

调查研究

2016—2020年上海市市售即食食品微生物污染状况分析及评价

宋夏,徐碧瑶,蔡华,罗宝章,秦璐昕,刘弘
(上海市疾病预防控制中心,上海 200336)

摘要:目的 了解上海市市售即食食品中微生物污染情况,及时发现食品安全隐患,为即食食品风险评估、管理和标准制定提供科学依据。方法 2016—2020年共采集上海市即食食品20类共10521份食品样品,对菌落总数、大肠埃希氏菌计数2种卫生指示菌和副溶血性弧菌、金黄色葡萄球菌、致泻大肠埃希氏菌、沙门氏菌、蜡样芽孢杆菌、单核细胞增生李斯特氏菌(以下简称单增李斯特菌)6种食源性致病菌进行定量或定性检验,并分析卫生指示菌和食源性致病菌污染水平及关联性。结果 凉拌米面制品、沙拉、中式凉拌菜的指示菌污染水平较高,菌落总数均值分别为 $(5.13\pm 1.43)\lg\text{CFU/g}$ 、 $(4.56\pm 1.13)\lg\text{CFU/g}$ 、 $(4.26\pm 1.75)\lg\text{CFU/g}$;大肠埃希氏菌计数分别为 $(1.20\pm 1.00)\lg\text{CFU/g}$ 、 $(1.47\pm 1.41)\lg\text{CFU/g}$ 、 $(1.18\pm 1.06)\lg\text{CFU/g}$ 。冷锅串串、沙拉、中式凉拌菜、熟肉制品中单增李斯特菌检出率较高,分别为6.27%、3.36%、2.71%、2.69%;副溶血性弧菌仅在生食动物性水产品(3.65%)、中式凉拌菜(2.58%)、熟肉制品(0.42%)中检出;米面制品中蜡样芽孢杆菌(7.51%)显著高于寿司(0.53%)($P<0.05$)。菌落总数均值与大肠埃希氏菌计数均值呈极显著正相关($P<0.001$);菌落总数均值与致病菌样品阳性率呈显著正相关($P<0.05$)。结论 上海市生食食物、凉拌、夹心等最后一步加工工艺非加热的即食食品,卫生指示菌和致病菌污染水平较高,食源性致病风险较高,应重点防范。固体即食食品菌落总数计数水平与食源性致病菌污染状况存在相关性。

关键词:即食食品;微生物污染;食源性致病菌;风险监测;食品安全

中图分类号:R155 文献标识码:A 文章编号:1004-8456(2022)04-0767-06

DOI:10.13590/j.cjfh.2022.04.021

Analysis and evaluation of microbial contamination of retail ready-to-eat foods in Shanghai from 2016 to 2020

SONG Xia, XU Biyao, CAI Hua, LUO Baozhang, QIN Luxin, LIU Hong

(Shanghai Municipal Center for Disease Control and Prevention, Shanghai 200336, China)

Abstract: Objective To verify the potential food safety hazards and provide a scientific basis for risk assessment, risk management and food safety standards formulation of ready-to-eat (RTE) food in Shanghai. **Methods** From 2016 to 2020, 10 521 food samples of 20 kinds of RTE foods were collected in Shanghai. A series of qualitative or quantitative detection of two hygienic indicator bacteria and six pathogenic bacteria, including the aerobic plate count (APC), *Escherichia coli* (*E. coli*) count, *Vibrio parahaemolyticus* (*V. parahaemolyticus*), *Staphylococcus aureus*, Diarrheagenic *E. coli*, *Salmonella* spp., *Bacillus cereus* (*B. cereus*), and *Listeria monocytogenes* (*L. monocytogenes*) were conducted. and the correlation between them was analyzed. **Results** The highest average APC count of cold rice noodle products, salad and Chinese salad were $(5.13\pm 1.43)\lg\text{CFU/g}$, $(4.56\pm 1.13)\lg\text{CFU/g}$, $(4.26\pm 1.75)\lg\text{CFU/g}$, and the *E. coli* count were $(1.20\pm 1.00)\lg\text{CFU/g}$, $(1.47\pm 1.41)\lg\text{CFU/g}$ and $(1.18\pm 1.06)\lg\text{CFU/g}$. The positive rates of *L. monocytogenes* in cold pot skewers, salad, Chinese salad and cooked meat products were relatively high (6.27%, 3.36%, 2.71% and 2.69%, respectively). *V. parahaemolyticus* was only detected in three categories, including 3.65% of raw animal aquatic products, 2.58% of Chinese salad and 0.42% of cooked meat products. The positive rate of *B. cereus* in rice noodle products was 7.51%, which was significant higher than sushi, whose rate was 0.53% ($P<0.05$). The APC level was positively correlated with the *E. coli* count ($P<0.001$) and the positive rate of foodborne pathogens ($P<0.05$). **Conclusion** Raw food, salad, sandwich and other RTE foods without further heating had the highest level of hygiene indicator bacteria and foodborne pathogens, which indicated a high risk of foodborne disease which should be the focus of prevention. There was a positive correlation

收稿日期:2021-12-24

基金项目:上海市公人卫生体系建设三年行动计划(2020—2022年)优秀人才培养计划(GWV-10.2-YQ21)

作者简介:宋夏 女 主管医师 研究方向为食品安全风险监测与评估 E-mail:songxia@scdc.sh.cn

通信作者:刘弘 男 主任医师 研究方向为食品安全风险监测与评估 E-mail:liuhong@scdc.sh.cn

between the average APC level and the positive rate of foodborne pathogens in solid RTE foods.

Key words: Ready-to-eat food; microbial contamination; foodborne pathogens; risk monitoring; food safety

食品安全是全世界普遍关注的重大公共安全问题,上海由于经济和城市建设发展迅速,居民的工作和生活节奏较快,在外就餐频率较高,40%以上的人每周在外就餐次数>3次,在18~30岁的年轻人中,比例高达80%^[1]。通过流通和餐饮环节售卖的即食食品的微生物污染与居民健康息息相关,其中即食食品因完成加工后直接供居民食用,无需再加工,其微生物污染情况能直接反映食品加工、餐饮行业的卫生状况和居民的健康风险。国内外由于工厂、餐厅生产和供应的多种不同类型即食食品如三明治、生鱼片、熟肉制品等被食源性致病菌污染而引起散发感染和食物中毒暴发也多见报道^[2-3]。

菌落总数、大肠埃希氏菌等卫生指示菌虽然不直接致病,但是反映食品受肠道致病菌相关微生物污染情况的重要指标。在我国,香港地区2014年颁布了《香港微生物含量指引》^[4],该指引对大部分即食食品的微生物限量进行了规定。2021年发布的《食品安全国家标准 散装即食食品中致病菌限量》^[5],对散装即食食品的致病菌指标进行了规定,但新标准对餐饮服务中的即食食品和卫生指示菌方面尚未做出规定。本文拟分析上海市20种即食食品中菌落总数、大肠埃希氏菌计数2种卫生指示菌和沙门氏菌、副溶血性弧菌、单增李斯特菌、金黄色葡萄球菌、蜡样芽孢杆菌、致泻大肠埃希氏菌6种致病菌的定量和定性污染水平,综合评价上海市市售即食食品的卫生状况,为居民健康风险的评价提供依据,也为未来国内的即食食品相关标准的制定提供参考。

1 材料与方法

1.1 样品来源

样品来源于2016—2020年上海市16个区20家检测机构,包括16个区疾病预防控制中心、上海市质量监督检验技术研究院、中国水产科学研究院东海水产研究所、普研(上海)标准技术服务有限公司、上海德诺产品检测有限公司。按照2016—2020年《国家食品污染和有害因素风险监测工作手册》^[6]规定的采样方法,根据上海市人口分布、地域分布等因素,在全市16个区进行抽样。并根据食品来源、流通和消费情况,随机选择当地居民食品的主要购买场所和餐饮消费场所,包括餐饮单位、农贸市场、超市、零售店、网店以及小摊贩等作为食品采样点,共采集了20类10521件样品。

1.2 检测方法

样品按照2016—2020年的《国家食品污染和有害因素风险监测工作手册》^[6]中规定的方法分别进行菌落总数、大肠埃希氏菌计数、沙门氏菌、副溶血性弧菌、单增李斯特菌、致泻大肠埃希氏菌、金黄色葡萄球菌、蜡样芽孢杆菌的检测、分离、培养和鉴定。

1.3 统计学分析

应用Microsoft Excel 2010、SPSS 22.0软件(IBM公司)对资料进行整理和统计分析。计算定量检测结果的对数均值,当定量检测结果为未检出时,将1/2检出限作为检出值^[7],计算均值。均值的比较使用方差分析,对于两组以上样品的均数进行两两比较时,若均数不全相等,使用Levene's检验进行方差齐性检验,在方差不齐的情况下,采用Games-Howell检验,率的比较采用 χ^2 检验,采用Pearson相关性系数分析变量的相关性,以 $P<0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 卫生指标菌及食源性致病菌定量污染水平

检测菌落总数的15种即食食品,均值均<5 lgCFU/g,均值较高的即食食品分别为沙拉(4.56±1.13)lgCFU/g、鲜榨果蔬汁(4.30±1.23)lgCFU/g、中式凉拌菜(4.26±1.75)lgCFU/g。大肠埃希氏菌计数均值水平较高的即食食品分别为沙拉(1.47±1.41)lgCFU/g、中式凉拌菜(1.18±1.06)lgCFU/g、熟肉制品(1.15±1.17)lgCFU/g(表1)。

三种不同加工方式的米面制品中,凉拌米面制品的菌落总数、大肠埃希氏菌计数均值高达5.13±1.43、1.20±1.00 lgCFU/g。对三类米面制品定量均值进行Levene's方差齐性检验,显示方差均不齐($P<0.05$);菌落总数均值 $F=833.01$, $P<0.05$,大肠埃希氏菌计数均值 $F=115.94$, $P<0.05$,金黄色葡萄球菌均值 $F=3.629$, $P<0.05$,蜡样芽孢杆菌均值 $F=28.54$, $P<0.05$,三类米面制品的定量结果均不全相等;进一步使用Games-Howell事后检验对三类均值进行比较,显示三类米面制品的菌落总数、大肠埃希氏菌计数的均值各不相同($P<0.05$)。米面制品的菌落总数、大肠埃希氏菌计数均值凉拌类高于夹心类,夹心类高于蒸煮煎炒类。凉拌和夹心类的蜡样芽孢杆菌定量均值无显著差异($P>0.05$),但均显著高于蒸煮煎炒类($P<0.05$),三类米面制品金黄色

表1 2016—2020年上海市市售即食食品中卫生指示菌及食源性致病菌定量污染水平/(lgCFU/g)

Table 1 Quantitative contamination levels of hygienic indicator bacteria and foodborne pathogens in RTE foods in Shanghai from 2016 to 2020 (lgCFU/g)

食品类别	菌落总数			大肠埃希氏菌计数			单增李斯特菌			金黄色葡萄球菌			蜡样芽孢杆菌		
	检测数	最大值	均值	检测数	最大值	均值	检测数	最大值	均值	检测数	最大值	均值	检测数	最大值	均值
蛋糕	801	7.00	2.80±1.33	335	4.48	0.76±0.35				849	2.78	0.71±0.15	147	2.72	0.72±0.20
面包	341	5.56	1.81±1.27	45	<1.00					397	3.23	0.71±0.15	126	<1.00	
盒饭	254	6.43	2.38±1.47	190	3.32	0.84±0.50	34	<1.00		255	2.66	0.71±0.16	191	3.89	0.78±0.41
冷锅串串							255	2.86	0.81±0.45	255	3.00	0.73±0.24			
米面制品	820	8.60	3.73±2.13	960	4.92	0.96±0.76				997	3.41	0.73±0.26	986	5.30	0.88±0.67
凉拌	456	8.60	5.13±1.43	444	4.38	1.20±1.00				473	3.41	0.74±0.29	467	5.30	0.98±0.81
夹心	75	5.46	2.67±1.54	88	4.92	0.89±0.67				89	2.64	0.76±0.34	91	4.38	0.90±0.76
蒸/煮/ 煎/炒等	289	6.65	1.79±1.39	428	3.49	0.73±0.24				435	3.10	0.72±0.20	428	5.26	0.76±0.40
热菜	181	5.70	1.78±1.40	181	3.95	0.79±0.42				183	3.41	0.74±0.28	183	<1.00	
沙拉	323	6.46	4.56±1.13	384	5.40	1.47±1.41	306	2.84	0.74±0.27	442	3.46	0.72±0.20			
烧烤食品				159	3.49	0.75±0.31									
寿司				448	3.20	0.72±0.21	381	1.00	0.70±0.02	190	2.89	0.72±0.21	188	3.01	0.71±0.17
甜品	204	7.45	4.18±1.52	204	1.90	0.71±0.11				204	1.30	0.70±0.04			
鲜榨 果蔬汁	245	6.64	4.30±1.23							260	2.78	0.64±0.32			
现制饮料	204	7.95	3.23±1.83	204	0.85	-0.12±0.39				204	2.89	-0.12±0.43			
中式 凉拌菜	200	8.34	4.26±1.75	744	5.56	1.18±1.06	340	3.57	0.72±0.19	878	2.72	0.72±0.15	344	5.36	0.77±0.39
蛋制品	200	6.08	1.63±1.42												
熟肉制品	1 262	7.79	3.28±1.82	631	6.70	1.15±1.17	568	2.83	0.73±0.25	1 344	3.00	0.72±0.21	95	<1.00	
巴氏 杀菌乳	272	6.94	0.88±1.21				212	<1.00		380	<1.00				
发酵乳							214	<1.00		322	<1.00				
生食蔬菜				413	5.08	0.92±0.71									
生食动物 性水产品	888	7.56	3.59±1.30	888	5.68	0.98±0.81	328	2.81	0.71±0.12	887	3.89	0.72±0.20			
生食水果	80	5.57	2.91±1.32	410	3.72	0.76±0.37				80	2.63	0.75±0.30			

葡萄球菌均值两两比较显示无显著性差异($P>0.05$)。

2.2 主要食源性致病菌检出情况

如表2所示,20种即食食品中有6种检出沙门氏菌,其中,检出率较高分别为冷锅串串0.39%(1/255)、中式凉拌菜0.23%(2/886)、米面制品0.20%(2/1 007)。

副溶血性弧菌仅在生食动物性水产品3.65%(56/1 534)、中式凉拌菜2.58%(6/233)、熟肉制品0.42%(2/473)三类即食食品中检出,在寿司中未检出。

单增李斯特菌在超过一半的即食食品类别中有检出,均为固体即食食品,其中检出率较高的为冷锅串串6.27%(16/255)、沙拉3.36%(17/506)、中式凉拌菜2.71%(24/886)。

有4种食品被检出携带致泻大肠埃希氏菌。其中冷锅串串、熟肉制品、沙拉中检出率较高,分别为1.96%(5/255)、1.27%(9/707)、0.93%(3/322)。

在16种即食食品中检出金黄色葡萄球菌,其中检出率较高的为生食水果2.50%(2/80)、热菜2.19%(4/183)、米面制品1.81%(18/997)。

蜡样芽孢杆菌在米面制品和盒饭中的检出率

分别高达7.51%(74/986)和5.24%(10/191),差异不显著($P>0.05$)。米面制品的检出率高于寿司($\chi^2=12.84, P<0.05$)。

考虑到采样地点类型的影响,进一步对采样地点分层分析显示,盒饭的采样集中在食堂、便利店等,食堂的蜡样芽孢杆菌检出率较高11.69%(9/77),而在小型餐馆采样的米面制品和寿司,米面制品中检出率11.46%(33/288)仍然显著高于寿司1.19%(1/84)。

2.3 不同类型固体即食食品卫生指示菌、致病菌检出率相关性分析

对不同类型固体即食食品样品的菌落总数、大肠埃希氏菌计数和6种致病菌总检出率进行相关性分析(表3),菌落总数与大肠埃希氏菌计数均值呈显著正相关($r=0.853, P=0.002$);菌落总数均值与致病菌样品阳性率呈显著正相关($r=0.664, P=0.036$),考虑在部分食品类别中存在多重污染的情况,菌落总数均值与致病菌检测阳性频率(阳性数/总检测项次)的相关性更好($r=0.745, P=0.013$);大肠埃希氏菌计数的均值与致病菌检测阳性频率无明显相关性($r=0.595, P=0.070$)。

表2 2016~2020年上海市市售即食食品主要食源性致病菌检出情况

Table 2 The positive rates of major foodborne pathogens of RTE foods in Shanghai from 2016 to 2020

食品类别	样品数/n	单增李斯特菌		副溶血性弧菌		金黄色葡萄球菌		蜡样芽孢杆菌		沙门氏菌		致泻大肠埃希氏菌	
		检测数	阳性数/[n(%)]	检测数	阳性数/[n(%)]	检测数	阳性数/[n(%)]	检测数	阳性数/[n(%)]	检测数	阳性数/[n(%)]	检测数	阳性数/[n(%)]
蛋糕	861	861	2(0.23)			854	10(1.17)	147	3(2.04)	521	0(0.00)		
面包	400	341	0(0.00)			397	2(0.50)	126	0(0.00)	301	0(0.00)		
盒饭	255	255	2(0.78)	93	0(0.00)	255	2(0.78)	191	10(5.24)	255	0(0.00)	186	0(0.00)
冷锅串串	255	255	16(6.27)	255	0(0.00)	255	4(1.57)			255	1(0.39)	255	5(1.96)
米面制品	1 007	667	0(0.00)	116	0(0.00)	997	18(1.81)	986	74(7.51)	1 007	2(0.20)	255	0(0.00)
凉拌	477	137	0(0.00)	7	0(0.00)	473	11(2.33)	467	55(11.78)	477	2(0.42)	61	0(0.00)
夹心	92	92	0(0.00)	10	0(0.00)	89	3(3.37)	91	7(7.69)	92	0(0.00)	26	0(0.00)
蒸/煮/煎/炒等	438	438	0(0.00)	99	0(0.00)	435	4(0.92)	428	12(2.80)	438	0(0.00)	168	0(0.00)
热菜	183	183	0(0.00)			183	4(2.19)	183	0(0.00)	183	0(0.00)	165	0(0.00)
沙拉	506	506	17(3.36)	122	0(0.00)	445	6(1.35)			506	0(0.00)	322	3(0.93)
烧烤类	159	159	0(0.00)							159	0(0.00)		
寿司	450	450	4(0.89)	410	0(0.00)	190	2(1.05)	188	1(0.53)	450	0(0.00)		
甜品	204	204	0(0.00)			204	1(0.49)			204	0(0.00)		
鲜榨果蔬汁	260	260	0(0.00)			260	2(0.77)			260	0(0.00)		
现制饮料	204	204	0(0.00)			204	1(0.49)			204	0(0.00)		
中式凉拌菜	886	886	24(2.71)	233	6(2.58)	886	11(1.24)	344	18(5.23)	886	2(0.23)	183	1(0.55)
蛋制品	200									200	0(0.00)		
熟肉制品	1 388	1 263	34(2.69)	473	2(0.42)	1 344	18(1.34)	95	0(0.00)	1 263	2(0.16)	707	9(1.27)
巴氏杀菌乳	380	380	0(0.00)			380	2(0.53)			380	0(0.00)		
发酵乳	322	322	0(0.00)			322	0(0.00)			322	0(0.00)		
生食蔬菜	458	458	2(0.44)							362	0(0.00)	458	0(0.00)
生食动物性水产品	1 534	1 108	18(1.62)	1 534	56(3.65)	888	9(1.01)			1 108	2(0.18)	248	0(0.00)
生食水果	609	609	1(0.16)			80	2(2.50)			607	1(0.16)	529	0(0.00)
总计	10 521	9 371	120(1.28)	3 236	64(1.98)	8 144	94(1.15)	2 260	106(4.69)	9 433	10(0.11)	3 308	18(0.54)

表3 不同类型即食食品卫生指示菌均值和致病菌总检出情况

Table 3 Hygienic indicator bacteria and positive rates of pathogenic bacteria for different kinds of RTE foods

食品类别	菌落总数		大肠埃希氏菌计数		样品阳性率/%	致病菌检测阳性频率/%
	均值/(lgCFU/g)	均值/(lgCFU/g)	均值/(lgCFU/g)	均值/(lgCFU/g)		
固态样品						
蛋糕	2.80	0.76	1.74	0.63		
面包	1.81	0.70	0.50	0.17		
盒饭	2.38	0.84	5.49	1.13		
米面制品	3.73	0.96	8.74	2.33		
热菜	1.78	0.79	2.21	0.45		
沙拉	4.56	1.47	5.14	1.37		
中式凉拌菜	4.26	1.18	6.77	1.81		
熟肉制品	3.28	1.15	4.25	1.26		
生食动物性水产品	3.59	0.98	5.41	1.74		
生食水果	2.91	0.76	0.49	0.22		
液态(半固体)样品						
甜品	4.18	0.71	0.49	0.16		
现制饮料	3.23	-0.12	0.49	0.16		

表4 不同类型固体食品卫生指示菌均值、致病菌阳性样品率、检测阳性频率相关性分析

Table 4 Correlation analysis of hygiene indicator bacteria, the pathogenic bacteria's positive rates of sample, and the frequency of positive detection of different kinds of solid foods

相关系数r(P)				
	菌落总数	大肠埃希氏菌计数	致病菌阳性样品率	致病菌检测阳性频率
菌落总数	—	0.853(0.002)	0.664(0.036)	0.745(0.013)
大肠埃希氏菌计数	0.853(0.002)	—	0.570(0.085)	0.595(0.070)

3 讨论

监测显示,上海市市售即食食品中沙拉、中式凉拌菜和熟肉制品的菌落总数和大肠埃希氏菌计数结果均值均较高,其次为米面制品和生食动物性水产品。在我国,香港地区一项叉烧的卫生状况研

究报告的菌落总数均值 5.05 lgCFU/g,大肠埃希氏菌计数均值 1.78 lgCFU/g^[8];美国弗吉利亚州一项研究报告生鱼片的菌落总数均值为 5.7 lgCFU/g^[9],高于本市的同类食品的卫生指示菌计数水平。液体即食食品(鲜榨果蔬汁、现制饮料、甜品)中菌落

总数计数均较高,大肠埃希氏菌计数水平较低,菌落总数的均值低于马来西亚的一项街头饮料的研究结果,菌落总数均值 4.9~5.3 lgCFU/mL^[10];与中国台湾的市售茶饮调查结果相近,均值约 2.6~4.5 lgCFU/mL^[11]。饮料中过高的细菌污染水平可能会带来健康风险,已有多起果汁导致食物中毒暴发的报道,美国食品和药品管理局也出台了 The Juice HACCP Rule(21 CFR 120),推荐采取水安全、食物接触表面、交叉污染等措施以规范果汁的生产和消费,旨在减少果汁中 99.99% 的致病微生物^[12]。

上海市即食食品中致病菌检测结果显示,中式凉拌菜中 6 种致病菌均有不同程度的检出,熟肉制品和生食动物性水产中分别有 5 种和 4 种致病菌检出,烧烤类食品中无致病菌检出,检出致病菌种类较少的即食食品为乳制品、面包、生食蔬菜、饮料、甜品等,副溶血性弧菌的检出主要集中在水产品 and 中式凉拌菜中。与广州市 2013—2018 年监测结果相比,生鱼片中的副溶血性弧菌,寿司、烘焙食品中的蜡样芽孢杆菌检出率明显低于广州市 7.89%、7.50%、8.69%,但沙拉、凉拌菜、熟肉制品中单增李斯特菌的检出率均高于广州市 0.63%、1.67%、0.88%^[13];同时,蜡样芽孢杆菌的检出率也远低于吉林省报告的平均检出率(23.6%)^[14];现制饮料中金黄色葡萄球菌的检出率低于马来西亚的一项街头饮料的研究中金黄色葡萄球菌的检出率(58.1%)^[10]。

对不同类型即食食品卫生指示菌均值和 6 种致病菌检出情况进行对比,同等菌落总数计数水平下,固体样品与液体样品的致病菌检出水平存在一定的差异。对固体样品和液体样品进行分层分析的结果显示,固体样品的菌落总数与大肠埃希氏菌计数、菌落总数与致病菌样品阳性率、检测阳性频率呈正相关,大肠埃希氏菌计数结果与检测阳性频率无明显相关。由于大肠埃希氏菌计数只包括一系列革兰阴性菌的计数结果,本研究中 6 种致病菌,单增李斯特菌、金黄色葡萄球菌、蜡样芽孢杆菌均属于革兰阳性菌,副溶血性弧菌、沙门氏菌、致泻大肠埃希氏菌属于革兰阴性菌,大肠埃希氏菌与 6 种致病菌的检出率未表现出明显的相关性,菌落总数的结果能较好地反映固体食品潜在的多种食源性致病菌总体污染水平。在实际的监测或抽检工作中,开展大量致病菌检测项目需要耗费大量人力和经济成本,可根据监测食品的性质和目的选择菌落总数或大肠埃希氏菌作为监测指标。对于既往监测显示卫生指示菌污染严重的固体食品,可以增加致病菌监测指标。

根据既往研究和本研究结果,蜡样芽孢杆菌在米面制品、盒饭、凉拌菜的污染率均较高,但同样以大米为主要原料,寿司中蜡样芽孢杆菌的检出率显著低于其他中式米面制品。根据寿司制作指南的要求,需大米酸化至 pH 4.6 以下,并且在加工过程中将食物温度保持在 5 °C 以下或 60 °C^[15],相对较为完备的加工工艺指南,可能是因为寿司的微生物污染水平控制较好。针对米面制品微生物污染水平较高的问题,监管部门可以针对一些常见的食品品种,制定相应加工指南,形成规范化流程,加强从业人员按规范操作的意识,不断地提高传统食物的现代化竞争力和安全性。

结合各大类食品与米面制品分层分析的菌落计数和致病菌检测结果分析,食物在完成热加工后直接食用污染水平控制相对较好,如热菜、烧烤类、蛋制品、面包等;而生食食物或食物在热加工后使用混合、凉拌、夹心、分切、裱花等工艺再加工后售卖的即食食品,卫生指示菌的水平 and 致病菌污染水平均较高,如凉拌菜、凉拌或夹心米面制品、沙拉、生食动物性水产品等。本研究中检出沙门氏菌的 10 种样品中,仅有 2 种为禽相关食品,也提示除了原料污染,加工过程中的交叉污染成为了食物污染的主要来源,该结果与上海市报告的集体食物中毒的原因分析较为一致,超过 40% 的事件发生原因为生熟交叉污染或人员污染,未彻底烧熟的比例约为 6.8%^[16]。一项对即食食品加工工具微生物污染状况的研究显示,砧板和手是加工中污染最严重的来源,高于不锈钢刀、盛放容器等^[17-18]。除了传统加工工具,随着互联网的发展,一些容易被忽视,而缺乏消毒的非典型餐饮服务环境中的用具(手机、平板等)也成为了潜在的交叉污染的来源^[19]。在一项关于中国冷菜加工人员的操作对食品微生物风险的研究显示,温度控制、消毒液浓度不达标和手消毒是加工过程中错误率较高的风险控制点^[20]。

根据中国疾病预防控制中心报告,2017 年全国细菌性食物中毒事件数和人数占比居前列的为沙门氏菌、副溶血性弧菌、金黄色葡萄球菌、蜡样芽孢杆菌,致泻大肠埃希氏菌,未见单增李斯特菌食物中毒的报告^[21],但单增李斯特菌在本研究检测的多类即食食品中广泛存在,针对我国单增李斯特菌病散发和暴发的监测网络亟须完善。本研究中液体(或半固体)即食食品开展的卫生指示菌和致病菌检测相对较少,未能开展相关性分析,可在下一步研究中进一步完善其类别,探究不同类别的液体(或半固体)即食食品的卫生指示菌和致病菌污染状况的关联性。鉴于固体即食食品中,卫生指示菌

水平对于6种致病菌的总体污染水平有一定关联性,有必要视情况制定部分即食食品的卫生指示菌标准,推动常见即食食品类别生产加工规范的制定,督促商家采用良好的原料,控制加工过程,提升食品加工人员素质,促进食品安全加工的安全水平的逐步提高,更好地保障居民的食品安全。

参考文献

- [1] 周金花, 郭俊生, 蔡东联, 等. 上海城镇居民在外就餐膳食结构对肥胖症发病的影响[J]. 氨基酸和生物资源, 2013, 35(2): 64-68.
GUO J H, GUO J S, CAI D L, et al. Influence of dietary structure on obesity in Shanghai urban citizens who frequently dine out [J]. Amino Acids & Biotic Resources, 2013, 35(2): 64-68.
- [2] KVISTHOLM JENSEN A, NIELSEN E M, BJÖRKMAN J T, et al. Whole-genome sequencing used to investigate a nationwide outbreak of listeriosis caused by ready-to-eat delicatessen meat, Denmark, 2014[J]. Clinical Infectious Diseases, 2016, 63(1): 64-70.
- [3] DONACHIE A, MELILLO T, BUBBA L, et al. National outbreak of *Salmonella* give linked to a local food manufacturer in Malta, October 2016[J]. Epidemiology and Infection, 2018, 146(11): 1425-1432.
- [4] Expert Committee on Food Safety of the Food and Environmental Hygiene Department. Microbiological Guidelines for Food [Z]. Centre for Food Safety, 2014.
- [5] 国家标准化管理委员会. 食品安全国家标准 散装即食食品中致病菌限量: GB 31607-2021[S]. 北京: 中国质检出版社, 2021.
National Standardization Administration. National food safety standard-limits of pathogenic in bulk ready-to-eat food: GB 31607-2021[S]. Beijing: China Quality Press, 2021.
- [6] 李莹, 闫琳, 杨舒然, 等. 2016-2020年国家食品污染和有害因素风险监测工作手册[Z]. 国家食品安全风险评估中心, 2016-2020.
LI Y, YAN L, YANG S R, et al. Manual for China national food contamination and harmful factors risk monitoring, 2016-2020 [Z]. National Center for Food Safety Risk Assessment, 2016-2020.
- [7] 李莹, 裴晓燕, 闫琳, 等. 2014年中国部分省市外卖盒饭中微生物污染状况调查[J]. 卫生研究, 2016, 45(6): 1010-1012.
LI Y, PEI X Y, YAN L, et al. Investigation of microbial contamination of takeaway boxed meal in some provinces and cities in China, 2014 [J]. Journal of Hygiene Research, 2016, 45(6): 1010-1012.
- [8] NG Y F, WONG S L, CHENG H L, et al. The microbiological quality of ready-to-eat food in Siu Mei and Lo Mei shops in Hong Kong[J]. Food Control, 2013, 34(2): 547-553.
- [9] PAO S, ETTINGER M R, KHALID M F, et al. Microbial quality of raw aquacultured fish fillets procured from Internet and local retail markets[J]. Journal of Food Protection, 2008, 71(8): 1544-1549.
- [10] MOHD NAWAWEE N S, ABU BAKAR N F, ZULFAKAR S S. Microbiological safety of street-vended beverages in chow kit, Kuala Lumpur[J]. International Journal of Environmental Research and Public Health, 2019, 16(22): 4463.
- [11] LIN C S, YANG C J, CHEN P J, et al. Assessment of microbiological and chemical quality of bubble tea beverages vended in Taiwan[J]. Journal of Food Protection, 2019, 82(8): 1384-1389.
- [12] PARISH M E. Food safety issues and the microbiology of fruit beverages and bottled water [M]. Microbiologically Safe Foods. Hoboken, NJ, USA: John Wiley & Sons, Inc, 2008: 291-304.
- [13] 李海麟, 刘于飞, 梁伯衡, 等. 2013—2018年广州市市售食品食源性致病菌污染状况分析[J]. 公共卫生与预防医学, 2020, 31(3): 76-79.
LI H L, LIU Y F, LIANG B H, et al. Contamination status of food-borne pathogens in food sold in Guangzhou city, 2013 to 2018 [J]. Journal of Public Health and Preventive Medicine, 2020, 31(3): 76-79.
- [14] 赵薇, 杨修军, 张思文, 等. 2011—2019年吉林省食品中蜡样芽胞杆菌污染状况分析[J]. 中国食品卫生杂志, 2020, 32(6): 660-663.
ZHAO W, YANG X W, ZHANG S W, et al. Analysis on contamination of *Bacillus cereus* in foodstuff in Jilin Province from 2011 to 2019[J]. Chinese Journal of Food Hygiene, 2020, 32(6): 660-663.
- [15] AUTHORITY N F. Food safety guidelines for the preparation and display of Sushi[Z]. NSW Food Authority, 2007.
- [16] 郑雷军, 邱从乾. 2005—2014年上海市集体性食物中毒特点与防控措施分析[J]. 上海预防医学, 2017, 29(6): 453-456.
ZHENG L J, QIU C Q. Collective food poisoning characteristics and prevention measures in Shanghai in 2005-2014[J]. Shanghai Journal of Preventive Medicine, 2017, 29(6): 453-456.
- [17] CHRISTISON C A, LINDSAY D, VON HOLY A. Microbiological survey of ready-to-eat foods and associated preparation surfaces in retail delicatessens, Johannesburg, South Africa[J]. Food Control, 2008, 19(7): 727-733.
- [18] CUNNINGHAM A E, RAJAGOPAL R, LAUER J, et al. Assessment of hygienic quality of surfaces in retail food service establishments based on microbial counts and real-time detection of ATP[J]. Journal of Food Protection, 2011, 74(4): 686-690.
- [19] KIRCHNER M, GOULTER R M, CHAPMAN B J, et al. Cross-contamination on atypical surfaces and venues in food service environments [J]. Journal of Food Protection, 2021, 84(7): 1239-1251.
- [20] AN D Z, SUN R B, WANG Q, et al. Safe preparation of Chinese cold dishes during major conferences: identifying significant microbial hazards and relevant, perceived barriers [J]. Food Control, 2014, 36(1): 82-87.
- [21] 王霄晔, 任婧寰, 王哲, 等. 2017年全国食物中毒事件流行特征分析[J]. 疾病监测, 2018, 33(5): 359-364.
WANG X Y, REN J H, WANG Z, et al. Epidemiological characteristics of food poisoning events in China, 2017[J]. Disease Surveillance, 2018, 33(5): 359-364.