

大豆蛋白辐射杀菌工艺研究

朱军¹ 杨明成^{1,2} 陈海军¹ 李爱梅¹

¹(河南省科学院同位素研究所 郑州 450015)

²(郑州大学材料科学与工程学院 郑州 450052)

摘要 采用堆码方式和双源位辐射杀菌工艺,研究了大豆蛋白产品的剂量分布。将钴源先后提升至低位和高位进行一半剂量的产品辐照,产品换位后再如法辐照至设定剂量。检测分析了不同剂量对大豆蛋白卫生学质量、理化指标、功能性和感官等影响。结果表明:用此法进行3—5kGy辐照可达了大豆蛋白辐射杀菌目的,产品的个各项指标良好,也提高了辐射源的利用效率。

关键词 大豆蛋白,辐射杀菌,双源位辐照

中图分类号 TS205.9, TS214.2, TL99

大豆蛋白是以大豆或脱脂大豆为原料采用现代工艺技术制造的一类大豆新食品。具有较高的生物效价;蛋白含量高,居植物性食品之首,含有人体所必需的八种氨基酸且比例适当,具有较高的营养价值^[1-3]。另外,大豆蛋白还具有优良的吸水性、持油性、凝胶化性、分散性等功能特性,配用到各种食品中,可以增强食品的口感、风味,改善组织结构,提高营养价值、降低成本,广泛用于火腿肠、面包、冰淇淋、汤料、蛋糕、通心粉、保健食品、婴幼儿食品等产品的生产^[4,5]。由于大豆蛋白加工过程受原料、环境因素和生产条件的限制,微生物污染很难控制。 γ 射线辐射杀菌具有无残留、无污染、穿透力强等优点,受到人们的广泛关注。利用⁶⁰Co γ 射线辐照大豆蛋白,研究静态辐射堆码方式和辐射杀菌工艺对产品箱中剂量均匀性的影响,辐照对大豆蛋白卫生学质量、理化指标、功能性和感官等的影响,以确定大豆蛋白辐射杀菌工艺。

1 材料和方法

1.1 试验材料

大豆蛋白,安阳市启明星植物蛋白有限责任公司,呈微黄色粉末。每个样品净重1kg,聚乙烯薄膜封装,以10Gy/min剂量率辐照1kGy、3kGy、5kGy或7kGy,用重铬酸盐剂量计作剂量跟踪。

1.2 主要实验仪器及设备

752型紫外分光光度计、重铬酸盐剂量计、恒

温烘箱、水浴恒温培养箱、光学显微镜、电光分析天平、恒温水浴锅、高压灭菌锅、组织捣碎机、旋转粘度计,⁶⁰Co源活度为 7.4×10^{15} Bq。

1.3 大豆蛋白的理化指标检测

1.3.1 微生物检验 按GB4789.2—94、GB4789.3—94、GB4789.4—94、GB4789.10—94进行。蛋白质含量(干基),按GB/T 14771—1993进行;水分,按GB/T 14769—1993进行;脂肪,按GB/T 14772—1993进行;氨基酸,按GB/T 5009.124—2003进行;色氨酸,参照NY/T 57—1987进行。功能性测定参照任国谱等人的方法进行^[6]。

1.3.2 分散性测定 在冷、热状态下测定沉淀、结团程度和分散性。在80mL, 20℃或65℃水中加大豆蛋白粉0.8g,放置3s后振动烧杯3s,观察其状态。分散性:振动后烧杯里的蛋白立即分散为5,几乎不分散或粉体表面浮游的为1。沉淀:振动后放置5min,全部沉淀为1,不沉淀的为5。结团:振动之后观察溶液表面的粉体,结团很多为1,几乎无结团为5。

1.3.3 凝胶性测定 11g样品分散到70mL(2.5%)的NaCl溶液中,在组织捣碎机中均质(1200 r/min)2min,均质后放入烧杯,用保鲜膜封口,80℃水浴60min,水冷却至室温,置冰箱3h,取出凝胶物放在平皿内,观察凝胶性。

1.3.4 持水性测定 4.0g样品分散于70g水中,80℃水浴,60min,冷却至室温,3000 r/min离心10min,弃去上清液,擦干离心管内外壁所附着的

第一作者:朱军,男,1970年1月出生,1992年毕业于郑州工学院,副研究员,主要从事辐射加工技术应用研究

收稿日期:初稿 2005-10-10,修回 2005-12-30

水分,称沉淀重量。持水性(%)=(沉淀重量/样品重量)×100%。

1.3.5 持油性测定 4.0g 样品分散于 70g 大豆色拉油中,80℃水浴,60min,冷却至室温,3000r/min 离心 10min,弃去上清液,擦干离心管内外壁所附着的油脂和水分,称沉淀重量。持油率(%)=(沉淀重量/样品重量)×100%。

1.3.6 粘度的测定 9g 样品,分散到 70mL 蒸馏水中,组织捣碎机中均质 2min,80℃水浴 60min,冷却至 25℃,再次均质 2min,立即用旋转粘度计测定粘度。

1.3.7 感官指标 取 50g 以上试样置于白色洁净的瓷盘中,自然光线下用目测色泽;鼻嗅气味;品尝滋味。

2 结果与讨论

2.1 大豆蛋白辐射杀菌效果和 D_{10} 值的确定

为了求得大豆蛋白辐射杀菌适宜剂量,设定辐射剂量为 1、3、5、7kGy,辐射杀菌效果见表 1。由表 1 可知,大豆蛋白的初始含菌量较高,1kGy 辐照使菌落总数减了 44%,3kGy 减少了 93%,1kGy 杀菌效果越显著。由该辐照剂量与菌落总数存活率,可得大豆蛋白中菌落总数的 D_{10} 值为 2.71kGy, $D=2.92$ kGy。根据本单位制定的大豆蛋白企业标准,菌落总数≤10000 个/g、大肠菌群≤30 个/100g、致病菌(沙门氏菌、志贺化菌、金黄色葡萄球菌)不得检出的要求,因此辐射灭菌剂量必需超过 3kGy 时才能达到有效的杀菌效果。

Table 1 Results of radiation decontamination of the soybean protein product

Examine items	Absorbed dose / kGy				
	CK	1	3	5	7
Total number of bacteria (cfug ⁻¹)	1.2×10 ⁵	6.8×10 ⁴	8.6×10 ³	330	<10
Coliform bacteria (MPN/100g)	<30	<30	<30	<30	<30
Pathogenic bacteria	No				

2.2 辐射对大豆蛋白的理化指标的影响

大豆蛋白是低脂肪、高蛋白质含量的植物性蛋白,具有独特的营养价值。本文研究了吸收剂量对

大豆蛋白中蛋白质含量,脂肪含量和水分的影响,结果见表 2。

Table 2 Effect of absorbed dose on physical and chemical index of the soybean protein samples

Examine items	Absorbed dose/kGy				
	CK	1	2	3	7
Crude protein/%	51.90	51.74	51.83	53.67	52.51
Fat content/%	1.97	2.23	2.45	2.70	2.36
Moisture/%	7.74	8.30	8.62	9.00	8.76

由表 2 可以看出,大豆蛋白经过不同剂量辐照后,蛋白质(干基)含量无明显变化;水分含量的增加可能是在取样过程中样品吸收水分引起的;脂肪含量略有增加。大豆蛋白经适宜剂量辐照后,蛋白质(干基)、脂肪和水分含量能满足企业标准。

2.3 辐射对大豆蛋白中氨基酸含量的影响

大豆蛋白不仅蛋白质含量高,而且含有人体所必需的八种氨基酸,即缬氨酸、亮氨酸、异亮氨酸、苏氨酸、苯丙氨酸、色氨酸、蛋氨酸和赖氨酸。为了研究吸收剂量对大豆蛋白中氨基酸含量的影响,我们委托农业部农产品质量监督检验测试中心(郑州)进行了四组大豆蛋白的氨基酸含量分析,结果

见表 3。

由表 3 可知,大豆蛋白经过不同剂量辐照后,人体所必需的八种氨基酸含量无明显变化;5kGy 和 7kGy 两种剂量辐照处理的大豆蛋白氨基酸总含量比对照略有增加。

2.4 辐射对大豆蛋白感观的影响

大豆蛋白呈微黄色粉末,经过上述几组剂量辐照后,除 7kGy 辐照样品光泽略有褪失,其余几组辐照样品外观颜色均无变化。

2.5 辐射对大豆蛋白功能性的影响

大豆蛋白具有良好的溶解性、持水性、持油性、

粘度、凝胶性、起泡性等功能特性,配用到各种食品中,可以增强食品的口感、风味,改善组织结构,提高营养价值、降低成本。本文研究了剂量对大豆

蛋白的凝胶性、持水性、持油性、分散性和粘度等功能性的影响,测试结果见表4。

Table 3 Effect of absorbed dose on amino acid content of the soybean protein product

Amino acid /%	Absorbed dose/kGy				
	CK	1	3	5	7
Asp	5.22	5.21	5.29	5.42	5.32
Thr	1.80	1.78	1.82	1.86	1.85
Ser	2.00	1.98	2.05	2.09	2.06
Glu	9.33	9.28	9.44	9.74	9.47
Gly	1.98	1.98	2.01	2.04	2.00
Ala	2.08	2.07	2.11	2.15	2.12
Cys	0.78	0.78	0.76	0.79	0.80
Val	2.34	2.32	2.34	2.41	2.37
Met	0.53	0.56	0.60	0.59	0.56
Ile	2.34	2.32	2.30	2.38	2.36
Leu	3.64	3.63	3.70	3.78	3.71
Tyr	1.32	1.36	1.31	1.44	1.34
Phe	2.56	2.54	2.58	2.65	2.58
Lys	3.06	3.06	3.10	3.19	3.12
His	1.22	1.22	1.20	1.26	1.24
Arg	3.42	3.34	3.36	3.54	3.41
Pro	2.32	2.26	2.38	2.42	2.36
Try	0.38	0.39	0.42	0.40	0.34
Total amount%	46.32	46.08	46.77	48.15	47.01

Table 4 Effect of absorbed dose on functions of the soybean protein product

Examine items	Absorbed dose/kGy				
	CK	1	3	5	7
Hold the water/%	458	478	488	450	468
Hold the oil/%	278	280	275	283	288
Viscosity/mp _a .s	580	600	620	560	580
Gel quality	Small	Small	Small	Small	Small
Dispersion quality	a Dispersion	5	5	5	5
	b Precipitate	5	5	5	5
	c Flour pimplie	5	5	5	5

由表4可以看出,大豆蛋白经过不同剂量辐射后,凝胶性、持水性、持油性、分散性和粘度等都无明显变化,说明大豆蛋白辐照后仍保留其原有功能性。

2.6 辐射杀菌工艺的确定

本单位⁶⁰Co γ辐射源为花篮状结构,采用静态堆码辐照模式,在大豆蛋白辐射杀菌过程中,必须考虑到产品的剂量均匀性、辐照工艺的正确性、杀

菌剂量的适宜性和辐照装置的效益。为确保大豆蛋白辐射杀菌质量,按照H=R的堆码方式进行大豆蛋白静态堆码辐照^[7,8],测试大豆蛋白静态堆码的吸收剂量分布。堆码高度为10包,约1.8m,堆码中心离源心1.8m(袋前1.5m、袋后2.1m),每包中心、前、后各放2支重铬酸银剂量计,16个堆码,接受4kGy辐照。

我们采用了双源位辐照工艺,以降低辐照过程中产品位置交换引起的出错率;同时节省产品换位

时间,提高钴源的利用率。双源位辐照法,是将放射源先后提升到两个高度位置进行辐照。低位辐照1/4时间后,将源提升到高位,辐照1/4时间,达1/2剂量后按图1所示的工艺进行产品翻向和换位,再如前法完成另一半剂量的辐照。图1中各点吸收剂量与剂量分布不均匀度的测定结果如下:产品中心不均匀度 $U=1.13$,产品前后不均匀度 $U=1.23$,前后与中心剂量不均匀度 $U=1.36$,堆码上下产品箱剂量不均匀度 $U=1.16$,均符合辐射加工剂量不均匀度 $U<2$ 要求^[9]。因此,根据2.1研究的结果,大豆蛋白达到卫生标准的阈值剂量为2.92kGy,考虑辐射加工中剂量不均匀度的存在,宜采用3—5kGy辐照该大豆蛋白产品以达致病菌控制目的。

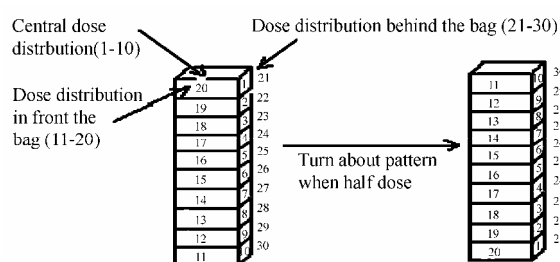


Fig.1 Dose distribution in the irradiated product packages

3 结论

在大豆蛋白工业化辐射杀菌中,采用了H=R静态堆码方式和双源位辐射杀菌工艺相结合的静态堆码辐射工艺。根据剂量测试结果分析后可知,该工艺技术既保证了辐射产品中剂量的均匀性,又提高了辐射源的利用效率;适用于各种包装类型、尺寸和密度的物品的静态堆码辐射。采用适宜的辐射杀菌剂量(3—5kGy),大豆蛋白可以在保持原有的各项理化指标,功能性和感观的前提下,卫生学质量

得到大幅度提高。所以,大豆蛋白工业化辐射杀菌是可行的。

参考文献

- 1 Rao M S S, Bhagsari A S, Mohamed A I. Plant Foods for Human Nutrition, 1998, **52**(3): 241-251
- 2 Masakazu Takahashi, Yoshihiko Uematsu. Planta, 2003, **217**(4): 577-586
- 3 Lucimara Chiari, Newton Deniz Piovesan, Lucas Koshy Naoe. Euphytica, 2004, **138**(1): 55-60
- 4 冯昌友, 陈建霞. 食品与机械, 2000, **76**(2): 21-22
FENG Changyou, CHEN Jianxia. Food Mach, 2000, **76**(2): 21-22
- 5 冯屏, 徐玉佩. 中国油脂, 2001, **26**(6): 70-74
FENG Ping, XU Yupei, China Oil, 2001, **26**(6): 70-74
- 6 任国谱, 王远义. 肉类工业, 2001, **235**(1): 19-21
REN Guopu, WANG Yuanyi. Meat Ind, 2001, **235**(1): 19-21
- 7 陈庆隆, 陈志军. 辐射研究与辐射工艺学报, 2004, **22**(1): 32-34
CHEN Qinglong, CHEN Zhijun. J Radia Res Radiat Process, 2004, **22**(1): 32-34
- 8 傅俊杰, 沈伟桥, 史建君. 辐射研究与辐射工艺学报, 2001, **19**(1): 16-20
FU Junjie, SHEN Weiqiao, SHI Jianjun. J Radia Res Radiat Process, 2001, **19**(1): 16-20
- 9 JIG591-89, γ 射线辐射源(辐射加工用). 北京: 中国计量出版社, 1990. 1-8
JIG591-89, γ Ray Radiation Source for Radiation Processing. Beijing: Chinese Metrology Press, 1990. 1-8

A study on γ -ray radiation decontamination of soybean protein product

ZHU Jun¹ YANG Mingcheng^{1,2} CHEN Haijun¹ LI Aimei¹

¹(Isotope Institute of Henan Academy of Sciences, Zhengzhou 450015)

²(College of Material Science and Engineering, Zhengzhou University, Zhengzhou 450052)

ABSTRACT Dose distribution of soybean protein product irradiated by ^{60}Co γ -ray with a pile-up irradiation technology was studied. The product bags were irradiated to half dose by the γ -ray source at two positions (low and high), and the second half dose was delivered in the same way to the product after position-change of the bags. Effects of the γ -ray irradiation, which included hygiene quality, physical and chemical index, functions and appearance of the soybean protein product, were investigated. The results show that decontamination of the product can be achieved by 3-5kGy of the irradiation, with improved utilization efficiency of irradiation source and high quality of the product.

KEYWORDS Soybean protein product, Radiation decontamination, Double-source-position irradiation

CLC TS205.9, TS214.2, TL99