

电子束辐照对冷鲜鸡肉的杀菌效果

岳玲^{1,2}, 孔秋莲^{1,2}, 颜伟强^{1,2}, 王海宏^{1,2},
包英姿², 戚蓉迪², 陈志军^{1,2}, 戚文元^{*1,2}

(1. 上海市农业科学院 作物育种栽培研究所, 上海 201403; 2. 上海束能辐照技术有限公司, 上海 201403)

摘要: 以冷鲜鸡肉为试材, 研究了冷鲜鸡肉经电子束辐照后的鼠伤寒沙门氏菌、金黄色葡萄球菌及大肠杆菌的灭菌效应(D_{10} 值)及菌落总数和感官品质在贮藏期的变化。结果表明: 电子束辐照后冷鲜鸡肉中鼠伤寒沙门氏菌、大肠杆菌和金黄色葡萄球菌的 D_{10} 值分别为0.483、0.932、0.715 kGy。在0~4℃贮藏条件下, 4 kGy 剂量辐照贮藏14 d、6 kGy 及以上剂量辐照贮藏28 d后菌落总数均低于规定限值 5×10^5 CFU/g, 且感官品质无显著影响。

关键词: 冷鲜鸡肉; 致病菌; 电子束辐照; D_{10} 值

中图分类号: TS 205.7 **文献标志码:** A **文章编号:** 1673-1689(2018)12-1319-05

Research on Electron Beam Irradiation on Sterilizing Effects of Refrigerated Chicken

YUE Ling^{1,2}, KONG Qiulian^{1,2}, YAN Weiqiang^{1,2}, WANG Haihong^{1,2},
BAO Yingzi², QI Rongdi², CHEN Zhijun^{1,2}, QI Wenyuan^{*1,2}

(1. Crop Breeding and Clutivation Research Institute, Shanghai Academy of Agricultural Sciences, Shanghai 201403, China; 2. Shanghai Shuneng Irradiation Technology Company Limited, Shanghai 201403, China)

Abstract: Pathogenic bacteria inactivation efficiency irradiated by electron beam (EB) irradiation for refrigerated chicken was evaluated through survival rate, which was the irradiation dose to keep 10% microorganism alive (D_{10}). The sensory quality and changes of total numbers of bacterial colony in refrigerated chicken with EB irradiation of different doses during storage at 0~4℃ were investigated. The results showed that the D_{10} values of *Salmonella typhimurium*, *Escherichia coli* and *Taphylococcus aureus* in refrigerated chicken after EB irradiation were 0.483, 0.932 and 0.715 kGy, respectively. The total numbers of bacterial colony in refrigerated chicken after 4 kGy and 6 kGy or more irradiation during storage at 0~4℃ for 14 d and 28 d were measured to below the limit (5×10^5 CFU/g) and their sensory quality were no significant effect.

Keywords: refrigerated chicken, pathogenic bacteria, electron beam irradiation, D_{10} value

收稿日期: 2016-01-11

基金项目: 上海市市级农口系统青年人才成长计划(沪农青字(2015)第1-3号); 浙江省核农学重点实验室开放课题(2015核农学-KF09); 上海市科技兴农项目(沪农科攻字2016第6-3-4, 沪农科创字2018第1-6号)。

作者简介: 岳玲(1982—), 女, 四川绵阳人, 理学硕士, 助理研究员, 主要从事辐照保鲜加工方面的研究。E-mail: yueling312@sina.com

* 通信作者: 戚文元(1963—), 男, 上海人, 理学硕士, 研究员, 主要从事辐照保鲜加工方面的研究。E-mail: sunny0123@vip.163.com

引用本文: 岳玲, 孔秋莲, 颜伟强, 等. 电子束辐照对冷鲜鸡肉的杀菌效果[J]. 食品与生物技术学报, 2018, 37(12): 1319-1323.

我国是禽肉生产和消费大国,鸡肉已经成为仅次于猪肉的第二大肉类消费品。随着人们生活水平的提高,大家对禽肉消费需求也在持续增长^[1]。但是近几年受禽流感的影响,禽肉的流通渠道大大被堵塞,人们对禽肉的消费信心也随之消失^[2]。随着国家经济的发展、人民生活水平的提高和消费习惯的变化,人们对肉类消费将进入一个新的阶段。冷鲜肉将以其新鲜方便、营养卫生等优势取得更快的发展^[3]。不过冷鲜肉制品因在加工与贮藏等过程中都很容易被微生物污染,从而引发产品出水、风味变差、货架期较短等问题^[4-6]。

肉禽类产品由于风味易遭高温破坏,所以不宜采用高温灭菌^[7-8],辐照杀菌技术是目前一种有效保持原有风味的冷杀菌技术,是保证农产品质量和食品安全的重要手段^[9]。其中电子束灭菌因具有不改变产品原有营养品质及风味、速度快、效率高、无毒无害无残留等优势,并且可以有效杀灭食品中病原菌来达到控制食源性疾,因而越来越受到世界各国的重视^[10-11]。目前,针对禽肉产品致病菌的快速检测方法研究甚多,但是对其致病菌的杀灭方法研究较少,利用电子束杀灭病原菌的相关研究更是鲜见。因此,我们利用冷鲜鸡肉开展电子束对其常见病原菌杀灭效果的研究,对于延长低温禽肉产品货架期及降低致病菌的污染、预防致病菌引起的食物中毒的食品安全问题具有重要意义,从而推动冷鲜肉产业的发展,使电子束灭菌技术得到更广泛的应用。

1 材料与方法

1.1 材料

鼠伤寒沙门氏菌(AS.1.1194)、大肠杆菌(B97)和金黄色葡萄球菌(ATCC 6538):购自中国工业微生物菌种保藏中心;冷鲜鸡肉:肉色红润,表皮光滑,肌肉结实,无异味,购自超市。

营养琼脂、亚硒酸盐胱氨酸增菌液、科马嘉沙门氏菌显色培养基、肠道增菌液、伊红美蓝琼脂、胰酪胨大豆肉汤、贝尔德-帕克氏培养基、卵黄亚碲酸钾溶液等培养基:均购自上海盛思生化科技有限公司。

1.2 仪器及设备

电子直线加速器:ESS-010-03,能量 10 MeV,功率 12 kW,日本;紫外可见分光光度计:UV-1800

日本岛津;LDZX-75KBS 型立式压力蒸汽灭菌器;上海申安医疗器械厂;LRH-150 型生化培养箱;上海一恒科技有限公司;MJ-250B 型霉菌培养箱;上海浦东荣丰科学仪器有限公司。

1.3 方法

1.3.1 菌株的增菌培养 鼠伤寒沙门氏菌、大肠杆菌和金黄色葡萄球菌:分别挑取纯菌落于亚硒酸盐胱氨酸增菌液、肠道增菌液和胰酪胨大豆肉汤中增菌至菌含量为 $10^6 \sim 10^8$ CFU/mL。

1.3.2 样品处理 测定菌落总数的样品:冷藏条件下的生鲜鸡肉搅碎,分装于无菌袋中密封(25 g/袋);测定致病菌的样品:冷藏条件下的生鲜鸡肉搅碎,分装于无菌袋中(25 g/袋),辐照 25 kGy 进行灭菌,然后分别接种经增菌培养后三种致病菌的菌悬液 1 mL(含菌量约 $10^6 \sim 10^8$ CFU)混匀,密封。

1.3.3 辐照处理

1)菌落总数样品辐照:对密封包装的冷鲜鸡肉进行电子束处理,处理剂量为 0、2、4、6、8 kGy,每个处理重复 3 次。处理完成后立即放于 $0 \sim 4^\circ\text{C}$ 下贮藏,分别在第 0、7、14、21 和 28 天时检测。

2)致病菌辐照效应:对染菌后包装好的样品进行电子束辐照处理,辐照剂量分别为 0、0.4、0.8、1.2、1.6、2.0 kGy,每个处理重复 3 次。辐照后当天测定鼠伤寒沙门氏菌、大肠杆菌和金黄色葡萄球菌。

1.3.4 微生物测定方法

1)微生物检测:菌落总数、鼠伤寒沙门氏菌、大肠杆菌和金黄色葡萄球菌含量分别按照 GB 4789.2—2010《食品安全国家标准 食品微生物学检验 菌落总数测定》、GB 4789.4—2010《食品安全国家标准 食品微生物学检验 沙门氏菌检验》、GB 4789.38—2012《食品安全国家标准 食品微生物学检验 大肠埃希氏菌计数》、GB 4789.10—2010《食品安全国家标准 食品微生物学检验 金黄色葡萄球菌检验》^[12]测定。

2) D_{10} 值确定: $SD = D \times \lg(N_0/N)$

式中:SD 为照射剂量; D 为 D_{10} 值; N_0 为照射前污染菌数; N 为辐照后残留菌数^[13]。

2 结果与分析

2.1 电子束对冷鲜鸡肉贮藏期菌落总数变化的影响 从表 1 可以看出,冷鲜鸡肉样品中菌落总数初

表 1 不同剂量电子束辐照冷鲜鸡肉中菌落总数在贮藏期间的变化

Table 1 Change of total number of bacterial colony in refrigerated chicken irradiated doses of E-beams during storage

辐照剂量/kGy	贮藏时间/d				
	0	7	14	21	28
0	7.8×10^3	1.1×10^6	1.0×10^8	—	—
2	3.0×10^2	5.0×10^4	1.0×10^6	2.8×10^8	—
4	10	2.5×10^2	3.9×10^4	2.8×10^6	3.3×10^7
6	<10	<10	<10	15	<10
8	<10	<10	10	<10	<10

始菌量为 7.8×10^3 CFU/g,电子束辐照处理后,随着辐照剂量的增加,菌落总数呈现下降趋势。经过 2 kGy 和 4 kGy 剂量电子束辐照处理后,菌落总数分别降至 3.0×10^2 CFU/g 和 10 CFU/g,用 6 kGy 及以上剂量辐照处理,则未检测出菌落。

在贮藏期间,样品冷鲜鸡肉的菌落总数均随着时间的延长而增加。未辐照样品 0 kGy 菌落增长速度最快,在第 7 天时就已经超过相关标准的规定限值 5×10^5 CFU/g。2 kGy 和 4 kGy 处理的样品菌落总数增长较快,只能保藏至第 14 天和第 21 天,而 6 kGy 和 8 kGy 在第 28 天时均未检测出菌落,说明如果需要贮藏更长时间,需要较高的剂量进行控制。

绿色禽肉食品^[14](NY/T 753—2012)规定,冷鲜禽肉的菌落总数 $\leq 5\times10^5$ CFU/g。从而可以得出,0 kGy 冷鲜鸡肉在 0~4℃下贮藏期小于 7 d。2、4 kGy 剂量辐照的冷鲜鸡肉贮藏期小于 14 d 和 21 d,而大于 6 kGy 辐照处理的冷鲜鸡肉贮藏期可以延长至 28 d。

2.2 电子束对冷鲜鸡肉中致病菌灭菌效果的影响

D_{10} 值是指数量级的微生物降低所需要的辐照剂量,可以表示不同介质中微生物的辐射抗性^[15]。

接种了鼠伤寒沙门氏菌、大肠杆菌和金黄色葡萄球菌的冷鲜鸡肉经电子束不同剂量辐照后,存活菌对数与辐照剂量的关系见图 1-3。对辐照剂量与冷鲜鸡肉上致病菌变化关系通过线性回归分析,计算出对应的 D_{10} 值,结果见表 2。

由图 1-3 可以看出,接种于冷鲜鸡肉中的鼠伤寒沙门氏菌、大肠杆菌和金黄色葡萄球菌的初始值分别为 6.99、7.26、6.89 lgCFU/g。通过计算得出鼠伤寒沙门氏菌、大肠杆菌和金黄色葡萄球菌的 D_{10} 值分别为 0.483、0.932、0.715 kGy。三种致病菌的 D_{10} 值说明,不同菌种对辐照的敏感度虽然不一样,但与菌落总数相比,致病菌对辐照的敏感度都很高。

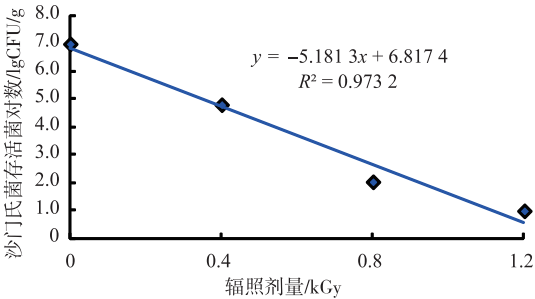


图 1 电子束辐照对冷鲜鸡肉中沙门氏菌的影响
Fig. 1 Survival salmonella in refrigerated chicken irradiated by E-beams with different doses

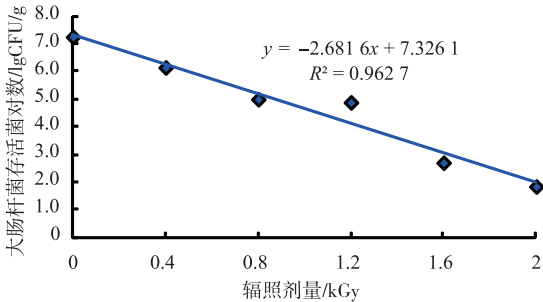


图 2 电子束辐照对冷鲜鸡肉中大肠杆菌的影响
Fig. 2 Survival E.coli in refrigerated chicken irradiated by E-beams with different doses

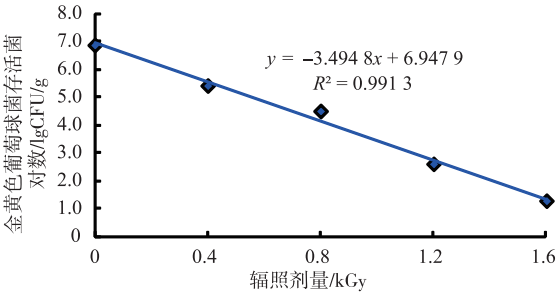


图 3 电子束辐照对冷鲜鸡肉中金黄色葡萄球菌的影响
Fig. 3 Survival Staphylococcus aureus in refrigerated chicken irradiated by E-beams with different doses

表 2 不同剂量电子束辐照的致病菌变化回归分析

Table 2 Regression analysis of pathogenic bacteria changes in refrigerated chicken by E-beams

致病菌种类	回归方程	D_{10} 值/ kGy
鼠伤寒沙门氏菌	$y=-2.0725x+8.8899$ $R^2=0.9732$	0.483
大肠杆菌	$y=-1.0726x+8.3987$ $R^2=0.9627$	0.932
金黄色葡萄球菌	$y=-1.3979x+8.3458$ $R^2=0.9913$	0.715

哈益明^[16]等研究了冷却鸡肉经 ^{60}Co 辐照后的菌落总数的 D_{10} 值为 1.434 kGy。王少丹^[17]等研究了电子束辐照对鲜切青椒表面食源性病原菌的杀灭效果,结果表明,鼠伤寒沙门氏菌、单增李斯特菌、大肠杆菌 O157:H7 的 D_{10} 值分别为 0.42、0.30、0.31 kGy。贾春风^[18]等人测定的冷鲜熟制水饺中肠炎沙门氏菌、金黄色葡萄球菌和李斯特菌的 D_{10} 值分别为 0.31、0.44、0.45 kGy。章海文^[19]等辐照牡蛎的研究表明,当辐照剂量达到 5.0 kGy 以上时,可以有效杀灭沙门氏菌、志贺氏菌和副溶血性弧菌三种致病菌。所以在正常控制菌落总数的同时,致病菌可以被有效杀灭。

2.3 电子束对冷鲜鸡肉感官品质

分别于贮藏的第 0、7、14、21 和 28 天时取样,参照绿色禽肉食品 NY/T 753—2012 中对感官性状的要求,根据样品的组织状态、色泽、有无异味、煮后肉汤的澄清度与气味等指标,请相关食品专业人员进行感官评定。最后得分为各项评分的平均值。评分标准为:最好=10 分;好=8 分;一般=6 分;较差=4 分;差=2。具体评价结果见表 3。

由表 3 可以看出,未辐照样品在第 7 天时,感官评价结果就较差,而 2 kGy 和 4 kGy 剂量辐照的

表 3 不同剂量电子束辐照冷鲜鸡肉贮藏期间感官综合评分结果

Table 3 Sensory comprehensive evaluation results of refrigerated chicken during storage at different doses of electron beam irradiation

剂量/kGy	贮藏时间/d				
	0	7	14	21	28
0	9.8	4.5	1.8		
2	9.5	7.8	5.2	2.1	
4	9.4	8.0	7.2	5.5	3.2
6	8.6	8.1	8.0	7.8	7.5
8	8.2	8.0	7.6	7.8	6.6

冷鲜鸡肉分别于第 14 天和 21 天评价低于 6 分,已经不可接受。6 kGy 和 8 kGy 处理的冷鲜鸡肉至 28 D 时仍然高于 6 分,均在可接受水平,不过 6 kGy 的评价结果更好。这个结果也与贮藏期间菌落总数的变化结果一致。

3 结 语

通过研究电子束辐照冷鲜鸡肉中的鼠伤寒沙门氏菌、大肠杆菌和金黄色葡萄球菌的杀灭效果可以看出,三种致病菌在冷鲜鸡肉中的 D_{10} 值分别为 0.483、0.932、0.715 kGy。辐照剂量与微生物存活菌呈明显的负相关。在 0~4 °C 条件下,辐照可以明显延长冷鲜鸡肉的贮藏期。未辐照的冷鲜鸡肉其贮藏期小于 7 d,2、4 kGy 剂量辐照的冷鲜鸡肉贮藏期可以达到 14、21 d,而大于 6 kGy 辐照处理的冷鲜鸡肉贮藏期可以延长至 28 d。因此,利用电子束辐照技术处理冷鲜鸡肉,具有重要的应用价值。

参考文献:

- [1] WANG Juan, ZHENG Zengren, WANG Yudong, et al. An investigation of salmonella contamination of commercially available poultry products[J]. *Chinese Journal of Animal Health Inspection*, 2010, 27(7): 50. (in Chinese)
- [2] HUANG Jianlong, WANG Changjian, DENG Guohua, et al. Surveillance of low pathogenicity avian influenza viruses in major live poultry wholesale markets around Dongting Lake Region, China, 2009-2011[J]. *Chinese Journal of Zoonoses*, 2014, 30(10): 1075-1078. (in Chinese)
- [3] CUI Liping. Status and regulation on cooled pork[J]. *China Journal of Animal Quarantine*, 2012, 29(4): 27-28. (in Chinese)
- [4] ZHANG Min, HUANG Luelue. Research progress of controlling the quality of frozen fresh foods[J]. *Journal of Food Science and Biotechnology*, 2008, 27(3): 6-12. (in Chinese)
- [5] LIU Xiaona, GE Wenxia, LIU Xiaoni. The main influencing factors of chilled pork quality control[J]. *Shandong Journal of Animal Science and Veterinary Medicine*, 2013(34): 2-5. (in Chinese)

- [6] WANG Suying, SHENG Jiang. Microbiological contamination and the rapid techniques for detecting and identifying pathogens in the controlled freezing-point storage food[J]. **Food Research and Development**, 2008, 29(6): 161-163. (in Chinese)
- [7] WU Yongnian, YANG Yuqing. The theory and practice of the refrigeration technology by microwave sterilization for low emperature[J]. **Meat Products**, 2003(1): 38-40. (in Chinese)
- [8] HUANG Zhuangxia, ZHANG Min, ZHU Danshi, et al. Prolonging the shelf life of fresh beef by map combined with vacuum prefreezing[J]. **Journal of Food Science and Biotechnology**, 2005, 24(3): 22-26. (in Chinese)
- [9] SHAWRANG P, NIKKHAH A, ZARE S A, et al. Effects of g-irradiation on chemical composition and ruminal protein degradation of canola meal[J]. **Radiation Phys Chemistry**, 2008, 77(5): 918-922.
- [10] ZHANG Min, WANG Liping. Research progress on prepared food sterilization technology[J]. **Journal of Food Science and Biotechnology**, 2012, 32(8): 785-792. (in Chinese)
- [11] QI Wenyuan, YAN Weiqiang, KONG Qiulian, et al. The effects of electron beam irradiation on quality for instant chicken feet[J]. **Journal of Food Science and Biotechnology**, 2012, 31(9): 925-931. (in Chinese)
- [12] 中华人民共和国卫生部, 国家卫生与计划生育委员会. GB4789-2010 食品安全国家标准 食品微生物学检验[S]. 北京: 中国标准出版社, 2011.
- [13] CHEN Zhijun, YUE Ling, KONG Qiulian, et al. Comparative study on sterilization effects and quality of ganoderma lucidum spore powder by two irradiated modes[J]. **Journal of Food Science and Biotechnology**, 2015, 34(11): 1212-1218. (in Chinese)
- [14] 中华人民共和国农业部. NY/T 753-2012 绿色禽肉食品[S]. 北京: 中国标准出版社, 2012.
- [15] KONG Qiulian, YUE Ling, QI Wenyuan, et al. The effect of E-beam irradiation on the sterilization for calcium lactate[J]. **Journal of Radiation Research and Radiation Processing**, 2011, 29(1): 43-47. (in Chinese)
- [16] HA Yiming, JU Hua, WANG Feng, et al. Effects of irradiation on pathogenic bacterial inactivation in refrigerated chicken and its storage[J]. **Food Science**, 2009, 30(19): 74-77. (in Chinese)
- [17] WANG Shaodan, CHEN Yuzhen, CHEN Qingmin, et al. Study on electron beam irradiation in reducing food borne pathogens on the surface of fresh-cut green pepper[J]. **Science and Technology of Food Industry**, 2012, 33(15): 67-70. (in Chinese)
- [18] JIA Chunfeng, JIA Yingmin, GUO Yaping, et al. Effect of irradiation on microbiological safety of chilled cooked dumpling[J]. **Acta Agriculturae Nucleatae Sinica**, 2005, 19(5): 367-370. (in Chinese)
- [19] ZHANG Haiwen, XU Suli, WANG Weiqin, et al. Research on quality of oyster irradiation by γ -ray[J]. **Chinese Journal of Health Laboratory Technology**, 2006, 16(1): 85-86. (in Chinese)

会 议 消 息

第十届食品工程和生物国际会议(ICFEB 2019)

会议时间: 2019-03-26 至 2019-03-28

会议地点: 日本东京

主办单位: ICFEB 2019

联系人: Lydia. Liu

电话: +852-3500-0137

Email: icfeb@cbees.org

官方网址: www.icfeb.org

会议简介: 2019年第十届食品工程和生物国际会议将会于2019年3月26-28在日本东京举行。A: 来自日本札幌环境科技中心的 Kokyo Oh 教授将会做我们大会的主席; B: 注册的文章将会被食品工程国际期刊(IJFE, ISSN: 2301-3664), 和生物科技、生物化学和生物信息国际期刊(IJBBB, ISSN: 2010-3638)发表。C: 一日游