

紫外线照射处理对馒头品质及保质期影响研究

刘长虹*, 拱姗姗, 邵源, 屈凌波

(河南工业大学粮油食品学院, 郑州 450001)

摘要: **目的** 研究紫外线照射处理的方法对馒头品质及保质期的影响。**方法** 通过对馒头进行感官评价确定馒头的品质, 通过测定馒头表面的微生物数量确定馒头的保质期。**结果** 紫外线照射时间和紫外照射灯管数能够明显延长馒头的保质期。在紫外线照射时间 7 s, 紫外灯管数 3 根, 紫外照射距离为 5 cm 时, 微生物生长受到明显抑制, 馒头的保质时间从 20 h 延长至 40 h, 而且对馒头的感官评价基本没有影响, 具有良好的安全性。

结论 紫外线照射处理对馒头的品质影响较小, 但能够明显延长馒头的保质期。

关键词: 馒头; 紫外线照射处理; 保质期; 品质

Effects of ultraviolet irradiation treatment on the quality and shelf life of steamed bread

LIU Chang-Hong*, GONG Shan-Shan, SHAO Yuan, QU Ling-Bo

(College of Food Science and Technology, Henan University of Technology, Zhengzhou 450001, China)

ABSTRACT: Objective To study the influence of UV irradiation on the shelf life and quality of steamed bread. **Methods** The quality of steamed bread was determined by sensory evaluation and the shelf life of steamed bread was obtained by measuring the number of microorganisms on steamed bread surface. **Results** When the irradiation time was 7 s, the amount of UV light tube was 3, and irradiation distance was 5 cm, microorganism growth was obviously inhibited and the shelf life of steamed bread extended from 20 h to 40 h. Moreover, sensory score of steamed bread had no obvious changes. **Conclusion** Ultraviolet irradiation treatment has little impact on the quality of steamed bread, but it can significantly extend the shelf life of steamed bread.

KEY WORDS: steamed bread; ultraviolet irradiation; shelf life; quality

1 引言

馒头生产正在由手工生产向工业化生产转变。如何使馒头在保持风味口感的基础上, 有效地延长它的保质期和保存期, 是目前制约馒头工业化生产最大的问题。因此, 使馒头保质保鲜, 减少馒头腐败造

成的损失, 是面食工作者长期一来要解决的问题^[1,2]。

紫外线是通过破坏细胞中的 DNA 来达到消毒的目的, 具有广谱、方便且快速等特点^[3]。紫外线可以有效地对食品表面进行灭菌处理, 而且在照射灭菌过程中不会产生任何热量, 从而避免了使食品冷却的过程, 节省了时间。紫外线杀菌属于纯物理消毒

基金项目: 十二五国家科技支撑计划项目(2012BAD37B04)

Fund: Supported by National Science and Technology Support Program (2012BAD37B04)

*通讯作者: 刘长虹, 教授, 主要研究方向为食品资源开发与利用。E-mail: liuzzit@126.com

*Corresponding author: LIU Chang-Hong, Associate Professor, College of Food Science and Technology, Henan University of Technology, No. 100, Lily Street, High-tech Industrial Development Zone, Zhengzhou 450001, China. E-mail: liuzzit@126.com

方法, 无二次污染^[4], 是一种绿色的杀菌方法。同时, 紫外线杀菌也是容易实现的富有潜力的杀菌方法^[5,6]。但紫外线对人的皮肤和眼睛都有较大的损害, 如果使用不当, 会造成危害^[7]。本文主要采用紫外线照射处理方法研究紫外线对馒头品质及保质期的影响, 研究紫外线杀菌效果与其照射强度、照射时间的关系, 找到合适的加工工艺条件。

2 材料与方 法

2.1 材 料

金苑特一粉(不含任何添加剂): 郑州金苑面粉有限公司; 高活性干酵母(低糖): 湖北安琪酵母股份有限公司; 自来水: 郑州民用自来水公司提供。

2.2 主要仪器设备

LRH-250A 生物培养箱: 广东省医疗器械厂; CRDX-280 型电热手提式灭菌消毒器: 上海申安医疗器械厂; 电热鼓风干燥箱: 南京沃环有限公司; JMTY 馒头体积测定仪: 上海能共实业有限公司; PL-STUV9w 紫外灯: 飞利浦电子有限公司。

2.3 试验方法

2.3.1 馒头的制备

一次发酵法制作馒头工艺流程: 面粉、辅料→和面→轧面→成型→醒发→汽蒸→成品。

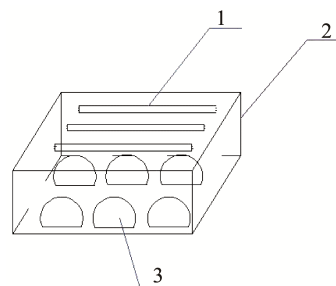
具体操作如下: 称取 500 g 面粉, 加入 4 g 酵母和 225 mL 水, 在 80 r/min 的立式搅拌机中搅拌 20 min, 然后取出压面 15 次, 分割成每块 60 g 左右的馒头坯, 成型后置 35~38 °C、相对湿度为 80%~85% 的条件下醒发 25 min, 于蒸锅大火汽蒸 35 min 后取出, 室温冷却 45 min 紫外照射处理、静置后包装。24 h 后复蒸馒头, 冷却 10 min 并对其进行感官评价。馒头保质期结束时测定微生物指标。

2.3.2 馒头的紫外照射处理方法

试验主要针对流水线设计, 用于生产线上馒头包装。在包装传送带上加装自制密封箱体、紫外灯及紫外灭菌灯罩, 在箱体内两排放置 6 个馒头, 在箱体内部和两侧分别放置紫外灯。紫外灯距离馒头顶端 5 cm。包装装置如下图所示。

2.3.3 馒头的储藏条件

高温自封袋袋装(无透气孔): 温度为 28 °C, 湿度为 60%。



1: 紫外灯 2: 密封箱 3: 馒头

图 1 包装装置

Fig. 1 Packaging equipment

2.3.4 馒头保质期的判断标准

馒头蒸制后在室温下冷却 1 h 开始计时, 至馒头出现白色、灰白色、灰色、绿色、黑色等霉点或气味出现异常的时间为保质时间。

2.3.5 馒头比容的测定

馒头体积的测定采用菜籽置换^[8], 具体方法参照 GB/T21118-2007《小麦粉馒头》^[9,10]。

2.3.6 馒头的感官评价

馒头评分一般采用感官评价的方法, 采用 6 人品尝、分别评分、取平均值的方法。感官评分总分为 100, 对馒头表面色泽结构、内部结构、弹韧性、粘性和口味方面进行感官评价的方法, 具体评价标准如表 2~4。

表 1 馒头感官及品尝评价标准

Table 1 The tasting evaluation criteria of steamed bread

项目	分数	评分标准
比容	15	比容值 ≥ 2.3 得满分 15 分; 比容值 ≤ 1.0 得最低分 2 分; 比容值 2.3~1.0 之间, 每下降 0.1 扣 1 分。
表面色泽	10	乳白且有光泽: 8~10 分; 洁白或者微黄: 6~8 分; 灰暗: 1~6 分。
表面结构	10	表面无气泡、暗斑, 光滑: 9~10 分; 表现微皱, 轻微收缩: 7~9 分; 皱缩塌陷、发硬、烫斑~7 分。
外观形状	10	挺立: 8~10 分; 微塌: 6~8 分; 扁平或不对称: 1~6 分。
内部结构	15	纵面气孔细小均匀: 12~15 分; 中等: 9~12 分; 气孔较大不均匀: 1~9 分。
弹韧性	15	回弹快、复原好、压 1/2 以上: 12~15 分; 回弹弱或不回弹, 压 1/4 以上: 9~12 分; 按压困难、几乎不会弹: 1~9 分。
粘性	10	不粘牙: 8~10 分; 中等: 6~8 分; 稍粘或粘: 1~6 分。
口味	15	闻有麦香、咀嚼稍有甜味: 12~15 分; 中等: 9~12 分; 有异味: 1~9 分。

2.3.7 馒头菌落总数的测定

参照 GB4789.2-2010^[11]测定, 采用简单的营养琼脂培养基即可。

2.3.8 馒头霉菌总数的测定

参照 GB4789.15-2010^[12]测定, 采用孟加拉红培养基法测定。

2.3.9 馒头大肠杆菌数的测定

参照 GB4789.3-2010^[13]测定, 采用制片快速检测法。

2.3.10 实验设计

蒸制好的馒头在室温条件下, 冷却 45 min 后, 分别采用紫外线不同照射量处理馒头, 选择同样功率的灯管数(1 根, 3 根, 5 根, 7 根), 排成一排, 置于馒头上方处理馒头, 得到理想紫外线照射量。同样, 采用五种不同处理时间(1 s, 3 s, 5 s, 7 s, 9 s)处理馒头, 得到理想紫外线照射时间。最后将两种因素综合对馒头进行紫外线灭菌处理方式的验证试验, 进行平行实验并和空白试验进行对照。

3 结果与分析

3.1 紫外线照射量对馒头品质和保质期的影响

由图 2 和表 2 可知, 首先, 当紫外线灭菌照射时间为 5 s, 照射距离为 5 cm 时, 随着紫外线照射量的增加, 馒头的存放时间呈现先增加后平稳的趋势。这是因为紫外线是范围较广的杀菌辐射射线, 对很多容易导致食品变质的微生物包括细菌、霉菌、酵母菌都有很好的灭菌效果。在紫外线照射过程中, 馒头表面所接触的微生物细胞内的 DNA 或者 RNA 结构受到破坏, 失去繁殖能力^[14]; 而且紫外线在照射过程

中也会产生少量的臭氧, 臭氧在浓度非常低的时候都能保持很好的杀菌效果, 它能破坏微生物细胞壁, 迅速杀死微生物。另一方面, 紫外线照射处理后的馒头的感官评价分数都很高, 基本都能保持在 90 分, 说明紫外线照射量对馒头的感官指标和食用指标都没有明显影响。紫外线照射灯管数为 3 时, 就能将馒头的保质期延长至 40 h 左右, 随后再增加紫外线照射灯管数, 馒头的保质期并没有继续增加。灯管数合适时, 可以在不同角度照射馒头, 辐射的量也会较合适^[15]。过多灯管, 一些排列离馒头较远, 辐射会减弱。而且从使用成本和实施难易程度考虑, 选择馒头紫外线照射灯管数为 3。

3.2 紫外线照射时间对馒头品质和保质期的影响

由图 3 和表 3 可知, 首先, 当紫外线照射灯管数为 3, 照射距离为 5 cm 时, 随着紫外线照射时间的增加, 馒头的存放时间还是有比较明显的增加趋势。这

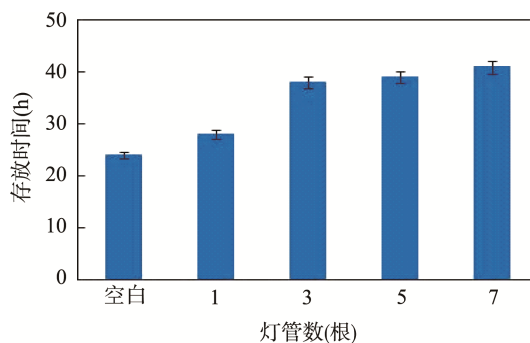


图 2 不同紫外线照射量对馒头保质期的影响

Fig. 2 The influence of different UV exposure on steamed bread's shelf life

表 2 不同紫外线照射量对馒头品质的影响

Table 2 The influence of different UV exposure on steamed bread's quality

紫外灯管数(根)	馒头感官及品尝评分										微生物检测			
	比容	表面	色泽	表面	结构	外观	形状	内部	结构	弹性	粘性	口味	总分	菌落总数 (个/g)
空白	14.5±0.35 ^a	9.5±0.27 ^a	9.3±0.29 ^a	9.2±0.16 ^a	13.8±0.25 ^a	13.5±0.22 ^a	9.0±0.08 ^a	13.5±0.18 ^a	93.5	5.1E+4	260			
1	14.4±0.30 ^a	9.3±0.24 ^a	9.3±0.32 ^{ab}	9.4±0.19 ^a	13.5±0.24 ^a	13.4±0.19 ^b	9.4±0.05 ^b	13.0±0.21 ^b	92.7	4.6E+6	220			
3	14.6±0.30 ^b	9.2±0.27 ^b	9.2±0.26 ^b	9.5±0.14 ^{ab}	13.1±0.21 ^{ab}	13.6±0.17 ^b	8.3±0.03 ^b	14.5±0.19 ^b	91.5	3.7E+7	180			
5	14.5±0.27 ^{ab}	9.5±0.36 ^b	9.5±0.27 ^b	9.0±0.22 ^{ab}	13.0±0.25 ^{ab}	12.8±0.18 ^{ab}	8.5±0.05 ^b	14.1±0.22 ^{ab}	90.9	5.5E+5	330			
7	13.6±0.36 ^a	9.2±0.34 ^b	9.3±0.31 ^{ab}	9.0±0.26 ^a	13.5±0.22 ^b	12.5±0.18 ^a	9.2±0.07 ^b	13.0±0.25 ^a	90.1	4.1E+6	260			

注: 同一列中的不同英文字母表示在 0.05 水平上的差异显著性。

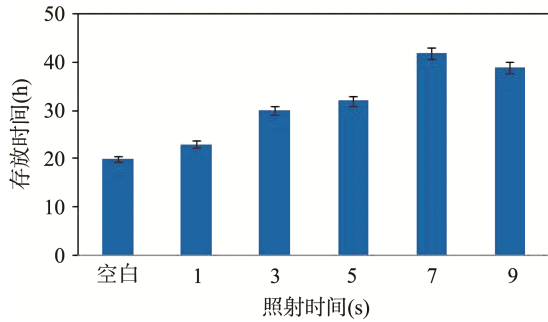


图 3 不同紫外线照射时间对馒头保质期的影响
Fig. 3 The influence of different UV irradiation time on steamed bread's shelf life

可能是因为微生物所接收到的紫外线照射时间决定了其灭活的程度。不同的微生物种类对相同紫外线照射时间的响应是不同的。紫外照射的时间存在极限,也就是说加大照射时间也不能够改善消毒效果。用紫外线杀菌灯实现馒头杀菌的目的,是利用了其有利的一面。如果照射过度,会造成能源浪费,紫外线可使空气形成臭氧,浓度过高会对人体产生危害。但如果微生物没有接收到足够的紫外照射剂量,有些微生物受到紫外线照射后可以修复其受到的损伤。大量的研究表明,病毒本身没有修复能力;有些细菌具有修复能力,受到的紫外照射时间越长,其修复能力越低。只有时间设计适当,才可完全去除或有效地抑制这些微生物的修复能力^[16]。其次,紫外线照射处理后的馒头的感官评价分数都很高,基本都能保持在 90 分,说明紫外线照射对馒头的感官指标和食用指标

都没有明显影响。紫外线照射时间 7 s 时,就能将馒头的保质期延长至 40 h 左右,紫外线灭菌处理的优点是安全性高,对馒头没有感官的影响,不会影响馒头的食用。紫外线能延长馒头保质期说明紫外辐照以及产生的少量的臭氧都能起到一定灭菌的效果^[17]。综上考虑,选择紫外线灭菌照射时间为 7 s。

3.3 最优紫外线灭菌处理方式的验证实验

由表 4 可以看出,紫外照射处理方式为紫外线照射时间 7 s,紫外灯管数为 3,紫外照射距离为 5 cm 时的平行实验一、二都可以将馒头保质时间延长至 36 h 左右,较之空白实验的存放时间 24 h 保质效果有显地提高。两组实验组的感官评分都能达到 90 以上,馒头感官指标都很好,与空白试验组没有明显差异。由三组实验测得的霉菌菌落数和菌落总数可以看出,该最优紫外线照射处理方式能够明显延长馒头保质期,抑制馒头中微生物的滋生。

3.4 生产线可行性分析

紫外线属于一种光谱杀菌射线,可以在极端的时间内杀死很多微生物,虽然穿透力弱,但是馒头在蒸制冷却后能被污染的也是外表,因此紫外线照射非常适合应用在馒头包装前的短时间照射^[18]。

考虑到紫外灯是架在包装机传送带上,尺寸不大,照射应用时间较短,加之上文讨论的实验结果,需要安装的紫外灯功率需要大一些,不产生臭氧,可以使短时间内对馒头表面有好的杀菌效果。紫外灯罩主要的作用是将馒头在运输包装时与外界隔离,保

表 3 不同紫外线照射时间对馒头品质的影响
Table 3 The influence of different UV irradiation time on steamed bread's quality

照射时间(s)	馒头感官及品尝评分													微生物检测	
	比容	表面	色泽	表面	结构	外观	形状	内部	结构	弹性	粘性	口味	总分	菌落总数 (个/g)	霉菌数 (个/g)
空白	14.5±0.37 ^a	9.5±0.25 ^a	9.5±0.33 ^a	9.5±0.14 ^a	13.8±0.06 ^a	13.5±0.21 ^a	9.0±0.06 ^a	13.5±0.24 ^a	93.8	6.3E+4	220				
1	14.5±0.33 ^a	9.5±0.28 ^a	9.5±0.40 ^b	9.5±0.17 ^{ab}	13.6±0.12 ^b	13.3±0.27 ^a	9.0±0.13 ^b	13.3±0.19 ^a	93.2	6.3E+4	220				
3	14.4±0.37 ^a	9.5±0.24 ^a	9.5±0.31 ^{ab}	8.9±0.22 ^b	13.0±0.09 ^b	13.4±0.32 ^a	9.4±0.11 ^{ab}	13.0±0.15 ^{ab}	92.1	7.6E+6	180				
5	14.6±0.35 ^a	9.5±0.30 ^b	9.5±0.36 ^b	8.5±0.19 ^b	13.1±0.07 ^{ab}	13.6±0.25 ^a	8.3±0.09 ^b	14.5±0.18 ^b	91.6	5.2E+3	190				
7	14.5±0.27 ^b	8.8±0.22 ^b	8.8±0.31 ^b	9.0±0.15 ^{ab}	13±0.08 ^b	13.5±0.23 ^a	8.5±0.12 ^b	14.1±0.15 ^b	90.2	7.9E+2	230				
9	13.6±0.38 ^b	8.5±0.28 ^{ab}	8.6±0.39 ^{ab}	9.0±0.20 ^a	13.5±0.11 ^b	12.5±0.21 ^b	9.2±0.15 ^b	13.0±0.21 ^{ab}	88.6	4.1E+6	260				

注: 同一列中的不同英文字母表示在 0.05 水平上的差异显著性。

表4 最优紫外线灭菌处理方验证实验
Table 4 The optimal UV sterilization treatment verification experiment

	感官评分	保质时间(h)	菌落总数(个/g)	霉菌数(个/g)	大肠菌群(个/100 g)
空白组	92.5	24	2.4E+5	220	< 10
实验一	93.6	36	3.7E+4	280	< 10
实验二	91.1	38	4.7E+2	190	< 10

持一个较为密闭的空间,这样可以使紫外灯更好的起到灭菌抑菌的作用,因此灯罩尺寸应该尽量贴合馒头包装传送带,保持一个较为狭小的空间。为了使在包装过程中的馒头能够保证较好的品质和较长的保质期,尽量将紫外灯安装在灯罩的顶部,并且使紫外灯处于的所设计灯罩的中部位置,这样既可以保证馒头在灯罩中与紫外灯照射有比较均匀和面积较大的接触面,而且也会较好的保证操作工人的安全,不会造成对工作人员的伤害。密封箱体能过防止紫外线外泄,进一步保护工作人员的安全。经过紫外线照射处理,馒头可以明显延长保质期。

4 结论

紫外线照射时间和紫外照射灯管数能够明显增加馒头的保质期,而且这两者对馒头的感官评价基本没有影响,具有良好的安全性。通过单因素实验,选择最优紫外线照射综合处理方式:当紫外灯的照射距离为5 cm,紫外线照射时间为7 s,紫外灯管数为3根时效果最好。

参考文献

- [1] 陈绍军. 馒头及发酵食品起源问题的再认识[J]. 农业考古, 1995, (3): 218-220.
Chen SJ. Rethinking the origin of steamed bread and fermented food [J]. Agric Archaeol, 1995, (3): 218-220.
- [2] 徐兆飞. 小麦品质及其改良[M]. 北京: 气象出版社, 2000.
Xu ZF. Wheat quality and improvement [M]. Beijing: Meteorological Press, 2000.
- [3] 杨茜. 紫外线杀菌灯的技术及应用[J]. 灯与照明, 2005, 30(2): 49-53.
Yang Q. Technology and application of ultraviolet germicidal lamp [J]. Lamps and Lighting, 2005, 30(2): 49-53.
- [4] 林文庭. 紫外线杀菌在食品工业中的应用 [J]. 福建轻纺信息, 1994, (08): 3-6.
Lin WT. The application of ultraviolet sterilization in food industry [J]. Light Textile Ind Fujian, 1994, (08): 3-6.
- [5] 王玲, 徐燕, 谈智, 等. 新标准紫外线杀菌灯对微生物杀灭效果的试验观察[J]. 中国消毒学杂志, 2005, 25(03): 253-255.
Wang L, Xu Y, Tan Z. Experimental observation of the new standard on the Germicidal of UV germicidal lamp [J]. Chin J Disinfection, 2005, 25 (03): 253-255.
- [6] 张昕, 范立英. 紫外线杀菌机理及在食品工业中应用[J]. 吉林粮食高等专科学校学报, 1996, (01): 23-25.
Zhang X, Fan LY. Mechanism and Application of UV disinfection in the food industry [J]. J Jilin Grain Coll, 1996, (01): 23-25.
- [7] 葛容, 叶惠静. 浅谈紫外线杀菌灯的功能与应用[J]. 中国照明电器, 2006, (11): 8-9.
Ge R, Ye HJ. Talking about functions and applications of UV germicidal lamp [J]. China Light & Lighting, 2006, (11): 8-9.
- [8] 杨键, 赵康, 周君华. 面团 pH 对馒头膨松效果的影响[J]. 食品工业科技, 2002, 23(8): 28-29.
Yang J, Zhao K, Zhou JH. Influence of pH on the steamed bread dough leavening effect [J]. Sci Technol Food Ind, 2002, 23(8): 2-29.
- [9] GB/T 21118-2007 小麦粉馒头[S].
GB / T 21118-2007 Wheat flour bread [S].
- [10] 刘长虹. 馒头的品质评价体系及方法[J]. 粮食与食品工业, 2008, 15(01): 4-6.
Liu CH. Quality Evaluation System and Method of steamed bread [J]. Cereal Food Ind, 2008, 15 (01): 4-6.
- [11] GB 4789.2-2010 食品微生物学检验 菌落总数测定[S].
GB 4789.2-2010 Food microbiology test Determination of the total number of colonies [S].
- [12] GB 4789.15-2010 食品微生物学检验 霉菌和酵母计数[S].
GB 4789.15-2010 Food microbiology test Mold and yeast count [S].
- [13] GB 4789.3-2010 食品微生物学检验 大肠菌群计数[S].
GB 4789.3-2010 Food microbiology Test coliform count [S].
- [14] 迟鹤, 纪双娜. 紫外线杀菌灯的使用[J]. 品牌与标准化, 2010,

- (8): 42.
Chi H, Ji SN. Applications of UV germicidal lamp [J]. Brand & Standardization, 2010, (8): 42.
- [15] 王霜英. 紫外线杀菌灯在食品行业中应用与选择[J]. 山西食品工业, 1999, (03): 42-43.
Wang XY. Application and selection of UV germicidal lamp in the food industry[J]. Food Eng, 1999, (03): 42-43.
- [16] 张辰, 张欣, 吕东明, 等. 紫外线消毒的理论研究[J]. 给水排水, 2004, 30(01): 21-24.
Zhang C, Zhang X, Lv DM, *et al.* Theoretical studies of UV disinfection [J]. Water & Wastewater Eng, 2004, 30 (01): 21-24.
- [17] Cabaj A, Sommer R, Pribil W, *et al.* What means dose in UV disinfection with medium pressure lamps[J]. Ozone Sci Eng, 2001, 23: 239-244.
- [18] Linden KG, Darby JL. Estimating effective germicidal dose from medium pressure UV lamps[J]. J Environ Eng, 1997, 123(11): 1142-1149.

(责任编辑: 赵静)

作者简介



刘长虹, 教授, 主要研究方向为食品资源开发与利用。
E-mail: liuzzit@126.com

“食品贮藏与保鲜”专题征稿

随着人们生活水平的提升, 消费者对食品的质量与安全性的要求也越来越高, 今天的消费者不仅要求食品新鲜, 而且要求食品保持原有的天然风味和营养结构, 因此如何再延长食品贮藏期的同时, 保持食品原有风味, 降低能耗, 已成为人们研究的重点。

鉴于此, 本刊特别策划了“食品贮藏与保鲜”专题, 由渤海大学的冯叙桥教授担任专题主编, 围绕食品贮藏保鲜工艺研究、食品贮藏保鲜新技术进展(如栅栏技术、生物酶技术、可食性包装膜、超高压等)、食品贮藏保鲜机制分析等或您认为本领域有意义的问题进行论述, 计划在 2014 年 12 月份出版。

本刊编辑部和冯教授欢迎各位专家为本专题撰写稿件, 以期进一步提升该专题的学术质量和影响力。综述、实验报告、研究论文均可, 请在 2014 年 11 月 15 日前通过网站或 E-mail 投稿。我们将快速处理并优先发表。

投稿方式:

网站: www.chinafoodj.com

E-mail: tougao@chinafoodj.com

《食品安全质量检测学报》编辑部