동남아시아의 살모넬라, 병원성 대장균, 리스테리아 모노사이토제네스 분리 현황

Prevalence of *Salmonella* spp., pathogenic *E. coli* and *Listeria monocytogenes* in Southeast Asia

이석규, 이재웅, 김수지, 손나연, 육현균*

Seok-Gyu Lee, Jae Ung Lee, Su Zi Kim, Na Yeon Son, Hyun-Gyun Yuk

국립한국교통대학교 식품공학과

Department of Food Science and Technology, Korea National University of Transportation, Chungbuk 27909, Korea

서론

동남아시아는 지리적으로 중국의 남부 및 인도 동부를 포함하는 아시아의 일부 지역을 말한다. 동남아시아의 총 면적은 약 5백만 km^2이고 인구는 약 6억 명 정도이며 인도네시아, 미얀마, 태국, 베트남, 말레이시아, 필리핀, 라오스, 캄보디아, 브루나이, 싱가포르가 이 지역에 위치해 있다. 이들 10개국은 1967년 동남아시아 국가 연합(Association of Southeast Asian Nations; ASEAN)을 창설하여 정치, 경제, 안보, 사회, 문화 공동체를 추구하고 있다. 동남아시아의 대부분 지역은 적도 부근에 위치해 있어 세계의 다른 지역보다 연평균 기온이 높으며 습도 또한 높은 편이다. 이러한 지리적 환경은 미생물이 생육하기 위한 최적의 조건을 제공함으로써 세균에 의한 식중독 사고가 쉽게 발생할 수 있다.

현재 동남아시아의 식중독 상황을 보면 *Salmonella* 속에 의한 식중독 사고 빈도가 다른 병원성 세균보다 훨씬 높은 편이다. 싱가포르의 경우, 전체 세균성 식중독 사고 중 *Salmonella* (Non-typhoidal)에 의한 식중독 사고가 전체의 약 56%를 차지하고 있으며 (Kondakci and Yuk, 2012), 말레이시아에서도 사람의 가검물에 존재하는 식중독균을 검사한 결과 약 60%가 *Salmonella*균이었으며, 병원성 대장균과 *Shigella*균이 그 뒤를 이었다 (Kusumaningrum and Dewanti-Hariyadi, 2012). 필리핀에서는 1995년부터 2004년까지 *Salmonella*로 인한 식중독이 거의 1,000건, 다음으로 *Vibrio parahaemolyticus*로 인한 식중독이 400건, 병원성 대장균으로 인한 식중독 100건으로 나타났다 (Azanza, 2006). 이렇듯 동남아시아에서도 *Salmonella* 식중독 사고가 많이 발생하고 있으나, 어떤 식품에서 이러한 병원성 세균이 많이 검출되는지에 대한 정보가 많이 부족한 편이다. 따라서 본 논단에서는 지금 까지 출간된 논문을 분석하여 주요 식중독 발생 원인균인 *Salmonella*균, 병원성 대장균, *Listeria monocytogenes*균에 대한 동남아시아

* Corrsponding author: Hyun-Gyun Yuk
Department of Food Science and Technology, Korea National University of Transportation, Chungbuk 27909, Korea
Tel: +82-43-820-5244 Fax: +82-43-820-5240 E-mail: yukhg@ut.ac.kr

식품의 오염 현황을 분석하였다.

*Salmonella*균 오염 현황

태국에서 *S.* Enteritidis의 발병률은 1990년대 동안 지속적으로 증가했으며, 주로 생닭으로부터 *S.* Enteritidis가 분리되었다 (Sakai and Chalermchaikit, 1996). 또한 2000년부터 2003년까지 태국 북부에 위치해 있는 농장, 도축장 및 시중에서 판매되고 있는 생닭을 조사한 결과, *Salmonella*균의 오염률이 각각 4%, 9%, 57%로 시장에서 판매되고 있는 생닭의 살모넬라 오염률이 농장과 도축장의 생닭보다 상당히 높은 것을 알 수 있다 (Padungtod and Kaneene, 2006). 말레이시아의 경우, 1981년부터 1985년까지 식용동물로 부터 2,322건의 *Salmonella*균의 분리가 보고되었다 (Joseph et al., 1988). 또한 시장에서 판매되고 있는 식품의 약 32%와 즉석섭취식품 (Ready-to-eat; RTE) 음식의 17%에서 *Salmonella*균이 검출되었다 (Arumugaswamy et al., 1995). 2003년에 실시한 또 다른 연구에서는 114종의 채소 시료 중 약 35%의 시료에서 *Salmonella*균이 검출되었다 (Awang et al., 2003). 라오스의 도축장에서 62개의 도축된 돼지 시료를 검사한 결과, 55.4%의 시료에서 *Salmonella*균 양성으로 나타났으며 (Phouth et al., 2006), 2008년에 실시한 다른 연구에서는 50개의 물소 시료의 8%와 49개의 돼지 맹장 시료의 76%에서 *Salmonella*균을 분리했다고 보고했다 (Boonmar et al., 2008). 베트남의 경우, 유통되고 있는 생닭고기 262개의 시료 중 48.7%의 시료에서 *Salmonella*균이 검출된 것으로 보고되었다 (Ta et al., 2012). 다른 동남아시아국가와 달리 싱가포르에서는 상대적으로 *Salmonella*균 검출비율이 낮았다. Zwe 등 (2018)은 싱가포르에서 유통되고 있는 생닭고기 270개의 시료를 분석한 결과, 18.1%의 시료에서 *Salmonella*균이 검출되었으며, 또한 전통시장과 슈퍼마켓에서 판매되는 시료를 비교 · 분석한 결과 전통시장에서 판매되는 생닭고기의 *Salmonella*균의 오염률이 슈퍼마켓보다 유의적으로 더 높은 것으로 나타났다. 이러한 연구 결과를 종합해서 보면 동남아시아국가에서도 서방국가와 마찬가지로 동물성 식품에서 *Salmonella*균이 주로 검출되며, 특히 생닭에서 많이 검출되는 것을 알 수 있다. 또한 생산 및 유통과정 중 소비자에게 직접 판매하는 시장에서 *Salmonella*균에 오염된 식품이 많이 발견되는데 이는 식품을 판매하는 시장의 비위생적인 환경과 상인들의 부주의한 취급에 의한 것으로 여겨진다. Table 1에서는 동남아시아 일부 국가에서 실시했던 *Salmonella*균 검출에 관련된 연구를 요약했다.

병원성 대장균의 오염 현황

동남아시아에서는 병원성 대장균에 의한 식중독 사고가 *Salmonella*균에 의한 식중독 사고 보다 많이 알려져 있지 않은 편이다. 하지만, 식육제품과 원유 (raw milk) 등에서 병원성 대장균이 검출되는 사례가 있기 때문에 식중독 사고의 위험성을 완전히 배제할 수는 없다. 말레이시아에서 실시한 연구에 따르면, 소고기 시료 25개를 분석한 결과, 약 36%의 시료에서 *E. coli* O157:H7이 검출되었으며 (Radu et al., 1998), 또 다른 연구에서 말레이시아 원유를 분석한 결과 우유에서는 8.8%, 염소유에서는 7.3%, 버팔로유에서는 1.8%의 비율로 *E. coli* O157:H7이 오염된 것으로 보고했다 (Lye et al., 2013). 태국의 경우, 시중에 판매되고 있는 95개의 소고기 시료 중 4.2%의 시료에서 *E. coli* O157:H7이 검출되는 것으로 보고되었다 (Vuddhakul et al., 2000). 식품뿐만 아니라 설사로 입원한 환자들에게서도 병원성 대장균이 검출되는 사례가 있었다. 베트남에서 1988년부터 1989년까지 수행한 연구를 보면 설사 환자 중 약 24%의 환자에서 장독소형 대장균 (Enterotoxigenic *E. coli*; ETEC)이 검출된 것으로 보고되었으며 (Ngan et al., 1992), 2001년에 실시한 유사한 연구에서는 설사로 입원한 환자의 약 3%의 환자의 가검물에서 ETEC가 검출되었다 (Isenbarger et al., 2001). 이러한 연구 결과를 감안한다면 공식적인 병원성

Table 1. Prevalence of *Salmonella* spp. in the selected countries in Southeast Asia.

Countries	No. of sample (positive sample)	Source	References
Thailand	705 (12%)	Chicken	Padungtod and Kaneene 2006
	705 (9%)	Chicken	
	571 (8.9%)	Chicken	
	578 (18.5%)	Pig	
	423 (17.7%)	Dairy cow	
	508 (23.8%)	Human	
Malaysia	2,322 (67.7%)	Cattle and buffalo	Joseph et al., 1988
	2,322 (1.6%)	Goat and sheep	
	2,322 (2.3%)	Pig	
	2,322 (14.1%)	Chicken and duck	
	2,322 (6.5%)	Edible animal products	
	219 (32%)	Raw materials	Arumugaswamy et al., 1995
	112 (17%)	RTE foods	
	112 (35.7%)	Vegetables	Awang et al., 2003
Laos	62 (55.4%)	Pig	Phouth et al., 2006
	50 (8%)	Buffalo	Boonmar et al., 2008
	49 (76%)	Pig cecum	
Indonesia	407 (6%)	Patients (diarrhea)	Soenarto et al., 1983
	3,875 (1.4%)	Patients (diarrhea)	Oyofo et al., 2002a
Vietnam	6,557 (4.6%)	Chicken and duck	Tram et al., 2006
	262 (48.9%)	Chicken	Ta et al., 2012
	300 (48.7%)	Chicken	Ta et al., 2014
Singapore	31 (3.2%)	Shellfish	Huang et al., 2012
	270 (18.1%)	Chicken	Zwe et al., 2018

대장균에 의한 식중독 사고의 비율보다 훨씬 많은 사고가 있을 수 있음을 시사하고 있다. Table 2에서는 동남아시아 일부 국가에서 실시했던 병원성 대장균 검출에 관련된 연구를 요약했다.

*Listeria monocytogenes*균 오염 현황

*L. monocytogenes*의 경우, 다른 동남아시아국가들에 비해 말레이시아에서 많은 연구가 이루어졌다. 말레이시아에서 1990년대 초에 시장에서 판매하고 있는 식품 총 234개의 시료를 분석한 결과, 생닭, 생소고기, 생새우, 잎채소 시료 중 60%, 50%, 44%, 22%의 비율로 *L. monocytogenes*가 검출되어 상당히 높은 비율로 오염되어 있는 것으로 확인되었다 (Arumugaswamy et al., 1994), 2009-2010년도 실시한 다른 연구 (Adzitey et al., 2013)에서는 시장에서 판매되는 생오리와 시장 및 농장 환경 시료 총 531건을 분석한 결과, 15건의 시료에서 *L. monocytogenes*가 검출된 것으로 나타났으며, 2010년도의 연구결과를 보면 샐러드용 채소 306건의 시료 중 22.5%의 시료에서 *L. monocytogenes*가 검출된 것으

Table 2. Prevalence of pathogenic *Escherichia coli* in the selected countries in Southeast Asia.

Countries	Pathotype	No. of sample (positive sample)	Source	References
Malaysia	*E. coli* O157:H7	25 (36%)	Beef	Radu et al., 1998
		80 (8.8%)	Raw cow milk	Lye et al., 2013
		71 (7.3%)	Raw goat milk	
		56 (1.8%)	Raw buffalo milk	
Thailand	Shiga toxin producing *E. coli* (STEC)	93 (9%)	Beef	Suthienkul et al., 1990
		93 (8~28%)	Beef at slaughterhouse	
	Enterotoxigenic *E. coli* (ETEC)	133 (0.8%)	Beef	Echeverria et al., 1994
	E. coli O157:H7	95 (4.2%)	Beef	Vuddhakul et al., 2000
Vietnam	Enterotoxigenic *E. coli* (ETEC)	83 (24%)	Patients (diarrhea)	Ngan et al., 1992
		291 (3%)	Patients (diarrhea)	Isenbarger et al., 2001
Indonesia	Enterotoxigenic *E. coli* (ETEC)	489 (14.9%)	Patients (diarrhea)	Subekti et al., 2003
Singapore	Enterotoxigenic *E. coli* (ETEC)	223 (21%)	Children diarrheal stool	Mendis et al., 1995
		172 (26%)	Adult diarrheal stool	

Table 3. Prevalence of *Listeria monocytogenes* in the selected countries in Southeast Asia.

Countries	No. of sample (positive sample)	Source	References
Malaysia	32 (60%)	Chicken	Arumugaswamy et al., 1994
	12 (50%)	Beef	
	16 (44%)	Prawn	
	22 (22%)	Leafy vegetable	
	39 (26%)	RET food	
	23 (75%)	Imported frozen beef	Hassan et al., 2001
	23 (30.4%)	Local frozen beef	
	23 (22.5%)	Fermented fish	
	306 (22.5%)	Raw salad vegetables	Ponniah et al., 2010
	39 (33.3%)	Chicken patties	Wong et al., 2012
	35 (22.9%)	Beef patties	
	38 (10.5%)	Fish patties	
Thailand	388 (6%)	Raw meat	Minami et al., 2010
	44 (32%)	Pork	
	2,360 (2.5%)	Frozen chicken meat	Sasitorn et al., 2011
	1,000 (0.2%)	RTE chicken products	
Vietnam	138 (5.8%)	Fish and seafood products	Beleneva, 2011
Singapore	606 (2.3%)	Food sample	Ng and Seah, 1995
	34 (44.1%)	Seafood salad	Chau et al., 2017
	171 (21.6%)	Smoked salmon	

로 나타났다 (Ponniah et al., 2010). 또한 Hassan 등 (2001)은 말레이시아에서 생산된 소고기 보다 수입 냉동 소고기에서 *L. monocyotogenes*균이 더 많이 검출된 것으로 보고하였으며, 또 다른 연구에서는 치킨버거 패티의 33.3%, 소고기 패티의 22.9%, 생선 패티의 10.5%의 시료에서 *L. monocytogenes*가 검출된 것으로 보고했다 (Wong et al., 2012). 태국에서는 1990년도 중후반에 실시한 연구에서 해산물 (Panya and Poonyaprasit, 1997)과 채소 (Swetwiwathana and Chungsamanukool, 1995)에서 *L. monocytogenes*가 검출된 것으로 보고되었다. 2006-2007년에 실시한 연구에서는 3~32%의 생닭, 생소고기, 생돼지고기 시료에서 *L. monocytogenes*가 검출되었으며, 이 중 생돼지고기에서 가장 많이 검출된 것으로 나타났다. 육제품과 달리 새우와 굴에서는 전혀 검출되지 않았다 (Minami et al., 2010). 베트남 중부해안지역인 나트랑에서 채취된 어류 및 해산물 시료를 분석한 결과, *L. monocytogenes*의 오염률은 5.8%로 나타났다 (Beleneva, 2011). 싱가포르에서는 샐러드바에서 판매되는 연어샐러드 34개 제품을 분석한 결과 15개의 시료(44.1%)에서 *L. monocytogenes*가 검출되었으며, 슈퍼마켓에서 판매되는 훈제연어 171개 제품을 분석한 결과, 21.6%의 시료에서 *L. monocytogenes*가 검출되어 샐러드바에서 판매되는 연어 시료의 오염률이 슈퍼마켓에서 판매되는 훈제연어의 오염률 보다 상당히 높은 것을 알 수 있다 (Chau et al., 2017). Scallan 등의 (2011) 연구에 의하면 미국에서 *L. monocytogenes*에 의해 매년 약 1,455명이 입원하고 있으며, 이 중 255명의 사망한다고 추정하고 있다. 이에 반해 주요 동남아시아 국가인 말레이시아, 싱가포르, 태국, 인도네시아에서는 리스테리아증에 대한 보고가 거의 없는 상황이다. 이러한 차이는 식습관의 차이 또는 검사 시설 부족 및 검사법의 보급 정도의 차이일 가능성이 높다. Table 3에서는 동남아시아 일부 국가에서 실시했던 *L. monocytogenes* 검출에 관련된 연구를 요약했다.

결론

본 논단에서는 저널에 발표된 연구논문을 토대로 동남아시아 식품의 *Salmonella*균, 병원성 대장균, *L. monocytogenes*균의 오염 현황에 대해 종합적으로 정리하였다. 앞 서 살펴본 바와 같이 동남아시아에서 판매되고 있는 식육제품 및 해산물 그리고 채소 등에서 *Salmonella*균, *E. coli* O157:H7, *L. monocytogenes*균이 지속적으로 검출되고 있다. 이러한 높은 오염률이 나타나는 주요한 원인으로는 식품을 직접 취급하는 취급자에 대한 부족한 교육환경과 비위생적인 식품생산 시스템을 들 수 있다. 동남아시아 국가 중 저개발국가 및 개발도상국에서는 아직 식품을 생산하고 유통하는데 관여하는 취급자들에 대한 개인위생과 위생적인 식품의 생산과 유통과정에 대한 공식적인 교육 체계가 마련되어 있지 않고 있다. 따라서 식품위생과 관련된 체계적인 교육을 통해 지속적으로 개인위생 향상 및 위생적인 생산 및 판매 환경 조성이 반드시 필요해 보인다. 또한 위생교육과 더불어 위생적인 식품을 생산할 수 있는 시스템을 도입하는 것이 바람직해 보인다. 식품 원료의 생산부터 유통 그리고 완제품의 생산까지 위생적인 환경에서 이루어져야만 안전한 식품이 생산되는데, 이를 위해 Good Agriculture Practice (GAP), Cold Chain system 및 Hazard Analysis and Critical Control Point (HACCP) 제도의 도입은 필수 사항이라 할 수 있다. 특히 평균 기온이 높은 동남아시아의 지리적 환경 특성 상 식품원료의 유통 시 냉장 온도를 유지하면서 운반하는 것은 반드시 필요하다. 현재 우리나라와 동남아시아와의 식품교역이 해마다 증가하고 있어 이 지역의 식중독균 오염 현황을 정확히 인식한다면 안전한 식품교역에 도움이 될 것으로 여겨진다.

참고 문헌

1. Adzitey, F., Ali, G. R. R., Huda, N., Cogan, T., & Corry, J. (2013). Prevalence, antibiotic resistance and genetic diversity of *Listeria monocytogenes* isolated from ducks, their rearing and processing environments in Penang, Malaysia. *Food Control*, 32, 607–614.

2. Arumugaswamy, R. K., Ali, G. R. R., & Hamid, S. N. B. A. (1994). Prevalence of *Listeria monocytogenes* in foods in Malaysia. *International journal of food microbiology*, 23, 117–121.

3. Arumugaswamy, R. K., Rusul, G., Hamid, S. N. B. A., & Cheah, C. T. (1995). Prevalence of *Salmonella* in raw and cooked foods in Malaysia. *Food Microbiology*, 12, 3–8.

4. Awang, S. N., Rusul, G., Hassan, Z., Reezal, A., Isa, S. H., Nishibuchi, M., & Radu, S. (2003). Incidence of *Salmonella* spp. in raw vegetables in Selangor, Malaysia. *Food Control*, 14., 475–479.

5. Azanza, M. P. V. (2006). Philippine foodborne-disease outbreaks (1995 - 2004). *Journal of Food Safety*, 26, 92–102.

6. Beleneva, I. A. (2011). Incidence and characteristics of *Staphylococcus aureus* and *Listeria monocytogenes* from the Japan and South China seas. *Marine Pollution Bulletin*, 62. 382–387.

7. Boonmar, S., Kimura, H., Morita, Y., Markvichitr, K., Chaunchom, S., Chanda, C., Bangtrakulnonth, A., Pornrunangwong, S., Yamamoto, S., Suzuki. D., & Kozawa, K. (2008). *Salmonella* prevalence in slaughtered buffaloes and pigs and antimicrobial susceptibility of isolates in Vientiane, Lao People's Democratic Republic. *Journal of Veterinary Medical Science*, 70, 1345–1348.

8. Chau, M. L., Aung, K. T., Hapuarachchi, H. C., Lee, P. S. V., Lim, P. Y., Kang, J. S. L., Ng, Y., Yap, H. M., Yuk, H. G., Gutierrez, R. A., & Ng, L. C. (2017) Microbial surfey of ready-to-eat salad ingredients sold at retail reveals the occurrence and the persistence of *Listeria monocytogenes* sequence types 2 and 87 in pre-packed smoked salmon. *BMC Microbiology*, 17, 46.

9. Echeverria, P., Piyaphong, S., Bodhidatta, L., Hoge, C. W., & Tungsen, C. (1994). Bacterial enteric pathogens in uncooked foods in Thai markets. *Journal of Travel Medicine*, 1, 63–67.

10. Hassan, Z., Purwati, E., Radu, S., Rahim, R. A., & Rusul, G. (2001). Prevalence of *Listeria* spp and *Listeria monocytogenes* in meat and fermented fish in Malaysia. *The Southeast Asian Journal of Tropical Medicine and Public Health*, 32, 402.

11. Huang, Y., Ghate, V., Phua, L., & Yuk, H. G. (2012). Prevalence of *Salmonella* and *Vibrio* spp. in seafood products sold in Singapore. *Journal of Food Protection*, 75, 1320–1323.

12. Isenbarger, D. W., Hien, B. T., Ha, H. T., Ha, T. T., Bodhidatta, L., Pang, L. W., & Cam, P. D. (2001). Prospective study of the incidence of diarrhoea and prevalence of bacterial pathogens in a cohort of Vietnamese children along the Red River. *Epidemiology and Infection*, 127, 229–236.

13. Joseph, P. G., Sivanandan, S. P., & Yee, H. T. (1988). Animal *Salmonella* surveillance in peninsular Malaysia, 1981–1985. *Epidemiology and Infection*, 100, 351–359.

14. Kondakci, T., & Yuk, H. G. (2012). Overview of foodborne outbreaks in the last decade in Singapore: Alarming increase in nontyphoidal salmonellosis. Food and Beverage Asia (pp. 42). Singapore: Pablo Publishing Pte Ltd..

15. Kusumaningrum, H., & Dewanti-Hariyadi, R. (2012). Multidrug resistance among different serotypes of *Salmonella* isolates from fresh products in Indonesia. *International Food Research Journal*, 19, 57–63.

16. Lye, Y. L., Afsah-Hejri, L., Chang, W. S., Loo, Y. Y., Puspanadan, S., Kuan, C. H., Goh, S. G., Shahril, N., Rukayadi, Y., Khatib, A., John, Y. H. T., Nishibuchi. M., Nakaguchi, Y., & Radu S. (2013). Risk of *Escherichia coli* O157:H7 transmission linked to the consumption of raw milk. *International Food Research Journal*, 20 1001–1005.

17. Mendis, L., Zaman, V., Kumarasinghe, G., Chow, C., Liew, H. Y., Ramachandran, N. P., Jayawardene, K., Thong, K. T., Howe, J. L., & Lim, E. W. (1995). Bacteria, viruses, yeasts and protozoans associated with diarrheal disease in Singapore. *Pathology*, 27, 48–52.

18. Minami, A., Chaicumpa, W., Chongsa-Nguan, M., Samosornsuk, S., Monden, S., Takeshi, K., Makino, S., & Kawamoto, K. (2010). Prevalence of foodborne

pathogens in open markets and supermarkets in Thailand. *Food Control*, 21 221–226.

19. Ng, D. L. K., & Seah, H. L. (1995). Isolation and identification of *Listeria monocytogenes* from a range of foods in Singapore. *Food Control*, 6, 171–173.

20. Ngan, P. K., Khanh, N. G., van Tuong, C., Quy, P. P., Anh, D. N., & Thuy, H. T. (1992). Persistent diarrhea in Vietnamese children a preliminary report. *Acta Pædiatrica*, 81, 124–126.

21. Oyofo, B. A., Wasfy, M., Campbell, J. R., Lesmana, M., Subekti, D., Tjaniadi, P., Machpud, N., Komalarini, S., Setiawan, B., Simanjuntak, C., Punjabi, N. & Corwin, A. L. (2002). Enteropathogens associated with acute diarrhea in community and hospital patients in Jakarta, Indonesia. *FEMS immunology and medical microbiology*, 34, 139–146.

22. Padungtod, P., & Kaneene, J. B. (2006). *Salmonella* in food animals and humans in northern Thailand. *International Journal of Food Microbiology*, 108, 346–354.

23. Panya, P., & Poonyaprasit, C. (1997) Surveillance study of *Listeria* contamination in frozen seafood products for exported. *Food* (Thailand), 27, 265–271

24. Phouth, I,, Lertrak, S., Moses, K., & Karl-Hans, Z. (2006). Microbial contamination of pig carcasses at a slaughterhouse in Vientiane capital, Lao PDR. *Southeast Asian Journal of Tropical Medicine and Public Health*, 37, 1237–1241.

25. Ponniah, J., Robin, T., Paie, M. S., Radu, S., Ghazali, F. M., Kqueen, C. Y., Nishibuchi, M., Nakaguchi, Y., & Malakar, P. K. (2010). *Listeria monocytogenes* in raw salad vegetables sold at retail level in Malaysia. *Food Control*, 21 774–778.

26. Radu, S., Abdul Mutalib, S., Rusul, G., Ahmad, Z., Morigaki, T., Asai, N., Kim, Y. B., Okuda, J., & Nishibuchi, M. (1998). Detection of *Escherichia coli* O157:H7 in the beef marketed in Malaysia. *Applied and Environmental Microbiology*, 64 1153–1156.

27. Sakai, T., & Chalermchaikit, T. (1996). The major sources of *Salmonella* Enteritidis in Thailand. *International Journal of Food Microbiology*, 31, 173–180.

28. Sasitorn, K., Wongkwan, J., & Jananya, S. (2011). Prevalence of *Listeria monocytogenes* in chicken production chain in Thailand. *The Thai Journal of Veterinary Science*, 41, 155–161.

29. Scallan, E., Hoekstra, R. M., Angulo, F. J., Tauxe, R. V., Widdowson, M. A., Roy, S. L., Jones, J. L., & Griffin, P. M. (2011). Foodborne illness acquired in the United States–major pathogens. *Emerging infectious diseases*, 17, 7–15.

30. Soenarto, Y., Sebodo, T., Suryantoro, P., Krisnomurti, Haksohusodo, S., Ilyas, Kusniyo, Ristanto, Romas, M. A., Noerhajati, Muswiroh, S., Rohde, J. E., Ryan, N. J., Luke, R. K. J., Barnes, G. L., & Bishop, R. F. (1983). Bacteria, parasitic agents and rotaviruses associated with acute diarrhoea in hospital in-patient Indonesian children. *Transactions of the Royal Society of Tropical Medicine and Hygiene*, 77, 724–730.

31. Subekti, D. S., Lesmana, M., Tjaniadi, P., Machpud, N., Sriwati, Sukarma, Daniel, J. C., Alexander, W. K., Campbell, J. R., Corwin, A. L., Beecham, Iii, H. J., Simanjuntak, C., & Oyofo, B. A. (2003). Prevalence of enterotoxigenic *Escherichia coli* (ETEC) in hospitalized acute diarrhea patients in Denpasar, Bali, Indonesia. *Diagnostic Microbiology and Infectious Disease*, 47, 399–405.

32. Suthienkul, O., Brown, J. E., Seriwatana, J., Tienthongdee, S., Sastravaha, S., & Echeverria, P. (1990). Shiga-like-toxin-producing *Escherichia coli* in retail meats and cattle in Thailand. *Applied and Environmental Microbiology*, 56, 1135–1139.

33. Swetwiwathana, A., & Chungsamanukool, P. (1995) *Salmonella* and *Listeria* spp. in raw vegetables. *Food* (Thailand), 25, 185–189.

34. Ta, Y. T., Nguyen, T. T., To, P. B., Pham, D. X., Le, H. T. H., Alali, W. Q., Walls, I., Lo, F. O., Wong, D. M. A., & Doyle, M. P. (2012). Prevalence of *Salmonella* on chicken carcasses from retail markets in Vietnam. *Journal of Food Protection*, 75, 1851–1854.

35. Ta, Y. T., Nguyen, T. T., To, P. B., Pham, D. X., Le, H. T. H., Thi, G. N., Alali, W. Q., Walls, I., & Doyle, M. P. (2014). Quantification, serovars, and antibiotic resistance of *Salmonella* isolated from retail raw chicken meat in Vietnam. *Journal of Food Protection*, 77, 57–66.

36. Tran, T. H., Nguyen, T. T., Hoang, Q. T., Le, T. T., Lam, M. T., & Nguyen, T. H. L. (2006). Prevalence of *Salmonella* spp. in poultry in Vietnam. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1081, 266–268.

37. Vuddhakul, V., Patararungrong, N., Pungrasamee, P., Jitsurong, S., Morigaki, T., Asai, N., & Nishibuchi, M. (2000). Isolation and characterization of *Escherichia coli* O157 from retail beef and bovine feces in Thailand. *FEMS Microbiology Letters*, 182, 343–347.

38. Wong, W. C., Pui, C. F., Tunung, R., Cheah, Y. K., Nakaguchi, Y., Nishibuchi, M. & Radu, S. (2012). Prevalence of *Listeria monocytogenes* in frozen burger patties in Malaysia. *International Food Research Journal*, 19, 1751–1756.

39. Zwe, Y. H., Tang, V. C. Y., Aung, K. T., Gutierrez, R. A., Ng, L. C., & Yuk, H. G. (2018). Prevalence, sequence types, antibiotic resistance and, *gyrA* mutations of *Salmonella* isolated from retail fresh chicken meat in Singapore. *Food Control*, 90, 233–240.