

纳米材料在食源性致病菌检测中的应用

王馨¹, 胡文忠^{1*}, 陈晨¹, 冯可^{1,2}, 杨柳¹

1(大连民族学院 生命科学学院, 辽宁 大连, 116600)

2(大连理工大学, 辽宁 大连, 116024)

摘要 食品安全问题是国内外一直都密切关注的热点问题,与每个人的生活都息息相关,而食源性致病菌则是引发食品安全问题的主要因素之一。快速、准确的检测食源性致病菌是控制这类问题的关键所在。传统的检测方法存在耗时长,特异性和灵敏性较差等问题。而将纳米材料与传统食源性致病菌检测方法相结合,能够有效解决此类问题,极大地促进了致病菌检测的研究进展。文章就几种常见的纳米材料在食源性致病菌检测中的应用进行了综合评述并对其未来的研究方向进行了展望。

关键词 纳米材料;食源性致病菌;检测

近年来,国内外由食源性致病菌引发的食品安全问题层出不穷,虽然大多数食源性致病菌在食物中的含量很低,但是产生的危害却极大,因此食源性致病菌的检测在预防和控制此类问题上就显得尤为重要^[1,2]。鉴于检验的符合性和检测结果的稳定性,现在最常使用的检测方法主要有平皿培养分离计数法、聚合酶链式反应法(polymerase chain reaction, PCR)、荧光PCR检验法与酶联免疫吸附试验法(enzyme-linked immunosorbent assay, ELISA)^[3-6]。但是,这些方法还是存在步骤繁琐、耗费时间长、检测特异性差、灵敏度低等问题,因此急需研究出一种快速、灵敏的致病菌检测方法。

现今纳米科技已经成为一个世界范围内都在讨论和研究的课题。虽然纳米材料的研究还处于起步阶段,但是国内外学者对于纳米材料的制备、应用等方面的研究也已取得了一定进展。由于纳米材料本身具有许多优良的生物学和理化特性,例如:极好的生物相容性、表面效应、量子尺寸效应等,使得其在生物领域内被广泛使用。国内外学者研究发现功能化的纳米材料在食源性致病菌检测方面能够发挥巨大作用。例如:表面进行生物学修饰后的磁性纳米材料由于其具有顺磁性和特异性,能够对致病菌进行分离、富集和纯化,快速地达到传统检测方法前增菌的

效果,大大缩短检测时间;金纳米颗粒具有优良的光学性能,当其发生粒子团聚时体系颜色会发生相应的变化,可进行致病菌的半定量检测,耗时短,适合做现场检测;量子点纳米材料具有量子效应,受刺激时会产生荧光,灵敏度高,能够对致病菌进行定量的测定。本文综合评述了几种常见的功能化纳米材料在食源性致病菌检测方面的应用,旨在为今后纳米材料在食源性致病菌检测方面的研究提供一定的理论依据。

1 纳米材料

1.1 纳米材料概述

纳米材料的概念最早是由德国科学家 HERBERT 提出的。从广义上来说,纳米材料是指三维空间中至少有一维处于纳米尺度(1~100 nm)范围内的材料,或者是由它们作为基本单元组装而成的材料^[7]。纳米材料比较普遍的分类方法是将其分为纳米颗粒(零维)、纳米纤维(一维)、纳米膜(二维)、纳米块体(三维)等四类^[8],我们现在研究最多的是纳米颗粒。

纳米材料的尺寸极小,属于非常典型的介观领域,即介于微观和宏观之间的一种领域。由于处在这个领域的纳米颗粒的三维尺寸都很小,因此它会在化学、力学、电学、光学、生物学等方面展现出许多特殊的性质和功能^[9]。例如表面效应、量子尺寸效应、小尺寸效应、宏观量子隧道效应、介电限域效应等,并且由此还派生出了许多其他常规材料所不具备的特殊性质,这些特殊的性质和功能使纳米材料在生物、化工、医药等领域都有着极大的竞争力和重大的应用价

第一作者:硕士研究生(胡文忠教授为通讯作者,E-mail:hwz@dlnu.edu.cn)。

基金项目:国家科技支撑计划项目(2012BAD38B05);国家自然科学基金项目(31172009);国家自然科学基金项目(31471923)

收稿日期:2016-01-18, 改回日期:2016-03-15

值。

1.2 纳米材料的制备

纳米金颗粒首先是在1984年由原联邦德国的Saarlands大学GLEITER等人使用惰性气体凝聚和在超高真空条件下原位加压的技术制备出来的,在那之后研究者使用不同技术制备的纳米材料已经有数百种,制备方式也越发多样化、成熟化。目前对纳米材料的制备方式主要有3种分类方法:1种是按照反应物的状态将其分为湿法和干法;第2种是按照制备原料的状态分为固体法、液体法及气体法;第3种是从制备手段分为物理法和化学法^[10],其中第3种分类方法最为常见。

2 纳米材料在食源性致病菌检测中的应用

2.1 磁性纳米材料在食源性致病菌检测中的应用

磁性纳米粒子既具有纳米材料的优点(4个基本效应:表面效应、量子尺寸效应、小尺寸效应、宏观量子隧道效应)又具有磁性材料的优点(磁导向性、超顺磁性),因此它本身有着独特的物理和化学性质,除此之外它的表面还可以连接生物功能活性基团,因此在食品安全检测的过程中被广泛使用^[11]。

基于磁性纳米材料的特殊性质,在食品安全分析过程中主要是利用它的超顺磁性来进行目标物质的分离、富集和纯化等。GU^[12-13]和ARNOLD^[14]等在磁性纳米粒子表面进行化学修饰,连接上能够特异性识别细菌的万古霉素,然后使用修饰后的功能化磁性纳米粒子去特异性地识别和分离复杂体系中的革兰氏阳性菌。再在外界磁场的影响下将识别后的细菌进行分离富集,然后使用其它方法来检测分离物的纯度。支援等^[15]使用表面功能化的 γ - Fe_2O_3 磁性纳米粒子来检测食源性致病菌(阪崎肠杆菌),这个方法是根据抗原抗体的特异性结合,以及量子点荧光标记的高灵敏度来进行的,采用免疫磁珠磁性分离和免疫量子点荧光标记联用的方法,使检测时间缩短至2 h,灵敏度高达 10^2 CFU/mL。WANG等^[16]制备了2种特异性的抗体共同修饰的磁性FeO纳米粒子用于同时分离菠菜中的金黄色葡萄球菌和沙门氏菌,检测限为 10^3 CFU/mL。CHOI等^[17]使用万古霉素对磁性FeO纳米粒子表面进行修饰,并且使用它来分离临床样本中的细菌,实验结果显示,革兰氏阳性菌的捕获效率为 $(84.84 \pm 1.70)\%$,而革兰氏阴性菌的捕获效率为 $(48.48 \pm 1.79)\%$ 。CHEN等^[18]用庆大霉素对磁性纳米粒子的表面进行修饰,用来从磷酸盐缓冲液

中分离出添加的金黄色葡萄球菌,分离的最低细菌浓度为 0.5×10^3 CFU/mL。张锦胜等^[19]利用 Fe_3O_4 纳米材料制备免疫磁珠,特异性地富集目标菌株,并且利用 Fe_3O_4 的顺磁、超顺磁特性对核磁共振弛豫时间的影响,在一定范围能够定量检测目标菌。JOO^[20]小组使用单克隆抗体修饰超顺磁性 Fe_3O_4 纳米粒子从牛奶中分离出沙门氏菌,后将此复合物再连接到转化酶上,分散在蔗糖溶剂中,蔗糖水解为葡萄糖与果糖,然后通过血糖仪来测量葡萄糖的浓度来间接测定沙门氏菌的浓度,检测限可达10 CFU/mL。VARSHNEY等^[21]使用生物素-链霉亲和素将抗大肠杆菌抗体包被到磁性纳米粒子的表面,来捕获牛肉样本中的大肠杆菌O157:H7,捕获效率为94.5%。

通过以上研究综述可知,磁性纳米材料主要是用于食源性致病菌的分离、富集和纯化,它能够有效缩短增菌时间,大幅提高检测效率。

2.2 金纳米颗粒在食源性致病菌检测中的应用

纳米金也称胶体金,它的制备过程简单,在生物液体里化学性质稳定、生物相容性较好、颗粒均一、具有良好的物理化学性质,因此被广泛应用于生物、环境、食品检测等多个领域^[22-23]。金纳米颗粒尺寸通常小于20 nm,是由几个或几十个原子构成。这种结构非常稳定,受到激发后会产生很强的荧光,可用于荧光探针的设计^[24]。纳米金具有优秀的光学性能,在分散状态时溶液体系呈红色,当金纳米粒子受外界影响发生聚集后颜色会由红色变为蓝色,并且间距越小,蓝色越深,因此在食源性致病金检测时多用于进行半定量的分析。

董静等^[25]将聚酰胺-胺固定于纳米金颗粒上,提高纳米金颗粒的稳定性,再与碳纳米管形成复合材料修饰于电极上,用于对沙门氏菌抗体的检测,最低检测限为 5×10^2 CFU/mL。LI等^[26]将电感耦合等离子质谱(inductively coupled plasma-mass spectrometry, ICP-MS)与胶体金标记技术相结合来检测食品中的大肠杆菌。此方法对ICP-MS高灵敏度的特性以及纳米金放大信号的特性进行了充分的利用,使检测限低至500 CFU/mL。SU等^[27]使用巯基乙胺对金纳米粒子的表面进行修饰,当纳米体系中含有大肠杆菌O157:H7时,巯基乙胺会通过静电作用力吸引大肠杆菌O157:H7并与之相结合,纳米金颗粒发生聚集,颜色也就发生了相应的变化,从红色变为蓝色。这个检测过程只需要5 min,可以通过观察体系的颜色变化快速完成检测,适用于现场检测。刘阳^[28]等将纳

米金与 PCR 技术相结合,根据副溶血弧菌(VP)的 *toxR* 基因序列,应用 primer6.0 设计一对特异性引物,建立了纳米金 PCR 方法,并对该方法的最佳反应条件、循环数、特异性和灵敏度进行测定,最后结果显示该方法检测的灵敏度比普通 PCR 高 10 倍。YANG 等^[29]将乙二胺修饰在玻璃碳电极上,通过纳米金将沙门氏菌的单克隆抗体(McAbs)固定在电极上,由于沙门氏菌和 McAbs 之间具有相互作用,因此使用电化学阻抗谱(EIS)技术可以直接对沙门氏菌进行检测,检测限为 10^2 CFU/mL。宋靓婧等^[30]利用金纳米材料良好的导电特性和独特的光学性质,构建了 3 种新型的方法对沙门氏菌进行检测。前 2 种方法在纳米金材料上结合沙门氏菌特异寡核苷酸序列作为目标物质,基于 DNA 互补杂交原理实现对沙门氏菌目标 DNA 的检测,进而实现对目标菌的检测;后一种方法是将沙门氏菌适配体序列通过静电作用吸附于纳米金表面,构建纳米金-适配体传感器与沙门氏菌结合,然后通过观察体系颜色变化完成检测。3 种方法操作步骤依次简化、所需时间依次缩短,均达到良好的灵敏度及特异性。

通过以上研究综述可知,纳米金的使用方式很多,主要是利用其光学特性引起的体系颜色变化来完成致病菌的快速检测。

2.3 量子点荧光纳米材料在食源性致病菌检测中的应用

半导体量子点又称量子点,是一种准零维的纳米材料,通常是由 II ~ VI 族或 III ~ V 族元素组成的稳定的、溶于水的、粒径范围在 1 ~ 20 nm 之间的纳米晶体,具有明显的量子效应,能够接受激发光产生荧光的半导体纳米颗粒^[31]与传统有机荧光染料相比,量子点发射光谱的尺寸可调、光稳定性强、表现出高量子产率^[32]、激发波长宽、发射波长窄、同一激发光源可对多个量子点同时激发、斯托克斯位移较大、生物相容性好、荧光寿命长。鉴于量子点的这些优异性能,它在食品安全检测中被广泛使用。

WANG 等^[33]使用量子点和纳米磁珠的荧光免疫分析法对绞碎的牛肉、鸡肉的洗水、鲜切生菜以及西兰花中的单增李斯特菌进行快速检测,检测限为 2 ~ 3 CFU/0.1 mL,说明该方法可对多种食品样品中的致病菌进行有效检测。WANG 等^[34]使用 3 种量子点,发射光波长分别为 620、580、530 nm,作为荧光标记物,同时对单增李斯特菌、大肠杆菌 O157:H7 和鼠伤寒沙门氏菌进行免疫磁分离和量子点荧光检测,这

种方法可同时检测到样品中浓度低至 20 ~ 50 CFU/mL 的 3 种菌。李倩倩等^[35]选用三种不同颜色不同发射波长的量子点标记用免疫磁珠富集分离的目标菌,在同一反应体系中同时检测 3 种目标菌,检测限为 10^3 CFU/mL,检测时间小于 2 h。Xu 等^[36]制成了连接有量子点的免疫层析试纸条,能够对空肠弯曲杆菌进行快速检测,检测限能够达到 10^4 CFU/mL,是金试纸条检测灵敏度的 10 倍。HU 等^[37]将免疫磁珠分离技术与量子点荧光探针技术相结合来检测金黄色葡萄球菌,检出限为 10^3 CFU/mL,这个方法的样品不需要进行预处理和分离富集就可以直接进行检测,整个过程只需 3 h。白冰等^[38]将免疫磁珠分离技术和量子点荧光标记技术联用,建立了一种能对金黄色葡萄球菌、福氏志贺氏菌进行快速、定量的免疫荧光检测方法,灵敏度高,可以捕获到 10^1 CFU/mL 浓度的菌液,整个检测过程耗时在 2 h 之内,可以满足实时检测的需求。

通过以上研究综述可知,研究者主要是利用量子点的荧光特性来对食品中的致病菌进行定量测定,降低了检测限,提高了灵敏度。

3 结论与展望

社会的进步和人民生活水平的提高对食品安全检测技术提出了更高的要求,如何从纷杂的各类食品中快速地对各类食源性致病菌进行检测是提高食品安全性、减少食品安全事故发生的一个主要问题。传统的检测方法耗时长、灵敏度低,而近些年纳米技术的飞速发展为解决此类问题提供了一个新的途径。将先进的纳米技术与传统的检测方法相结合,大大提高了食源性致病菌检测的灵敏度和特异性,简化了检测步骤,减少了检测所需的时间,在很大程度上改变了食源性致病菌检测的研究现状。

纳米材料是一种新型材料,而它在食源性致病菌检测方面的应用也还处在一个起步阶段,还存在很大的研究空间。首先,目前纳米材料的制备方法还不成熟,产品质量不均,加工成本较高,且生产规模较小^[39],因此高质量、低成本、大规模的制备方式急待研究。其次,在致病菌分离富集过程中,磁性纳米材料捕获病原菌的方式很多,但是能够达到特异性捕捉效果的生物亲和分子种类却较少^[40],今后应该继续深入和扩大其种类的研究。另外,纳米材料与电化学技术、生物学技术及分子印迹技术相结合的应用在食品安全领域还不是很普遍^[41],因此还需要结合食品

中污染物的性质和特点来开发出更多的快速、准确、特异性强的实时检测技术。最后,由于食品种类繁多,营养成分复杂,现在能够用于食品前处理的纳米材料种类比较少,因此开发出更多的能够适用于复杂样品前处理纳米材料也是需要继续研究的。未来,将纳米技术进一步结合到传统检测方法中,将研究出更多新型、快速、高质量的检测方法,为食源性致病菌检测提供强有力的技术支持,从而更好地保障人民群众日常生活中的食品安全。

参 考 文 献

- [1] PHILIP B, HENRIQUETMCM B, MARTIN K, et al. Simple bead assay for detection of live bacteria (*Escherichia coli*) [J]. *Analytical Chemistry*, 2011, 83(4):1 443 - 1 447.
- [2] LANDETE JM, RIVAS BDL, MARCOBAL A, et al. PCR methods for the detection of biogenic amine-producing bacteria on wine[J]. *Annals of Microbiology*, 2011, 61(1): 159 - 166.
- [3] GUILLERMO LÓpez-Campos, JOAQUIN V. Martínez-Suárez, et al. Microarray detection and characterization of bacterial foodborne pathogens[M]. *Springer Briefs in Food Health & Nutrition*, 2012.
- [4] ZHENG Ping-guan, YUN Jiang, FENG Gao, et al. Rapid and simultaneous analysis of five foodborne pathogenic bacteria using multiplex PCR[J]. *European Food Research & Technology*, 2013, 237(4):627 - 637.
- [5] 吕艳芳, 马春颖, 励建荣. 实时荧光定量 PCR 技术在食源性致病菌检测中的应用[J]. *食品与发酵科技*, 2014, 2(2):80 - 84.
- [6] 宋丽萍, 姜洁, 李玮, 等. 食源性致病菌快速检测技术研究进展[J]. *食品安全质量检测学报*, 2015(9):3 441 - 3 446.
- [7] 张志炬, 崔作林. 纳米技术与纳米材料[M]. 北京:国防工业出版社, 2000.
- [8] 冯阳阳. 基于纳米金颗粒和蛋白 A 分子的压电免疫传感器在大肠杆菌 O157:H7 检测中的研究[D]. 杭州:浙江大学, 2011.
- [9] 张远. 功能化纳米金的制备及在生物样品检测中的应用[D]. 青岛:青岛科技大学, 2014.
- [10] 朱世东, 徐自强, 白真权, 等. 纳米材料国内外研究进展 II——纳米材料的应用与制备方法[J]. *热处理技术与装备*, 2010(4):1 - 8.
- [11] LEO ML, FELDMAN MD, TAM JM, et al. Small multifunctional nanoclusters (nanoroses) for targeted cellular imaging and therapy[J]. *Acs Nano*, 2009, 3(9):2 686 - 2 696.
- [12] GU Hong-wei, HO PL, TSANG KWT, et al. Using bio-functional magnetic nanoparticles to capture vancomycin-resistant enterococci and other gram-positive bacteria at ultra low concentration[J]. *J Am Chem Soc*, 2003, 125(51): 15 702 - 15 703.
- [13] GU Hong-wei, HO PL, TONG E, et al. Presenting vancomycin on nanoparticles to enhance antimicrobial activities [J]. *Nano Lett*, 2003, 3(9): 1 261 - 1 263.
- [14] ARMOLD JK, GALE S, SHANNON R, et al. Vancomycin-modified nanoparticles for efficient targeting and pre-concentration of gram-positive and gram-negative bacteria [J]. *Acs Nano*, 2008, 2(9): 1 777 - 1 788.
- [15] 支援, 孟瑾, 郑小平, 等. 一种快速检测阪崎肠杆菌的新方法-免疫磁性分离荧光标记[J]. *乳业科学与技术*, 2010, 33(5):231 - 233.
- [16] WANG Yu-ling, RAVINDRANATH S, IRUDAYARAJ J. Separation and detection of multiple pathogens in a food matrix by magnetic SERS nanoprobe[J]. *Analytical & Bioanalytical Chemistry*, 2011, 399(3):1 271 - 1 278.
- [17] LEEH J, PARKB J, WANG KK. Photosensitizer and vancomycin-conjugated novel multifunctional magnetic particles as photoinactivation agents for selective killing of pathogenic bacteria [J]. *Chemical Communications*, 2012, 48: 4 591 - 4 593.
- [18] CHEN Long-yan. Bioconjugated magnetic nanoparticles for rapid capture of gram-positive bacteria[J]. *Journal of Biosensors & Bioelectronics*, 2012, 01(S11).
- [19] 张锦胜, 唐群, 赖卫华. 一种基于 Fe₃O₄ 纳米材料的食源性致病菌 NMR 检测方法, CN103207198A [P]. 2013.
- [20] JOO J, KWON D, SHIN HH, et al. A facile and sensitive method for detecting pathogenic bacteria using personal glucose meters[J]. *Sensors & Actuators B Chemical*, 2013, 188(11):1 250 - 1 254.
- [21] VARSHNEY M, YANG Li-Ju, SU Xiao-Li, et al. Magnetic Nanoparticle-antibody conjugates for the separation of *Escherichia coli* O157:H7 in ground beef[J]. *Journal of Food Protection*, 2005, 68(9):1 804 - 1 811.
- [22] JANS H, HUO Q. Gold nanoparticle-enabled biological and chemical detection and analysis [J]. *Chem Soc Rev*, 2012, 41(7): 2 849 - 2 866.
- [23] DYKMAN L, KHLEBTSOV N. Gold nanoparticleless in biomedical applications: recent advances and perspectives [J]. *Chem Soc Rev*, 2012, 41(6): 2 256 - 2 282.
- [24] 施小琼, 邓豪华, 王菲菲, 等. 荧光金纳米团簇及其在生命分析中的应用[J]. *世界复合医学*, 2015(3):72 - 81.

- [25] 董静, 马强, 艾仕云. 基于纳米金/聚酰胺-胺/多壁碳纳米管免疫传感器对沙门氏菌的检测[C]. 2011, 第十一届全国电分析化学会议.
- [26] LI Feng, ZHAO Qiang, WANG Chuan, et al. Detection of *Escherichia coli* O157:H7 using gold nanoparticle labeling and inductively coupled plasma mass spectrometry [J]. *Analytical Chemistry*, 2010, 82 (8): 3 399 - 3 403.
- [27] SU Hai-chao, MA Qiang, SHANG Kun, et al. Gold nanoparticles as colorimetric sensor: a case study on *E. coli* O157:H7 as a model for Gram-negative bacteria [J]. *Sens Actuators B*, 2012, 161(1): 298 - 303.
- [28] 刘阳, 孔繁德, 彭小莉, 等. 纳米金 PCR 技术检测副溶血弧菌方法的建立与初步应用[J]. *福建畜牧兽医*, 2012, 1(1): 9 - 12.
- [29] 陈丹丹, 辛嘉英, 张兰轩, 等. 纳米金在食品安全检测中的应用[J]. *食品科学*, 2014, 35(7): 247 - 251.
- [30] 宋靓婧. 基于纳米金标记的沙门氏菌检测方法研究[D]. 无锡: 江南大学, 2014.
- [31] GUO Shao-jun, WANG Er-kang. Functional micro/nano-structures: simple synthesis and application in sensors, fuel cells, and gene delivery. [J]. *Accounts of Chemical Research*, 2011, 44(7): 491 - 500.
- [32] KIM G B, KIM Y P. Analysis of protease activity using quantum dots and resonance energy transfer[J]. *Theranostics*, 2012, 2(2): 127 - 138.
- [33] WANG H, LI Yan-Bin, SLAVIK MF. Rapid detection of *Listeria monocytogenes* in different food samples using magnetic nanobeads and a quantum dots based fluorescent immunosensor method [J]. *Biological Eng*, 2011, 4 (4): 183 - 194
- [34] WANG Hong, LI Yan-bin, WANG A, et al. Rapid, sensitive, and simultaneous detection of three foodborne pathogens using magnetic nanobead-based immunoseparation and quantum dot-based multiplex immunoassay [J]. *Journal of Food Protection*, 2011, 74 (12): 2 039 - 2 047.
- [35] 李倩倩, 陈萍, 王静, 等. 基于多色量子点和免疫磁珠技术检测沙门菌, 志贺菌和金黄色葡萄球菌[J]. *卫生研究*, 2013, 42: 660 - 663.
- [36] XU F, XU D, MING X, et al. Quantum dot-based immunochromatography test strip for rapid detection of campylobacter je-juni [J]. *Journal of Nanoscience and Nanotechnology*, 2013, 13(7): 4 552 - 4 559.
- [37] HU Yao-hua, WANG Cheng-cheng, BAI Bing, et al. Detection of *Staphylococcus aureus* using quantum dots as fluorescence labels [J]. *Int J Agric & Biol Eng*, 2014, 7 (1): 77 - 83.
- [38] 白冰. 基于免疫纳米磁珠和量子点快速检测两种食源性致病菌方法的研究[D]. 杨凌: 西北农林科技大学, 2014.
- [39] 马兴, 张静, 陈文硕, 等. 功能纳米材料在食品污染物检测中应用的研究进展[J]. *食品安全质量检测学报*, 2015(2): 381 - 386.
- [40] 黄小林, 许恒毅, 熊勇华, 等. 磁性纳米材料在食源性致病菌分离中应用的研究进展[J]. *食品科学*, 2014, 35(11): 280 - 285.
- [41] 云雯, 邓美林, 陈世奇, 等. 纳米材料在食品安全检测领域的应用研究进展[J]. *中国调味品*, 2014(3): 115 - 119.

Application of nanomaterials in detection of foodborne pathogenic bacteria

WANG Xin¹, HU Wen-zhong^{1*}, CHEN Chen¹, FENG Ke², YANG Liu¹

1(College of Life Science, Dalian Nationalities University, Dalian 116600, China)

2(Dalian University of Technology, Dalian 116024, China)

ABSTRACT Food safety is a hot issue which has been closely watched all over the world and it really related to every person's life. Foodborne pathogenic bacteria are one of the main factors that lead to food safety issues. For this problem, it is the key that how to detect foodborne pathogenic bacteria rapidly and accurately. Traditional detection methods of foodborne pathogenic bacteria have some problems such as time-costing, poor sensitivity and poor specificity. Combination of nanomaterials with traditional detection methods can solve such problems effectively. It has greatly promoted the research progress of pathogen detection. In this paper, the application of several common nanomaterials in the detection of foodborne pathogens was comprehensively reviewed. Besides, the future research direction has been prospected.

Key words nanomaterials; foodborne pathogenic bacteria; detection