

- [11] 转基因生物及其产品食用安全检测模拟胃肠液外源蛋白质消化稳定性试验方法 [EB/OL]. [2007-06-11]. <http://www.biosafety.gov.cn/bzgf/200808/W020080827160170496278.pdf>.
- [12] 王娟. 牛乳清蛋白加压凝胶消化性及其钙生物利用率的研究 [D]. 中国农业大学, 2008.
- [13] HERMAN R A, WOOLHISER M M, LADICS G S, et al. Stability of a set of allergens and non-allergens in simulated gastric fluid[J]. *Int J Food Sci Nutr*, 2007, 58(2):125-141.
- [14] MOON S, RANDALL K, LAURENT P, et al. Protein structure plays a critical role in peanut allergen stability and may determine immunodominant IgE-binding epitopes [J]. *J Immunol*, 2002, 169:882-887.
- [15] EPA. Transmittal of minutes of the FIFRA scientific advisory panel meeting held March 1-2, 2005; scientific issues associated with the human health assessment of the cry34Ab1 protein [EB/OL]. [2005-04-05]. <http://www.epa.gov/scipoly/sap/meetings/2005/march/finalmar2005sapmtg>.

## 论著

# <sup>60</sup>Co γ 射线对猪肉中囊尾蚴的辐照杀灭效应

钟凯,高翔,计融

(中国疾病预防控制中心营养与食品安全所,北京 100021)

**摘要:**目的 揭示猪肉中囊尾蚴灭活率与辐照剂量的相关关系及最小杀灭剂量,为制定相应辐照卫生规范提供科学依据。方法 以不同剂量<sup>60</sup>Co γ 射线处理感染囊尾蚴的猪肉,并用新鲜猪胆汁孵化剥离出的囊尾蚴,根据成活率计算校正灭活率。结果 辐照剂量与校正灭活率具有线性相关, D<sub>10</sub> 值约为 3.8 kGy, 4.5 kGy 可完全杀灭囊尾蚴。结论 4.5 kGy γ 射线对猪肉中囊尾蚴有很好的杀灭效果。

**关键词:**囊尾蚴;γ 射线;辐照;校正灭活率

中图分类号:R144.1;O657.35;TS251.51 文献标识码:A 文章编号:1004-8456(2011)03-0211-04

## Inactivation effect of <sup>60</sup>Co gamma ray on cysticerci of *Taenia solium* in pork

Zhong Kai, Gao Xiang, Ji Rong

(National Institute for Nutrition and Food Safety, China CDC, Beijing 100021, China)

**Abstract: Objective** revealing the relationship between irradiation dose and inactivation ratio for cysticerci of *Taenia solium* in pork, determining the minimal dose for totally killing cysticerci and providing scientific evidence for setting up relevant hygienic standards of radiation. **Methods** After *Taenia solium* infected pork being treated with different irradiation doses; cysticerci were separated and incubated in fresh swine bile. The adjusted inactivation ratio was calculated according to the survival rate. **Results** There was a linear correlation between irradiation dose and adjusted inactivation ratio, the D<sub>10</sub> value was about 3.8 kGy, and a totally killing could be achieved by 4.5 kGy irradiation. **Conclusion** Irradiation at a dose of 4.5 kGy could be applied as the maximum dose to inactivate cysticerci of *Taenia solium* in pork processing.

**Key words:** Cysticerci of *Taenia solium*; γ ray; irradiation; adjusted inactivation ratio

猪囊尾蚴病是我国乃至全球分布较广、危害严重的寄生虫病,是受到广泛关注的公共卫生问题之

一。据调查我国居民囊尾蚴病患率在 0.14% ~ 3.2% 之间,估计全国感染者超过 300 万,以东北、华北、河南、山东、广西等地居多<sup>[1]</sup>。阻断猪肉中囊尾蚴对人类的感染是预防和控制猪囊尾蚴病向人群扩散的最直接措施之一。而目前对猪囊尾蚴的控制大多依赖宰前和宰后检疫,其主要手段是目测。只有当猪大量感染囊尾蚴时才能从宰前检疫中查

收稿日期:2010-11-24

作者简介:钟凯 男 助理研究员 研究方向为食品微生物

E-mail:billyzhongkai@163.com

通信作者:计融 男 研究员

出,且发育阶段的囊尾蚴直径仅1~3 mm,因此宰后检疫也容易漏检<sup>[2]</sup>。基于免疫学和分子生物学的检测方法虽然已经比较成熟,但并不适合在规模生产中推广,因此需要一种方便实施且可靠性高的处理方式。辐照处理具有操作方便、无二次污染、安全可靠以及经济适用等优点,各国对辐照用于卫生检疫处理的认可和应用也越来越广泛。国外对猪肉中囊尾蚴的辐照效应进行了少量研究<sup>[3,4]</sup>,国内的研究多为药物对囊尾蚴的杀灭作用<sup>[5,6]</sup>,辐照对囊尾蚴的杀灭作用尚未见报道。本研究旨在揭示猪肉中囊尾蚴存活率与辐照剂量的相关关系及最小杀灭剂量,为制定合理的生鲜肉类食品辐照保藏卫生规范提供科学依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 主要试剂与仪器

显微镜(日本 Olympus),DFG801 型电热鼓风烘箱,绿叶牌多功能真空包装机,洁净工作台。辐照源为中国农科院农产品加工所钴源室提供的<sup>60</sup>Co  $\gamma$ 射线。

### 1.2 样品采集

感染囊尾蚴的猪肉样品(米猪肉)由黑龙江省卫生监督所采集,0℃冷链保存并立即送至实验室。新鲜猪胆汁采自于北京市朝阳区生猪肉屠宰场10 h内屠宰的生猪。

### 1.3 实验方法

#### 1.3.1 样品的制备

将感染囊尾蚴的猪肉切成1~10 cm×1~5 cm×1~3 cm(长×宽×高)的小块,分装在10个15 cm×10 cm(长×宽)的塑料袋中,每个口袋含30个左右的囊尾蚴。

#### 1.3.2 样品的辐照及囊尾蚴孵化

10份样品对应的辐照剂量为0(阴性对照)、1.0、1.5、2.0、2.5、3.0、3.5、4.0、4.5和5.0 kGy,辐照后3 h内,每袋猪肉都用眼科剪和镊子分别从肌肉中剥离囊完整充盈的囊尾蚴20个,分别置于10个平皿中,然后在每个平皿中倒入20 ml左右的15%(体积浓度)新鲜猪胆汁生理盐水溶液,随后将平皿置于(37±1)℃恒温箱进行孵化,分别于孵化3 h和9 h时进行观察,头节翻出者为成活,未长出头节者为死亡。

#### 1.3.3 校正灭活率的计算

$$\text{校正灭活率}^{[5]} = \frac{\text{实验组死亡率} - \text{阴性对照组死亡率}}{100\% - \text{阴性对照组死亡率}}$$

### 1.4 数据分析

用 Excel 软件进行结果的统计分析和绘图。

## 2 结果

辐照对囊尾蚴有明显的杀灭效应,总体上多数囊尾蚴在3 h内孵化成活,随着辐照剂量的加大,囊尾蚴活力明显降低,存活率也随之降低。辐照剂量与校正灭活率之间有明显的剂量-效应关系,根据回归方程计算  $D_{10}$  值约为3.8 kGy,4.5 kGy以上的辐照剂量能将囊尾蚴完全杀灭。见表1。辐照剂量与校正灭活率的剂量-效应关系见图1。囊尾蚴孵化的镜检见图2。

表1 不同辐照剂量的囊尾蚴灭活率  
Table 1 Inactivation ratio of cysticerci under different irradiation doses

辐照剂量(kGy)	囊尾蚴总数(只)	成活数(只)		总成活数(只)	校正灭活率(%)
		3 h	9 h		
0	20	9	7	16	0
1.0	20	7	4	11	31.25
1.5	20	5	7	12	25.00
2.0	20	4	3	7	56.25
2.5	20	6	0	6	62.50
3.0	20	2	2	4	75.00
3.5	20	3	0	3	81.25
4.0	20	1	0	1	93.75
4.5	20	0	0	0	100
5.0	20	0	0	0	100

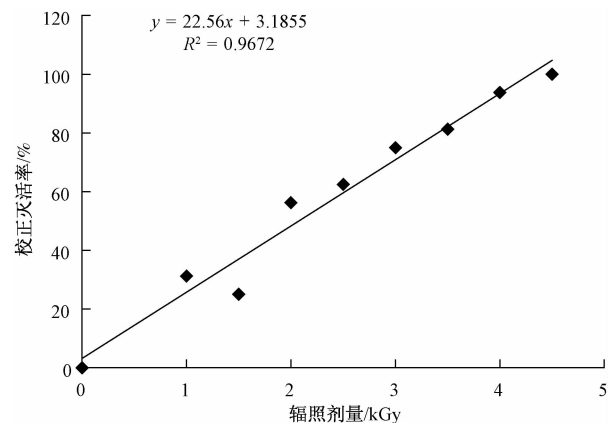
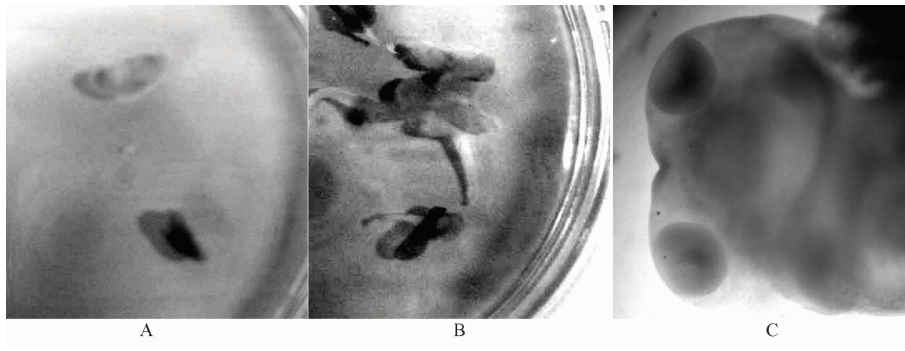


图1 辐照剂量与校正灭活率的剂量-效应关系  
Figure 1 Dose-respand relation between irradiation dose and adjusted inactivation ratio

## 3 讨论

研究报道,0℃的冷藏条件对猪肉中囊尾蚴的生存能力没有影响,然而冷冻却能使囊尾蚴死亡<sup>[7]</sup>。猪肉中的囊尾蚴在-5℃能存活4 d,-15℃能存活3 d,-24℃只能存活1 d,因此深冻即可消除囊尾蚴的感染风险<sup>[7]</sup>。但随着人民生活水平的提高和现代物流的发展,冷鲜肉的消费已逐渐普及,囊尾蚴感染的猪肉进入冷链运输,有可能引起人的感染。Verster和Du<sup>[3]</sup>早期研究发现,感染囊尾蚴的猪肉用0.2~1.4 kGy的剂量辐照



A:未孵化囊尾蚴(5倍);B:翻出头节的囊尾蚴(5倍);C:头节吸盘与顶突(50倍)

图2 囊尾蚴孵化的镜检示意图

Figure 2 Microscopy of cysticerci after incubation

后孵化率明显降低,其中0.2~0.4 kGy 剂量组的囊尾蚴成功孵化,但仅生成头节而不再继续生长。Flores-Perez 和 Fragoso<sup>[4]</sup>的研究也证实,用0.3 kGy 的剂量辐照感染了囊尾蚴的猪肉后,可以引起续绦期头节的细胞凋亡,阻止囊尾蚴发育为成虫。这些研究均是用辐照降低了囊尾蚴的侵袭力,故辐照剂量较低。由于本研究期望通过辐照直接杀灭囊尾蚴,因此辐照剂量达到4.5 kGy,此剂量仍低于FAO/WHO 辐照食品联合专家委员会和国际原子能委员会设定的安全限量10 kGy。值得注意的是,本次研究的辐照环境温度为常温,如果要对冷链状态下的猪肉中进行辐照杀灭,其辐照剂量可能略高于常温下的辐照杀灭剂量。

目前我国相关标准有3个,GB 14891.6—1994《辐照猪肉卫生标准》中规定杀灭旋毛虫的最低有效剂量为0.65 kGy,检验方法采用了小鼠生物法。GB/T 18526.7—2001《冷却包装分割猪肉辐照杀菌工艺》规定杀灭病原菌的最低有效剂量为1.5 kGy,杀灭寄生虫或延长货架期的最低有效剂量为1.0 kGy,最大耐受剂量为4.0 kGy。SN/T 1937—2007《进出口辐照猪肉杀囊尾蚴的最低剂量》,该标准规定的适用范围为进出口豆猪肉的辐照处理,不适用于一般肉类的辐照处理,其规定的最低辐照剂量为4.5 kGy,要求囊尾蚴灭活,检验方法与本研究相同。可见现有标准对寄生虫的辐照杀灭剂量存在一定差异,主要区别在于寄生虫杀灭效果的检验。如GB 14891.6—1994 采用了小鼠生物法,实际考察的是寄生虫的侵袭力,因此剂量较低,而SN/T 1937—2007 由于针对的是明确感染囊尾蚴的猪肉,所以力求完全杀灭,辐照剂量也相对较高。

研究表明,1.0 kGy 对腐败微生物难以有效抑制<sup>[8]</sup>,3.5 kGy 杀菌效果良好,且可以完全杀灭沙门菌<sup>[9]</sup>。而2.0~3.0 kGy 不仅可以延长货架期,还可以很好地保持肉的感官性状<sup>[8,9]</sup>,2.0 kGy 辐照后的

猪肉感官性状反而更优<sup>[10]</sup>。侯铮迟等<sup>[11,12]</sup>对于辐照猪肉的感官性状、营养流失和货架期的研究提示,经蛋白酶钝化与真空包装的猪里脊肉样品在-20℃作最高剂量达45 kGy 的辐照处理,结果未检出脂肪氧化产物,肉香与口感与对照无差异,对猪肉蛋白质影响很小,氨基酸成分基本不变,仅B族维生素有较大损失。采取真空包装等加工工艺以及抗氧化辅助手段可以进一步降低辐照对营养成分的破坏<sup>[13]</sup>。但哈益明等<sup>[14]</sup>的研究表明,辐照处理会诱导或加速肉与肉制品中的脂肪氧化,4.4 kGy吸收剂量下冷却猪肉的过氧化值分别是未辐照的3.3倍。脂肪氧化是造成肉与肉制品品质降低的重要原因之一。

综上所述,辐照剂量与囊尾蚴的灭活率相关性良好,4.5 kGy辐照足以杀灭囊尾蚴及腐败细菌,对致病菌也有很好的抑制作用。但在杀灭寄生虫和食源性致病菌的同时,要保存其营养价值、不损坏其感官风味及内在特性。因此,尽管本研究显示在4.5 kGy时对寄生虫有很好的杀灭效果,但能否将杀灭猪肉中寄生虫的最大剂量提高到4.5 kGy,还需要进一步研究。

对最低有效剂量的设定主要需考虑对腐败细菌及致病菌的杀灭,同时评估存活囊尾蚴的侵袭力是否仍对人造造成危害。既有资料提示该剂量可能在2.0~3.5 kGy,下一步需要开展相应工作对此进行证实。

### 参考文献

[1] 何深一,周怀瑜. 囊尾蚴病的危害与防治[J]. 山东卫生, 2003,29(5):53.  
 [2] 李建荣,郭海燕,周棕长. 猪囊尾蚴病的检验与卫生处理[J]. 新疆畜牧业,2008(3):44.  
 [3] VERSTER A, DU T A. The effect of gamma radiation on the cysticerci of Taenia solium[J]. Onderstepoort J Vet Res,1976, 43(1):23-26.  
 [4] FLORES-PEREZ I, FRAGOSO G. Apoptosis induced by gamma

irradiation of *Taenia solium* metacestodes [J]. *Parasitol Res*, 2003, 90(3): 203-208.

[ 5 ] 陈治水, 贾丹兵, 聂志伟, 等. 灭囊灵对体外猪囊尾蚴的抑制作用和毒理学研究 [J]. *中国中医基础医学杂志*, 2005, 8(5): 40-43.

[ 6 ] 郝艳红, 李庆章, 刘永洁, 等. 药物对猪囊尾蚴体外作用的比较研究 [J]. *黑龙江畜牧兽医*, 2000, 16(2): 19.

[ 7 ] SOTELO J, ROSAS N. Freezing of infested pork muscle kills cysticerci [J]. *American Medicine Association*, 1986, 256(7): 893-894.

[ 8 ] 邓明, 哈益明, 严奉伟, 等. 冷却肉低剂量辐照后的理化和感官特性变化 [J]. *食品科学*, 2005, 26(8): 121-126.

[ 9 ] 王培仁, 王中州, 张丁, 等.  $\gamma$  射线对沙门氏菌属的辐照效应及保藏冻猪肉研究 [J]. *中国人兽共患病杂志*, 1999, 15(5): 103-104.

[ 10 ] 马丽珍, 南庆贤, 戴瑞彤. 真空包装冷却猪肉低剂量辐照后的理化和感官特性变化 [J]. *农业工程学报*, 2003, 19(4): 184-187.

[ 11 ] 侯铮迟, 孙大宽, 秦宗英, 等. 高剂量辐照猪肉的挥发物、脂氧化和感官特征分析 [J]. *辐射研究与辐射工艺学报*, 2005, 23(1): 35-39.

[ 12 ] 侯铮迟, 孙大宽, 秦宗英, 等. 猪肉高剂量辐照工艺及其营养变化 [J]. *辐射研究与辐射工艺学报*, 2004, 22(6): 325-328.

[ 13 ] 徐艺青, 黄漫青, 董鸿雁, 等. 天然保鲜剂结合辐照保藏鲜猪肉的研究 [J]. *粮油加工*, 2003, 31(10): 82-83.

[ 14 ] 哈益明, 王锋, 李淑荣, 等. 辐照处理对冷却肉脂肪氧化影响的研究 [J]. *食品科学*, 2004, 25(11): 303-306.

论著

## 2005—2007 年我国食品中大肠埃希菌 O157 分离株 *tccP1* 基因的分布研究

白莉<sup>1</sup>, 廖兴广<sup>2</sup>, 张秀丽<sup>2</sup>, 申志新<sup>3</sup>, 张淑红<sup>3</sup>, 郭云昌<sup>1</sup>

(1. 中国疾病预防控制中心营养与食品安全所, 北京 100021; 2. 河南省疾病预防控制中心, 河南 郑州 450016; 3. 河北省疾病预防控制中心, 河北 石家庄 050021)

**摘要:**目的 了解我国 2005—2007 年食源性疾病监测网分离的大肠埃希菌 O157 分离株中 *tccP1* 基因的分布情况及特点。方法 对 89 株食源性大肠埃希菌 O157 分离株运用 PCR 方法进行检测。结果 *tccP1* 基因的阳性率为 55.1%。结论 *tccP1* 基因广泛存在于 O157: H7 大肠埃希菌中, 在 O157: 非 H7 中检出率很低。其分布与 *eaeA* 基因的携带情况具有一定的相关性, 与志贺毒素基因携带没有相关性。

**关键词:** 大肠埃希菌 O157; *tccP1*; 粘附抹平效应

中图分类号: R378. 21 文献标识码: A 文章编号: 1004-8456(2011)03-0214-04

### Distribution of *tccP1* gene in *Escherichia coli* O157 isolated from foods in 2005—2007

Bai Li, Liao Xingguang, Zhang Xiuli, Shen Zhixin, Zhang Shuhong, Guo Yunchang  
(National Institute for Nutrition and Food Safety, China CDC, Beijing 100021, China)

**Abstract: Objective** To determine the distribution of *tccP1* gene in *Escherichia coli* O157 isolates collected by the National Foodborne Disease Surveillance System from 2005 to 2007. **Methods** PCR was applied to detect the genes of 89 isolates of *E. coli* O157. **Results** The isolates carrying *tccP1* accounted for 55.1%. **Conclusion** The *tccP1* gene was widely present in O157: H7 strains but scarcely present in O157: non-H7 strains. There were some associations of the distribution of *tccP1* gene with *eaeA* gene but no association with shiga toxin gene carried by *Escherichia coli* O157.

**Key words:** *Escherichia coli* O157; *tccP1*; attaching and effacing lesions

收稿日期: 2010-11-23

作者简介: 白莉 女 博士生 助理研究员 研究方向为食品微生物学

通信作者: 郭云昌 男 副研究员 E-mail: yunchangguo@yahoo.com.cn

肠致病性大肠埃希菌 (enteropathogenic *Escherichia coli*, EPEC) 和肠出血性大肠埃希菌 (enterohemorrhagic *Escherichia coli*, EHEC), 在细菌粘附细胞周围形成肌动蛋白聚集的杯垫样结构来粘附并定植在肠道粘膜上, 完成侵入宿主细胞的第