

食用明胶辐照杀菌工艺研究

傅俊杰 沈伟桥 史建君

(浙江大学原子核农业科学研究所 杭州 310029)

摘要 研究了食用明胶辐照杀菌工艺、剂量均匀性、堆码高度以及粘度与剂量的关系。结果表明,剂量均匀性与堆码高度和产品转向有着密切关系。粘度与剂量呈负相关,杀菌效果与剂量呈正相关,堆码高度 H 与源心离货物堆码位置的距离 R 应符合 $H=R$ 的规律,提出了适宜杀菌剂量为 $3\sim 5$ kGy。

关键词 杀菌, 剂量, D_{10} 值, 粘度

中图分类号 TS205.9

明胶是一种从动物的皮或骨头中提取出来的蛋白质,均由 18 种氨基酸组成。无色或略带淡黄色,无味、无臭、无挥发性、透明而坚硬的非结晶物质,应用于食品、医药和食品添加剂中。由于明胶在生产加工过程中受环境和生产条件的限制,微生物污染是较为突出的问题,传统的杀菌方法采用高温和化学熏蒸,此法的缺点是在操作过程中有一定量的水蒸汽被明胶吸收,造成明胶水分超标,达不到部颁标准规定的要求^[1,2]。采用⁶⁰Co γ 射线辐射杀菌,可有效地杀灭产品中的病原微生物,随之带来的负效应是产品的粘度下降,造成等级降低。本研究的关键是控制辐照杀菌剂量、产品吸收剂量均匀性和堆码高度。这样可有效地缓解粘度下降,现已实际应用到商业化辐照加工中。

1 材 料 和 方 法

1.1 试验材料

杭州营养源厂生产的食用明胶,外观为淡黄色或黄色细粒、分子量约 55000,恩氏粘度在 11°E 以上,产品内层用聚乙烯(PE)袋包装,外层用编织袋复合包装,每袋 25 kg。

1.2 辐照装置

浙江大学辐照中心⁶⁰Co 辐射源,源架为花篮结构,放射性活度为 3.17PBq ,辐射源中心离地面 50 cm,常温条件下辐照,明胶的杀菌剂量设 0、2、3、4、5、6、8 kGy。

1.3 剂量场测量

剂量场标准点由中国计量院用 Fricke 剂量计标定,每年进行 2 次丙氨酸剂量计(NDAS)传递比对,工作剂量用重铬酸银剂量计测定产品的吸收剂量。

1.4 品质检验

利用凯氏定氮法,原子吸收、高压液相和恩氏粘度计测定蛋白质、氨基酸、微量元素和粘度,理化指标依据 GB6783-94 规定的方法检测。

国家科技部“九五”攻关项目(96-B12-02)资助

第一作者:傅俊杰,男,1954 年出生,1980 年毕业于中国科学技术大学,副教授,辐射化学专业,从事农副产品辐照加工贮藏保鲜和辐照加工工艺研究

收稿日期:初稿 2000-05-09, 修回 818.05 2000-06-28

1.5 微生物检验

微生物检验 参照《食品卫生微生物学》GB4789, 2-3 检验。

2 结果和讨论

2.1 剂量场分布测定^[3]

2.1.1 标准点剂量测定 标准点设在辐照场中(源心离堆码位置的距离 $R = 1.17\text{ m}$, 堆码高度 $H = 0.12\text{ m}$)的固定位置, 将剂量计置于有机玻璃水模体($0.3 \times 0.3 \times 0.3\text{ m}$)中, 进行 7 次不同时间的辐照。以辐照时间和对应的吸收剂量进行线性回归拟合, 其斜率即为该点的吸收剂量率, 该点固定位置用于 NDAS 剂量比对, 同时也进行日常的定期剂量监测。

2.1.2 辐照场空间吸收剂量分布 对 $R = 0.5, 1.0, 1.5\text{ m}$, $H = 0$ 的角向分布以及 $R = 1.0, 1.5, 2.0\text{ m}$, 5 个不同高度的空间吸收剂量分布进行了测定, 结果见图 1 和图 2。从图 1 可看出, $R = 0.5, 1.0, 1.5\text{ m}$ 位置的不均匀度分别为 1.07、1.04、1.04, 证明辐照场剂量分布是均匀的。从图 2 可看出, 源中心离地面高度 0.5 m 处剂量值最大, $R = 1.5\text{ m}$ 时, 高度在 $0 - 1.0\text{ m}$ 范围内, 剂量不均匀度 $U = 1.1$; $R = 2.0\text{ m}$ 时, 高度在 $0 - 1.0$ 范围内, 不均匀度 $U = 1.08$, 高度在 $0 - 2\text{ m}$ 之间时, 不均匀度 $U = 1.7$ 。从 2 个曲线图中分析和日常工作经验得出, R 越小, 不均匀度越差, R 越大, 不均匀度越好。花篮式结构的钴源装置在日常的辐照加工时, 堆码高度应符合 $H = R$ 的关系式。

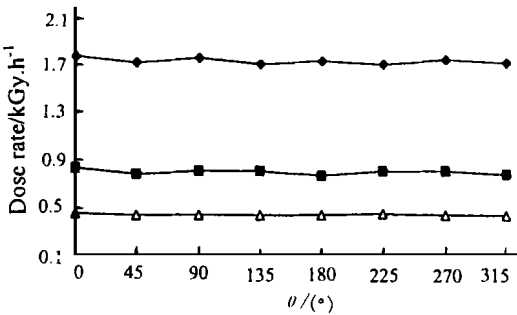


Fig. 1 The dose rate distribution of angular direction
◆0.5 m, ■1m, △1.5m

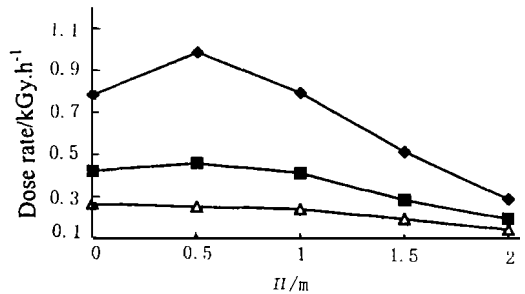


Fig. 2 The dose rate distribution of perpendicular direction
◆1m, ■1.5m, △2m

2.2 产品箱内剂量分布

标准点的剂量测量在有机玻璃水模体中进行, 它只能代表该点水中的吸收剂量, 因水和明胶的密度不相仿, 在日常辐照加工中, 为了求得产品实际的吸收剂量和剂量均匀性, 一般情况下, 大多数采用单只辐照箱内放 27 只剂量计进行剂量测定^[3], 该方法对商业化加工时的剂量均匀性有一定误差。本试验按照辐照加工时的实际堆码高度进行剂量测试。明胶产品通常用编织袋包装, 每袋 25kg, 成品袋的尺寸为 $0.6\text{ m} \times 0.4\text{ m} \times 0.25\text{ m}$, 堆码高度为 6 包, 约 1.5 m , 堆码中心离源心 1.2 m (袋前 1.0 m , 袋后 1.4 m), 每包中心、前、后各放 2 支重铬酸银剂量计, 3 个堆码, 同一辐照时间, 辐照 $1/2$ 剂量时, 按实际辐照工艺进行反向(见图 3)。测试结果表明, 产品中心不均匀度 $U = 1.03$, 产品前后不均匀度 $U = 1.13$, 前后与中心剂量不均匀度 $U = 1.38$, 符合辐照加工剂量不均匀度要求^[4]。

2.3 D_{10} 值的确定

微生物的辐射抗性通常用 D_{10} 值来表示^[8]，以此作为选择合适杀菌剂量的重要参数。一般微生物与辐照剂量的关系遵循如下公式

$$D = D_{10} \lg(N_0/N)$$

式中, D 为产品辐照杀菌吸收剂量, N_0 为初始带菌量, N 为辐射杀菌后微生物存活数。不同类别的产品初始带菌量不同, D_{10} 值也不同。利用 D_{10} 值可快速准确地确定杀菌剂量, 将试验所得出的各种杀菌数据, 根据回归方程 $N = N_0 \times 10^{KD}$ 进行拟合, 即 $\lg N = \lg N_0 + KD$ 处理, 计算出各种参数, 从而可得出产品的适宜辐照杀菌剂量。大肠菌群 $D_{10} = 1.34 \text{ kGy}$, $D = 2.38 \text{ kGy}$ 。细菌总数; $D_{10} = 1.96 \text{ kGy}$, $D = 3.17 \text{ kGy}$, 从而可得出适宜的辐照杀菌剂量为 3.5 kGy 。

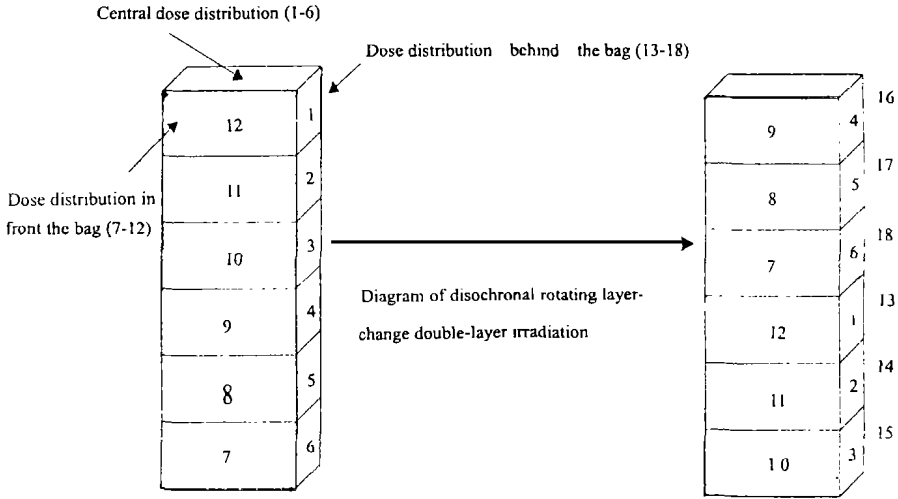


Fig.3 The irradiation dose distribution in the bag

2.4 辐照杀菌效果

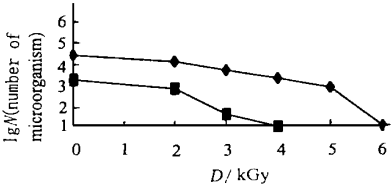


Fig.4 The results of irradiation sterilization of edible gelatin

◆ Total number of bacteria, ■ E. coli colong

为了求得明胶辐照杀菌适宜剂量, 试验设定了 7 组辐照剂量, 辐照杀菌效果见图 4。由图 4 可以看出, 明胶的初始含菌量较高, 经 3 kGy 剂量辐照后使细菌总数减少了 84%, 5 kGy 时减少了 97%, 随着辐照剂量的增加, 杀菌效果显著。根据 GB6783-94 标准, 细菌总数小于 10^3-10^4 个/g, 大肠菌群每 100g 小于 30 个规定, 因此辐照杀菌剂量可控制在 3.5 kGy 范围内。

2.5 辐照剂量与粘度

食用明胶杀菌的技术关键是控制明胶的粘度, 粘度下降率与初始粘度的高低有着密切关系, 本试验明胶的初始粘度为 $11.50^\circ E$ 。由图 5 可看出, 明胶的粘度随着辐照剂量的增加而下降, 在 3-5 kGy 剂量范围, 粘度下降 23% 左右, 在 6 kGy 以上, 粘度下降率较大, 与对照相比下降了 55%, 说明粘度与贮藏期没直接关系。

2.6 品质分析

试验选用 4 kGy 和 8 kGy 两种剂量辐照处理的食用明胶, 经过仪器分析得出, 氨基酸总含

量比对照略有增加,微量元素和粗蛋白的含量没有明显变化,分析结果见表 1 和表 2。

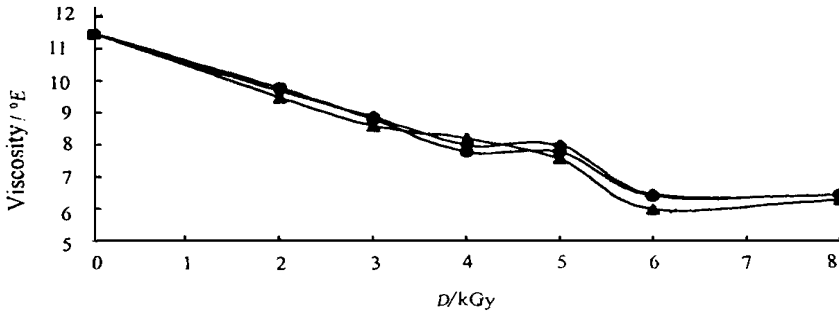


Fig.5 The relationship between the sterilization dose and the viscosity

● 0d, ◆180d, ▲360d

Tab.1 The amino acid content in the edible gelatin treated with different irradiation doses (%)

Amino acid	Irradiation dose/kGy		
	CK	4	8
Asp	.51	1.71	1.66
Ser	2.75	2.99	2.88
Glu	8.57	8.61	8.68
Gly	20.68	20.98	20.59
Ala	8.01	8.04	7.81
Cys	Trace	Trace	Trace
Val	2.52	2.39	2.07
Met	0.71	0.68	0.79
Ile	1.35	1.28	1.22
Leu	3.35	2.93	2.92
Tyr	0.46	0.59	0.55
Phe	1.07	1.93	1.69
His	12.47	13.83	12.74
Lys	7.23	7.03	6.59
Arg	9.86	8.23	12.17
Total amount	85.88	86.17	87.46

Tab.2 Crude protein and microelement content in the edible gelatin treated with different irradiation doses (mg/kg)

Irradiation dose/kGy	Crude protein	P	Testing items				
			Ca/%	K	Fe	Mn	Pb
CK	89.78	94.6	0.40	65.5	66.5	7.8	0.7
4	90.07	98.6	0.38	68.3	75.5	8.1	0.9
8	91.37	100.3	0.39	58.3	77.9	8.4	0.9

3 结 论

⁶⁰Co γ 射线辐照明胶杀菌,影响产品主要因素是粘度,在商业化辐照杀菌过程中,主要技术关键要考虑产品的剂量均匀性和辐照工艺正确性以及杀菌剂量适宜性,可有效地减少粘度下降的技术难题。我们根据多年的实践和剂量测试结果分析,首次提出了贮源架为花篮结构,

在静态堆码辐照时,堆码高度可按 $H=R$ 操作。依据 $H=R$ 堆码方式,按图 3 方法进行翻向,产品上下的剂量不均匀性可控制在 $U=1.5$ 以内。明胶杀菌剂量控制在 $3-5$ kGy,表明最低有效剂量为 3 kGy,最高耐受剂量为 5 kGy,平均有效剂量在 $3.5-4$ kGy。明胶辐照杀菌程度与剂量呈正相关性,粘度与辐照杀菌剂量呈负相关性,粘度随剂量增加而降低,根据这一规律,辐照杀菌后明胶仍然要达到一级胶或二级胶的标准,(GB6783-94 规定,一级 10°E ,二级 8°E),必须考虑粘度下降率因素,才能有效地保证杀菌后明胶的等级。从营养成分而言,剂量达 8 kGy 对氨基酸、蛋白质等均无显著差异,本研究提出的适宜杀菌剂量与文献[5-7]吻合,在近 4 年的商业化辐照加工中,采用 $3-5$ kGy,明胶辐照杀菌是可行的。

参 考 文 献

- 1 Xu R, Liang Q H. The Gelatin Production and Application Techniques. Beijing: Chinese Light Industry Press, 1988
- 2 Food Additive Gelatine. Beijing: Chinese Standard Press, GB6783.94
- 3 JJG1028-91, Standard Method for Using the Silver Dichromate Dosimeter to Measure γ ray Absorbed Dose in Water. Beijing: Chinese Metrology Press
- 4 JJG 591-89. γ Ray Radiation Source for Radiation Processing. Beijing: Chinese Metrology Press
- 5 Gou Z X, Luo J Q, Yang B A *et al*. Henan Science, 1993, **11**(4): 299-307
- 6 Chen B X, Xie Z Z, Cao H. Jiangshu Agric Sci, 1993, **4**: 34-35
- 7 Li W H, Wang X L, Kui J L *et al*. Agric Sci, 1991, **3**: 80-82
- 8 Li C H. The Base Radiation Techniques. Beijing: Atomic Energy Press, 1988, **6**: 200-214

THE PROCESS STUDY ON EDIBLE GELATIN IRRADIATION STERILIZATION

FU Junjie SHEN Weiqiao SHI Jianjun

(Institute of Nuclear Agricultural Sciences, Zhejiang University, Hangzhou 310029)

ABSTRACT The process of edible gelatin irradiation sterilization has been studied. It concludes the dose relationship with dose heterogeneity, pile height and viscosity as well. The results demonstrated that the irradiation dose has negative correlation with viscosity, and positive correlation with sterilization effect, the dose heterogeneity, dose and the pile height should conform to $H=R$ law. this study recommend that the best sterilization dose is $3-5$ kGy.

KEYWORDS Sterilization, Dose, D_{10} value, Viscosity

CLC TS205.9