

案板材质对单增李斯特菌在生熟食品间交叉污染的影响

董庆利¹ 陆冉冉¹ 汪雯^{2,3} 刘阳泰¹ 宋筱瑜⁴ 刘箐¹

(1. 上海理工大学医疗器械与食品学院, 上海 200093; 2. 农业部农产品质量安全风险评估实验室(杭州), 杭州 310021; 3. 浙江省农业科学院农产品质量标准研究所, 杭州 310021; 4. 国家食品安全风险评估中心, 北京 100021)

摘要: 为定量分析生熟食品中单增李斯特菌在不同材质案板上的交叉污染水平, 将 1 mL 单增李斯特菌初始菌悬液接种于卤猪舌中, 模拟食品制备过程, 在案板上先后对卤猪舌和生黄瓜进行切片处理, 同时, 设定 4 种常见场景, 分别测定不同场景下单增李斯特菌从卤猪舌到案板以及案板到生黄瓜的转移率。此外, 构建厨房模拟环境下食物经不同操作方式的暴露评估模型, 比较消费者食用不同材质案板处理过的污染单增李斯特菌的生熟食品后发病率的大小。结果表明: 不同场景下转移率在一定范围内变化, 且不同材质案板同场景下转移率差异显著 ($P < 0.05$)。通过暴露模型证实, 食用交叉污染的熟肉制品和生鲜蔬菜存在一定风险, 且木质案板风险显著高于塑料和不锈钢案板。

关键词: 案板材质; 单增李斯特菌; 转移率; 交叉污染; 暴露评估模型

中图分类号: TS201.3; X56 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-1298(2016)03-0207-07

Effect of Different Material Cutting Boards on Cross-contamination of *Listeria monocytogenes* from Raw to Cooked Food

Dong Qingli¹ Lu Ranran¹ Wang Wen^{2,3} Liu Yangtai¹ Song Xiaoyu⁴ Liu Qing¹

(1. School of Medical Instrument and Food Engineering, University of Shanghai for Science and Technology, Shanghai 200093, China
2. Hangzhou Center for Risk Assessment for Agricultural Products, Ministry of Agriculture, Hangzhou 310021, China
3. Institute of Quality Standards for Agricultural Products, Zhejiang Academy of Agricultural Sciences, Hangzhou 310021, China
4. China National Center for Food Safety Risk Assessment, Beijing 100021, China)

Abstract: The objective of this work was to quantify the cross-contamination of *Listeria monocytogenes* from raw to cooked food through different material cutting boards. Transferring experiments were performed to mimic the food preparation process. The marinated pig tongue sample was inoculated with 1 mL initial bacterial suspension then put there about 15 min before splitting. The cucumber was split on the cutting board at the same position of tongue. Meanwhile, transfer rates from marinated pig tongue to cutting boards and cutting boards to cucumber under various common four scenarios were also determined. Building exposure assessment model of food in different operating modes in the kitchen simulation environment and comparing incidence rate after consumers eating contaminated food dealing with different cutting boards. The results showed that each set of transfer rates proved to be changing in a certain range, and transfer rates of different material cutting boards under the same scenarios varied significantly over experiments ($P < 0.05$). The exposure assessment model of foodborne pathogens from meats to ready-to-eat vegetables showed the cross-contamination with some potential risks to consumers. And the risk of wood cutting board was higher significantly than that of the other two kinds of material cutting boards.

Key words: material cutting board; *Listeria monocytogenes*; transfer rate; cross-contamination; exposure assessment model

收稿日期: 2015-08-17 修回日期: 2015-09-23

基金项目: 国家自然科学基金项目(31271896)、上海市科委长三角科技联合攻关领域项目(15395810900)、上海市科委重点支撑项目(13430502400)、农业部农产品质量安全风险评估实验室(杭州)开放课题项目(2015FXPG01)和上海市研究生创新基金项目(10-14-308-101)

作者简介: 董庆利(1979—), 男, 副教授, 主要从事畜产品安全和质量控制研究, E-mail: dongqingli@126.com

引言

熟肉制品是指鲜肉经过一系列加工工艺生产的可以直接入口的食品,随着现代生活节奏的加快,熟肉制品因其味道鲜美独特、食用方便,越来越受到消费者的喜爱^[1]。尤其在夏季,熟肉制品是百姓餐桌上常见的菜肴。单核细胞增生性李斯特菌(简称单增李斯特菌,LM)在熟肉制品中的污染率高达48%^[2],被世界卫生组织(WTO)列为“四大食源性病原菌”之一,可引起人畜共患的传染病,死亡率高达20%~30%,对人体健康危害极大^[3]。然而,已有研究表明,单增李斯特菌虽然多见于禽肉食品,但蔬菜也可作为其媒介进而导致人类发病^[4-5]。

近年来,微生物交叉污染引起的食品安全事故频繁发生,交叉污染是指细菌从污染源到非污染源的转移^[6]。导致交叉污染的原因众多,而生熟食物、生熟器具不分是主要原因之一^[7-10]。

此外,常规的流行病学调查表明食品安全事件中致病微生物大多来源于交叉污染,而国内对交叉污染开展的研究工作与国外存在一定差距,成为国内微生物风险评估领域一大研究热点^[7]。王海梅等^[11]通过试验模拟了消费者在厨房内准备食物过程中常见的6种场景,测定并计算出气单胞菌在冷却猪肉、案板、刀具、手和小青菜之间的转移率,但其未对案板材质进行区分。研究表明,木质案板表面的裂缝为微生物提供了合适的生存环境,是食品病原菌的潜在来源^[12]。塑料案板在20世纪70年代问世,在一些家庭中逐渐代替了木质案板,但是也被认为是交叉污染的良好媒介^[13]。不锈钢案板在显微镜下观测也很粗糙,且不利于刀口^[14]。MENDONCA等^[15]进行了污染有肠炎沙门菌的鸡肉通过不同材质案板转移到西红柿的研究,分析了4种设置场景交叉污染后肠炎沙门菌的恢复率,但其未研究不同材质案板对致病菌转移是否存在影响。ZILELIDOU等^[16]研究了大肠埃希氏菌O157:H7和单增李斯特菌在切割过程中从刀具到生菜叶的转移率,比较了连续切割次数的转移率,未对案板材质进行分析。GOH等^[6]认为放置过原料肉的案板是细菌转移到即食食品的潜在转移介质之一。并对生鸡肉中单增李斯特菌通过案板分别到热的、凉的熟鸡肉的转移率进行研究,然而研究中未在案板上进行食物切割,与实际厨房情况有所不同。已有研究表明,对单增李斯特菌通过案板进行生熟食品之间转移的研究较少,MATARAGAS等^[17]对即食肉制品中单增李斯特菌进行了定量风险评估,未涉及交叉污染方面。

本文模拟消费者在准备食物过程中常见的处理

案板的4种场景,测定单增李斯特菌在熟肉制品、案板、生鲜蔬菜之间的转移,选定木质、塑料和不锈钢材质案板,研究不同材质案板对单增李斯特菌在生熟食品中交叉污染的影响;同时,构建厨房模拟环境下食物经不同操作方式的暴露评估,比较消费者食用不同材质案板处理过的污染单增李斯特菌的生熟食品后发病率的大小。

1 试验材料与方法

1.1 材料与培养基

生鲜蔬菜选用黄瓜,因黄瓜切片后表面平坦,可以增强试验的重现性^[18]。熟肉制品选择一种市售的真空包装桂花鸭牌卤猪舌,两者均购于上海卜蜂莲花超市,并迅速置于0~4℃冰箱中冷藏备用。

PALCAM培养基,TSA-YE培养基,TSB-YE培养基,均购于青岛海博生物技术有限公司。

1.2 设备

YXQ-LS-75SII型立式压力蒸汽灭菌器(上海博讯实业有限公司医疗器械厂);SW-CJ-IC型净化工作台(上海跃进医疗器械厂);XW-80A型漩涡混合器(上海精科实业有限公司);HWS-150型恒温恒湿培养箱(上海比朗仪器有限公司);WAECO CF50型冰箱(美国电子(深圳)有限公司);SPX-250B-II型生化培养箱(上海跃进医疗器械厂);电磁炉(上海慧仪仪器厂);100~1000 μL移液枪(芬兰百得(BIOHIT));JT302N型电子天平(上海精天电子仪器有限公司);Scientz-09型无菌均质器(浙江宁波新芝生物科技股份有限公司)。

Suncha/双枪 ZB4040 原木菜板(浙江双枪竹木有限公司);Homix 抗菌环保防滑透明磨砂塑料砧板(山东小世界电子商务有限公司);SUS304食品级不锈钢菜板(金凡金属)。

1.3 菌种选用、活化及菌悬液制备

单增李斯特菌(ATCC 19116血清型4c)为本实验室保藏。用无菌接种环从安瓿管中接取一针于TSB-YE液体培养基中,在30℃的恒温摇床中培养18~24 h,然后在TSA-YE固体培养基上进行之字型划线,并培养于37℃的恒温恒湿培养箱24 h^[19]。反复3次,进行菌种活化,制得初始菌悬液。用无菌生理盐水(0.85% NaCl溶液)稀释初始菌悬液,使初始接种量控制在10⁸ CFU/mL。

1.4 介质接种与带菌量测定

于无菌超净台内称取25 g卤猪舌,置于洁净器皿上,移液枪移取1 mL上述初始菌悬液于卤猪舌表面,并用无菌钳翻动卤猪舌数次,确保单增李斯特菌较均匀黏附在其表面,然后静置15 min。交叉污染

流程如图 1 所示,将静置后的卤猪舌放置在灭菌木质案板上,用无菌刀具模拟厨房操作,将其切片摆盘,再改切生黄瓜成片。塑料案板与不锈钢案板同木质案板操作。

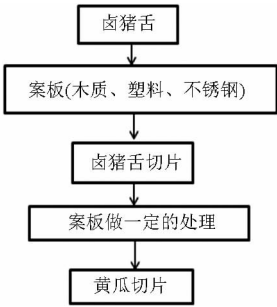


图 1 卤猪舌通过案板到黄瓜的交叉污染流程
Fig.1 Flow chart of cross-contamination from contaminated marinated pig tongue to cucumber via cutting board

卤猪舌和生黄瓜片的带菌量按照 GB4789.2—2010《食品安全国家标准 食品微生物学检验 菌落总数测定》进行定量。案板上单增李斯特菌的采集使用擦拭取样法进行测定^[20]。

1.5 场景设计

KLONTZ 等^[21] 研究报道,1 620 个研究对象中 25% 的消费者,在处理过原料肉或鸡肉后再次使用案板而不做任何处理。LI-CHOEN 等^[22] 发现在切过肉类再切蔬菜时,5% 的消费者会干擦案板,24% 的消费者会用水冲一下案板,17% 的受访者表示会使用洗洁剂等清洁案板。按照调查得出的消费者习惯分别设计 4 种场景。

同时,准备 4 份接种后的卤猪舌,每份 25 g,接种方式见 1.4 节。4 份样品分别置于 5 cm × 5 cm 无菌木质案板区域内,使用无菌刀切 10 次,切片在案板停留 1 min 后转移。后续操作根据不同的场景进行,见表 1。木质案板、塑料案板和不锈钢案板操作一致。

表 1 4 种场景下案板的处理方式

场景	处理方式
1	案板不做任何处理,采用擦拭取样法对案板带菌量进行测定;刀具与手进行无菌处理,再切黄瓜 10 次
2	案板切完后用无菌布擦拭,采用擦拭取样法对案板带菌量进行测定;刀具与手进行无菌处理,再切黄瓜 10 次
3	案板切完后用 500 mL 无菌水冲洗,简单沥干水渍,采用擦拭取样法对案板带菌量进行测定;刀具与手进行无菌处理,再切黄瓜 10 次
4	案板用洗洁精、500 mL 无菌水冲洗,简单沥干水渍,采用擦拭取样法对案板带菌量进行测定;刀具与手进行无菌处理,再切黄瓜 10 次

1.6 灭菌方式

试验过程中,案板、手、刀具和黄瓜需要达到无

菌要求时,均采用相应的灭菌处理方式^[11],具体方式见表 2。

表 2 各介质灭菌方式

介质	灭菌方式	活菌残留
案板(木质、塑料、不锈钢)	75% 酒精喷淋后紫外灯照射 1 h	未检出
抹布	121℃ 高压灭菌 15 min	未检出
刀具	121℃ 高压灭菌 15 min	未检出
手	75% 酒精浸泡 2 min	未检出
黄瓜	稀释 10 倍的 84 消毒液浸泡 20 min 后紫外灯照射 1 h ^[15]	< 10 CFU/g

1.7 食物经不同操作方式的暴露评估模型

单增李斯特菌从卤猪舌到生黄瓜片的不同操作方式的暴露评估模型如图 2 所示。

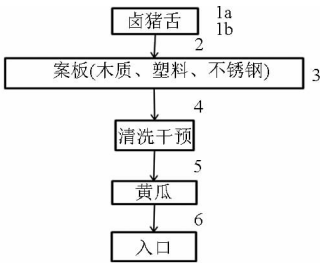


图 2 食物经不同操作方式的暴露评估模型
Fig.2 Exposure assessment model for food by different operating modes

图 2 中,1a 为卤猪舌污染概率,1b 为卤猪舌的浓度分布;2 为卤猪舌包装袋流出汁液体积;3 为总的污染面积;4 为案板与污染卤猪舌的接触面积;5 为不同材质案板到黄瓜的转移率;6 为黄瓜到入口的转移率。具体参数设置见表 3。

P_p 根据表 4 计算得出。表 4 中,变量 M_d 代表 2011—2014 年全国部分省酱卤熟肉中单增李斯特菌的监测结果(数据未列出),不同来源污染数据的阳性率用 Beta 分布描述,表示对于阳性样本含量的不确定性,公式为 $\text{Beta}(s + l, n - s + 1)$,其中 n 指样品总数, s 代表阳性样品数。参数 s 和 n 的数值来源于官方统计数据。运用 @ Risk 5.5 软件(美国 Palisade 公司)得出 P_m 和 P_n ,用离散分布描述 P_p , $\text{Discrete}(1, 0, P_m, P_n)$ 代表以下含义:假设 1 为酱卤熟肉制品污染单增李斯特菌的情况,其对应概率为 P_m ;0 为酱卤熟肉制品未污染单增李斯特菌的情况,概率为 P_n 。

4 种场景设置中,场景 1 是完全不经过任何清洗处理,案板直接切黄瓜,场景 2、3 和 4 都对案板进行不同程度上的清洁,将场景 1 设为未处理表面组,场景 2、3、4 设为处理表面组。同时,发病风险区分 2 种人群,即易感人群和非易感人群。发病风险采

表 3 暴露评估模型的参数

Tab.3 Parameters of exposure assessment model					
参数类型	变量描述	变量符号	量纲	输入参数	数据来源
熟肉制品中单增李斯特菌浓度	污染概率(1a)	P_p		Discrete(1,0,6,7,93.3)	正文推导
	浓度分布(1b)	C_d	lgCFU/mL	Lognormal(1.5,1.2)	文献[23]
	熟肉制品浓度	C_c	CFU/cm ²	$C_c = P_p C_d$	文献[24]
熟肉包装袋汁液(2)	体积	V	mL	1	假设
总污染(3)	污染物面积	A	cm ²	100	假设
污染物和案板的接触面积(4)	面积	S	cm ²	25	
未处理表面的转移率(5)	木质案板到黄瓜	T_w		Logistic(90.98,6.77)	@ Risk 最佳分布拟合
	塑料案板到黄瓜	T_p		BetaGeneral(0.39,0.34)	
	不锈钢案板到黄瓜	T_s		Logistic(85.38,7.94)	
处理表面的转移率	木质案板到黄瓜	T_w		Loglogistic(47.02,18.36)	
	塑料案板到黄瓜	T_p		Triang(45.19,45.19,111.10)	
	不锈钢案板到黄瓜	T_s		Logistic(67.36,6.72)	
黄瓜到入口的转移率(6)		T_c		0.34	文献[25]
剂量		D	CFU/cm ²	$D = \frac{C_c V}{A} STT_c$	文献[24]
发病概率	易感人群	P_e	每人/事件	$P_e = 1 - \exp(-5.85 \times 10^{-12} D)$	文献[26]
	非易感人群	P_i		$P_i = 1 - \exp(-5.34 \times 10^{-12} D)$	

表 4 卤猪舌中单增李斯特菌初始污染率估计

Tab.4 LM initial pollution probability estimation of marinated pig tongue		
变量	定义	分布/公式
P_m	阳性检出率	Pert(0,Average(M_d),Max(M_d))
P_n	阴性检出率	$1 - P_m$
P_p	单增李斯特菌初始污染概率	Discrete(1,0, P_m , P_n)

用蒙特卡罗(Monte Carlo)抽样方法对参数进行模拟,用概率分布的形式描述未处理表面组与处理表面组下易感人群和非易感人群的发病率。

1.8 带菌量测定与转移率测定

转移率是指一个细菌从供体表面通过相互接触转移到受体表面的概率。其计算公式为^[27]

$$T = \frac{N_r}{N_d} \times 100\%$$

式中 T ——转移率
 N_d 、 N_r ——细菌供体、受体表面带菌量,lgCFU/g

4 种场景下 3 种不同材质的案板每组试验各重复 10 次,应用 Microsoft Excel 2010 进行试验数据统计,并采用 SPSS 17.0 软件(美国 IBM 公司)对不同场景下不同材质案板进行显著性检验。应用@ Risk 软件实现各种情况下转移率的最优理论分布。

2 试验与结果分析

2.1 4 种场景下不同介质中单增李斯特菌的转移率

在 4 种不同场景下,卤猪舌中单增李斯特菌到各材质案板及黄瓜的转移率的平均值和标准差见

表 5。卤猪舌中单增李斯特菌到各材质案板的转移率经显著性检验可知,场景 1 中,木质案板与塑料、不锈钢案板有显著性差异($P < 0.05$),塑料和不锈钢案板无显著性差异($P > 0.05$)。场景 2 中,木质案板和塑料案板有显著性差异($P < 0.05$),不锈钢案板与其他 2 种材质案板并无显著性差异($P > 0.05$)。场景 4 中,木质案板和不锈钢案板有显著性差异($P < 0.05$),塑料案板与其他 2 种材质案板并无显著性差异($P > 0.05$)。案板到黄瓜转移率的显著性分析,场景 2 中木质案板和不锈钢案板有显著性差异($P < 0.05$),两者与塑料案板无显著性差异

表 5 卤猪舌中单增李斯特菌在不同场景下不同材质案板的转移率

Tab.5 Transfer rates of LM in marinated pig tongue at different scenarios by different cutting boards %			
场景	材质案板	卤猪舌到案板转移率	案板到黄瓜转移率
1	木质	60.34 ± 6.56 ^a	91.4 ± 11.02
	塑料	81.76 ± 15.17 ^b	83.45 ± 8.92
	不锈钢	76.78 ± 5.23 ^b	83.41 ± 14.94
2	木质	56.92 ± 5.48 ^a	83.38 ± 13.40 ^a
	塑料	69.56 ± 15.18 ^b	76.78 ± 13.49 ^{ab}
	不锈钢	65.98 ± 8.08 ^{ab}	68.96 ± 13.24 ^b
3	木质	54.49 ± 5.76	64.26 ± 10.19
	塑料	45.86 ± 15.47	70.94 ± 15.90
	不锈钢	50.78 ± 10.13	70.32 ± 9.75
4	木质	51.72 ± 4.99 ^a	62.16 ± 10.51
	塑料	42.85 ± 17.08 ^{ab}	64.07 ± 15.23
	不锈钢	33.58 ± 9.85 ^b	61.78 ± 8.77

注:相同场景下列中不同小写字母表示差异显著($P < 0.05$),转移率表达方式为:平均值 ± 标准差。

($P > 0.05$)。

可见,几乎每种场景下木质案板都与其他2种材质案板有显著性的差异。木质案板在单增李斯特菌的转移上显著高于塑料案板和不锈钢案板。

2.2 处理表面与未处理表面的发病概率

图3为切过带菌卤猪舌后未对案板进行任何处理情况下直接切黄瓜(即场景1),消费者因食用交叉污染的黄瓜,最终导致发病的概率。木质案板,黄瓜的污染水平从0.11lgCFU/g(5%置信水平)

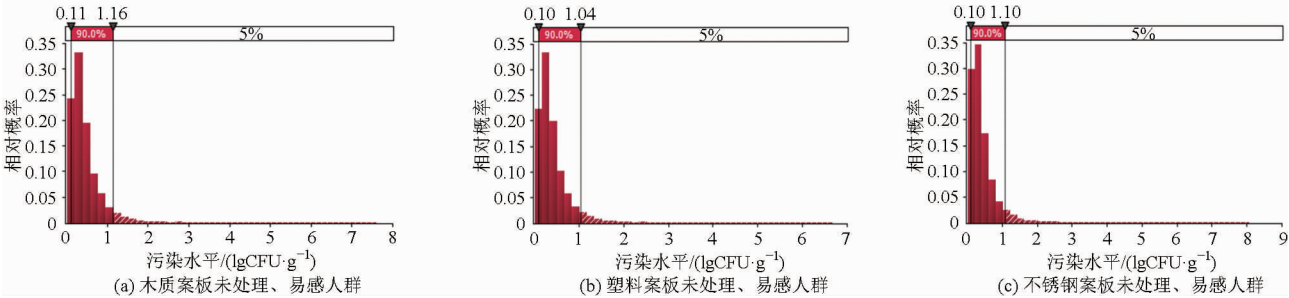


图3 3种材质案板未处理表面易感人群发病概率

Fig.3 Incidence probability of sicken crowd under the untreated surface of three kinds cutting boards

图4为切过卤猪舌的案板进行一定的处理再切黄瓜(即场景2、3、4),消费者食用带菌黄瓜导致发病的概率。木质案板,黄瓜的污染水平从0.08lgCFU/g(5%置信水平)至0.93lgCFU/g(95%置信水平);塑料案板,黄瓜的污染水平从0.08lgCFU/g(5%置信水平)至0.85lgCFU/g(95%置信水平);不锈钢案板,黄瓜的污染水平从0.077lgCFU/g(5%置信水

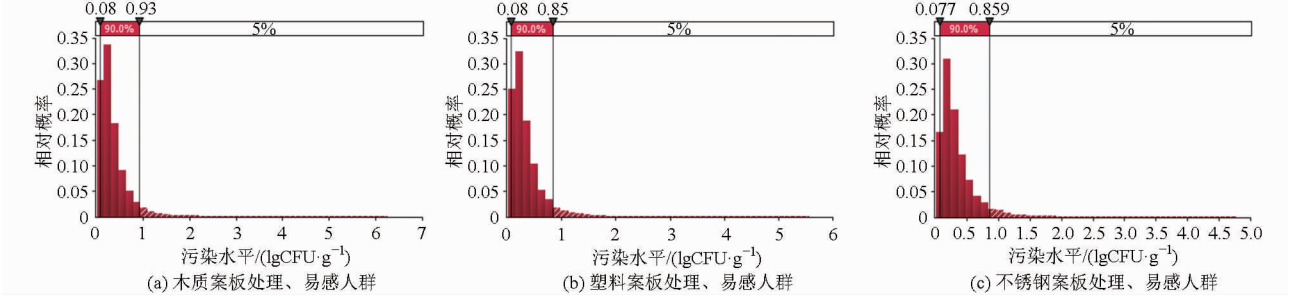


图4 3种材质案板处理表面易感人群发病概率

Fig.4 Incidence probability of sicken crowd under the treated surface of three kinds cutting boards

表6 3种材质案板在不同处理方式下导致的发病概率

Tab.6 Incidence probability of three kinds of cutting boards in different handling conditions			
案板材质	处理方式	易感人群中单增李斯特菌发病概率 (每人/事件)	非易感人群中单增李斯特菌发病概率 (每人/事件)
木质	未处理表面	4.55×10^{-12}	4.15×10^{-12}
	处理表面	3.61×10^{-12}	3.28×10^{-12}
塑料	未处理表面	4.10×10^{-12}	3.74×10^{-12}
	处理表面	3.37×10^{-12}	3.06×10^{-12}
不锈钢	未处理表面	4.26×10^{-12}	3.89×10^{-12}
	处理表面	3.37×10^{-12}	3.07×10^{-12}

平)至1.16lgCFU/g(95%置信水平);塑料案板,黄瓜的污染水平从0.10lgCFU/g(5%置信水平)至1.04lgCFU/g(95%置信水平);不锈钢案板,黄瓜的污染水平从0.1lgCFU/g(5%置信水平)至1.10lgCFU/g(95%置信水平),3种材质案板进行比较,结果表明,卤猪舌中部分单增李斯特菌会通过案板转移到黄瓜中,并且不同材质的案板出现的带菌量不同,木质案板带菌量高于不锈钢案板和塑料案板。

平)至0.859lgCFU/g(95%置信水平),结果表明,案板经过一定的清洗后再处理黄瓜,卤猪舌中单增李斯特菌仍有部分转移到黄瓜,但菌量相较于未处理的情况,3种材质案板发病率对应各自未处理表面都有明显的降低;经过一定清洗后,木质案板发病率仍高于其他2种材质案板。具体3种材质案板在不同处理方式下致使易感人群和非易感人群发病的概率见表6。

3 讨论

致病菌在食物接触表面传递产生的交叉污染是食品安全事故的重要因素之一^[11]。本试验模拟食品制备过程,参照文献调研的消费者行为习惯设定4种研究场景,未考虑所有可能的厨房操作方式,使得试验所得数据存在一定的局限。此外,虽然场景3和4对案板进行了一定程度的清洗,但就单增李斯特菌从卤猪舌向案板和黄瓜的转移率的测定结果来看,适量的无菌水清洗和一定的洗洁精清洗案板,并不能完全消除单增李斯特菌被转移的可能性,但

同一材质案板场景4相较于场景1中卤猪舌到案板的转移率,塑料和不锈钢案板减少了近50%,木质案板也有着显著的降低。可见,一定的清洗操作能够降低交叉污染发生的可能性但无法杜绝交叉污染的发生,这与相关文献结论一致,有研究表明,44.8%的清洗案板处理无法阻止交叉污染^[28]。此外,VERHOEFF等^[29]对空肠弯曲菌(*Campylobacter jejuni*)从鸡肉到手、刀、案板以及随后黄瓜上的转移率进行了比较,得出从案板、刀具到黄瓜的转移率约为7%~33%不等,而从鸡肉到刀具、案板的转移率仅为0.12%。表明同场景下,案板到黄瓜的转移率高于鸡肉到案板的转移率,与本试验同材质同场景的观测结果一致。然而相较于CHAI等^[30]研究结果,同一案板空肠弯曲杆菌在绿豆芽和生黄瓜交叉污染下的转移率范围为22.6%~73.3%。王海梅等^[11]研究表明冷却猪肉中气单胞菌(*Aeromonas spp.*)到案板、刀具和手的转移率差异显著($P < 0.05$),最小转移率为0.09%(刀具到小青菜),最大转移率为27.07%(案板到小青菜)。本试验转移率范围在33.58%~91.40%不等,且转移率大多超过50%,造成转移率普遍较高的因素有很多。WACHTEL等^[31]研究表明,被污染的手接触生菜15 s,转移率最高可达10%,DAWSON等^[32]认为接触时间的增加能够在一定程度上提高转移率。本试验设定的接触时间为1 min,接触时间的延长是造成

转移率较高的主要原因之一。此外,SMID等^[33]研究表明如果真实转移接近100%,那么预期转移率可能超过1。

厨房环境下食物经不同操作方式的暴露评估模型表明,对于易感人群和非易感人群,不论是处理表面还是未处理表面情况,木质案板引起的发病率都高于其他2种材质案板,而塑料案板和不锈钢案板相近。造成这一结果的原因可能是各场景中案板到黄瓜的转移率,木质案板略高于其他2种材质案板。木质案板表面相对粗糙,VORST等^[34]研究表明,较为粗糙的表面因为摩擦力的存在而有利于细菌的转移。此外,木质案板表面的裂缝被认为为微生物提供了合适的生存环境,是食品病原菌的潜在来源^[12]。建议使用木质案板的消费者要定期清洗或者更换案板。

4 结束语

选定木质、塑料和不锈钢材质案板,研究了不同材质案板对单增李斯特菌在生熟食品中交叉污染的影响,构建了厨房模拟环境下食物经不同操作方式的暴露评估模型,比较了消费者食用不同材质案板处理过的污染单增李斯特菌的生熟食品后的发病概率,证实了食用交叉污染的熟肉制品和生鲜蔬菜存在一定的风险,且木质案板风险显著高于其他2种材质案板。

参 考 文 献

- 1 刘学铭,方少钦,唐道帮,等.我国熟肉制品微生物安全现状与控制技术[J].现代食品科技,2012,28(1):99-103.
LIU Xueming, FANG Shaoqin, TANG Daobang, et al. Microbiological safety and control technology of cooked meat products in China[J]. Modern Food Science and Technology, 2012, 28(1): 99-103. (in Chinese)
- 2 崔京辉,李达,王永全,等.2004—2005年北京市食品中单核细胞增生性李斯特菌的污染状况调查[J].中国卫生检验杂志,2006,16(12):1508-1509.
CUI Jinghui, LI Da, WANG Yongquan, et al. Investigation on the status of *Listeria monocytogenes* contamination in food of Beijing, 2004-2005[J]. Chinese Journal of Health Laboratory Technology, 2006, 16(12): 1508-1509. (in Chinese)
- 3 陈道利,陶勇,霍开兰.直接入口食品中单核细胞增生李斯特菌的污染调查及其检验方法的比较[J].中国卫生检验杂志,2003,8(4):492-493.
CHEN Daoli, TAO Yong, HOU Kailan. Investigation and test method of *Listeria monocytogenes* contamination in RTE food[J]. Chinese Journal of Health Laboratory Technology, 2003, 8(4): 492-493. (in Chinese)
- 4 BEUCHAT L R. *Listeria monocytogenes*: incidence on vegetables [J]. Food Control, 1996, 7(4): 223-228.
- 5 刘程惠,胡文忠,何煜波,等.鲜切果蔬病原微生物侵染及其生物控制的研究进展[J].食品工业科技,2012,33(18):362-366.
- 6 GOH S G, LEILI A H, KUAN C H, et al. Transmission of *Listeria monocytogenes* from raw chicken meat to cooked chicken meat through cutting boards[J]. Food Control, 2014, 37: 51-55.
- 7 王海梅,董庆利,朱江辉,等.厨房中食源性致病菌交叉污染的研究进展[J].食品与发酵科技,2014,50(6):16-21.
WANG Haimei, DONG Qingli, ZHU Jianghui, et al. Research progress of foodborn pathogen cross-contamination in the kitchen [J]. Food and Fermentation Technology, 2014, 50(6): 16-21. (in Chinese)
- 8 王仁明,李秀波.一起由副溶血性弧菌引起的食物中毒调查分析[J].社区医学杂志,2013,11(2):76-77.
- 9 高春玉,苏俊锋,王善雨.一起交叉污染所致沙门氏菌食物中毒的流行病学调查分析[J].中国卫生监督杂志,2011,7(3):279-282.
GAO Chunyu, SU Junfeng, WANG Shanyu. Epidemiological investigation of *Salmonella* cross-contamination in food[J]. Chinese Journal of Health Inspection, 2011, 7(3): 279-282. (in Chinese)
- 10 REDMOND E C, GRIFFITH C J. Consumer food handling in the home: a review of food safety studies[J]. Journal of Food

- Protection, 2003, 66(1): 130 – 161.
- 11 王海梅,董庆利,刘箐,等.不同场景下冷却猪肉中气单胞菌到小青菜的交叉污染[J].食品科学,2014, 35(21): 196 – 200.
WANG Haimei, DONG Qingli, LIU Qing, et al. Cross-contamination of *Aeromonas* spp. from chilled pork to brassica chinensis under different food-handling scenarios[J]. Food Science, 2014, 35(21): 196 – 200. (in Chinese)
- 12 CARPENTIER B. Sanitary quality of meat chopping board surfaces: a bibliographical study[J]. Food Microbiology, 1997, 14(1): 31 – 37.
- 13 CLIVER D O. Cutting boards in *Salmonella* cross-contamination[J]. Journal of Aoac International, 2006, 89(2): 538 – 542.
- 14 MOORE G, BLAIR I S, MCDOWELL D A. Recovery and transfer of *Salmonella* typhimurium from four different domestic food contact surfaces[J]. Journal of Food Protection, 2007, 70(10): 2273 – 2280.
- 15 MENDONCA SOARES V, GONCALVES PEREIRA J, VIANA C, et al. Transfer of *Salmonella* Enteritidis to four types of surfaces after cleaning procedures and cross-contamination to tomatoes[J]. Food Microbiology, 2012, 30(2): 453 – 456.
- 16 ZILELIDOU E A, TSOUROU V, POIMENIDOU S, et al. Modeling transfer of *Escherichia coli* O157:H7 and *Listeria monocytogenes* during preparation of fresh-cut salads: impact of cutting and shredding practices[J]. Food Microbiology, 2015, 45: 254 – 265.
- 17 MATARAGAS M, ZWIETERING M H, SKANDAMIS P N, et al. Quantitative microbiological risk assessment as a tool to obtain useful information for risk managers-Specific application to *Listeria monocytogenes* and ready-to-eat meat products [J]. International Journal of Food Microbiology, 2010, 141(3): 170 – 179.
- 18 KUSUMANINGRUM H D, VAN ASSELT E D, BEUMER R R, et al. A quantitative analysis of cross-contamination of *Salmonella* and *Campylobacter* spp. via domestic kitchen surfaces[J]. Journal of Food Protection, 2004, 67(9): 1892 – 1903.
- 19 WONG W C, PUI C F, CHILEK T Z T, et al. Survival of *Listeria monocytogenes* during frying of chicken burger patties[J]. Food and Nutrition Sciences, 2011, 2(5): 471 – 475.
- 20 RAVISHANKAR S, ZHU L, JARONI D. Assessing the cross contamination and transfer rates of *Salmonella* enterica from chicken to lettuce under different food-handling scenarios[J]. Food Microbiology, 2010, 27(6): 791 – 794.
- 21 KLONTZ K C, TIMBO B, FEIN S, et al. Prevalence of selected food consumption and preparation behaviors associated with increased risks of food-borne disease[J]. Journal of Food Protection, 1995, 58(8): 927 – 930.
- 22 LI-COHEN A E, BRUHN C M. Safety of consumer handling of fresh produce from the time of purchase to the plate: a comprehensive consumer survey[J]. Journal of Food Protection, 2002, 65(8): 1287 – 1296.
- 23 NAUTA M, CHRISTENSEN B. The impact of consumer phase models in microbial risk analysis[J]. Risk Analysis, 2011, 31(2): 255 – 265.
- 24 LOPEZ G U, KITAJIMA M, SHERCHAN S P, et al. Impact of disinfectant wipes on the risk of *Campylobacter jejuni* infection during raw chicken preparation in domestic kitchens[J]. Journal of Applied Microbiology, 2015, 119(1): 245 – 252.
- 25 RUSIN P, MAXWELL S, GERBA C. Comparative surface-to-hand and fingertip-to-mouth transfer efficiency of gram-positive bacteria, gram-negative bacteria, and phage[J]. Journal of Applied Microbiology, 2002, 93(4): 585 – 592.
- 26 郑丽敏.即食凉拌菜中单增李斯特菌的风险评估与管理[D].上海:上海理工大学,2012.
ZHENG Limin. Quantitative risk assessment and management of *Listeria monocytogenes* in ready-to-eat salads [D]. Shanghai: University of Shanghai for Science and Technology, 2012. (in Chinese)
- 27 JENSEN D A, FRIEDRICH L M, HARRIS L J, et al. Quantifying transfer rates of *Salmonella* and *Escherichia coli* O157:H7 between fresh-cut produce and common kitchen surfaces[J]. Journal of Food Protection, 2013, 76(9): 1530 – 1538.
- 28 GONG S L, YANG Y S, SHEN H, et al. Meat handling practices in households of mainland China[J]. Food Control, 2011, 22(5): 749 – 755.
- 29 VERHOEFF-BAKKENES L, BEUMER R R, DE JONGE R, et al. Quantification of *Campylobacter jejuni* cross-contamination via hands, cutlery, and cutting board during preparation of a chicken fruit salad[J]. Journal of Food Protection, 2008, 71(5): 1018 – 1022.
- 30 CHAI L C, LEE H Y, GHAZALI F M, et al. Simulation of cross-contamination and decontamination of *Campylobacter jejuni* during handling of contaminated raw vegetables in a domestic kitchen[J]. Journal of Food Protection, 2008, 71(12): 2448 – 2452.
- 31 WACHTEL M R, MCEVOY J L, LUO Y G, et al. Cross-contamination of lettuce (*Lactuca sativa* L.) with *Escherichia coli* O157:H7 via contaminated ground beef[J]. Journal of Food Protection, 2003, 66(7): 1176 – 1183.
- 32 DAWSON P, HAN I, COX M, et al. Residence time and food contact time effects on transfer of *Salmonella* Typhimurium from tile, wood and carpet: testing the five-second rule[J]. Journal of Applied Microbiology, 2007, 102(4): 945 – 953.
- 33 SMID J, DE JONGE R, HAVELAAR A H, et al. Variability and uncertainty analysis of the cross-contamination ratios of *Salmonella* during pork cutting[J]. Risk Analysis, 2013, 33(6): 1100 – 1115.
- 34 VORST K L, TODD E C D, RYSER E T. Transfer of *Listeria monocytogenes* during slicing of turkey breast, bologna, and salami with simulated kitchen knives[J]. Journal of Food Protection, 2006, 69(12): 2939 – 2946.