

Nâng cao - tham khảo

MỘT SỐ PHƯƠNG PHÁP PHÁT HIỆN VI KHUẨN GÂY BỆNH TRUYỀN QUA THỰC PHẨM

Vũ Thị Thu Trà, Hoàng Minh Đức,
Cam Thị Thu Hà, Phạm Hồng Ngân
Khoa Thú y, Học viện Nông nghiệp Việt Nam

I. GIỚI THIỆU CHUNG

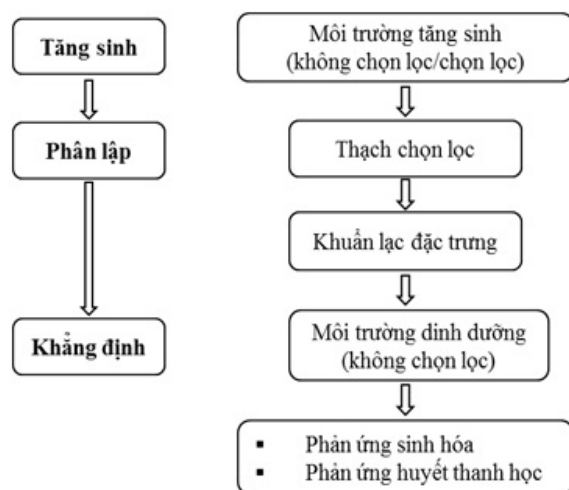
Vi sinh vật (VSV) trong thực phẩm rất đa dạng, bao gồm cả VSV mong muốn (có lợi) và VSV không mong muốn. Những VSV mong muốn thường có mặt tự nhiên trong thực phẩm và được ứng dụng trong công nghệ chế biến thực phẩm để sản xuất các sản phẩm chế biến từ thịt, sữa chua, phô mát và nhiều sản phẩm khác. Bên cạnh đó, trong thực phẩm còn có những VSV không mong muốn như VSV gây hư hỏng thực phẩm làm ảnh hưởng tới chất lượng và giảm thời gian sử dụng, đặc biệt nguy hiểm là sự có mặt của một số VSV gây bệnh truyền qua thực phẩm có khả năng gây hại tới sức khỏe người tiêu dùng. Theo thống kê của Tổ chức Y tế thế giới, trong số các tác nhân gây bệnh truyền qua thực phẩm thì vi khuẩn là tác nhân gây bệnh phổ biến nhất trên thế giới, đứng đầu về số ca mắc cũng như số ca tử vong (WHO, 2015). Trong đó, các vi khuẩn như *Escherichia coli*, *Campylobacter* spp., *Listeria monocytogenes*, *Salmonella* spp. và *Vibrio* spp. là nguyên nhân chủ yếu gây bệnh (WHO, 2015). Các vi khuẩn gây bệnh này được tìm thấy trong nhiều loại thực phẩm khác nhau, nhất là trong thịt và hải sản (Gölz *et al.*, 2018; Sugiri *et al.*, 2014; Vu *et al.*, 2016). Bệnh truyền qua thực phẩm thường liên quan tới thói quen tiêu thụ thực phẩm sống hoặc chưa được nấu chín (Law *et al.*, 2015).

Tại Việt Nam, theo số liệu báo cáo của Cục An toàn thực phẩm, trong 4 năm (2012-2015) VSV là nguyên nhân phổ biến nhất gây ra các vụ ngộ độc thực phẩm (42%), trong đó các vụ ngộ độc chủ yếu liên quan tới tiêu thụ hải sản. Các vi khuẩn gây ngộ độc thực phẩm ở Việt Nam chủ yếu là *E. coli*, *Salmonella* spp., *Campylobacter* spp., *L. monocytogenes*, *Streptococcus suis*, *Shigella* spp. và *Staphylococcus aureus* (Carrique-Mas và Bryant, 2013; Vo *et al.*, 2017).

Thực phẩm bị nhiễm khuẩn không những ảnh hưởng tới sức khỏe người tiêu dùng trong nước mà còn gây ra những thiệt hại lớn về kinh tế do chi phí điều trị các ca bệnh, cũng như ảnh hưởng tới xuất nhập khẩu nông sản, thủy sản và cả du lịch. Do vậy, để giảm thiểu nguy cơ đối với sức khỏe người tiêu dùng cũng như thiệt hại về kinh tế, việc phát hiện các tác nhân gây bệnh truyền qua thực phẩm là hết sức cần thiết. Bài tổng quan này giúp người đọc có được thông tin cập nhật về một số phương pháp phát hiện vi khuẩn gây bệnh truyền qua thực phẩm.

II. MỘT SỐ PHƯƠNG PHÁP PHÁT HIỆN

2.1. Phương pháp nuôi cấy thường quy



Các phương pháp phát hiện vi khuẩn gây bệnh truyền qua thực phẩm thông thường dựa trên việc tăng sinh mẫu trong môi trường không chọn lọc/chọn lọc, ria cấy dịch tăng sinh trên các môi trường thạch chọn lọc sau đó tiến hành kiểm tra đặc tính sinh hóa và phản ứng huyết thanh học

(Mandal *et al.*, 2011). Một số phương pháp phát hiện vi khuẩn gây bệnh truyền qua thực phẩm theo tiêu chuẩn ISO được trình bày ở bảng 1.

Phương pháp nuôi cấy vi khuẩn truyền thống thường đơn giản và không tốn kém, có thể quan sát được đặc điểm mọc của vi khuẩn trên các loại môi trường cũng như các đặc tính sinh hóa, ngoài ra có thể sử dụng các phương pháp này để định lượng vi khuẩn (VD: phương pháp cấy lãg, rớt thạch, phương pháp MPN). Tuy nhiên, các phương pháp nuôi cấy thông thường rất tốn công vì chúng đòi hỏi phải chuẩn bị môi trường nuôi cấy, độ nhạy chưa cao, quy trình phân lập và kháng định tiêu tốn thời gian (5-7 ngày) (Law *et al.*, 2015; Mandal *et al.*, 2011). Ngoài ra, các vi khuẩn gây bệnh trong thực phẩm khi ở điều kiện bất lợi (VD: thay đổi pH, nhiệt độ...) có khả năng chuyển sang trạng thái sống nhưng không thể nuôi cấy được (VBNC), khi đó phương pháp nuôi cấy thông thường không thể phát hiện được và cho kết quả âm tính (Law *et al.*, 2015).

Bảng 1. Phân lập và kháng định vi khuẩn gây bệnh truyền qua thực phẩm bằng phương pháp nuôi cấy theo tiêu chuẩn ISO

Vi khuẩn	ISO	Thời gian cho kết quả (ngày)
<i>Campylobacter</i>	ISO 10272	5 - 7
<i>Listeria</i>	ISO 11290	5 - 6
<i>Salmonella</i>	ISO 6579	4 - 5
<i>Vibrio</i>	ISO 21872	5 - 6

Để khắc phục những hạn chế trên, nhiều phương pháp phát hiện nhanh với độ nhạy và độ đặc hiệu cao đã được phát triển. Các phương pháp phát hiện nhanh bao gồm phương pháp miễn dịch học, phương pháp sinh học phân tử và phương pháp phát hiện dựa vào cảm biến sinh học.

2.2. Phương pháp miễn dịch học

Các phương pháp miễn dịch học dựa trên sự tương tác giữa kháng nguyên và kháng thể đặc hiệu. Mức độ liên kết giữa kháng nguyên và kháng thể quyết định độ nhạy và độ đặc

hiệu của phương pháp miễn dịch. Kháng thể được sử dụng có thể là kháng thể đơn dòng hoặc đa dòng (Zhao *et al.*, 2014). Kỹ thuật ELISA (Enzyme-linked immunosorbent assay) và kỹ thuật sắc ký miễn dịch (Lateral Flow Immunoassay - LFA) hiện đã được ứng dụng để phát hiện tác nhân gây bệnh truyền qua thực phẩm và độc tố của chúng. Kỹ thuật ELISA tuy khá nhạy và chính xác, nhưng để thực hiện kỹ thuật này cần có thiết bị chuyên dụng và đòi hỏi người thực hiện phải được đào tạo. Trong khi đó, kỹ thuật LFA sử dụng que nhúng hoặc dải sắc ký miễn dịch,

cho phép phát hiện nhanh chóng và thao tác rất đơn giản (Zhao *et al.*, 2014). Một số kit thương mại dựa trên phương pháp miễn dịch học được trình bày ở bảng 2.

Bảng 2. Một số kit phát hiện vi khuẩn gây bệnh truyền qua thực phẩm bằng phương pháp miễn dịch học

Tác nhân	Phương pháp	Kit thương mại	Giới hạn phát hiện	Thời gian cho kết quả (giờ)	Nhà sản xuất
<i>Campylobacter</i>	ELISA	Campylobacter Antigen Detection (In Food)	-	-	Diagnostic Automation
		3M TM Tecra TM Campylobacter Visual Immunoassay (VIA)	1 - 5 CFU/25g	42,5	3M
<i>E. coli</i> O157 (bao gồm cả O157:H7)	LFA	RapidChek [®] E. coli O157	1 CFU/25g	8 - 18	Romer Labs
		Transia [®] Card E.coli O157		20 - 24	Raisio Diagnostics
		Reveal [®] for E. coli O157:H7	1 CFU/25g	8 - 20	Neogen
		MaxSignal [®] E. coli O157 Strip Test Kit	-	14 - 18	Bioo Scientific
	ELISA	MaxSignal [®] E. coli O157 ELISA Test Kit	10 ⁵ tế bào/ml	< 2	Bioo Scientific
		3M TM Tecra TM E. coli O157 VIA	1 - 5 CFU/25g	20	3M
		TRANSIA TM AG EHEC	-	-	BioControl
<i>L. monocytogenes</i>	LFA	Reveal [®] 2.0 for Listeria	1 CFU	27 - 30	Neogen
	ELISA	LM ELISA Kĩ	-	2	MyBioSource
		3M TM Tecra TM Listeria VIA	1 - 5 CFU/25g	48	3M
		TRANSIA TM AG Listeria	-	48	BioControl
<i>Salmonella</i>	LFA	RapidChek [®] SELECT TM Salmonella	-	22 – 24	Romer Labs
		Reveal [®] 2.0 for Salmonella	1 CFU/25g	24	Neogen
		MaxSignal [®] Salmonella Strip Test Kit	1 CFU/25g	<1	Bioo Scientific
	ELISA	TRANSIA TM PLATE Salmonella Gold		24	BioControl
		MaxSignal [®] Salmonella ELISA Test Kit	10 ⁵ tế bào/ml	< 6	Bioo Scientific
		3M TM Tecra TM Salmonella VIA	1 - 5 CFU/25g	42	3M
		3M TM Tecra TM Staph aureus VIA	1-5 CFU/25g	26	3M
<i>S. aureus</i>	ELISA	3M TM Tecra TM Staph Enterotoxin VIA	1 ng enterotoxins/ml	< 5	3M
		TRANSIA [®] PLATE Staphylococcal Enterotoxins	0,25-1ng enterotoxins/g	< 2	BioControl

Phương pháp miễn dịch cho phép phát hiện nhanh vi khuẩn gây bệnh truyền qua thực phẩm cũng như phát hiện độc tố của chúng. Tuy nhiên, phương pháp miễn dịch có độ nhạy và độ đặc hiệu thấp hơn so với phương pháp sinh học phân tử, không có khả năng phát hiện mầm bệnh/độc tố khi lượng mầm bệnh/độc tố không tới ngưỡng phát hiện của phương pháp.

2.3. Phương pháp sinh học phân tử

Phương pháp sinh học phân tử dựa trên việc phát hiện các đoạn DNA hay RNA đặc hiệu của mầm bệnh. Ngoài ra, phương pháp này còn phát hiện được cả các gen mã hóa độc tố của các vi khuẩn gây bệnh truyền qua thực phẩm như *Clostridium botulinum*, *Vibrio cholerae*, *Vibrio parahaemolyticus*, *S. aureus* và *E. coli* O157 (Zhao *et al.*, 2014). Một số phương pháp sinh học phân tử đã và đang được sử dụng rộng rãi như phản ứng PCR đơn (single polymerase chain reaction), mPCR (multiplex PCR), qPCR (real-time/quantitative polymerase chain reaction), kỹ thuật khuếch đại đẳng nhiệt dựa trên trình tự acid nucleic (NASBA - nucleic acid sequence-based amplification) và LAMP (loop-mediated isothermal amplification).

Phản ứng PCR hoạt động bằng cách khuếch đại một đoạn gen đích cụ thể theo chu trình nhiệt, cho phép phát hiện một loại mầm bệnh hoặc gen mã hóa độc tố của nó (Mandal *et al.*, 2011, Zhao *et al.*, 2014). Thành phần của phản ứng PCR bao gồm dNTPs, $MgCl_2$, buffer, taq polymerase, một cặp mồi và DNA mẫu. mPCR hoạt động dựa trên nguyên lý của PCR nhưng do sử dụng nhiều cặp mồi nên có khả năng phát hiện cùng lúc nhiều loại mầm bệnh, hoặc phát hiện đồng thời mầm bệnh và gen độc tố. Yêu cầu đối với phản ứng PCR và mPCR là mồi phải được thiết kế đặc hiệu, nếu không sẽ thu được sản phẩm không phải đoạn gen đích mong muốn. Đối với mPCR, một số tương tác giữa các cặp mồi có thể xảy ra, vì vậy cần phải xác định nồng độ mồi thích hợp (Zhao *et al.*, 2014). Ngoài ra, các yếu tố khác cũng cần được điều chỉnh để đảm bảo phản ứng mPCR cho kết quả như mong muốn, cụ thể như nồng độ buffer,

cân bằng giữa nồng độ $MgCl_2$ và dNTPs, lượng taq polymerase, lượng DNA khuôn mẫu và chu trình ủ nhiệt (Markoulatos *et al.*, 2002).

Real-time PCR hay qPCR không yêu cầu điện di trên gel để phát hiện sản phẩm PCR. qPCR cho phép theo dõi sự hình thành của sản phẩm PCR liên tục trong toàn bộ phản ứng bằng cách đo tín hiệu huỳnh quang được tạo ra bởi các chất nhuộm huỳnh quang bám DNA (SYBR Green) hoặc các đầu dò đặc hiệu được đánh dấu (TagMan probes), cường độ tín hiệu huỳnh quang tỷ lệ thuận với lượng sản phẩm PCR (Law *et al.*, 2015). Khác với PCR hay mPCR, qPCR không đòi hỏi điện di sản phẩm PCR sau khi khuếch đại, do đó thời gian thực hiện ngắn hơn, giảm rủi ro ô nhiễm chéo, đồng thời có thể tự động hóa và phân tích lượng mẫu lớn (Law *et al.*, 2015). Chính những lợi thế này đã dẫn tới sự phát triển của các kit qPCR thương mại nhằm phát hiện các tác nhân gây bệnh truyền qua thực phẩm (bảng 3).

NASBA được Compton phát triển vào đầu những năm 90, hoạt động bằng cách khuếch đại acid nucleic trong điều kiện đẳng nhiệt (Compton, 1991). NASBA thường được sử dụng để khuếch đại RNA, trong quá trình phản ứng RNA khuôn mẫu được chuyển thành cDNA (complementary DNA) nhờ enzyme phiên mã ngược (Law *et al.*, 2015). Phản ứng NASBA xảy ra ở nhiệt độ khoảng 41°C, sản phẩm khuếch đại của phản ứng NASBA được phát hiện bằng cách điện di trên gel hoặc enzyme-linked gel assay. Để giảm thời gian thao tác, real-time NASBA được phát triển với việc sử dụng các đầu dò gắn huỳnh quang nhằm phát hiện sự khuếch đại của chuỗi RNA đơn (Leone *et al.*, 1998). Ngoài ra, real-time NASBA còn có khả năng phát hiện mầm bệnh còn sống trong thực phẩm thông qua việc khuếch đại mRNA (Simpkins *et al.*, 2000). Do vậy real-time NASBA còn được sử dụng để phân biệt tế bào vi khuẩn còn sống hay đã chết, điều này vô cùng quan trọng khi xác định sự hiện diện của vi khuẩn trong thực phẩm, vì chỉ vi khuẩn còn sống mới có khả năng gây bệnh cho con người.

Bảng 3. Một số kit phát hiện vi khuẩn gây bệnh truyền qua thực phẩm bằng phương pháp sinh học phân tử

Phương pháp	Tác nhân	Kit thương mại	Nhà sản xuất
mPCR	<i>E. coli</i> O157:H7	BAX® System PCR assay for <i>E. coli</i> O157:H7 MP	Hygena
Realtime-PCR	<i>Campylobacter</i>	mericon <i>Campylobacter</i> spp Kit	QIAGEN
	<i>C. butulinum</i>	foodproof® <i>Clostridium botulinum</i> Detection LyoKit	BIOTECON Diagnostics
	<i>Listeria</i>	SureTect™ <i>Listeria</i> Species PCR Assay	ThermoFisher Scientific
		foodproof <i>Listeria</i> plus <i>L. monocytogenes</i> Detection LyoKit	BIOTECON Diagnostics
		RapidFinder™ <i>Salmonella</i> Species, Typhimurium and Enteritidis Multiplex PCR Kit	ThermoFisher Scientific
	<i>Salmonella</i>	BAX® System Real-Time PCR Assay for <i>Salmonella</i>	Hygena
		TaqMan™ <i>Salmonella</i> Enteritidis Detection Kit	Applied Biosystems
		foodproof <i>Salmonella</i> Detection LyoKit	BIOTECON Diagnostics
NASBA	<i>Vibrio</i>	foodproof <i>Vibrio</i> Detection LyoKit	BIOTECON Diagnostics
	<i>L. monocytogenes</i>	Nuclisens EasyQ® Basic Kit	bioMérieux
	<i>Salmonella</i>		
LAMP	<i>V. cholerae</i>		
	<i>Campylobacter</i>	Loopamp™ <i>Campylobacter</i> Detection Kit	Eiken Chemical
	<i>Salmonella</i>	Loompamp™ <i>Salmonella</i> Detection Kit	Eiken Chemical

LAMP là phương pháp khuếch đại acid nucleic mới, được phát triển bởi Notomi và cs. (2000), cho phép phát hiện tác nhân gây bệnh truyền qua thực phẩm một cách nhanh chóng với độ nhạy và độ đặc hiệu cao. LAMP dựa trên quá trình tổng hợp DNA thay thế chuỗi tự xoay vòng, được thực hiện bởi một DNA polymerase và 4 môi (2 môi bên trong và 2 môi bên ngoài) trong điều kiện đẳng nhiệt khoảng 59-65°C trong vòng 60 phút. Sản phẩm khuếch đại của LAMP có thể được phát hiện bằng cách điện di trên gel hoặc sử dụng nhuộm SYBR Green I (Zhao *et al.*, 2014). Bên cạnh đó, multiplex LAMP hay real-time LAMP cũng đã được phát triển để phát hiện một số vi khuẩn gây bệnh truyền qua thực phẩm (Law *et al.*, 2015).

2.4. Phương pháp phát hiện dựa vào cảm biến sinh học (Biosensor)

Biosensor là một thiết bị phân tích bao gồm hai yếu tố chính là bioreceptor (thụ thể sinh học nhận ra chất phân tích) và transducer (đầu dò chuyển đổi, chuyển năng lượng nhận dạng sinh học thành tín hiệu quang hoặc tín hiệu điện). Bioreceptor có vai trò nhận biết chất phân tích; bioreceptor có thể là enzyme, kháng thể, acid nucleic, thụ thể tế bào, kháng thể tái tổ hợp hay chất xúc tác tổng hợp. Đầu dò transducer chuyển đổi các tương tác sinh học thành tín hiệu có thể đo được ví dụ như quang học, điện hóa, từ tính hay khối lượng (Zhao *et al.*, 2014). Phương pháp sử dụng cảm biến sinh học dễ vận hành và thực hiện nhanh do không cần bước tăng sinh mẫu. Các cảm biến sinh học gần đây được sử dụng để phát hiện tác nhân gây bệnh truyền qua thực phẩm là cảm biến sinh học dựa vào quang học, điện hóa và khối lượng được tổng hợp ở bảng 4.

Bảng 4. Một số phương pháp phát hiện vi khuẩn gây bệnh truyền qua thực phẩm dựa vào cảm biến sinh học

Phương pháp	Tác nhân	Giới hạn phát hiện	Tài liệu tham khảo
Biosensors quang học	<i>Salmonella choleraesuis</i> serotype typhimurium,	4,4x10 ⁴ CFU/mL (<i>Salmonella</i>)	Taylor <i>et al.</i> , 2006
	<i>L. monocytogenes</i> ,	3,5x10 ³ CFU/mL (<i>L. monocytogenes</i>)	
	<i>C. jejuni</i> ,	1,1x10 ⁵ CFU/mL (<i>C. jejuni</i>)	
	<i>E. coli</i> O157:H7	1,4x10 ⁴ CFU/mL (<i>E. coli</i> O157:H7)	
	<i>E. coli</i> O157:H7	10 ⁴ CFU/ml đối với mỗi loại vi khuẩn	
Biosensors điện hóa	<i>Yersinia enterocolitica</i> ,		Magliulo <i>et al.</i> , 2007
	<i>Salmonella typhimurium</i> ,		
	<i>L. monocytogenes</i>		
	<i>C. jejuni</i>	10 ³ CFU/mL	
	<i>E. coli</i> O157:H7	3x10 ³ CFU/ml	
Biosensors khối lượng	<i>E. coli</i> ,	50 tế bào/ml (<i>E. coli</i>)	Chemburu <i>et al.</i> , 2005
	<i>L. monocytogenes</i> ,	10 tế bào/ml (<i>L. monocytogenes</i>)	
	<i>C. jejuni</i>	50 tế bào/ml (<i>C. jejuni</i>)	
	<i>E. coli</i> O157:H7	1,6x10 ¹ -7,23x10 ⁷ tế bào/ml (không tăng sinh)	
		8,0x10 ⁰ -8,0x10 ¹ tế bào/ml (có tăng sinh)	
Biosensors khối lượng	<i>Bacillus cereus</i>	35-88 CFU/ml	Pal <i>et al.</i> , 2008
	<i>L. monocytogenes</i>	10 ³ CFU/mL	
	<i>Salmonella typhimurium</i>	10 ⁵ -10 ⁶ tế bào/mL	
	<i>E. coli</i> O157:H7	23 CFU/mL trong PBS	
		53 CFU/mL trong sữa	

III. KẾT LUẬN

Như vậy để phát hiện vi khuẩn gây bệnh truyền qua thực phẩm, ngoài phương pháp nuôi cấy thông thường, nhiều phương pháp phát hiện nhanh đã và đang được phát triển. Các phương pháp phát hiện nhanh có nhiều ưu điểm như thời gian thực hiện nhanh, không mất nhiều công chuẩn bị, đặc biệt là có độ nhạy và độ đặc hiệu cao hơn so với phương pháp nuôi cấy thông thường. Tuy nhiên mỗi phương pháp đều có một số nhược điểm riêng. Do đó, hiện nay việc phát triển các phương pháp để phát hiện mầm bệnh trong thực phẩm mới vẫn đang là một thách thức lớn đối với các nhà nghiên cứu trong lĩnh vực vệ sinh an toàn thực phẩm.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Carrique-Mas, J. J. and Bryant, J. E., 2013. A review of foodborne bacterial and parasitic zoonoses in Vietnam. *Ecohealth*. 10:465-489.
2. Chemburu, S., Wilkins, E., and Abdel-Hamid, I., 2005. Detection of pathogenic bacteria in food samples using highly-dispersed carbon particles. *Biosens Bioelectron*. 21:491-499.
3. Compton, J., 1991. Nucleic acid sequence-based amplification. *Nature* 350:91-92.
4. Götz, G., Kittler, S., Malakauskas, M. and Alter, T., 2018. Survival of *Campylobacter* in the food chain and the environment. *Curr Clin Microbiol Rep*. 5:126-134.
5. Kanayeva, D.A., Wang, R., Rhoads, D., Erf, G. F., Slavik, M. F., Tung, S. and Li, Y., 2012. Efficient separation and sensitive detection of

- Listeria monocytogenes* using an impedance immunosensor based on magnetic nanoparticles, a microfluidic chip, and an interdigitated microelectrode. *J Food Prot.* 75:1951-1959
6. Law, J. W., Ab Mutalib, N. S., Chan, K. G. and Lee, L. H., 2015. Rapid methods for the detection of foodborne bacterial pathogens: principles, applications, advantages and limitations. *Front Microbiol.* 5:770.
 7. Leone, G., van Schijndel, H., van Gemen, B., Kramer, F. R., and Schoen, C. D., 1998. Molecular beacon probes combined with amplification by NASBA enable homogeneous, real-time detection of RNA. *Nucleic Acids Res.* 26:2150-2155.
 8. Magliulo, M., Simoni, P., Guardigli, M., Michelini, E., Luciani, M., Lelli, R. and Roda, A., 2007. A rapid multiplexed chemiluminescent immunoassay for the detection of *Escherichia coli* O157:H7, *Yersinia enterocolitica*, *Salmonella typhimurium*, and *Listeria monocytogenes* pathogen bacteria. *J. Agric. Food Chem.* 55:4933-4939.
 9. Mandal, P. K., Biswas, A. K., Choi, K., and Pal, U. K., 2011. Methods for rapid detection of foodborne pathogens: An overview. *Am J Food Technol.* 6:87-102.
 10. Markoulatos, P., Siafakas, N., and Moncany, M., 2002. Multiplex polymerase chain reaction: a practical approach. *J Clin Lab Anal.* 16:47-51.
 11. Notomi, T., Okayama, H., Masubuchi, H., Yonekawa, T., Watanabe, K., Amino, N. And Hase, T., 2000. Loop-mediated isothermal amplification of DNA. *Nucleic Acids Res.* 28:e63.
 12. Pal, S., Ying, W., Alocilja, E. C. and Downes, F. P., 2008. Sensitivity and specificity performance of a direct-charge transfer biosensor for detecting *Bacillus cereus* in selected food matrices. *Biosys Eng.* 99:461-468.
 13. Shen, Z. Q., Wang, J. F., Qiu, Z. G., Jin, M., Wang, X. W., Chen, Z. L., Li, J. W. and Cao, F. H., 2011. QCM immunosensor detection of *Escherichia coli* O157:H7 based on beacon immunomagnetic nanoparticles and catalytic growth of colloidal gold. *Biosens Bioelectron.* 26:3376-3381.
 14. Simpkins, S. A., Chan, A. B., Hays, J., Popping, B., and Cook, N., 2000. An RNA transcription-based amplification technique (NASBA) for the detection of viable *Salmonella enterica*. *Lett Appl Microbiol.* 30:75-79.
 15. Su, X. L., and Li, Y., 2005. A QCM immunosensor for *Salmonella* detection with simultaneous measurements of resonant frequency and motional resistance. *Biosens Bioelectron.* 21:840-848.
 16. Sugiri, Y. D., Gözl, G., Meeyam, T., Baumann, M. P. O., Kleer, J., Chaisowwong, W. and Alter, T., 2014. Prevalence and antimicrobial susceptibility of *Listeria monocytogenes* on chicken carcasses in Bandung, Indonesia. *J Food Prot.* 77:1407-1410.
 17. Taylor, A. D., Ladd, J., Yu, Q., Chen, S., Homola, J., and Jiang, S., 2006. Quantitative and simultaneous detection of four foodborne bacterial pathogens with a multi-channel SPR sensor. *Biosens Bioelectron.* 22:752-758.
 18. Varshney, M., Yang, L., Su, X. L., and Li, Y., 2005. Magnetic nanoparticle-antibody conjugates for the separation of *Escherichia coli* O157:H7 in ground beef. *J Food Prot.* 68:1804-1811
 19. Vo, T. H., Minh, N. N. T., Le, V., Le, N. H., Nguyen, H. Q., Le, T. V. and Nuorti, J. P., 2017. Epidemiologic characteristics of foodborne outbreaks in southern Vietnam, 2009-2013. *J Microbiol Infect D.* 7:13-20.
 20. Vu, T. T. T., Meng, L., Pichpol, D., Pham, N. H., Baumann, M., Alter, T. and Huehn, S., 2016. Prevalence and antimicrobial resistance of *Vibrio* spp. in retail shrimps in Vietnam. *Berl Munch Tierarztl Wochenschr.* 129:48-51.
 21. Wang, Y., Ye, Z., Si, C., and Ying, Y., 2013. Monitoring of *Escherichia coli* O157:H7 in food samples using lectin based surface plasmon resonance biosensor. *Food Chem.* 136:1303-1308.
 22. Wei, D., Oyarzabal, O. A., Huang, T. S., Balasubramanian, S., Sista, S., and Simonian, A. L., 2007. Development of a surface plasmon resonance biosensor for the identification of *Campylobacter jejuni*. *J Microbiol Meth.* 69:78-85
 23. WHO, 2015. WHO estimates of the global burden of foodborne diseases - Foodborne disease burden epidemiology reference group 2007-2015. 255p.
 24. Zhao, X., Lin, C. W., Wang, J., and Oh, D. H., 2014. Advances in rapid detection methods for foodborne pathogens. *J Microbiol Biotechn.* 24:297-312/.