

刘 践,汪昌保,单国尧,等. 常温储存月饼辐照杀菌工艺剂量的确定[J]. 江苏农业科学,2014,42(9):254-255,284.

# 常温储存月饼辐照杀菌工艺剂量的确定

刘 践<sup>1,2</sup>, 汪昌保<sup>1,2</sup>, 单国尧<sup>1,2</sup>, 严登秀<sup>1,2</sup>, 李行通<sup>1,2</sup>, 金宇东<sup>1,2</sup>, 王志东<sup>3</sup>, 赵永富<sup>1,2</sup>

(1. 江苏省农业科学院农业设施与装备研究所, 江苏南京 210014; 2. 江苏瑞迪生物科技有限公司, 江苏南京 210014;

3. 中国农业科学院农产品加工研究所, 北京 100193)

**摘要:**以市售月饼为研究对象,通过对月饼卫生质量状况的检测,设计和实施辐照处理及贮藏试验,再结合国内外相关研究成果,确定月饼辐照杀菌的工艺剂量,当菌落总数小于 1 万 CFU/g,大肠菌群小于 300 MPN/100 g,霉菌小于 1 000 CFU/g,采用 3~6 kGy 剂量辐照处理,可使辐照后的月饼符合有关国家标准规定的卫生要求。

**关键词:**月饼;辐照;工艺剂量;霉菌

**中图分类号:** TS205.9 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2014)09-0254-02

月饼是我国传统节日美食,其口感独特、营养丰富,备受人们青睐。但月饼中含油量、含糖量高,容易被微生物侵染,再加上月饼的时令性很强,消费期较短,生产厂家往往要提前生产月饼以供商业流通,而月饼生产时间多为炎热潮湿天气,储藏不当极易导致月饼变质。上海市消费者协会统计显示,每年消费者对月饼的投诉量居高不下,其中消费者反映最多的问题是月饼发霉和变质。全国生产的月饼总量中,20%以上的月饼霉菌指标不合格<sup>[1]</sup>。近年来一些厂家使用山梨酸盐、丙酸钙等防腐剂,采用真空包装,附装小袋铁粉、亚硫酸盐除氧剂等方法来延长月饼货架期,但受多种因素影响其实际储藏效果并不理想,月饼变质问题依然十分严重。

利用辐照保鲜技术可有效杀灭食品中的微生物,延长货架期,不仅保持月饼原有营养风味,且方法简便,成本低,效率高,卫生安全,是当前具有广阔前景的保鲜技术。我国已有学者对月饼进行了辐照杀菌的理论研究和探索,发现辐照技术可以显著降低月饼中的微生物含量如霉菌、菌落总数等,可以明显延长月饼货架期<sup>[2-4]</sup>。但是月饼的辐照保鲜尚无标准可依,规模化应用还未见报道,因此确定合理的辐照杀菌保鲜剂量是一个亟待解决的问题。本研究通过对市场销售月饼卫生质量状况的调查,研究辐照处理对月饼中微生物的杀菌效果,结合前人的工作基础和国家有关月饼的各种卫生标准,确定月饼的辐照杀菌工艺剂量,以期对月饼辐照保鲜处理提供参考。

## 1 材料与方法

### 1.1 材料

从市场上购买不同厂家生产的散装月饼 13 种,每种单个月饼均为独立塑料包装。

收稿日期:2013-10-15

基金项目:公益性行业(农业)科研专项(编号:201103007)。

作者简介:刘 践(1965—),男,湖北武汉人,副研究员,主要从事辐射加工及其应用研究。Tel:(025)84390445;E-mail:jasicbgs@126.com。

通信作者:汪昌保,硕士,主要从事核技术及其应用研究。Tel:(025)84391203;E-mail:cbw2004@sina.com。

### 1.2 辐照处理

辐照处理在南京辐照中心 II 号<sup>60</sup>Coγ 辐照装置(活度为  $1.41 \times 10^{14}$  Bq)进行,辐照一半时间时,将样品换面再进行辐照;剂量设定为 0、1、3、6 kGy。采用重铬酸盐剂量计跟踪产品吸收剂量。

### 1.3 贮藏方法

将每个处理均分为 2 等份,1 份贮藏当日进行微生物检测,1 份放置于(37±1)℃培养箱中,定期观察并进行微生物检测。

### 1.4 微生物检测

按照 GB/T 4789.2—2010《食品卫生微生物学检验 菌落总数测定》、GB/T 4789.3—2010《食品卫生微生物学检验 大肠菌群计数》、GB/T 4789.15—2010《食品卫生微生物学检验 霉菌和酵母计数》中的方法分别检验样品中的细菌总数、大肠杆菌、霉菌。

### 1.5 数据处理

以上指标均重复测定 3 次,采用 SAS 9.1 软件进行数据处理,用 Excel 2007 软件绘图。

## 2 结果与分析

### 2.1 月饼卫生情况调查

为了解市场上销售月饼的卫生状况,本研究从市场购买了 13 种月饼进行微生物检测。由表 1 可知,部分月饼中霉菌含量较高,所有月饼样品的细菌总数和大肠菌群均合格。在 13 份月饼样品中,有 8 份样品检出霉菌,有 4 份月饼霉菌含量超标,检出率为 62%,不合格率为 31%,霉菌含量最高的样品超标近 10 倍。从馅料上看,主要是水果类馅料月饼霉菌含量超标,这与王艳燕等的报道<sup>[5]</sup>一致;而果仁类、蓉沙类馅料月饼卫生状况较好。所有月饼样品的细菌总数都在 1 500 CFU/g 以下,符合 GB 7099—2003《糕点、面包卫生标准》要求。

近年来也有学者对月饼卫生状况进行了持续跟踪调查。如刘惠敏等对月饼中霉菌的进行检验,结果显示霉菌检出率为 68.2%<sup>[6]</sup>。王艳燕等连续 8 年跟踪海南省海口市月饼卫生质量,发现 1 669 份月饼样品中有 29 份样品霉菌超标,不合

表 1 市售月饼卫生状况调查

品名	菌落总数 (CFU/g)	大肠菌群数量 (MPN/100 g)	霉菌数量 (CFU/g)
五仁月饼 A	220	<30	0
绿豆月饼	120	<30	0
草莓月饼	10	<30	650
蜜桃月饼	0	<30	120
哈密瓜月饼	0	<30	105
凤梨月饼	5	<30	990
火腿月饼	30	<30	0
板栗月饼	0	<30	0
莲蓉月饼	10	<30	5
五仁月饼 B	600	<30	100
蛋黄莲蓉月饼	60	<30	30
荔枝月饼	200	<30	10
枣泥月饼	1 480	<30	0

格率为 1.7%<sup>[5]</sup>。刘咏红等对湖南省月饼的卫生质量进行抽样检测,2005—2008 年均检出月饼微生物超标<sup>[7]</sup>。张建华等对河南省郑州市月饼卫生进行了连续 5 年跟踪,发现微生物合格率为 92.9%,明显偏低<sup>[8]</sup>。因此一些厂家多采用添加防腐剂,甚至是违规添加或超量添加防腐剂来控制月饼卫生质量。丁鹏对江西省赣州市月饼卫生质量进行抽查,发现月饼厂家使用防腐剂的现象十分普遍,防腐剂检出率为 37.5%<sup>[9]</sup>。张冠峰等对广东省中山市月饼卫生质量评价中,发现有苯甲酸检出和山梨酸超标的样品,共占不合格样品总数的 76.2%<sup>[10]</sup>。王宁等对山东省部分地区月饼卫生质量进行调查,结果显示苯甲酸检出率为 32%,菌落总数超标率为 36%<sup>[11]</sup>。可见,月饼卫生质量并不乐观,辐照处理可以作为解决这些问题和控制月饼卫生质量的一个新途径。

2.2 辐照月饼的杀菌效果

由表 2 可见,辐照处理对月饼霉菌的杀灭效果显著。经 1 kGy 辐照处理已经使得所有样品霉菌指标达到国家标准要求;经 3 kGy 辐照处理使得 6 种样品的霉菌被完全杀灭;经 6 kGy 辐照处理后已经没有样品检测出霉菌。此外,各组辐照处理月饼样品的色泽、气味、硬度与对照相比并无明显变化。

表 2 不同辐照剂量对月饼霉菌的杀灭效果

品名	霉菌(CFU/g)				
	未辐照	1 kGy 辐照	2 kGy 辐照	3 kGy 辐照	6 kGy 辐照
草莓月饼	650	5	0	0	0
蜜桃月饼	120	0	0	0	0
哈密瓜月饼	105	10	5	0	0
凤梨月饼	990	5	15	15	0
火腿月饼	0	0	0	0	0
板栗月饼	0	0	0	0	0
莲蓉月饼	5	0	0	0	0

由表 3 可知,经不同辐照剂量处理的月饼在 37 ℃培养箱中培养 2 个月后,对照组样品菌落总数均有检出,而经 3 kGy 及其以上辐照处理的样品均未检测出霉菌。因此,经辐照处理的月饼在常温下可贮藏 2 个月。

表 3 辐照处理 2 个月后月饼霉菌情况

品名	菌落总数(CFU/g)		霉菌(CFU/g)	
	未辐照	3 kGy 辐照	未辐照	3 kGy 辐照
五仁月饼	80	10	20	0
蜜桃月饼	80	0	0	0
草莓月饼	170	20	0	0
荔枝月饼	20	0	0	0
豆沙月饼	80	0	10	0
牛肉月饼	20	0	0	0
莲蓉月饼	20	0	0	0
枣泥月饼	1 010	10	0	0

2.3 国内外月饼辐照相关研究概况

月饼是使用面粉等谷物粉、油、糖或不加糖调制成饼皮,包裹各种馅料,经包馅、成形、刷蛋、烘烤等工艺加工而成的。美国政府 1963 年就批准了小麦面粉及其制品的辐照。Taipina 等报道,3 kGy 剂量辐照处理全麦饼干,对其主要营养成分影响甚微,辐照样品与对照无显著理化性质差异<sup>[12]</sup>。Galán 等报道,3 kGy 剂量辐照处理汉堡,不影响其感官可接受性<sup>[13]</sup>。邹伟明等报道,用 1.0~1.5 kGy 剂量辐照月饼,可全部杀灭曲霉菌、青霉菌、赤霉菌,用 1.0 kGy 剂量辐照月饼后,在 28~30 ℃卫生箱内保藏 30~50 d,未发现霉菌<sup>[4]</sup>。辐照月饼保藏 50 d,其 pH 值基本保持中性状态,糖、蛋白质含量分别保持在 15~24 g/L 和 0.22~0.42 g/L,保持原有的风味。未经辐照的月饼,储藏 50 d 已经质变,完全不能食用。张凤娇等报道,8 kGy 剂量辐照月饼常温储存 3 个月后,各项卫生指标仍符合标准,该研究还指出添加茶多酚可有效防止月饼因辐照而引起的脂质氧化<sup>[2]</sup>。蒋予箭等研究了广式月饼的辐照保鲜,结果表明:5.0、7.5 kGy 剂量的 γ 射线能有效抑制月饼中的微生物,对月饼硬度、色泽、口味均无明显影响,使月饼保鲜期得以延长,而对月饼的 AV 值、POV 值以及口感等质量指标影响不大;但月饼经 10 kGy 剂量辐照后光泽变差、颜色加深,并带有异味,虽经一段时间放置后异味减轻,但风味与对照组相比仍有差别<sup>[3]</sup>。这些研究表明,辐照处理月饼在理论上是可行的。

2.4 月饼辐照杀菌剂量确定

月饼辐照杀菌工艺剂量的确定就是要达到预期工艺目的所需的吸收剂量范围<sup>[14]</sup>,其下限值为最低有效剂量,上限值为产品的最高耐受剂量。考虑到月饼污染情况以及生产、流通、储存中存在的问题,一般月饼的初始污染菌应控制在菌落总数小于 1 万 CFU/g,大肠菌群小于 300 MPN/100 g,霉菌小于 1 000 CFU/g。辐照处理后月饼的卫生指标应符合 GB 7099—2003《糕点、面包卫生标准》的要求,即菌落总数小于 1 500 CFU/g,大肠菌群小于 30 MPN/100 g,霉菌小于 100 CFU/g。根据本研究及以往研究结果,确定月饼辐照处理的最低有效剂量为 3 kGy,最高耐受剂量为 6 kGy。

3 结论与讨论

3.1 结论

常温贮藏月饼的初始污染菌控制在菌落总数小于 1 万 CFU/g,大肠菌群小于 300 MPN/100 g,霉菌小于 (下转第 284 页)

表 5 回收率试验

序号	样品苯乙醇 总苷量 (mg)	标准品加入量 (mg)	实际测得值 (mg)	回收率 (%)
1	0.398 0	0.055 0	0.453 8	101.5
2	0.398 0	0.110 0	0.512 2	103.8
3	0.398 0	0.165 0	0.563 5	100.3
4	0.398 0	0.220 0	0.611 5	97.1
5	0.398 0	0.275 0	0.671 1	99.3

表 6 向日葵列当中苯乙醇总苷含量

样品批次	苯乙醇总苷含量 (%)	RSD 值 (%)
20130923	1.94	
20130928	1.98	
20131012	1.99	
平均	1.97	1.34

3 结论

本研究比较了超声波提取法、渗滤提取法、热回流提取法等不同提取方法对向日葵列当中苯乙醇总苷进行提取,结果表明,以热回流方法为佳,80% 乙醇回流法提取效果最好,在 5.5 ~ 27.5 μg/mL 范围内线性关系良好,回收率为 100.4%,RSD 值为 2.48% (n=5),向日葵列当中苯乙醇总苷平均含量为 1.97%。

(上接第 255 页)

1 000 CFU/g 范围内。本研究确定月饼的辐照杀菌剂量为:最低有效剂量为 3 kGy,最高耐受剂量为 6 kGy,可使辐照后的月饼符合有关国家标准规定的卫生要求。

3.2 讨论

刚烤制的月饼一般可认为是无菌的。月饼存放期间发霉变质的原因主要有以下几种:馅料炼制过程中冷却时间过长,微生物极易生长,造成月饼霉菌超标;烘烤过程中,中心温度达不到 85 ℃,微生物灭菌不彻底容易产生霉变;在包装过程中,未彻底冷却即包装或冷却后未及时包装,都容易导致表面受污染从而产生霉变;从业人员、工具、包装材料等均是微生物污染源,运输过程中因破损等原因也易受微生物污染。可见,二次污染是月饼储藏过程中霉变的主要原因。因此,控制辐照前月饼霉菌等含量,使其符合本研究设定的初始卫生标准,可以从上述环节或途径采取措施。月饼辐照时机可选择在刚生产包装完毕立即进行,此时感染的霉菌等微生物最少。

本研究选用的月饼均是常温下贮藏的月饼,对于冰月饼或雪月饼等低温贮藏产品,没有进一步研究,因此本研究确定的辐照杀菌剂量仅限于常温储藏月饼产品。

从 20 世纪 90 年代开始,南京辐照中心就开始开展辐照月饼试验和研究。笔者在与部分月饼生产企业的合作研究中,发现 3 kGy 剂量辐照处理的月饼在卫生、感官、品质上均能达到厂商要求。近年来笔者采用 3 ~ 6 kGy 剂量辐照处理月饼原料的小试研究和中试生产,客户反映效果也较好。因此,采用该工艺辐照月饼成品也是可行的。

参考文献:

[1]4 种月饼存在严重质量问题[EB/OL]. [2014-04-22].

参考文献:

[1]汪劲式. 列当王国探奇[J]. 植物杂志,1995(1):29-31.  
[2]刘颖,齐艳春,任丽梅. 向日葵列当发生特点及防除对策[J]. 上海农业科技,2007(1):102.  
[3]江苏新医学院. 中药大辞典[M]. 上海:上海科学技术出版社,1979:8541.  
[4]刘晓林,赵秀香,魏颖颖,等. 向日葵列当粗提物对植物病原真菌的抑制作用[J]. 江苏农业科学,2008(3):104-105.  
[5]高昂,姚默,崔超,等. 列当属药理学研究概况[J]. 安徽农业科学,2011,39(33):20394-20395.  
[6]赵梦霞. 向日葵列当化学成分及其活性研究[D]. 哈尔滨:哈尔滨工业大学,2012.  
[7]曲正义,侯微,金银萍,等. 向日葵列当抗氧化活性研究[J]. 中药材,2010,33(11):1780-1782.  
[8]黄长权. 向日葵列当寄生机理的研究[D]. 哈尔滨:东北农业大学,2012.  
[9]Sauerborn J, Buschmann H, Ghiasi K G, et al. Benzothiadiazole activates resistance in sunflower (*Helianthus annuus*) to the root-parasitic weed orobanche cuman[J]. Phytopathology, 2002, 92(1):59-64.  
[10]de Zelicourt A, Letousey P, Thoiron S, et al. Ha-DEF1, a sunflower defensin, induces cell death in *Orobanche* parasitic plants[J]. Planta, 2007, 226(3):591-600.  
<http://www.foods1.com/content/65230/>.  
[2]张凤娇,陈斌,郭亚萍,等. 辐照对月饼卫生和品质的影响[J]. 核农学报,2007,21(1):52-55.  
[3]蒋予箭,卫雅芳. 广式月饼的辐照保鲜[J]. 食品工业,2001(6):21-23.  
[4]邹伟民,郑世火,曹静,等. 广式月饼辐照防霉变质研究[J]. 核农学报,1999,13(2):48-50.  
[5]王艳燕,周登仁,庄子慧. 2001—2008 年海口市月饼微生物学检测结果分析[J]. 中国卫生检验杂志,2010,20(9):2303-2304.  
[6]刘惠敏,李军,周奉昌. 月饼中霉菌污染状况及菌相分布[J]. 海峡预防医学杂志,2001,7(6):59-60.  
[7]刘咏红,张群. 湖南省月饼卫生质量现状分析及其应对措施[J]. 湖南农业科学,2009(1):92-94.  
[8]张建华. 郑州市月饼卫生检测 5 年结果分析[J]. 现代预防医学,2011,38(3):574-575.  
[9]丁鹏. 2010 年赣州市月饼中甜味剂、防腐剂检测结果的分析[J]. 化学工程与装备,2010(12):153-154.  
[10]张冠峰,林海,曹舜珊. 中山市中秋月饼卫生质量评价[J]. 职业与健康,2010,26(9):1010-1011.  
[11]王宁,孙婷,李世凯,等. 2010 年山东省部分地区销售的月饼卫生状况调查[J]. 预防医学论坛,2011,17(9):829-831.  
[12]Taipina M S, Garbelotti M L, Lamardo L C, et al. The effect of gamma irradiation on the nutritional properties of sunflower whole grain cookies[J]. Procedia Food Science, 2011, 1(1):1992-1996.  
[13]Galón I, García M L, Selgas M D. Effects of irradiation on hamburgers enriched with folic acid[J]. Meat Science, 2010, 84(3):437-443.  
[14]严建民,朱佳廷,冯敏,等. <sup>60</sup>Co-γ 辐照装置食品加工剂量监测规范[J]. 江苏农业科学,2012,40(11):264-266.