



DOI:10.22144/ctujos.2024.410

SỰ VẮY NHIỄM VÀ NHẠY CẢM ĐỐI VỚI KHÁNG SINH CỦA VI KHUẨN *STAPHYLOCOCCUS AUREUS* PHÂN LẬP TẠI CƠ SỞ GIẾT MỔ HEO TỈNH AN GIANG

Nguyễn Khánh Thuận^{1*}, Trần Thị Lệ Triệu¹ và Lý Thị Liên Khai²

¹Khoa Thú y, Trường Nông nghiệp, Trường Đại học Cần Thơ, Việt Nam

²Chi hội Thú y Trường Đại học Cần Thơ, Hội Thú y Việt Nam, Việt Nam

*Tác giả liên hệ (Corresponding author): nkthuan@ctu.edu.vn

Thông tin chung (Article Information)

Nhận bài (Received): 19/02/2024

Sửa bài (Revised): 29/03/2024

Duyệt đăng (Accepted): 23/05/2024

Title: Contamination and Antimicrobial Susceptibility of *Staphylococcus aureus* Isolated from Pig Slaughterhouses in An Giang Province

Author(s): Nguyen Khanh Thuan^{1*}, Tran Thi Le Trieu¹ and Ly Thi Lien Khai²

Affiliation(s): ¹Faculty of Veterinary Medicine, College of Agriculture, Can Tho University, Viet Nam; ²Vietnam Veterinary Association, Viet Nam

TÓM TẮT

Tổng số 252 mẫu thịt heo và môi trường được thu thập tại các lò mổ, ghi nhận tỷ lệ hiện diện của *Staphylococcus aureus* trên mẫu thịt là 16,67% và trên mẫu môi trường là 39,06%. Tỷ lệ vấy nhiễm *S. aureus* trên mẫu thịt và môi trường giữa các cơ sở nhỏ lẻ và tập trung không có sự khác biệt có ý nghĩa thống kê. Mật độ vấy nhiễm trung bình của *S. aureus* trên mẫu thịt là 7×10^1 CFU/g tại cơ sở nhỏ lẻ và 3×10^1 CFU/g tại cơ sở tập trung. Các chủng *S. aureus* phân lập được kiểm tra sự nhạy cảm với kháng sinh. Kết quả cho thấy, các chủng này còn nhạy cảm với nhiều loại kháng sinh nhưng đã đề kháng cao với colistin (73,68%), ceftazidime (57,89%) và tetracycline (52,63%). Có sự hiện diện của một số gene mã hóa đề kháng kháng sinh trên các chủng *S. aureus* thu thập, trong đó, gene *tetA* chiếm tỷ lệ cao nhất (26,58%). Kết quả nghiên cứu cho thấy sự hiện diện cao của các chủng *S. aureus* đề kháng kháng sinh tại các cơ sở giết mổ là mối nguy cơ đối với sức khỏe người tiêu dùng.

Từ khóa: An Giang, cơ sở giết mổ, đề kháng kháng sinh, thịt heo, *Staphylococcus*

ABSTRACT

A total of 252 pork and environmental samples were collected at slaughterhouses, the contamination of *Staphylococcus aureus* was recorded at 16.67% on pork samples and 39.06% on environmental samples. The prevalence of *S. aureus* on pork and the environment samples between small-scale and centralized slaughterhouses were not statistically different. The average contamination density of *S. aureus* on pork was 7×10^1 CFU/g at small-scale slaughterhouses and 3×10^1 CFU/g at centralized slaughterhouses. The isolated *S. aureus* were examined for antimicrobial susceptibility. The results showed that they were sensitive to several examined antibiotics but were highly resistant to colistin (73.68%), ceftazidime (57.89%), and tetracycline (52.63%). There was the presence of a number of antibiotic resistance genes in the collected *S. aureus* strains, of which the *tetA* gene accounted for the highest proportion (26.58%). The study results showed a high prevalence of *S. aureus* resistant to antibiotics in slaughterhouses, which has been a risk to consumer health.

Keywords: An Giang, antibiotic resistance, pork, slaughterhouse, *Staphylococcus*

1. GIỚI THIỆU

Vi khuẩn *Staphylococcus* hiện diện phổ biến trong môi trường tự nhiên cũng như trong cơ thể của động vật, con người. Vi khuẩn có thể được phát hiện trên bề mặt da, trong các tuyến da và màng nhầy của động vật máu nóng. Một số chủng *Staphylococcus* như là *S. aureus* được ghi nhận là nguyên nhân gây ra các trường hợp nhiễm trùng nặng trên người, động vật. Vi khuẩn *S. aureus* sản sinh ra nhiều loại enzyme và độc tố liên quan đến một loạt bệnh nhiễm trùng và nhiễm độc ở động vật và con người (Harris et al., 2002). Nhiều báo cáo đã ghi nhận động vật sản xuất thực phẩm như heo, bò, dê, cừu,... có thể là nguồn mang vi khuẩn *S. aureus* (Haag et al., 2019). Vi khuẩn từ động vật có thể lây sang người khi tiếp xúc trực tiếp hoặc gián tiếp thông qua dịch tiết hay vấy nhiễm trong các sản phẩm như thịt, sữa. Đồng thời, hơn 4% tình trạng kháng kháng sinh ở người được cho là có liên quan đến các loài vi khuẩn có nguồn gốc từ động vật (Bergenstrahle, 2015).

Hiện nay, việc sản xuất thịt heo đã và đang mở rộng trên toàn cầu do giá trị kinh tế và dinh dưỡng. Do đó, việc hạn chế sự gia tăng vi khuẩn kháng kháng sinh trong thịt heo và các sản phẩm chế biến là một trong những mối quan tâm chính của người chăn nuôi, các nhà hoạch định chính sách thực phẩm, các bên liên quan và người tiêu dùng. Vấn đề này được nhấn mạnh khi nhu cầu tiêu thụ các sản phẩm thịt an toàn ngày càng tăng (Bae et al., 2022). Ngoài ra, trong quá trình giết mổ, nguồn lây nhiễm vi sinh vật trên thân thịt có thể đến từ đường tiêu hóa của động vật hoặc từ môi trường giết mổ, bao gồm cả cơ sở vật chất và nhân viên. Do đó, việc giám sát thân thịt và môi trường lò mổ để phát hiện các vi sinh vật có thể ảnh hưởng đến sức khỏe cộng đồng là rất quan trọng (Lin et al., 2009).

Nghiên cứu trước đây tại Nigeria đã ghi nhận sự hiện diện cao của *S. aureus* trên thân thịt heo trong các giai đoạn giết mổ, có thể lên đến 22,00% và các chủng này đều có thể mang gene độc lực gây ngộ độc thực phẩm trên người (Adikwu et al., 2019). Hàn Quốc cũng đã ghi nhận tỷ lệ hiện diện cao (16,40%) của *S. aureus* trên thân thịt và công nhân tại các cơ sở giết mổ. Trong đó, có sự hiện diện của những chủng đề kháng kháng sinh methicillin, gây đe dọa sức khỏe cộng đồng (Moon et al., 2015). Tại đồng bằng sông Cửu Long, báo cáo của Ly & Nguyen (2016) trên các mẫu thịt heo thu thập tại lò mổ, chợ và siêu thị tại Cần Thơ, An Giang và Vĩnh Long cho thấy mức độ nhiễm vi khuẩn *S. aureus* trên thịt ở phương thức giết mổ thủ công cao hơn phương thức giết mổ bán thủ công gấp 10,5 lần. Tuy nhiên,

các nghiên cứu về sự đề kháng kháng sinh của *S. aureus* còn hạn chế thông tin trong và ngoài nước, ngoài trừ tình hình đề kháng methicillin.

Tại An Giang, bên cạnh các cơ sở giết mổ tập trung được đầu tư mới, hiện tại vẫn còn nhiều cơ sở giết mổ nhỏ lẻ, điều kiện hạ tầng chưa đạt tiêu chuẩn vệ sinh thú y. Đây là nguy cơ làm phát tán, vấy nhiễm các mầm bệnh lên thân thịt và môi trường giết mổ, gây nguy hại cho sức khỏe người tiêu dùng. Do đó, nghiên cứu này được thực hiện nhằm bước đầu đánh giá sự vấy nhiễm, đề kháng kháng sinh của vi khuẩn *S. aureus*, một tác nhân gây ngộ độc thực phẩm nguy hiểm trên người, trên thân thịt heo và môi trường giết mổ tại các cơ sở giết mổ này. Kết quả nghiên cứu là thông tin hữu ích cho việc kiểm soát vệ sinh thú y và bảo vệ sức khỏe cho người tiêu dùng.

2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Nội dung nghiên cứu

- Phân lập và định lượng vi khuẩn *S. aureus* vấy nhiễm trên thịt heo và môi trường giết mổ.
- Kiểm tra sự nhạy cảm đối với kháng sinh và xác định tỷ lệ hiện diện của các gene mã hoá sự đề kháng kháng sinh trên các chủng vi khuẩn *S. aureus* phân lập được.

2.2. Phương pháp nghiên cứu

2.2.1. Phương pháp lấy mẫu

- Mẫu thịt tươi: phương pháp lấy mẫu, số mẫu cần lấy và bảo quản mẫu được thực hiện theo QCVN 01-4:2009/BNNPTNT (Ministry of Agriculture and Rural Development, 2009).
- Mẫu nước: sử dụng bình vô trùng để đựng mẫu nước, lấy tại vòi nước (nước nguồn), bể chứa (nước sử dụng giết mổ) và nước thải.
- Mẫu nền chuồng, sàn giết mổ: dùng tấm bông vô trùng phết đều lên 4 góc chuồng (mẫu nền chuồng), bề mặt sàn giết mổ (mẫu sàn mổ) với diện tích 10 x 10 cm²/mẫu, đưa vào môi trường chuyên chở Cary Blair, ghi ký hiệu mẫu.
- Mẫu tay công nhân, dao giết mổ: dùng tấm bông vô trùng phết cả hai bàn tay, từ lòng bàn tay đến đầu các ngón tay, cả hai mặt bàn tay. Đối với mẫu dao mổ, phết cả hai mặt dao giết mổ. Đưa vào môi trường Cary Blair, ghi ký hiệu mẫu.

Trong nghiên cứu này, mẫu được thu thập tại 2 cơ sở giết mổ nhỏ lẻ và 2 cơ sở giết mổ tập trung tại huyện Thoại Sơn và Châu Thành, tỉnh An Giang từ tháng 11/2020 đến 08/2021. Tổng số lượng mẫu thu thập (n = 252) bao gồm: thịt heo (n = 60), nền

chuồng (n = 36), sản giết mổ (n = 36), tay công nhân (n = 24), dao mổ (n = 24), nước nguồn (n = 24), nước bể chứa (n = 24), nước thải (n = 24).

2.2.2. Phương pháp phân lập và định lượng vi khuẩn *Staphylococcus aureus*

Định lượng *S. aureus* bằng phương pháp đếm khuẩn lạc theo tiêu chuẩn Việt Nam, TCVN 4830:2005 (ISO 6888-1:1999 with Amendment 1:2003) (Ministry of Science and Technology, 2005). Vi khuẩn *S. aureus* trên thịt heo và môi trường giết mổ được định lượng và phân lập trên môi trường chọn lọc BP (Baird-Parker, Merck, Đức). Các khuẩn lạc nghi ngờ được kiểm tra khả năng gây đông huyết tương thô và các đặc tính sinh hoá theo TCVN 4830:2005 trước khi thực hiện các thí nghiệm tiếp theo.

2.2.3. Phương pháp kiểm tra sự đề kháng kháng sinh của vi khuẩn *Staphylococcus aureus*

Kiểm tra tính nhạy cảm đối với kháng sinh của vi khuẩn *S. aureus* bằng phương pháp khuếch tán trên thạch của Kirby-Bauer (Bauer et al., 1966). Đường kính vòng vô khuẩn theo tiêu chuẩn của CLSI (2020) được sử dụng để đánh giá mức độ nhạy hay đề kháng kháng sinh của vi khuẩn. Nếu kết quả vòng vô khuẩn là trung gian thì được tính là nhạy cảm với kháng sinh đó.

Đĩa kháng sinh chuẩn (Nam Khoa Biotek, Việt Nam) được sử dụng bao gồm: amoxicillin/alavulanic acid (20/10 µg), ampicillin (10 µg), amikacin (30 µg), cefuroxime (30 µg), ceftazidime (30 µg), colistin (10 µg), chloramphenicol (30 µg), doxycycline (30 µg), genetamicin (10 µg), levofloxacin (5 µg), ofloxacin (5 µg), streptomycin (10 µg), tetracycline (30 µg).

Escherichia coli ATCC 25922 và *Staphylococcus aureus* ATCC 25923 được sử dụng để làm mẫu đối chứng trong nghiên cứu này.

2.2.4. Phương pháp xác định gene mã hoá sự đề kháng kháng sinh của vi khuẩn *Staphylococcus aureus* phân lập được

Phương pháp PCR được sử dụng để xác định sự hiện diện của 4 gene mã hoá sự đề kháng sinh phổ biến trong thú y bao gồm *tetA*, *bla_{TEM}*, *sulII* và *qnrA*.

Tách chiết DNA của vi khuẩn *S. aureus* được thực hiện bằng bộ kit ISOLATE II Genomic DNA kit (Bioline, Mỹ) theo hướng dẫn của nhà sản xuất.

Trình tự nucleotide của các cặp môi và trọng lượng phân tử (bp) của các sản phẩm PCR trong nghiên cứu dựa trên các công bố trước đây: *tetA* (Abdelgader et al., 2018), *qnrA* (Cattoir et al., 2007),

sulII (Saenz et al., 2004), *bla_{TEM}* (Jouini et al., 2007). Sản phẩm PCR được điện di trên thạch agarose 1,5%, nhuộm với ethidium bromide và chụp hình dưới tia UV để xác định sự hiện diện của gene cần khảo sát.

Đối chứng dương là các chủng *S. aureus* được phân lập trước đây trên gia súc và được lưu trữ tại phòng thí nghiệm An toàn thực phẩm Thú y, Khoa Thú y, Trường Nông nghiệp, Trường Đại học Cần Thơ.

2.2.5. Phương pháp xử lý số liệu

Số liệu được thu thập và xử lý bằng phần mềm Microsoft Excel 2020. Phân tích thống kê bằng phép thử Chi-square Test của phần mềm Minitab 17, ở mức ý nghĩa 95%.

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1. Sự vấy nhiễm của vi khuẩn *Staphylococcus aureus* trên thịt heo và trong môi trường giết mổ

Tỷ lệ hiện diện của vi khuẩn *S. aureus* ở các cơ sở giết mổ chiếm tỷ lệ cao (33,73%), đồng thời *S. aureus* vấy nhiễm trên mẫu môi trường cao hơn trên mẫu thịt heo (P<0,05) tại các cơ sở giết mổ nhỏ lẻ và tập trung (Bảng 1). Qua thực tế khảo sát, sự vấy nhiễm vi khuẩn lên thân thịt gia súc có thể do nguồn nước từ nước sử dụng (nước giếng khoan, nước sông) chưa qua hệ thống xử lý tại các cơ sở giết mổ này. Ngoài ra, các thùng chứa nước dùng quá trình giết mổ không được vệ sinh thường xuyên, ý thức của công nhân trong quá trình sử dụng cũng có thể là nguyên nhân làm vấy nhiễm *S. aureus* lên thân thịt và môi trường giết mổ. Nghiên cứu tỷ lệ lưu hành của vi khuẩn *S. aureus* ở Trung Quốc cho thấy tỷ lệ vấy nhiễm của *S. aureus* trên thịt heo, môi trường giết mổ chiếm tỷ lệ từ 6,49% đến 35,80% (Dong et al., 2023; Zhou et al., 2020). Điều này cho thấy *S. aureus* thường xuyên vấy nhiễm trên thịt và môi trường giết mổ, có khả năng gây nguy hiểm đến sức khỏe người tiêu dùng.

Kết quả nghiên cứu còn cho thấy tỷ lệ vấy nhiễm vi khuẩn *S. aureus* trên các loại mẫu môi trường dao động từ 16,67% đến 58,33% (Bảng 2) và không có sự khác biệt giữa các mẫu này tại cơ sở nhỏ lẻ và cơ sở tập trung (P>0,05). Theo Harrigan and McCance (1976), sự hiện diện của vi khuẩn *S. aureus* trên môi trường phản ánh tình trạng vệ sinh kém trong các công đoạn tại cơ sở giết mổ. *S. aureus* là vi khuẩn thường hiện diện trên da, lông, niêm mạc mũi, hầu họng của công nhân giết mổ, chế biến thịt, cũng như chính bản thân gia súc đã mang trùng và bị giết mổ trong điều kiện vệ sinh kém. Công nhân giết mổ,

người buôn bán mang bệnh đường hô hấp, viêm da có mủ là nguyên nhân lây nhiễm chủ yếu cho sản phẩm (Philip, 2002). Nghiên cứu của Ivbule et al. (2017), tỷ lệ vấy nhiễm *S. aureus* trên cơ sở giết mổ tại Latvia dao động từ 8,00-88,6% tùy theo cơ sở, vấy nhiễm trên tay công nhân (21,10%) và thịt heo (6,70%). Vì thế các cơ sở giết mổ phải cần chú ý khâu vệ sinh sát trùng và có biện pháp kiểm soát các tác nhân làm vấy nhiễm *S. aureus* trong môi trường giết mổ.

3.2. Mật độ *Staphylococcus aureus* trên mẫu thịt gia súc tại các cơ sở giết mổ nhỏ lẻ và tập trung

Tiến hành định lượng vi khuẩn *S. aureus* theo TCVN 4830:2005, kết quả thể hiện tại Bảng 3 cho thấy, mật độ vi khuẩn *S. aureus* trên thịt tại các cơ sở giết mổ nhỏ lẻ và cơ sở tập trung thì không có sự khác biệt ($P>0,05$). Thực tế khảo sát ghi nhận, nguyên nhân có thể là do dây chuyền giết mổ của hai hình thức nhỏ lẻ và tập trung còn nhiều điểm bất cập, chưa tuân thủ nghiêm ngặt quy trình giết mổ. Ngoài ra, thân thịt cũng có thể bị vấy nhiễm vi

khẩn từ chất chứa đường tiêu hóa bị phát tán ra ngoài môi trường và công nhân đi qua lại từ khu nuôi nhốt heo đến khu giết mổ, làm nội tạng nên gây vấy nhiễm lên thịt. Trước đây, theo TCVN 7046:2009 (Ministry of Science and Technology, 2009) thì giới hạn tối đa của *S. aureus* trên thịt tươi là 10^2 CFU/g. Tuy nhiên, theo TCVN 7046:2019 về thịt tươi (Ministry of Science and Technology, 2019) thì không còn ban hành giới hạn quy định về sự hiện diện của *S. aureus*. Tuy vậy, số lượng hiện diện của *S. aureus* trên thịt tươi càng cao càng làm tăng nguy cơ ngộ độc thực phẩm cho người tiêu dùng. Theo nghiên cứu của Nguyen (2015) thì mức độ vấy nhiễm *S. aureus* là 1,83 và 2,04 logCFU/g trên thịt heo tại các công ty xuất nhập khẩu súc sản và tiêu thụ nội địa ở tỉnh Thừa Thiên Huế. Klaharn (2021) cũng ghi nhận mật độ vấy nhiễm *S. aureus* trên thịt ở các lò mổ ở Thái Lan là $1,48 \pm 0,75$ logCFU/g, có sự khác biệt giữa các lò mổ công suất thấp và công suất cao. Kết quả trong nghiên cứu này cho thấy cần có biện pháp vệ sinh, kiểm soát chặt chẽ mật độ vấy nhiễm vi khuẩn *S. aureus* trên thịt tại các cơ sở giết mổ.

Bảng 1. Tỷ lệ hiện diện vi khuẩn *Staphylococcus aureus* trên thịt heo và môi trường tại các cơ sở giết mổ nhỏ lẻ và tập trung tại An Giang

| Đối tượng khảo sát | Cơ sở nhỏ lẻ | | | Cơ sở tập trung | | | Tổng | | |
|--------------------|--------------|------|----------|-----------------|------|-----------|------|-------|----------|
| | SMKS | SMDT | Tỷ lệ(%) | SMKS | SMDT | Tỷ lệ (%) | SMKS | SM DT | Tỷ lệ(%) |
| Thịt heo | 30 | 6 | 20,00 | 30 | 4 | 13,33 | 60 | 10 | 16,67 |
| Môi trường | 96 | 39 | 40,63 | 96 | 36 | 37,50 | 192 | 75 | 39,06 |
| | | | $P<0,05$ | | | $P<0,05$ | | | $P<0,05$ |
| Tổng | 126 | 45 | 35,71 | 126 | 40 | 31,75 | 252 | 85 | 33,73 |

SMKS: số mẫu khảo sát; SMDT: số mẫu dương tính

Bảng 2. Tỷ lệ hiện diện vi khuẩn *Staphylococcus aureus* trên các mẫu môi trường tại các cơ sở giết mổ

| Loại mẫu | Cơ sở nhỏ lẻ | | | Cơ sở tập trung | | |
|---------------|--------------|------|-----------|-----------------|------|-----------|
| | SMKS | SMDT | Tỷ lệ (%) | SMKS | SMDT | Tỷ lệ (%) |
| Nền chuồng | 18 | 9 | 50,00 | 18 | 7 | 38,89 |
| Sàn giết mổ | 18 | 8 | 44,44 | 18 | 7 | 38,89 |
| Tay công nhân | 12 | 5 | 41,67 | 12 | 7 | 58,33 |
| Dao mổ | 12 | 4 | 33,33 | 12 | 3 | 25,00 |
| Nước nguồn | 12 | 3 | 25,00 | 12 | 2 | 16,67 |
| Nước bể chứa | 12 | 5 | 41,67 | 12 | 4 | 33,33 |
| Nước thải | 12 | 5 | 41,67 | 12 | 6 | 50,00 |
| | | | $P>0,05$ | | | $P>0,05$ |
| Tổng | 96 | 39 | 40,63 | 96 | 36 | 37,50 |

SMKS: số mẫu khảo sát; SMDT: số mẫu dương tính

Kết quả Bảng 4 cho thấy, mật độ vấy nhiễm vi khuẩn *S. aureus* lên các mẫu môi trường (tay công nhân, dao mổ, nước nguồn, nước thải) tại các cơ sở giết mổ nhỏ lẻ và tập trung không có sự khác biệt có ý nghĩa thống kê ($P>0,05$). Kết quả chứng tỏ cả hai

hình thức giết mổ thủ công và bán thủ công tại các cơ sở khảo sát đều chưa đảm bảo an toàn, môi trường giết mổ chưa được kiểm soát chặt chẽ, hệ thống quản lý chất lượng chưa hoạt động đồng bộ. Bên cạnh đó, kết cấu hạ tầng, dây chuyền giết mổ

chưa được đầu tư đúng mức cũng góp phần làm vấy nhiễm. Tuy nhiên, các yếu tố môi trường khác như nền chuồng và sàn giết mổ của hai cơ sở tập trung có mật độ vấy nhiễm vi khuẩn *S. aureus* thấp hơn hai cơ sở nhỏ lẻ với khác biệt có ý nghĩa thống kê ($P < 0,05$). Nguyên nhân chính của sự khác biệt là do sàn giết mổ của cơ sở tập trung được làm bằng vỉ thép không gỉ, có độ cao thích hợp còn cơ sở nhỏ lẻ thì sàn nằm ngay dưới mặt đất, không có độ dốc làm nước, chất thải đọng lại trên sàn. Nền chuồng cơ sở nhỏ lẻ lồi lõm, vệ sinh kém làm vi khuẩn dễ dàng khu trú, gia tăng mật độ, nên mức vấy nhiễm trên nền chuồng cao hơn các cơ sở còn lại. Mặt khác, các cơ sở đều có khu nuôi nhốt động vật chờ giết mổ, khu làm lông gần khu pha lóc thịt, từ đó tạo điều kiện cho sự lây nhiễm chéo giữa thân thịt và môi trường giết mổ. Theo Nguyen (2013) khảo sát sự vấy nhiễm *S. aureus* ở cơ sở giết mổ gia súc tập trung huyện An Bình, thành phố Cao Lãnh, cho mức độ nhiễm *S. aureus* trên môi trường bao gồm nước sử dụng, sàn giết mổ, nền chuồng, dao mổ, tay công nhân lần lượt là 2,82; 3,46; 4,04; 2,76; 2,76 logCFU/ml/dm².

Bên cạnh những yếu tố tham gia vào việc vấy nhiễm lên thân thịt như trên thì các phụ phẩm sau

Bảng 4. Mật độ vi khuẩn *Staphylococcus aureus* trên các mẫu môi trường tại các cơ sở giết mổ nhỏ lẻ và tập trung

| Loại mẫu | Đơn vị | Cơ sở nhỏ lẻ $\bar{X} \pm SD$ | Cơ sở tập trung $\bar{X} \pm SD$ |
|---------------|---------------------|--|--|
| Nền chuồng | CFU/dm ² | 1,7x10 ³ ±0,61 ^a | 4,2x10 ² ±0,49 ^b |
| Sàn giết mổ | CFU/dm ² | 9,1x10 ² ±0,43 ^a | 2,2x10 ² ±0,52 ^b |
| Tay công nhân | CFU/dm ² | 2,4x10 ² ±0,27 ^a | 1,3x10 ² ±0,29 ^a |
| Dao mổ | CFU/dm ² | 6,2x10 ² ±0,73 ^a | 1,8x10 ² ±0,28 ^a |
| Nước nguồn | CFU/ml | 8,0x10 ¹ ±0,14 ^a | 1,0x10 ² ±0,12 ^a |
| Nước bể chứa | CFU/ml | 1,7x10 ² ±0,25 ^a | 1,5x10 ² ±0,23 ^a |
| Nước thải | CFU/ml | 1,5x10 ³ ±0,58 ^a | 7,9x10 ² ±0,49 ^a |

̄X: mật độ nhiễm trung bình, *±SD*: độ lệch chuẩn; các chữ số mũ trong cùng một hàng nếu giống nhau thì khác nhau không có ý nghĩa thống kê với $P > 0,05$.

3.3. Kết quả khảo sát sự đề kháng kháng sinh của vi khuẩn *Staphylococcus aureus* trên thịt và môi trường giết mổ

Từ 79 mẫu dương tính với *S. aureus* trên thịt và môi trường giết mổ chọn 19 mẫu đại diện cho các cơ sở giết mổ, loại mẫu được lấy từng đợt khảo sát, và đại diện cho từng nhóm mẫu dương tính để tiến hành kiểm tra sự đề kháng với 13 loại kháng sinh. Kết quả kiểm tra sự đề kháng kháng sinh được thể hiện qua Bảng 5 và Bảng 6.

Kết quả Bảng 5 cho thấy vi khuẩn *S. aureus* còn nhạy cảm rất cao với nhiều loại kháng sinh như doxycycline và amoxicillin/clavilanic acid (100%), ofloxacin (94,74%), cefuroxime (94,74%) và

streptomycin (89,47%). Tuy nhiên, *S. aureus* đã đề kháng cao nhất với colistin (73,68%), kế đến là ceftazidime (57,89%), tetracycline (52,63%) và chloramphenicol (42,11%).

Bảng 3. Mật độ vấy nhiễm vi khuẩn *Staphylococcus aureus* trên mẫu thịt gia súc tại các cơ sở giết mổ

| Cơ sở giết mổ | Đơn vị | Mật độ vấy nhiễm |
|---------------|--------|---------------------------|
| | | $\bar{X} \pm SD$ |
| Nhỏ lẻ | CFU/g | 7,0x10 ¹ ±0,53 |
| Tập trung | CFU/g | 3,0x10 ¹ ±0,20 |
| | | $P > 0,05$ |

̄X: mật độ trung bình; *±SD*: độ lệch chuẩn

Ngoài thịt gia súc, gia cầm và các sản phẩm từ chúng được xem là nguồn chứa rất quan trọng của một số vi khuẩn gây bệnh thì môi trường giết mổ chứa nhiều phụ phẩm, chất thải cũng là nơi trú ẩn của nhiều chủng vi khuẩn, trong đó có *S. aureus* gây bệnh. Vi khuẩn gia tăng mật độ, thích nghi thời gian dài ở điều kiện kém vệ sinh và mức đề kháng môi trường, đề kháng kháng sinh tăng cao. Theo Wu et al. (2018), các chủng *S. aureus* phân lập được từ các mẫu thịt bán lẻ (heo, gà, bò,...) có khả năng đề

kháng cao với các kháng sinh như ampicillin (85,4%), penicillin (84,6%), erythromycin (52,7%), tetracycline (49,3%), kanamycin (45,3%). Nghiên cứu của Ivbule et al. (2017), có 98,20% số chủng *S. aureus* phân lập được từ lò mổ heo ở Latvia đề kháng với penicillin, tetracycline (69,10%), clindamycin (65,50%), gentamycin (50,90%) và trimethoprim/sulphamethoxazole (40,00%). Đồng thời, theo nghiên cứu của Momoh et al. (2018), các chủng *S. aureus* phân lập từ heo và công nhân tại lò

mổ ở Nigeria đều đề kháng cao với kháng sinh beta-lactams (97,00%), tetracycline (62,00%) và sulfonamide (52,00%). Các nghiên cứu này khẳng định về tình trạng nhiễm *S. aureus* ở cơ sở chăn nuôi, cơ sở giết mổ gia súc và sự lưu hành của các chủng kháng kháng sinh trên thịt, môi trường ở nhiều nơi khác nhau làm tăng áp lực chọn lọc lên vi khuẩn dẫn tới xuất hiện nhiều chủng *S. aureus* đa kháng thuốc khác nhau theo từng khu vực.

Bảng 5. Kết quả kiểm tra sự đề kháng kháng sinh của vi khuẩn *Staphylococcus aureus* trên thịt và môi trường tại các cơ sở giết mổ (n=19)

| Tên kháng sinh | Ký hiệu | Nhạy | | Kháng | |
|-----------------------|---------|--------|-----------|--------|-----------|
| | | Số mẫu | Tỷ lệ (%) | Số mẫu | Tỷ lệ (%) |
| Colistin | Co | 5 | 26,32 | 14 | 73,68 |
| Ceftazidime | Cz | 8 | 42,11 | 11 | 57,89 |
| Tetracycline | Te | 9 | 47,37 | 10 | 52,63 |
| Chloramphenicol | Cl | 11 | 57,89 | 8 | 42,11 |
| Ampicillin | Am | 17 | 89,47 | 2 | 10,53 |
| Levofloxacin | Lv | 17 | 89,47 | 2 | 10,53 |
| Genetamycin | Ge | 16 | 84,21 | 3 | 15,79 |
| Streptomycin | Sm | 17 | 89,47 | 2 | 10,53 |
| Ofloxacin | Of | 18 | 94,74 | 1 | 5,26 |
| Cefuroxime | Cu | 18 | 94,74 | 1 | 5,26 |
| Doxycycline | Dx | 19 | 100,00 | 0 | 0,00 |
| Amoxicillin/clav.acid | Ac | 19 | 100,00 | 0 | 0,00 |
| Amikacin | Ak | 18 | 94,74 | 1 | 5,26 |

Bảng 6. Kiểu hình đa kháng với kháng sinh của vi khuẩn *Staphylococcus aureus* (n=19)

| Số kháng sinh kháng | Kiểu hình kháng | Số chủng | Tỷ lệ (%) |
|---------------------|-------------------|----------|-----------|
| 2 | Cl+Co | 1 | 5,26 |
| | Co+Cz | 1 | 5,26 |
| | Te+ Cl | 1 | 5,26 |
| | Co+Am+Cz | 1 | 5,26 |
| | Te+Co+Ge | 1 | 5,26 |
| 3 | Lv+Co+Cz | 1 | 5,26 |
| | Co+Ge+Cz | 1 | 5,26 |
| | Cl+Sm+Co | 1 | 5,26 |
| | Te+Cl+Cu+Ak | 1 | 5,26 |
| 4 | Sm+Co+Am+Cz | 1 | 5,26 |
| | Te+Cl+Co+Cz | 1 | 5,26 |
| | Te+Cl+Lv+Of | 1 | 5,26 |
| 6 | Te+Cl+Sm+Co+Ge+Cz | 1 | 5,26 |
| Tổng | | 13 | 68,42 |

Kết quả Bảng 6 cho thấy các chủng *S. aureus* phân lập trên thịt và môi trường giết mổ đề kháng từ 1 đến 6 loại kháng sinh, có 13/19 mẫu đa kháng với kháng sinh chiếm tỷ lệ 68,42%. Trong các kiểu hình đa kháng thường có mặt của colistin, ceftazidime và tetracycline. Do điều kiện cơ sở vật chất, trang thiết bị của phần lớn các cơ sở giết mổ đều không đáp ứng yêu cầu về vệ sinh thú y, an toàn thực phẩm và

công tác vệ sinh sát trùng cũng chưa đảm bảo đúng với quy định nên đây là một trong những nơi tồn chứa và phát tán các chủng vi khuẩn đa kháng kháng sinh ra môi trường. Theo nghiên cứu của Sineke et al. (2021), tất cả 97 chủng *S. aureus* phân lập được ở trại chăn nuôi heo miền Nam, Châu Phi đều đề kháng ít nhất 1 loại kháng sinh, đề kháng cao nhất với erythromycin và clindamycin (84,50%), đề kháng thấp nhất với amikacin (2,10%). Có 82,40%

tương ứng 80/97 mẫu phân lập là chủng đa kháng kháng sinh. Cũng theo nghiên cứu này khẳng định, *S. aureus* đề kháng hầu như toàn bộ kháng sinh nhóm beta-lactam và vancomycin. Zhou et al. (2020), nghiên cứu đặc điểm các chủng *S. aureus* phân lập từ heo khỏe mạnh, heo bệnh và môi trường tại cơ sở giết mổ, chợ và trang trại ở Trung Quốc cho thấy, tất cả các chủng *S. aureus* đều nhạy cảm với linezolid và vancomycin. Tuy nhiên, 66,70% mẫu phân lập đa kháng thuốc do biểu hiện kháng với ba loại kháng sinh trở lên và tỷ lệ kháng cao với penicillin, tetracycline, clindamycin và clarithromycin. Do đó, ngoài nguồn gốc heo giết mổ thì môi trường giết mổ là yếu tố quan trọng trong việc tồn trữ và lây nhiễm các chủng đa kháng kháng sinh trên các sản phẩm súc sản.

3.4. Kết quả tỷ lệ hiện diện của một số gene đề kháng kháng sinh của vi khuẩn *Staphylococcus aureus* tại các cơ sở giết mổ

Kết quả kiểm tra sự hiện diện của một số gene đề kháng kháng sinh và kiểu hình ghép gene đề kháng của các chủng *S. aureus* trên mẫu thịt heo và môi trường tại các cơ sở giết mổ được thể hiện qua Bảng 7 và Bảng 8.

Bảng 7. Tỷ lệ hiện diện của một số gene đề kháng kháng sinh của vi khuẩn *Staphylococcus aureus* phân lập tại các cơ sở giết mổ (n=79)

| Gene đề kháng | Số mẫu dương tính | Tỷ lệ (%) |
|---------------|-------------------|-----------|
| <i>tetA</i> | 21 | 26,58 |
| <i>blaTEM</i> | 9 | 11,39 |
| <i>sulII</i> | 17 | 21,52 |
| <i>qnrA</i> | 8 | 10,13 |
| | | P<0,05 |

Qua kiểm tra sự hiện diện 4 gene đề kháng kháng sinh của các chủng *S. aureus* được phân lập trên thịt heo và môi trường tại các cơ sở giết mổ (Bảng 7) cho thấy gene *tetA* chiếm tỷ lệ cao nhất (26,58%), kế đến là *sulII* (21,52%), *blaTEM* (11,39%) và thấp nhất là *qnrA* (10,13%). Điều này có thể là do nguồn gốc của vi khuẩn *S. aureus* từ heo tại các trại được đem đến giết mổ và sự tồn lưu các chủng vi khuẩn trong môi trường giết mổ. Theo nghiên cứu của Xu et al. (2014) về các đặc điểm kháng kháng sinh, kiểu hình và kiểu gene của 78 chủng vi khuẩn *S. aureus* phân lập từ thực phẩm ở Thượng Hải thì sự hiện diện của các gene kháng tương đối cao như *blaTEM* (80,8%), *ermB* (41,0%). Nghiên cứu còn khẳng định tỷ lệ kháng kháng sinh là tương quan đáng kể với các loại thực phẩm có các chủng phân

lập từ thịt và sữa tươi sống kháng kháng sinh cao hơn các chủng từ thực phẩm và rau quả đông lạnh. Theo một số nghiên cứu khác, Dong et al. (2023) ghi nhận có 89/1371 mẫu động vật ở Trùng Khánh nhiễm *S. aureus*, các chủng này đề kháng cao với penicillin (93,30%) và ampicillin (92,10%), nhưng nhạy cảm hơn với amikacin và ofloxacin, do tỷ lệ kháng của hai loại thuốc này dưới 10%. Có 86/89 mẫu dương tính với gene *blaTEM* chiếm tỷ lệ 96,60% và có một chủng phân lập từ mẫu gà không chứa gene *blaTEM*. Nghiên cứu của Youssif et al. (2021) về các gene đề kháng của vi sinh vật, bao gồm *S. aureus*, trong mẫu sữa bò bị viêm vú cận lâm sàng ở vùng Fayoum, Ai Cập chỉ ra rằng, khả năng kháng các tetracycline là do gene *tetK* hoặc *tetA*, khả năng kháng beta-lactam (penicilin) là do gene *blaZ* và *blaTEM*. Vi khuẩn *S. aureus* là một mầm bệnh nguy hiểm ở người, gây nhiễm trùng bệnh viện và ngộ độc thực phẩm. Sự lây truyền *S. aureus* kháng kháng sinh giữa các sản phẩm thực phẩm và con người đã trở thành một vấn đề nghiêm trọng. Do đó, cần phải giám sát *S. aureus* thông qua chuỗi cung ứng thực phẩm (Xu et al., 2014).

Bảng 8. Kiểu hình ghép gene đề kháng kháng sinh của vi khuẩn *Staphylococcus aureus* trên thịt và môi trường tại các cơ sở giết mổ (n=79)

| Số gene đa kháng | Kiểu hình ghép gene ĐKKS | Số chủng | Tỷ lệ (%) |
|------------------|--------------------------|----------|-----------|
| 2 | <i>tetA+sulII</i> | 5 | 6,33 |
| | <i>qnrA+blaTEM</i> | 4 | 5,06 |
| | Tổng | 9 | 11,39 |

Kết quả Bảng 8 cho thấy có sự xuất hiện của 2 kiểu hình đa kháng *tetA+sulII* (6,33%) và *qnrA+blaTEM* (5,06%). Tỷ lệ hiện diện của 4 gene đề kháng kháng sinh còn tương đối thấp nhưng vẫn có hiện tượng đa kháng xảy ra. Sự đa đề kháng kháng sinh của vi khuẩn có thể đạt được thông qua các cơ chế nội tại hoặc thu nhận. Chúng có khả năng tích hợp ổn định, nhiều gene mới, đặc biệt là gene kháng thuốc vào các vùng của các DNA khác chỉ trong một lần trao đổi. Các gene kháng thuốc ở vi khuẩn có thể có được thông qua đột biến tự nhiên và được chuyển sang thể hệ tiếp theo hoặc do sự liên hợp, tải nạp hoặc đột biến gene kháng thuốc giữa các vi khuẩn khác nhau (Sommer et al., 2017). Hơn nữa, một số gene kháng kháng sinh có vẻ giống như gene kháng thuốc trầm lắng thường không biểu hiện hoặc biểu hiện ở mức độ thấp, ngay cả khi tiếp xúc với kháng sinh (Stasiak et al., 2021). Vấn đề đa kháng kháng sinh là một trong những thử thách to lớn cho việc kiểm soát mầm bệnh ở cơ sở giết mổ.

Cơ sở giết mổ là khâu cuối cùng trước khi xuất thịt cho người tiêu dùng. Sự hiện diện của mầm bệnh trên sản phẩm thịt tươi sống là một khâu quan trọng cho việc truyền lây chủng đa kháng sang người. Vì vậy, khâu vệ sinh, an toàn thực phẩm phải được đặt ra hàng đầu, công nghệ và quy trình giết mổ phù hợp mang tính quyết định cho sự an toàn của thực phẩm, việc chọn công nghệ và quy trình phù hợp là vấn đề đặt ra cho cơ sở giết mổ.

4. KẾT LUẬN

Vi khuẩn *S. aureus* gây nhiễm cao (33,73%) trên thân thịt heo và môi trường giết mổ tại các cơ giết mổ nhỏ lẻ và tập trung tại tỉnh An Giang. Sự hiện diện với mật độ cao của *S. aureus* trên thịt và các yếu tố môi trường cho thấy mối nguy cơ gây bệnh ngộ độc thực phẩm cho người tiêu dùng cũng như sự mất an toàn vệ sinh thực phẩm tại các cơ sở này.

TÀI LIỆU THAM KHẢO (REFERENCES)

Abdelgader, S. A., Shi, D., Chen, M., Zhang, L., A. Hejair, H. M., Muhammad, U., Yao, H., & Zhang, W. (2018). Antibiotics resistance genes screening and comparative genomics analysis of commensal *Escherichia coli* isolated from poultry farms between China and Sudan. *BioMed Research International*, 2018(1), 5327450. <https://doi.org/10.1155/2018/5327450>.

Adikwu, A. A., Okolocha, E. C., Luga, I. I., & Ngbede, E. O. (2019). Microbial hazards associated with pig carcasses and molecular detection of enterotoxigenic *Staphylococcus aureus* at different stages of the slaughter process. *Sokoto Journal of Veterinary Sciences*, 17(1), 27-37. <https://doi.org/10.4314/sokjvs.v17i1.4>

Bae, D., Macoy, D. M., Ahmad, W., Peseth, S., Kim, B., Chon, J., Ryu, G. R., Ban, G., Kim, S. A., Kang, H. J., Moon, J. S., & Kim, M. G. (2022). Distribution and characterization of antimicrobial resistant pathogens in a pig farm, slaughterhouse, meat processing plant, and in retail stores. *Microorganisms*, 10(11), 2252. <https://doi.org/10.3390/microorganisms10112252>

Bauer, A. W., Kirby, W. M. M., Sherris, J. C., & Turck, M. (1966). Antibiotic susceptibility testing by a standardized single disk method. *American Journal of Clinical Pathology*, 45, 493-496. https://doi.org/10.1093/ajcp/45.4_ts.493

Bergenstrahle, K. (2015). *Characterization of coagulase positive Staphylococci from beef carcasses from Swedish slaughterhouses* (Master thesis). Uppsala Universitet.

Cattoir, V., Poirel, L., Rotimi, V., Soussy, C., & Nordmann, P. (2007). Multiplex PCR for

Ngoài ra, các chủng *S. aureus* này còn đề kháng với nhiều loại kháng sinh và mang các gene mã hóa đề kháng kháng sinh được sử dụng phổ biến trong thú y và nhân y. Điều này cho thấy khả năng gây ra tình trạng lây truyền hiện tượng đề kháng kháng sinh cho vật nuôi cũng như tác động đến sức khỏe cộng đồng tại An Giang và khu vực khác. Do đó, cần có biện pháp nâng cao vệ sinh thú y tại cơ sở giết mổ và quản lý sự lưu hành, phát tán của vi khuẩn đề kháng kháng sinh, trong đó có *S. aureus*, nhằm bảo vệ sức khỏe người tiêu dùng.

LỜI CẢM ƠN

Nhóm tác giả xin chân thành cảm ơn sự hỗ trợ của Chi cục Chăn nuôi và Thú y tỉnh An Giang trong việc thực hiện nghiên cứu này.

detection of plasmid-mediated quinolone resistance qnr genes in ESBL-producing enterobacterial isolates. *Journal of Antimicrobial Chemotherapy*, 60(2), 394-397. <https://doi.org/10.1093/jac/dkm204>

CLSI. (2020). Performance standards for antimicrobial susceptibility testing 30th ed. M100-S24. *Clinical and Laboratory Standards Institute*, 34(1), 226.

Dong, Q., Wang, Q., Zhang, Y., Chen, Y., Wang, H., & Ding, H. (2023). Prevalence, antimicrobial resistance, and staphylococcal toxin genes of bla_{TEM-1a}-producing *Staphylococcus aureus* isolated from animals in Chongqing, China. *Veterinary Medicine and Science*, 9(1), 513-522. <https://doi.org/10.1002/vms3.1028>

Haag, A. F., Fitzgerald, J. R., & Penadés, J. R. (2019). *Staphylococcus aureus* in animals. *Microbiology Spectrum*, 7(3). <https://doi.org/10.1128/microbiolspec.GPP3-0060-2019>

Harrigan, W. F., & McCance, M. E. (1976). *Laboratory Methods in Food and Dairy Microbiology*. London, Academic Press, pp 335.

Harris, L., Foster, S., & Richards, S. (2002). An introduction to *S. aureus*, and techniques for identifying and quantifying *S. aureus* adhesions in relation to adhesion to biomaterials review. *Journal of European Cells and Materials*, 4, 39-60. <https://doi.org/10.22203/eCM.v004a04>

Ivbule, M., Miklasevics, E., Cupane, L., Berzina, L., Balins, A., & Valdovska, A. (2017). Presence of Methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* in slaughterhouse environment, pigs, carcasses, and workers. *Journal of Veterinary Research*, 61(3),

- 267-277.
<https://doi.org/10.1515/jvetres-2017-0037>
- Jouini, A., Vinué, L., Slama, K.B., Saenz, Y., Klibi, N., Hammami, S., Boudabous, A., & Torres, C. (2007). Characterization of CTX-M and SHV extended-spectrum β -lactamases and associated resistance genes in *Escherichia coli* strains of food samples in Tunisia. *Journal of Antimicrobial Chemotherapy*, 60(5), 1137-1141. <https://doi.org/10.1093/jac/dkm316>
- Klaharn, K., Pichpol, D., Meeyam, T., Pfeiffer, D., Moomon, A., Lohaanakul, P., & Punyapornwithaya, V. (2021). Analysis of nationwide survey data to determine bacterial contamination levels in meat from pig slaughterhouses in Thailand. *Food Control*, 126, 108005. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2021.108005>
- Lin, J., Yeh, K., Liu, H., & Lin, J. (2009). *Staphylococcus aureus* isolated from pork and chicken carcasses in Taiwan: Prevalence and antimicrobial susceptibility. *Journal of Food Protection*, 72(3), 608-611. <https://doi.org/10.4315/0362-028X-72.3.608>
- Ly, K. T. L., & Nguyen, T. T. (2016). Study on the variation of quality of pork at markets and supermarkets. *CTU Journal of Science (CD Nông nghiệp)*, 11(2), 61-68 (in Vietnamese). <https://doi.org/10.22144/ctu.jsi.2016.045>
- Ministry of Agriculture and Rural Development. (2009). *National technical regulation Methods for sampling and storing of fresh meat from slaughterhouses and business establishments for microbiological analysis* (QCVN 01-04:2009/BNNPTNT) (in Vietnamese). <https://thuvienphapluat.vn/TCVN/Nong-nghiep/QCVN-01-04-2009-BNNPTNT-ky-thuat-lay-va-bao-quan-mau-thit-tuoi-901657.aspx>
- Ministry of Science and Technology. (2005). *Microbiology of food and animal feeding stuffs – Horizontal method for the enumeration of coagulase-positive staphylococci (Staphylococcus aureus and other species) - Part 1: Technique using Baird-Parker agar medium* (TCVN 4830-1:2005) (in Vietnamese). <https://thuvienphapluat.vn/phap-luat-doanh-nghiep/bai-viet/tieu-chuan-viet-nam-tcvn-4830-1-2005-vi-sinh-vat-trong-thuc-pham-va-thuc-an-chan-nuoi-phuong-phap-dinh-luong-staphylococci-co-phan-ung-duong-tinh-coag-6992.html>
- Ministry of Science and Technology. (2009). *Fresh meat* (TCVN 7046:2009) (in Vietnamese). <https://thuvienphapluat.vn/TCVN/Cong-nghe-Thuc-pham/TCVN-7046-2009-thit-tuoi-yeu-cau-ky-thuat-904184.aspx>
- Ministry of Science and Technology. (2019). *Fresh meat* (TCVN 7046:2019) (in Vietnamese). <https://thuvienphapluat.vn/TCVN/Cong-nghe-Thuc-pham/TCVN-7046-2019-Thit-tuoi-919244.aspx>
- Momoh, H. A., Kwaga, J. K. P., Bello, M., Sackey, A. K. B., & Larsen, A. R. (2018). Antibiotic resistance and molecular characteristics of *Staphylococcus aureus* isolated from backyard-raised pigs and pig workers. *Tropical Animal Health and Production*, 50(7), 1565-1571. <https://doi.org/10.1007/s11250-018-1596-5>
- Moon, D. C., Tamang, M. D., Nam, H. M., Jeong, J. H., Jang, G. C., Jung, S. C., Park, Y. H., & Lim, S. K. (2015). Identification of livestock-associated Methicillin-Resistant *Staphylococcus aureus* isolates in Korea and molecular comparison between isolates from animal carcasses and slaughterhouse workers. *Foodborne Pathogens and Disease*, 12(4), 327-334. <https://doi.org/10.1089/fpd.2014.1868>
- Nguyen, C. T. (2013). *Survey on microbial contamination in pork at An Binh concentrated slaughterhouse, Cao Lanh district, and sold at the central market of Cao Lanh city, Dong Thap province* (Master Thesis). Can Tho University. (in Vietnamese).
- Nguyen, H. X. (2015). Assessment of bacterial contamination levels in pork from livestock import-export companies and domestic slaughterhouses. *Hue University Journal of Science: Agriculture and Rural Development*, 108(9), 182-190 (in Vietnamese). <https://doi.org/10.26459/jard.v108i9.2920>
- Philips, C. A. (2002). *Food Bacteria and health: A practical guide*. Chadwick House Group Ltd, pp 144.
- Saenz, Y., Brinas, L., Dominguez, E., Ruiz, J., Zarazaga, M., Vila, J., & Torres, C. (2004). Mechanisms of resistance in multiple-antibiotic-resistant *Escherichia coli* strains of human, animal, and food origins. *Antimicrobial Agents and Chemotherapy*, 48(10), 3996-4001. <https://doi.org/10.1128/AAC.48.10.3996-4001.2004>
- Sineke, N., Asante, J., Amoako, D. G., Abia, A. L. K., Perrett, K., Bester, L. A., & Essack, S. Y. (2021). *Staphylococcus aureus* in intensive pig production in South Africa: Antibiotic resistance, virulence determinants and clonality. *Pathogens*, 10(317), 1-19. <https://doi.org/10.3390/pathogens10030317>
- Sommer, M. O. A., Munck, C., Toft-Kehler, R. V., & Andersson, D. I. (2017). Prediction of antibiotic resistance: time for a new preclinical paradigm? *Nature Reviews Microbiology*, 15,

- 689-696.
<https://doi.org/10.1038/nrmicro.2017.75>
- Stasiak, M., Mackiw, E., Kowalska, J., Kucharek, K., & Postupolski, J. (2021). Silent genes: antimicrobial resistance and antibiotic production. *Polish Journal of Microbiology*, 70(4), 421-429.
<https://doi.org/10.33073/pjm-2021-040>
- Wu, S., Huang, J., Wu, Q., Zhang, J., Zhang, F., Yang, X., Wu, H., Zeng, H., Chen, M., Ding, Y., Wang, J., Lei, T., Zhang, S., & Xue, L. (2018). *Staphylococcus aureus* isolated from retail meat and meat products in China: incidence, antibiotic resistance and genetic diversity. *Frontiers in Microbiology*, 9, 2767.
<https://doi.org/10.3389/fmicb.2018.02767>
- Xu, J., Shi, C., Song, M., Xu, X., Yang, P., Paoli, G., & Shi X. (2014). Phenotypic and genotypic antimicrobial resistance traits of foodborne *Staphylococcus aureus* isolates from Shanghai. *Journal of food science*, 79(4), M635-642. doi: 10.1111/1750-3841.12405.
<https://doi.org/10.1111/1750-3841.12405>
- Youssif, N. H., Hafiz, M. N., Halawa, M. A., & Aziz, H. M. (2021). Genes conferring antimicrobial resistance in cattle with subclinical mastitis. *Bulgarian Journal of Veterinary Medicine*, 24(1), 67-85.
<https://doi.org/10.15547/bjvm.2019-0028>
- Zhou, Y., Li, X., & Yan, H. (2020). Genotypic characteristics and correlation of epidemiology of *Staphylococcus aureus* in healthy pigs, diseased pigs and environment. *Antibiotics (Basel)*, 9(12), 839.
<https://doi.org/10.3390/antibiotics9120839>