giảm độ nhạy xét nghiệm. Kết quả này phù hợp với Truong AD et al. (2021), khi một số mẫu âm tính bằng real-time PCR theo hướng dẫn của OIE đã được xác nhận dương tính bằng PCR thường quy, giải trình tự và phân lập virus. Tương tự, Nguyễn Ngọc Hải và cs. (2021) cũng ghi nhận hiện tượng mẫu thai lợn sảy dương tính với PCR thường quy nhưng âm tính với real-time PCR và cho rằng nguy cơ bỏ sót ca bệnh nếu chỉ sử dụng một hệ thống xét nghiệm đơn lẻ.

Nhằm nâng cao độ tin cậy của chẩn đoán, nhiều phương pháp phân tử mới đã được nghiên cứu và phát triển. Một số hệ thống real-time PCR nhắm vào gen *E183L* mã hóa protein p54 có khả năng phát hiện nhiều genotype ASFV với độ nhạy và độ đặc hiệu cao, đồng thời không phản ứng chéo với các virus khác trên lợn, qua đó được đề xuất sử dụng bổ sung cho các hệ

thống dựa trên gen p72 truyền thống (Trinh TBN et al., 2021). Ngoài ra, phương pháp xác định nhanh serotype dựa trên đoạn ngắn của gen *EP402R* mã hóa protein CD2v cũng cho kết quả tương đồng cao với các kỹ thuật phân tích truyền thống, hỗ trợ hiệu quả cho nghiên cứu dịch tễ học phân tử và giám sát tiến hóa virus (Trần Anh Tuấn và cs., 2022).

2.4.2. Chẩn đoán nhanh và xét nghiệm tại thực địa

Bên cạnh các kỹ thuật PCR trong phòng thí nghiệm, nhiều phương pháp khuếch đại đẳng nhiệt và xét nghiệm tại chỗ (point-of-care testing – POCT) đã được phát triển nhằm đáp ứng nhu cầu chẩn đoán nhanh trong điều kiện thực địa. Các kỹ thuật như LAMP đo màu, iPCR tự động hoặc LAMP kết hợp tách chiết DNA thô cho phép phát hiện ASFV trong khoảng 30–50 phút với độ nhạy và độ đặc hiệu cao, tương đương real-time PCR trong nhiều điều kiện thử nghiệm (Tran DH et al., 2021; Tran HNT et al., 2021; Mai TN et al., 2023b). Đây là hướng tiếp cận có ý nghĩa thực tiễn lớn đối với cả vùng chăn nuôi nhỏ lẻ, khoảng cách địa lý xa các phòng xét nghiệm hoặc trong tình huống cần sàng lọc nhanh ổ dịch.

Về mẫu bệnh phẩm, ASFV có thể được phát hiện không chỉ trong máu mà còn ở các mẫu ít xâm lấn như phết mũi, phết miệng, phết trực tràng và dịch miệng ngay từ giai đoạn sớm sau nhiễm, khoảng ngày thứ ba sau khi virus xâm nhập. Ở lợn chết, gan và mô tai thường có tải lượng virus cao, phù hợp cho chẩn đoán sau chết (Lee et al., 2021b). Một số nghiên cứu gần đây áp dụng kỹ thuật tập trung virus trong dịch miệng có thể tăng đáng kể độ nhạy xét nghiệm và hỗ trợ phát hiện các trường hợp nhiễm dưới lâm sàng (Mai TN et al., 2025).

2.4.3. Phối hợp các kỹ thuật xét nghiệm

Trong điều kiện ASFV lưu hành kéo dài và xuất hiện nhiều thể bệnh không điển hình, việc phối hợp nhiều phương pháp chẩn đoán ngày càng trở nên cần thiết. Các nghiên cứu chỉ ra rằng xét nghiệm qPCR trên huyết

thanh có hiệu quả cao trong phát hiện nhiễm cấp tính, trong khi xét nghiệm kháng thể như iELISA phù hợp hơn trong giám sát các trường hợp mãn tính hoặc lợn sống sót sau nhiễm (Schambow et al., 2023). Vì vậy, chiến lược chẩn đoán ASF cần được xây dựng theo hướng tích hợp giữa phát hiện virus và đánh giá đáp ứng miễn dịch của vật chủ.

Mặc dù các kỹ thuật sinh học phân tử phát triển nhanh trong những năm gần đây, phân lập virus trên tế bào đại thực bào phế nang lợn (PAM) kết hợp xét nghiệm hấp phụ hồng cầu vẫn được xem là tiêu chuẩn vàng để khẳng định sự hiện diện của virus có khả năng lây nhiễm. Phương pháp này đặc biệt quan trọng trong các trường hợp không điển hình, các nghiên cứu đánh giá độc lực, khả năng lây truyền hoặc đặc tính sinh học của các biến thể ASFV mới (Trần Thị Thanh Hà và cs., 2019).

Ngoài các phương pháp chẩn đoán trực tiếp, một số công nghệ hỗ trợ cũng được nghiên cứu nhằm tăng khả năng phát hiện sớm và giám sát dịch bệnh. Đo nhiệt độ hồng ngoại đã được đề xuất như công cụ hỗ trợ phát hiện sớm lợn nghi nhiễm trước khi xuất hiện triệu chứng rõ ràng (Oh et al., 2022b). Tuy nhiên, trong bối cảnh virus liên tục tích lũy biến đổi di truyền, giải trình tự toàn bộ hệ gen ngày càng giữ vai trò trung tâm trong giám sát dịch tễ học phân tử, phát hiện đột biến, theo dõi biến thể và tối ưu hóa thiết kế xét nghiệm phân tử (Tran HTT et al., 2022a; 2022b).

Nhìn chung, xu hướng nghiên cứu chẩn đoán ASF tại Việt Nam đang chuyển từ các phương pháp phát hiện đơn mục tiêu sang cách tiếp cận tích hợp, kết hợp giữa xét nghiệm phân tử, huyết thanh học, phân lập virus và giải trình tự bộ gen. Sự tích hợp này không chỉ giúp nâng cao khả năng phát hiện sớm và giám sát biến thể ASFV mà còn có ý nghĩa trực tiếp đối với chiến lược kiểm soát ASF trong bối cảnh virus tiếp tục tiến hóa và lưu hành phức tạp tại thực địa.

2.5. Các biện pháp kiểm soát ASF tại Việt Nam

2.5.1. An toàn sinh học và kiểm soát môi trường

Do chưa có thuốc kháng virus đặc hiệu và ASFV có khả năng tồn lưu bền vững trong môi trường, an toàn sinh học được xem là nền tảng quan trọng nhất trong chiến lược kiểm soát ASF. Các nghiên cứu trên thực địa thấy rằng nguy cơ xuất hiện và tái phát ổ dịch có liên quan chặt chẽ với mức độ thực hành an toàn sinh học tại cơ sở chăn nuôi, đặc biệt ở hệ thống chăn nuôi nhỏ lẻ và bán công nghiệp (Nguyễn Đức Hiền et al., 2020; Võ Tấn Quy et al., 2021; Lee et al., 2022).

Nhiều nghiên cứu đã tập trung đánh giá hiệu quả của các biện pháp bất hoạt ASFV trong điều kiện thực địa. Formaldehyde được chứng minh có khả năng bất hoạt virus với kết quả phụ thuộc thời gian và nồng độ xử lý. Các nghiên cứu động học bất hoạt cho rằng giá trị D (thời gian cần thiết để giảm 90% lượng virus lây nhiễm) có thể được sử dụng như chỉ số định lượng nhằm tối ưu hóa quy trình tiêu độc khử trùng theo tải lượng virus và điều kiện môi trường khác nhau (Le et al., 2022).

Bên cạnh hóa chất khử trùng truyền thống, một số nghiên cứu gần đây cũng ghi nhận tiềm năng của các phụ gia thức ăn và hoạt chất sinh học trong giảm nguy cơ lây truyền ASFV qua đường tiêu hóa. Các axit béo chuỗi trung bình (medium-chain fatty acids – MCFA) và hỗn hợp MCFA thể hiện khả năng ức chế ASFV *in vitro* phụ thuộc vào liều sử dụng, đồng thời có hiệu quả hiệp đồng khi sử dụng kết hợp nhiều thành phần (Tran HTT et al., 2022c). Tương tự, các phụ gia nguồn gốc thực vật như Phyto.A04 và Phyto.B có khả năng bất hoạt nhanh ASFV trong thức ăn nhiễm virus và duy trì hiệu quả trong thời gian tương đối dài (Lai et al., 2024). Một số hợp chất thảo dược như berberine hoặc emodin cũng được ghi nhận có khả năng làm giảm hiệu giá virus trên đại thực bào nuôi cấy (Bùi Trần Anh Đào và cs., 2021). Tuy nhiên, phần lớn các nghiên cứu này mới dừng ở mức thực nghiệm *in vitro* và cần được đánh giá thêm trong điều kiện thực địa.

Đối với xử lý nguồn lây từ xác lợn bệnh và chất thải chăn nuôi, Duc et al. (2022) ghi nhận quá trình ủ xác lợn nhiễm có thể loại bỏ nhanh virus có khả năng lây nhiễm mặc dù DNA virus vẫn còn được phát hiện bằng PCR. Kết quả này nhấn mạnh sự khác biệt giữa sự tồn tại của vật liệu di truyền virus và nguy cơ lây nhiễm thực tế, đồng thời khuyến nghị việc diễn giải kết quả xét nghiệm môi trường cần được đặt trong bối cảnh dịch tễ học phù hợp.

Mặc dù nhiều biện pháp bất hoạt và kiểm soát môi trường đã được chứng minh có hiệu quả trong điều kiện thực nghiệm, hiệu quả thực tế phụ thuộc lớn vào mức độ tuân thủ an toàn sinh học tại cơ sở chăn nuôi. Các khảo sát tại hộ chăn nuôi nhỏ lẻ ghi nhận nhiều khâu quan trọng như xử lý thức ăn thừa, quản lý nước thải, vệ sinh phương tiện và kiểm soát người ra vào vẫn chưa được thực hiện đầy đủ hoặc đồng bộ (Lại Thị Lan Hương và cs., 2021). Điều này được xem là một trong những nguyên nhân quan trọng làm giảm hiệu quả kiểm soát ASF trong điều kiện thực địa tại Việt Nam.

2.5.2. Nghiên cứu và phát triển vaccine ASF

Do ASFV có cấu trúc bộ gen phức tạp và cơ chế né tránh miễn dịch đa dạng, việc phát triển vaccine phòng ASF gặp nhiều khó khăn. Trong bối cảnh vaccine bất hoạt, vaccine tiểu đơn vị hoặc vaccine vector chưa tạo được hiệu quả bảo hộ ổn định, vaccine sống nhược độc (live attenuated vaccine – LAV) hiện được xem là hướng tiếp cận có tiềm năng nhất đối với phòng bệnh ASF (Zhang et al., 2023).

Kết quả của các nghiên cứu tại Việt Nam đã phát triển và sản xuất nhiều vaccine sống nhược độc đạt được mức độ an toàn và hiệu quả bảo hộ cao trong cả điều kiện thực nghiệm và thực địa. Hầu hết các vaccine này được phát triển dựa trên chiến lược xóa gen liên quan đến độc lực nhằm làm giảm khả năng gây bệnh nhưng vẫn duy trì khả năng kích thích đáp ứng miễn dịch bảo hộ.

Một trong những vaccine đầu tiên được nghiên cứu và thương mại hóa tại Việt Nam là

NAVET-ASFVAC, phát triển từ chủng ASFV-G-ΔI177L trên dòng tế bào tủy xương (BMC) hoặc tế bào đơn nhân máu ngoại vi (PBMC). Các nghiên cứu chứng minh rằng vaccine này an toàn ở cả liều sử dụng và liều cao, đồng thời tạo hiệu quả bảo hộ từ 80–100% chống lại chủng ASFV genotype II độc lực cao trong điều kiện thực nghiệm và thực địa (Trần Xuân Hạnh và cs., 2021a, 2021b; Tran XH et al., 2022a, 2022b). Ngoài ra, chủng vaccine được ghi nhận ổn định về di truyền, không có bằng chứng rõ ràng về khả năng lây truyền giữa các cá thể và duy trì hiệu quả bảo hộ trên nhiều giống lợn khác nhau. Tuy nhiên, một số nghiên cứu gần đây khuyến cáo rằng chủng ASFV-G-ΔI177L có khả năng tái độc lực và không an toàn trên lợn giống, cả lợn đực và lợn nái (van den Born et al., 2025; Friedrichs et al., 2026).

Tiếp theo, vaccine AVAC ASF LIVE phát triển từ chủng ASFV-G-ΔMGF trên dòng tế bào đại thực bào bất tử hóa (DMAC) cũng đạt hiệu quả rất cao trong các nghiên cứu đánh giá tại Việt Nam. Vaccine này có khả năng tạo đáp ứng miễn dịch bảo hộ 100% trong khoảng thời gian từ 28 ngày đến 5 tháng sau tiêm (Diep et al., 2025; Nguyễn Văn Điệp và cs., 2026a). Các nghiên cứu thực địa quy mô lớn ghi nhận tỷ lệ lợn được tiêm vaccine hình thành đáp ứng kháng thể trên 90% và hiệu quả bảo hộ khoảng 95% trong điều kiện chăn nuôi. Đáng chú ý, DNA virus vaccine chỉ tồn lưu ngắn hạn với tải lượng thấp; mặc dù ở một số cá thể yếu vẫn có thể phát hiện DNA virus đến thời điểm xuất bán, các nghiên cứu không phát hiện tồn dư của hạt virus có khả năng lây nhiễm, qua đó phản ánh mức độ an toàn sinh học và an toàn thực phẩm tương đối cao (Nguyễn Văn Điệp và cs., 2026b). Vaccine này cũng đã được đánh giá cao tại Philippines với tỉ lệ tiêm vaccine hình thành đáp ứng miễn dịch trên 92% (Fernandez-Colorado et al., 2024) và mở rộng triển khai tại một số quốc gia khác.

Vaccine thứ 3 được cấp phép lưu hành và thương mại hóa năm 2025 là vaccine

DACOVAC-ASF2 phát triển từ chủng ASFV-G-ΔI177L/ΔLVR trên dòng tế bào biểu mô lợn ổn định (PIPEC) cũng thể hiện tiềm năng ứng dụng thực tế.

Trong bối cảnh dịch tễ ASF tại Việt Nam, một số nghiên cứu mô hình hóa đã xác định rằng tỷ lệ bao phủ vaccine từ khoảng 80% trở lên là cần thiết để hình thành miễn dịch quần thể và làm giảm nguy cơ bùng phát dịch (Mai NTA et al., 2022). Tuy nhiên, tỷ lệ bao phủ vaccine thực tế hiện vẫn còn thấp hơn đáng kể so với ngưỡng này do nhiều nguyên nhân, bao gồm sự khác biệt về điều kiện chăn nuôi, mức độ chấp nhận tiêm phòng, giá thành vaccine và hiệu quả bảo hộ của vaccine trong các bối cảnh dịch tễ khác nhau. Sự xuất hiện và gia tăng lưu hành của các chủng tái tổ hợp genotype I/II trong những năm gần đây đã làm giảm hiệu quả bảo hộ thực tế của các vaccine hiện hành tại những khu vực mà các chủng này chiếm ưu thế, do khả năng bảo hộ của vaccine đối với các chủng tái tổ hợp vẫn còn hạn chế, mặc dù vẫn có thể làm giảm triệu chứng lâm sàng và duy trì mức bảo hộ nhất định trong điều kiện phơi nhiễm thấp (Diep et al., 2024b; Nguyễn Văn Điệp và cs., 2026c).

Song song với các vaccine thương mại hiện có, một số vaccine sống nhược độc mới đang tiếp tục được nghiên cứu tại Việt Nam, điển hình như VNUA-ASFV-LAVL2 và VNUA-ASFV-LAVL3. Các chủng vaccine này cũng dựa trên nền tảng genotype II thể hiện khả năng kích thích cả miễn dịch dịch thể và miễn dịch tế bào, đồng thời có tiềm năng cải thiện mức độ an toàn và hiệu quả bảo hộ (Truong QL et al., 2023; Truong QL et al., 2024).

2.5.3. Chính sách kiểm soát dịch và tác động kinh tế

ASF không chỉ là thách thức về mặt thú y mà còn gây tác động sâu rộng đến kinh tế, xã hội và cấu trúc ngành chăn nuôi lợn tại Việt Nam. Đợt bùng phát năm 2019 đã gây thiệt hại nghiêm trọng đối với sản xuất chăn nuôi, làm giảm mạnh tổng đàn lợn và ảnh hưởng đáng kể đến chuỗi cung ứng thịt lợn.

Các phân tích về tác động kinh tế chỉ ra rằng ASF không chỉ làm suy giảm sản lượng và thu nhập của người chăn nuôi mà còn tác động tiêu cực đến GDP, việc làm và sinh kế của các nhóm dân cư phụ thuộc vào ngành chăn nuôi lợn (Nguyen TT et al., 2022). Mức độ thiệt hại giữa các loại hình chăn nuôi cũng có sự khác biệt rõ rệt, trong đó các trang trại quy mô lớn với hệ thống an toàn sinh học cao thường có khả năng chống chịu tốt hơn so với chăn nuôi nông hộ và bán công nghiệp.

Trong giai đoạn đầu bùng phát, chiến lược kiểm soát ASF tại Việt Nam chủ yếu dựa trên các biện pháp truyền thống như tiêu hủy đàn nhiễm, kiểm soát vận chuyển, vệ sinh tiêu độc khử trùng và tăng cường an toàn sinh học. Các biện pháp này góp phần hạn chế tốc độ lan truyền dịch bệnh nhưng đồng thời gây thiệt hại kinh tế rất lớn do phải tiêu hủy số lượng lớn lợn thương phẩm và lợn giống. Trong bối cảnh ASFV lưu hành dai dẳng, tiêu hủy có chọn lọc (selective culling) được xem là hướng tiếp cận phù hợp hơn so với tiêu hủy toàn đàn, do có thể giúp giảm thiệt hại kinh tế và duy trì năng lực sản xuất của cơ sở chăn nuôi. Tuy nhiên, hiệu quả của chiến lược này phụ thuộc chặt chẽ vào khả năng chẩn đoán sớm, xét nghiệm xác nhận và phân khu kiểm soát nghiêm ngặt. Nếu chỉ dựa trên dấu hiệu lâm sàng để loại bỏ lợn bệnh, nguy cơ tồn tại lợn nhiễm trong đàn và tiếp tục phát tán virus là rất cao (Nga et al., 2022, 2024).

Ngoài các biện pháp kiểm soát trực tiếp, vấn đề tái đàn sau dịch cũng được đặc biệt quan tâm trong những năm gần đây. Một số nghiên cứu ghi nhận lợn hồi phục sau nhiễm có thể duy trì kháng thể kéo dài và không còn phát hiện virus trong máu hoặc dịch mũi, từ đó gợi ý khả năng sử dụng trong tái đàn ở điều kiện hạn chế nguồn lực (Oh et al., 2021). Tuy nhiên, hiệu quả sản xuất và vai trò dịch tễ học của các cá thể sống sót vẫn chưa được đánh giá đầy đủ, do đó việc áp dụng trên thực tế cần được cân nhắc thận trọng.

III. KẾT LUẬN VÀ TRIỂN VỌNG

Tổng hợp các nghiên cứu giai đoạn 2019–2025 cho thấy Việt Nam đã xây dựng được nền tảng dữ liệu khoa học tương đối toàn diện về ASF, bao gồm dịch tễ học, tiến hóa virus, bệnh học, miễn dịch, chẩn đoán và phát triển vaccine. Những thành tựu này không chỉ hỗ trợ trực tiếp cho công tác phòng chống dịch trong nước mà còn đóng góp quan trọng vào hiểu biết chung về ASFV tại khu vực châu Á và thế giới.

Sau hơn 7 năm lưu hành, ASF tại Việt Nam đã chuyển từ trạng thái bùng phát cấp tính do ASFV genotype II độc lực cao sang trạng thái lưu hành dai dẳng với đặc điểm dịch tễ học và di truyền ngày càng phức tạp. Bên cạnh các biến thể IGR được ghi nhận trong giai đoạn đầu, sự xuất hiện gần đây của các chủng tái tổ hợp genotype I/II và các biến thể “vaccine-like” phản ánh quần thể ASFV tại Việt Nam đang tiếp tục tiến hóa dưới áp lực chọn lọc trong điều kiện lưu hành kéo dài ngoài thực địa. Diễn biến này đặt ra yêu cầu cấp thiết về giám sát dịch tễ học phân tử liên tục nhằm phát hiện sớm các biến thể mới và đánh giá nguy cơ dịch tễ liên quan.

Các nghiên cứu thực hiện trong những năm đầu khi chưa có vaccine đã chỉ ra rằng hiệu quả kiểm soát ASF phụ thuộc chặt chẽ vào mức độ thực hành an toàn sinh học, khả năng phát hiện sớm và năng lực giám sát dịch tễ. Trong bối cảnh chăn nuôi nhỏ lẻ vẫn còn phổ biến, cùng với khả năng tồn lưu dai dẳng của ASFV trong môi trường và vật chủ, nguy cơ tái phát và lan rộng dịch bệnh vẫn hiện hữu tại nhiều khu vực.

Song song với đó, những tiến bộ trong chẩn đoán phân tử, giải trình tự bộ gen và phát triển vaccine đã mở ra triển vọng mới cho chiến lược kiểm soát ASF tại Việt Nam. Việc phát triển và thương mại hóa thành công các vaccine như NAVET-ASFVAC, AVAC ASF LIVE và DACOVAC-ASF2 với hiệu quả bảo hộ cao đối với các chủng ASFV genotype II đang lưu hành không chỉ khẳng định năng lực nghiên cứu và sản xuất vaccine trong nước mà còn tạo tiền đề quan trọng cho việc tích hợp tiêm phòng vào

chiến lược kiểm soát ASF ở quy mô quốc gia. Tuy nhiên, hiệu quả thực tế của chiến lược tiêm phòng không chỉ phụ thuộc vào hiệu lực nội tại của vaccine mà còn chịu ảnh hưởng lớn bởi tỷ lệ bao phủ tiêm phòng và tình hình dịch tễ học tại từng khu vực. Sự xuất hiện ngày càng gia tăng của các chủng tái tổ hợp genotype I/II đã đặt ra thách thức mới đối với hiệu quả kiểm soát ASF trong thực địa, do khả năng bảo hộ chéo của các vaccine hiện hành đối với các chủng này vẫn còn hạn chế.

Trong thời gian tới, chiến lược kiểm soát ASF tại Việt Nam cần được định hướng theo cách tiếp cận tích hợp, dựa trên ba trụ cột chính: an toàn sinh học, giám sát dịch tễ học phân tử và tiêm phòng chủ động phù hợp với bối cảnh dịch tễ. Trong đó, giám sát liên tục sự tiến hóa và đa dạng di truyền của ASFV sẽ đóng vai trò then chốt trong việc cập nhật nguy cơ dịch tễ và tối ưu hóa các biện pháp kiểm soát. Đồng thời, việc phát triển các vaccine an toàn, hiệu quả, có phổ bảo hộ rộng đối với các chủng lưu hành thực địa và có thể sử dụng trên nhiều nhóm lợn ở các giai đoạn sinh sản và sản xuất khác nhau sẽ là ưu tiên quan trọng nhằm nâng cao tỷ lệ bao phủ tiêm phòng và hiệu quả kiểm soát dịch bệnh ở quy mô quần thể. Bên cạnh đó, việc tiếp tục thu thập và hoàn thiện các dữ liệu thực địa về hiệu quả, độ an toàn và tác động dịch tễ của chương trình tiêm phòng, bao gồm cả ảnh hưởng của áp lực miễn dịch lên động lực lưu hành và tiến hóa di truyền của ASFV, sẽ cung cấp cơ sở khoa học quan trọng để tối ưu hóa chiến lược sử dụng vaccine và xây dựng các chương trình kiểm soát ASF linh hoạt, hiệu quả, phù hợp với điều kiện chăn nuôi tại Việt Nam.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Bùi Thị Tố Nga, Lê Văn Phan, Bùi Trần Anh Đào, Nguyễn Vũ Sơn, Nguyễn Hữu Nam, Nguyễn Thị Lan, 2020. Đặc điểm bệnh lý của lợn mắc bệnh dịch tả châu Phi (African swine fever) tại các ổ dịch đầu tiên ở Việt Nam. *Tạp chí Khoa học Nông nghiệp Việt Nam*, 18(7):485-494.
2. Bùi Trần Anh Đào, Nguyễn Thị Lan, Bùi Thị Tố Nga, Hoàng Minh Sơn, Nguyễn Thị Thanh Hà, Vũ Thị Thu Trà và cs., 2021. Xác định tiềm năng ức chế virus dịch tả lợn châu Phi của một số hoạt chất thảo dược. *Tạp chí Khoa học kỹ thuật Thú y*, 28(7):25-32.

3. Lại Công Danh, Đỗ Tiến Duy, Nguyễn Minh Nam, Nguyễn Chế Thanh, Trần Hoàng Vũ, Lê Thị Hồng Nhớ và cs., 2022. Đặc điểm lây nhiễm của virus dịch tả heo châu Phi Genotype II ở các ổ dịch. *Tạp chí Khoa học kỹ thuật Thú y*, 29(3):5-12.
4. Lại Thị Lan Hương, Vũ Đức Hạnh, Trịnh Đình Thấu, Nguyễn Thị Lan, Nguyễn Thị Minh Phương, Nguyễn Tiến Đạt và cs., 2021. Đánh giá thực trạng vệ sinh tiêu độc tại một số cơ sở chăn nuôi lợn quy mô nông hộ trong vùng dịch tả lợn châu Phi, thuộc miền Bắc Việt Nam. *Tạp chí Khoa học kỹ thuật Thú y*, 28(7):15-24.
5. Lê Văn Phan, 2026. Đặc điểm di truyền và đặc tính sinh học của các chủng virus dịch tả lợn châu Phi lưu hành tại Việt Nam, giai đoạn 2019 – 2025. *Hội nghị khoa học và công nghệ chăn nuôi và thú y toàn quốc lần thứ nhất*, tr 482-486.
6. Mai Thị Ngân, Vũ Thị Ngọc, Trương Hà Thái, 2022. Ước tính hệ số lây nhiễm cơ bản và tỉ lệ bao phủ vaccine phòng bệnh dịch tả lợn châu Phi ở các trại lợn thịt quy mô lớn. *Tạp chí Khoa học Nông nghiệp Việt Nam*, 20(7):892-899.
7. Mai Thị Ngân, Vũ Văn Hoat, Lê Văn Tùng, Phạm Thị Lan Hương, Huỳnh Thị Mỹ Lệ, 2021. Một số đặc điểm dịch tễ học của bệnh dịch tả lợn châu Phi tại tỉnh Hải Dương năm 2019. *Tạp chí Khoa học kỹ thuật Thú y*, 28(6):5-13.
8. Nguyễn Chế Thanh, Nguyễn Quỳnh Như, Lại Công Danh, Đỗ Tiến Duy, 2021. Một số đặc điểm của bệnh dịch tả lợn châu Phi qua khảo sát diễn biến ở các ổ dịch. *Tạp chí Khoa học kỹ thuật Thú y*, 28(2):21-29.
9. Nguyễn Đức Hiền, Lê Trung Hoàng, Nguyễn Quốc Vinh, Đoàn Văn Liệt, Nguyễn Ngọc Phú Vinh, Huỳnh Minh Trí, 2020. Bước đầu nghiên cứu bệnh dịch tả lợn châu Phi tại Thành phố Cần Thơ. *Tạp chí Khoa học kỹ thuật Thú y*, 27(7):5-15.
10. Nguyễn Đức Hiền, Lê Trung Hoàng, Nguyễn Thanh Phương, Huỳnh Minh Trí, 2021. Khảo sát lưu hành bệnh dịch tả lợn châu Phi tại thành phố Cần Thơ. *Tạp chí Khoa học kỹ thuật Thú y*, 28(1): 12-19.
11. Nguyễn Ngọc Hải, Nguyễn Thị Ngọc, Nguyễn Thị Kim Yên, Nguyễn Thị Phương Bình, Trần Hoàng Anh Thư, Nguyễn Trung Quân, 2021. Virus dịch tả heo châu Phi trên thai heo sảy và kết quả âm tính giả của Realtime-PCR. *Tạp chí Khoa học kỹ thuật Thú y*, 28(5):5-12.
12. Nguyễn Ngọc Hải, Nguyễn Thị Phương Bình, Trần Hoàng Anh Thư, Nguyễn Trung Quân, Lê Thị Thu Hà, 2022. Virus dịch tả lợn châu Phi (African swine fever virus - ASFV) yếu tố nguy cơ đối với bệnh viêm khớp ở lợn choai. *Tạp chí Khoa học kỹ thuật Thú y*, 29(2): 5-11.
13. Nguyễn Như So, Nguyễn Thế Tường, Vũ Đăng Đồng, Nguyễn Thị Thu Hương, Phạm Thị Hòa, Phạm Thị Hằng và cs., 2022. Quy trình nuôi cấy dòng tế bào thường trực PIPEC để gây nhiễm virus vaccine nhược độc dịch tả lợn châu Phi chủng SFV-G-ΔI177L/ΔLVR. *Tạp chí Khoa học kỹ thuật Thú y*, 29(1):15-21.
14. Nguyễn Thị Hoa, Trương Quang Lâm, Hoàng Thị Thu Hiền, Nguyễn Hữu Nam, Lại Thị Lan Hương, Bùi Trần Anh Đào và cs., 2020. Ứng dụng nhuộm hóa mô miễn dịch phát hiện kháng nguyên virus dịch tả lợn châu Phi trên lợn mắc bệnh. *Tạp chí Khoa học Nông nghiệp Việt Nam*, 18(10):820-827.
15. Nguyễn Văn Điệp, Nguyễn Văn Đức, Vũ Xuân Đăng, Nguyễn Thị Ngọc, Giang Phương Thủy, Nguyễn Hoàng Đăng, Nguyễn Đăng Thọ, Phạm Ngọc Doanh, 2026a. Đánh giá tính an toàn và hiệu quả bảo hộ của vaccine AVAC ASF LIVE phòng bệnh dịch tả lợn châu Phi trong điều kiện thực địa. *Tạp chí Khoa học kỹ thuật Thú y*, 33(2):1-10.
16. Nguyễn Văn Điệp, Nguyễn Văn Đức, Vũ Xuân Đăng, Nguyễn Thị Ngọc, Trần Ngọc Tiệp, Phạm Ngọc Doanh, 2026b. Đánh giá sự tồn lưu của virus vaccine AVAC ASF LIVE ở lợn sau tiêm phòng. *Tạp chí Khoa học kỹ thuật Thú y*, 33(1):5-14.
17. Nguyễn Văn Điệp, Nguyễn Văn Đức, Vũ Xuân Đăng, Nguyễn Thị Ngọc, Đỗ Phúc Tuệ, Trần Ngọc Tiệp, Phạm Ngọc Doanh, 2026c. Kết quả đánh giá bước đầu về hiệu quả bảo hộ chéo của vaccine AVAC ASF LIVE đối với chủng tái tổ hợp rASFV I/II trên lợn thí nghiệm dưới các phác đồ tiêm và liều công cường độc khác nhau. *Tạp chí Khoa học kỹ thuật Thú y*, 33(2):11-22.
18. Phạm Thị Như Huỳnh, Nguyễn Phúc Khánh, Nguyễn Thanh Lâm, Tiền Ngọc Tiên, Nguyễn Tôn Sang, 2021. Khảo sát đặc điểm lâm sàng và chẩn đoán bệnh Dịch tả lợn châu Phi tại một số tỉnh Đồng bằng sông Cửu Long. *Tạp chí Khoa học kỹ thuật Thú y*, 28(1):5-11.
19. Trần Anh Tuấn, Trương Anh Đức, Nguyễn Thị Huyền, Hoàng Văn Tuấn, Chu Thị Như, Đinh Văn Tài, Phan Văn Thìn và cs., 2022. Ứng dụng phương pháp xác định nhanh nhóm huyết thanh học của virus dịch tả lợn châu Phi phân lập tại Việt Nam. *Tạp chí Khoa học kỹ thuật Thú y*, 29(2):12-18.
20. Trần Thị Hà, Trương Hà Thái, Lại Thị Lan Hương, Nguyễn Văn Giáp, Chu Thị Thanh Hương, 2021. Nghiên cứu một số đặc điểm dịch tễ học bệnh dịch tả lợn châu Phi (ASF) tại huyện Quỳnh Phụ, tỉnh Thái Bình. *Tạp chí Khoa học Nông nghiệp Việt Nam*, 19(11): 1436-1445.
21. Trần Thị Thanh Hà, Trương Anh Đức, Lý Đức Việt, Hoàng Văn Tuấn, Chu Thị Như, Nguyễn Thị Huyền và cs., 2021. Đặc điểm dịch tễ học phân tử của virus dịch tả lợn châu Phi lưu hành tại Việt Nam năm 2020. *Tạp chí Khoa học kỹ thuật Thú y*, 28(6):26-35.
22. Trần Thị Thanh Hà, Trương Anh Đức, Lý Đức Việt, Vũ Thị Hào, Hoàng Văn Tuấn, Nguyễn Thị Chinh và cs., 2019. Phân lập virus dịch tả lợn châu Phi trên môi trường tế bào Porcine Alveolar Macrophages (PAM). *Tạp chí Khoa học kỹ thuật Thú y*, 26(3):5-11.
23. Trần Xuân Hạnh, Lê Thị Thu Phương, Nguyễn Quang Huy, Đỗ Thanh Thủy, Nguyễn Văn Dung, Quách Vô Ngôn và cs., 2021a. Tính an toàn và miễn dịch của virus dịch tả lợn châu Phi nhược độc, chủng G-Delta- I177L trên heo. *Tạp chí Khoa học kỹ thuật Thú y*, 28(6):14-25.
24. Trần Xuân Hạnh, Nguyễn Văn Dung, Lê Thị Thu Phương, Nguyễn Quang Huy, Đỗ Thanh Thủy, Quách Vô Ngôn và cs., 2021b. Đánh giá hiệu quả phòng bệnh của

- vaccine dịch tả lợn châu Phi nhược độc đông khô chủng G-Δ1177L trên lợn, 2021. *Tạp chí Khoa học kỹ thuật Thú y*, 28(7): 5-14.
25. Trịnh Thị Bích Ngọc, Nguyễn Văn Tâm, Nguyễn Thị Thu Huyền, Vũ Xuân Đăng, Lê Văn Phan, 2020. Đặc tính sinh học và sinh học phân tử của chủng virus dịch tả lợn châu Phi phân lập được tại một số tỉnh miền Bắc Việt Nam. *Tạp chí Khoa học Nông nghiệp Việt Nam*, 18(10):803-811.
 26. Trương Quang Lâm, Nguyễn Thị Lan, Đào Lê Anh, Nguyễn Thị Hoa, Nguyễn Thị Thu Hương, 2020. Nghiên cứu đánh giá độc lực của chủng virus dịch tả lợn châu Phi VNUA - ASFV - 101 phân lập tại tỉnh Hà Nam - Việt Nam trên lợn thí nghiệm. *Tạp chí Khoa học Nông nghiệp Việt Nam*, 18(7):510-519.
 27. Trương Văn Hiếu, Trần Ngọc Bích, Nguyễn Thị Kim Quyên, Nguyễn Phúc Khánh, Lê Quang Trung, Trần Duy Khang và cs., 2020. Khảo sát các yếu tố nguy cơ và sự lưu hành của virus dịch tả lợn châu Phi tại tỉnh Bến tre. *Tạp chí Khoa học kỹ thuật Thú y*, 27(3):5-12.
 28. Võ Tấn Quy, Nguyễn Kim Dũng, Thái Quốc Hiếu, Từ Phương Bình, Nguyễn Công Thịnh, Lê Thanh Hiền, 2021. Một số đặc điểm dịch tễ, phân tích yếu tố nguy cơ liên quan đến dịch tả heo châu Phi ở các trang trại chăn nuôi tại huyện Chợ Gạo, Tiền Giang. *Tạp chí Khoa học kỹ thuật Thú y*, 28(3):20-27.
 29. Ambagala A, Goonewardene K, Kanoa IE, Than TT, Nguyen VT, Lai TNH, et al., 2024. Characterization of an African swine fever virus field isolate from Vietnam with deletions in the left variable multigene family region. *Viruses*, 16(4):571.
 30. Diep NV, Ngọc NT, Duc NV, Tham BT, Tiep TN, 2024a. Genome sequences of recombinant African swine fever virus isolated from domestic pigs in Vietnam. *Microbiology Resource Announcements*, 13(12):1-3.
 31. Diep NV, Duc NV, Ngọc NT, Dang VX, Tiep TN, Nguyen VD, et al., 2024b. Genotype II live-attenuated ASFV vaccine strains unable to completely protect pigs against the emerging recombinant ASFV genotype I/II strain in Vietnam. *Vaccines*, 12(10):1114.
 32. Diep NV, Ngọc NT, Duc NV, Dang VX, Tiep TN, Quy CT, Tham BT, Doanh PN, 2025. Safety and efficacy profiles of the live attenuated vaccine, AVAC ASF LIVE®, for preventing African swine fever in pigs. *Transboundary and Emerging Diseases*, 2025, 8623876.
 33. Dixon LK et al., 2012. Family Asfarviridae. In Virus Taxonomy, eds by King AMQ et al. Ninth Report of the International Committee on Taxonomy of Viruses, 154-162.
 34. Duc HM, Ngan PH, Son HM, Lan NT, Hung LV, Ha CTT, et al., 2022. The use of composting for the disposal of African swine fever virus-infected swine carcasses. *Transboundary and Emerging Diseases*, 69(5):e3036-e3044.
 35. Fernandez-Colorado CP, Kim WH, Flores RA, Min W, 2024. African swine fever in the Philippines: A review on surveillance, prevention, and control strategies. *Animals*, 14(12): 1816.
 36. Friedrichs V, Calvelage S, Holzum T, Viaplana E, Urniza A, Balasch M et al., 2026. Implications for safety: ASFV-G-Δ1177L vaccine compromises health and semen quality in adult breeding boars. *Frontiers in Microbiology* 17:1823118.
 37. Hien ND, Nguyen LT, Hoang LT, Bich NN, Quyen TM, Isoda N, Sakoda Y, 2022. First report of a complete genome sequence of a variant African swine fever virus in the Mekong Delta, Vietnam. *Pathogens*, 11(7):797.
 38. Hien ND, Nguyen LT, Isoda N, Sakoda Y, Hoang LT, Stevenson MA, 2023. Descriptive epidemiology and spatial analysis of African swine fever epidemics in Can Tho, Vietnam, 2019. *Preventive Veterinary Medicine*, 211:105819.
 39. Izzati UZ, Inanaga M, Hoa NT, Nueangphuet P, Myint O, Truong QL, et al., 2021. Pathological investigation and viral antigen distribution of emerging African swine fever in Vietnam. *Transboundary and Emerging Diseases*, 68(4):2039-2050.
 40. Lai DC, Oh T, Nguyen HT, Do DT, 2022. The study of antigen carrying and lesions observed in pigs that survived post African swine fever virus infection. *Tropical Animal Health and Production*, 54(5):264.
 41. Lai TNH, Trinh TBN, Than TT, Mai NTA, Biuki NM, Eckel B, et al., 2024. Antiviral activity of plant-based additives against African swine fever virus in feed ingredients. *Veterinary Medicine and Science*, 10(6):e70070.
 42. Le VP, Jeong DG, Yoon SW, Kwon HM, Trinh TBN, Nguyen TL, et al., 2019. Outbreak of African swine fever, Vietnam, 2019. *Emerging Infectious Diseases*, 25(7):1433-1435.
 43. Le VP, Trinh TBN, Nguyen VT, Nguyen TL, Nuanualsuwan S, 2022. Inactivation rate of African swine fever virus by a formaldehyde-based product. *Journal of Animal Science*, 100(10):skac248
 44. Le VP, Lan NT, Canevari JT, Villanueva-Cabezas JP, Padungtod P, Trinh TBN, et al., 2023a. Estimation of a within-herd transmission rate for African swine fever in Vietnam. *Animals*, 13(4):571.
 45. Le VP, Ahn MJ, Kim JS, Jung MC, Yoon SW, Trinh TBN, et al., 2023b. A whole-genome analysis of the African swine fever virus that circulated during the first outbreak in Vietnam in 2019 and subsequently in 2022. *Viruses*, 15(9):1945.
 46. Le VP, Nguyen VT, Le TB, Mai NTA, Nguyen VD, Than TT, et al., 2024. Detection of recombinant African swine fever virus strains of p72 genotypes I and II in domestic pigs, Vietnam, 2023. *Emerging Infectious Diseases*, 30(5):991-994.
 47. Lee HS, Thakur KK, Bui VN, Pham TL, Bui AN, Dao TD, et al., 2020. A stochastic simulation model of African swine fever transmission in domestic pig farms in the

- Red River Delta region in Vietnam. *Transboundary and Emerging Diseases*, 68(3):1384-1391.
48. Lee HS, Thakur KK, Pham TL, Dao TD, Bui AN, Bui VN, et al., 2021a. A stochastic network-based model to simulate farm-level transmission of African swine fever virus in Vietnam. *PLoS One*, 16(3):e0247770.
 49. Lee HS, Bui VN, Dao TD, Bui AN, Le TD, Kieu MA, et al., 2021b. Pathogenicity of an African swine fever virus strain isolated in Vietnam and alternative diagnostic specimens for early detection of viral infection. *Porcine Health Management*, 7(1):36.
 50. Lee HS, Dao TD, Huyen LTT, Bui VN, Bui AN, Ngo DT, Pham UB, 2022. Spatiotemporal analysis and assessment of risk factors in transmission of African swine fever along the major pig value chain in Lao Cai province, Vietnam. *Frontiers in Veterinary Science*, 9: 853825.
 51. Mai NTA, Vu XD, Nguyen TTH, Nguyen VT, Trinh TBN, Kim YJ, et al., 2021. Molecular profile of African swine fever virus (ASFV) circulating in Vietnam during 2019-2020 outbreaks. *Archives of Virology*, 166(3):885-890.
 52. Mai NTA, Trinh TBN, Nguyen VT, Lai TNH, Le NP, Nguyen TTH, et al., 2022. Estimation of basic reproduction number (R0) of African swine fever in mid-size commercial pig farms in Vietnam. *Frontiers in Veterinary Science*, 9, 918438.
 53. Mai NTA, Dam VP, Cho KH, Nguyen VT, Tuyen NV, Nguyen TL, et al., 2023. Emergence of a novel intergenic region (IGR) IV variant of African swine fever virus genotype II in domestic pigs in Vietnam. *Veterinary Research Communications*, 47(3):1773-1776.
 54. Mai TN, Sekiguchi S, Huynh TML, Cao TBP, Le VP, Dong VH, et al., 2022a. Dynamic models of within-herd transmission and recommendation for vaccination coverage requirement in the case of African swine fever in Vietnam. *Veterinary Sciences*, 9(6):292.
 55. Mai TN, Tuyen LA, Truong VL, Huynh LTM, Huong PTL, Hanh VD, et al., 2022b. Early-phase risk assessments during the first epidemic year of African swine fever outbreaks in Vietnamese pigs. *Veterinary Medicine and Science*, 8(5):1993-2004.
 56. Mai TN, Nguyen TT, Vu VA, Vu TN, Huynh TML, 2023a. Estimation of the herd-level basic reproduction number for African swine fever in Vietnam, 2019. *Veterinary World*, 15(12):2850-2855.
 57. Mai TN, Le HTM, Dang VX, Trinh TBN, Phan LV, Hoa NT, et al., 2023b. Development of a highly sensitive point-of-care test for African swine fever that combines EZ-Fast DNA extraction with LAMP detection. *Veterinary Medicine and Science*, 9(3):1226-1233.
 58. Mai TN, Tran THG, Dong VH, Le VP, Huynh TML, Bui TAD, et al., 2025. A highly sensitive method for detecting African swine fever virus in oral fluids from naturally infected pigs in Northern Vietnam. *Scientific Reports*, 15(1):27855.
 59. Nga BTT, Dao BTA, Lan NT, Osaki M, Kawashima K, Song D, et al., 2020. Clinical and pathological study of the first outbreak cases of African swine fever in Vietnam, 2019. *Frontiers in Veterinary Science*, 7:392.
 60. Nga BTT, Padungtod P, Depner K, Chuong VD, Duy DT, Anh ND, Dietze K, 2022. Implications of partial culling on African swine fever control effectiveness in Vietnam. *Frontiers in Veterinary Science*, 9:957918.
 61. Nga BTT, Auer A, Padungtod P, Dietze K, Globig A, Rozstalnyy A, et al., 2024. Evaluation of selective culling as a containment strategy for African swine fever at a Vietnamese sow farm. *Pathogens*, 13(7):567.
 62. Nguyen DH, Le TH, To MQ, Nguyen PK, Nguyen TL, 2023. Molecular characterization of African swine fever viruses circulating in Can Tho city, Vietnam. *Veterinary Medicine International*, 8992302.
 63. Nguyen HN, Nguyen QT, Nguyen BTP, Tran THA, Do DT, Hoang HT, 2022. Detection of African swine fever virus in neonatal piglets with congenital tremors. *Archives of Virology*, 167(4):1131-1135.
 64. Nguyen TC, Bui NTT, Nguyen LT, Ngo TNT, Van Nguyen C, Nguyen LM, et al., 2025. An African swine fever vaccine-like variant with multiple gene deletions caused reproductive failure in a Vietnamese breeding herd. *Scientific Reports*, 15(1):14919.
 65. Nguyen TC, Tantitaveewattana P, Pamornchainavakul N, Do DT, Kedkovid R, Thanawongnuwech R, 2026. Subtle genetic shifts of African swine fever virus among Vietnamese domestic swine following live-attenuated vaccine commercialization. *Transboundary and Emerging Diseases*, 2026:8776906.
 66. Nguyen TT, Pham TNL, Nguyen NQ, Dang XS, Lee HS, Nguyen VH, et al., 2022. An assessment of the economic impacts of the 2019 African swine fever outbreaks in Vietnam. *Frontiers in Veterinary Science*, 8:686038.
 67. Nguyen TVH, Kim YH, Nguyen VD, Tran TCG, Vu ND, Vu TTH, Nguyen VT, Kim DY, Cho KH, Hong SK, Ambagala A, Le VP, 2026. Rapid spread of recombinant African swine fever virus genotypes I and II, Vietnam, 2023–2024. *Emerging Infectious Diseases*, 32(4): 649-652.
 68. Nguyen VT, Cho KH, Mai NTA, Park JY, Trinh TBN, Jang MK, et al., 2022. Multiple variants of African swine fever virus circulating in Vietnam. *Archives of Virology*, 167(4): 1137-1140.
 69. Oh T, Nguyen TM, Ngo TTN, Thinh D, Nguyen TTP, Do LD, et al., 2021. Long-term follow-up of convalescent pigs and their offspring after an outbreak of acute African swine fever in Vietnam. *Transboundary and Emerging Diseases*, 68(6):3194-3199.
 70. Oh SI, Nguyen TTH, Yang MS, Nga BTT, Bui VN, Le VP, et al., 2022a. Blood parameters and pathological lesions in pigs experimentally infected with Vietnam's first isolated African swine fever virus. *Frontiers in Veterinary Science*, 9:978398.

71. Oh SI, Lee HS, Bui VN, Dao DT, Bui NA, Le TD, et al., 2022b. Dynamic variations in infrared skin temperature of weaned pigs experimentally inoculated with the African swine fever virus. *Veterinary Sciences*, 8(10):223.
72. Oh SI, Bui NA, Bui VN, Dao DT, Cho A, Lee HG, et al., 2023. Pathobiological analysis of African swine fever virus contact-exposed pigs and estimation of the basic reproduction number of the virus in Vietnam. *Porcine Health Management*, 9(1):30.
73. Pornthummawat A, Truong QL, Hoa NT, Lan NT, Izzati UZ, Suwanruengsri M, et al., 2021. Pathological lesions and presence of viral antigens in four surviving pigs in African swine fever outbreak farms in Vietnam. *Journal of Veterinary Medical Science*, 83(11): 1653-1660.
74. Sánchez-Vizcaíno JM, Laddomada A, Arias ML, 2019. African Swine Fever Virus. In *Diseases of Swine*, edited by Zimmerman et al. WILEY Blackwell, 443-450.
75. Schambow R, Giménez-Lirola LG, Hanh VD, Huong LTL, Lan NT, Trang PH, et al., 2023. Modeling the accuracy of a novel PCR and antibody ELISA for African swine fever virus detection using Bayesian latent class analysis. *Frontiers in Veterinary Science*, 10: 1079918.
76. Shao Q, Li R, Han Y, Han D, Qiu J, 2022. Temporal and spatial evolution of the African swine fever epidemic in Vietnam. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19(13):8001.
77. Tran DH, Tran HT, Le UP, Vu XD, Trinh TBN, Do HDK, et al., 2021. Direct colorimetric LAMP assay for rapid detection of African swine fever virus. *Transboundary and Emerging Diseases*, 68(4):2595-2602.
78. Tran HNT, Le NT, Pham BP, Luu VQ, Nguyen VL, 2021. Evaluation of an automated insulated isothermal polymerase chain reaction system. *Journal of the American Veterinary Medical Association*, 259(6):662-668.
79. Tran HTT, Truong AD, Ly DV, Vu TH, Hoang VT, Nguyen TC, et al., 2020a. Genetic characterisation of African swine fever virus in outbreaks in Ha Nam province, Red River Delta region of Vietnam, and activity of antimicrobial products against virus infection in contaminated feed. *Journal of Veterinary Research*, 64(2):207-213.
80. Tran HTT, Dang AK, Ly DV, Vu HT, Hoang TV, Nguyen CT, et al., 2020b. An improvement of real-time PCR system for ASFV detection. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 33(10):1683-1690.
81. Tran HTT, Truong AD, Dang AK, Ly DV, Chu NT, Hoang TV, et al., 2022a. Novel method for sub-grouping of genotype II African swine fever viruses based on the intergenic region between the A179L and A137R genes. *Veterinary Medicine and Science*, 8(2), 607-609.
82. Tran HTT, Truong AD, Dang HV, 2022b. Whole genome sequencing of African swine fever. *Methods in Molecular Biology*, 2503:205-215.
83. Tran HTT, Truong AD, Ly DV, Hoang TV, Chu NT, Nguyen HT, et al., 2022c. Potential anti-ASFV effects of medium chain fatty acids. *Open Veterinary Journal*, 11(3):346-355.
84. Tran XH, Le TTP, Nguyen QH, Do TT, Nguyen VD, Gay CG, et al., 2022a. African swine fever virus vaccine candidate ASFV-G-Δ1177L efficiently protects European and native pig breeds against circulating Vietnamese field strain. *Transboundary and Emerging Diseases*, 69(4):e497-e504.
85. Tran XH, Phuong LTT, Huy NQ, Thuy DT, Nguyen VD, Quang PH, et al., 2022b. Evaluation of the safety profile of the ASFV vaccine candidate ASFV-G-Δ1177L. *Viruses*, 14(5), 896.
86. Trinh TBN, Truong T, Nguyen VT, Vu XD, Dao LA, Nguyen TL, et al., 2021. Development of a novel real-time PCR assay targeting p54 gene for rapid detection of African swine fever virus (ASFV) strains circulating in Vietnam. *Veterinary Medicine and Science*, 7(6):2268-2272.
87. Truong AD, Ly DV, Vu TH, Hoang VT, Nguyen TC, Chu TN, et al., 2021. Unexpected cases in field diagnosis of African swine fever virus in Vietnam: The needs consideration when performing molecular diagnostic tests. *Open Veterinary Journal*, 10(2):189-197.
88. Truong AD, Kang S, Dang HV, Hong Y, Vu TH, Heo J, et al., 2023. Small RNA sequencing and profiling of serum-derived exosomes from African swine fever virus-infected pigs. *Journal of Animal Science*, 101:skac400.
89. Truong QL, Nguyen TL, Nguyen TH, Shi J, Vu HLX, Lai TLH, Nguyen VG, 2021. Genome sequence of a virulent African swine fever virus isolated in 2020 from a domestic pig in Northern Vietnam. *Microbiology Resource Announcements*, 10(19):e00193-21.
90. Truong QL, Wang L, Nguyen TA, Nguyen HT, Tran SD, Vu AT, et al., 2023 A cell-adapted live-attenuated vaccine candidate protects pigs against the homologous strain VNUA-ASFV-05L1, a representative strain of the contemporary pandemic African swine fever virus. *Viruses*, 15(10):2089.
91. Truong QL, Wang L, Nguyen TA, Nguyen HT, Le AD, Nguyen GV, et al., 2024. A non-hemadsorbing live-attenuated virus vaccine candidate protects pigs against the contemporary pandemic genotype II African swine fever virus. *Viruses*, 16:1326.
92. Van den Born E, Olasz F, Meszaros I, Goltl E, Olah B, Joshi J, et al., 2025. African swine fever virus vaccine strain ASFV-G-Δ1177L reverts to virulence and negatively affects reproductive performance. *NPJ Vaccines* 10:46.

Ngày nhận: 6-7-2026

Ngày biên tập 13-7-2026

Ngày đăng: 1-9-2026