

大麦麦苗粉辐射杀菌工艺研究

赵小俊¹ 傅俊杰¹ 汪志平¹ 张国兵²

¹ (浙江大学原子核农业科学研究所农业部核农学重点开放实验室 杭州 310029)

² (浙江万丰集团制药厂 萧山 311226)

摘要 研究了大麦麦苗粉经 ^{60}Co γ 射线辐照杀菌效果以及对其主要成分的影响。结果表明,辐照处理可有效地杀灭麦苗粉中的菌落总数、霉菌、大肠菌群。辐照对其主要成分蛋白质、总糖、游离氨基酸、粗纤维无显著变化,但维生素 E 的含量随辐照剂量的增加而下降,辐照 10kG 比对照下降约 35%。建议大麦麦苗粉的商业化辐照加工剂量为 7.5—10kGy。

关键词 大麦麦苗粉, 辐照杀菌, 辐照工艺

中图分类号 TS205.9, TS201.3, TS201.4, TL99

大麦麦苗在拔节前(高度在 25—30cm)收割^[1],经过两道清洗后切断、漂汤杀青(100℃沸水),离心机甩干、热风烘干,再经过气流粉碎和过筛(150目)制成的干燥粉末,即大麦麦苗粉。大麦麦苗粉含有丰富的叶绿素、可溶性蛋白质、游离态氨基酸和维生素等^[2,3]。但麦苗粉易染菌、霉变,不利于长途运输和贮存。传统的物理灭菌易造成其有效成分的破坏,化学方法则有残毒问题^[4]。农产品辐照灭菌已有一些报道,Branka 等^[5]进行了薄荷叶等的辐照灭菌,王晖等^[6]进行了蜂王浆辐射灭菌技术的研究。本工作用 ^{60}Co γ 射线进行了大麦麦苗粉杀菌及其成分影响研究,以确保大麦麦苗粉的质量、延长保藏期。

1 材料和方法

1.1 试验材料

大麦麦苗粉,绿色粉末,水分含量 3%,浙江惠松制药有限公司提供。样品共 42 包(500g/包),21 包用于辐射杀菌效果分析,其余用于成分和感官分析。聚乙烯(Polyethylene, PE)袋双层包装,内包装袋为自封口袋,外层包装为热塑封口。辐照剂量分布测定采用大麦麦苗粉产品 12 箱(0.6m×0.4 m×0.18m 纸箱, 20kg/箱)。

1.2 辐照装置和剂量测定

辐照处理在浙江大学辐照中心 ^{60}Co 辐照装置^[7]进行,钴源放射性活度为 3.17PBq,常温辐照,剂量

率为 2kGy/h,采用重铬酸钾银剂量计测定吸收剂量^[8]。

1.3 实验方法

大麦麦苗粉样品吸收剂量为 0、2、4、6、8、10 或 12kGy (每组 6 平行样)。照后样品室温保存,照射后第 7、60、120 天分别取样检测样品的菌落总数、霉菌和大肠菌群(每个样品 3 次重复),检测依据 GB4789.2-94、GB4789.3-94 和 GB4789.15-94 规定方法进行。

1.4 感官指标

取 50g 以上试验样品置于洁净的白色瓷盘中,自然光线下用目测法检测辐照后麦苗粉的色泽,鼻嗅气味,品尝滋味。

1.5 成分分析

叶绿素的提取与含量测定 7 个样品分别称取 0.1 g 于 10mL 离心管中,加入 0.3mL 蒸馏水,再加入 8mL 无水甲醇,盖上盖子,用力振荡,置暗处提取 2h,经 4200 r/min 离心 8min,取上清液 1mL 用甲醇稀释 5 倍,以无水甲醇为对照,用分光光度计(Amersham pharmacia biotech UV2000)测定,并用下式计算其含量。

叶绿素浓度 $C_A(\text{mg/mL}) = (A_{665}/74.5) \times 5$,
($\epsilon = 74.5\text{mL} \cdot \text{mg}^{-1} \cdot \text{cm}^{-1}$)

叶绿素含量 $(\text{mg/g}) = C_A \times 8/0.1$

式中, A 为相应波长处测得吸光度值, 8 为定

浙江省教育厅基金(20051001)资助

第一作者: 赵小俊,男,1972年9月出生,1998年毕业于浙江农业大学农学系,助理研究员,主要从事农产品辐照加工和核技术应用

收稿日期: 初稿 2006-07-19, 修回 2006-12-30

容体积, 0.1 为样品干重^[9]。

蛋白质用全自动凯氏定氮仪测定; 总糖用蒽酮比色法测定; 粗纤维用称量法测定; 游离总氨基酸用茚三酮法测定; 维生素 E 用 HPLC 法进行测定, 每个剂量 3 个样品, 每个样品重复 3 次。

2 结果和分析

2.1 辐照杀菌效果

大麦苗粉辐照后 7d 的剂量—存活曲线(见

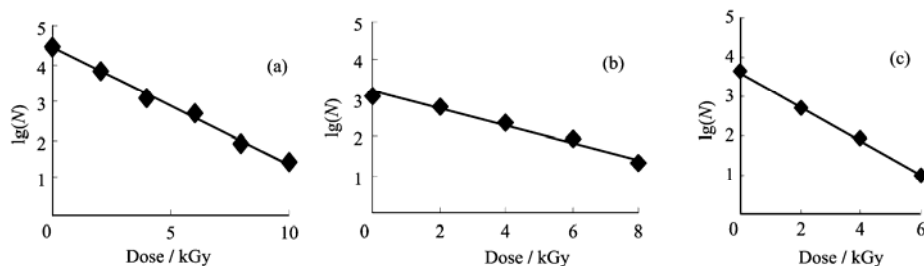


Fig.1 Dose-survival rate curves of aerobic bacterial(a), moulds (b) and coliform bacteria(c) 7d after 6kGy irradiation

Table 1 Count of aerobic bacterial, moulds and coliform bacteria in barley plant powder at different storage time*

Microorganisms	Storage time/d	Dose/kGy						
		0	2	4	6	8	10	12
Aerobic bacterial count (/g)	7	29600	6100	1200	480	75	25	ND
	60	31000	6200	1280	460	75	25	ND
	120	34900	6500	1250	500	80	25	ND
Moulds (/g)	7	1200	630	230	90	20	ND	ND
	60	1320	850	250	90	20	ND	ND
	120	1450	960	280	90	20	ND	ND
Coliform bacteria (MPN/100g)	7	4300	330	60	10	ND	ND	ND
	60	4500	330	50	10	ND	ND	ND
	120	4900	350	50	10	ND	ND	ND

* Mean value of 3 replications for each sample; * ND means not detected.

2.2 菌落总数、霉菌和大肠菌群的剂量存活线性关系及 D_{10} 值

对表 1 数据作线性拟合, 其菌落总数、霉菌和大肠菌群的存活数(分别以 N_1 、 N_2 和 N_3)与辐照剂量 D (kGy) 的关系为 $N_1=26125 \cdot e^{-0.7071D}$ 、 $N_2=1511 \cdot e^{-0.5067D}$ 和 $N_3=4086 \cdot e^{-0.9933D}$ 。经相关系数检验, 其存活数与吸收剂量相关系数分别为 ($R_1=-0.997$, $F_1=721.67$, $P_1=0.000$)、($R_2=-0.990$, $F_2=143.40$, $P_2=0.001$)和 ($R_3=-0.999$, $F_3=727.05$, $P_3=0.001$)。于是, 麦苗粉中菌落总数、霉菌和大肠菌群的 D_{10} 值分别为 3.18kGy、4.55kGy、2.32kGy。从 D_{10} 值的差异可以看出霉菌对 γ 射线的耐受能力高于菌落总数, 这与药用淀粉辐照灭菌的研究结果相一致^[10], 大肠菌群对 γ 射线的敏感性较高, 在中成药鼻炎片辐照灭菌研究中也取得了类似的结果^[11]。

图 1), γ 射线辐照具有较好的杀菌效果, 如 6kGy 辐照样品载带的菌落总数、霉菌和大肠菌群 (MPN), 分别从 29600、1200 和 4300MPN/g 下降至 480、90 和 10MPN/100g, 灭活率分别达到 98.4%、92.5%和 99.8 %。

表 1 给出了吸收剂量、贮存 7d、60d、120d 大麦苗粉载带的微生物测试数据 (菌落总数、霉菌和大肠菌群)。

参照卫生部关于《保健食品通用卫生要求》(1996 年 7 月 18 日卫生部文件卫监发[1996]第 38 号和浙江省食品行业标准对麦苗粉的要求), 麦苗粉中菌落总数、霉菌和 100g 检样内大肠菌群最可能数 (Most probable number, MPN) 的含量应分别小于 1000 个/g、25 个/g 和 90MPN/100g。利用细菌指数函数关系式计算出达到卫生标准的麦苗粉中菌落总数、霉菌和大肠菌群的辐照加工工艺最低有效剂量(阈值)分别为 4.7kGy、7.5kGy、3.8kGy。由此可得, 麦苗粉辐照加工工艺最低有效剂量为 7.5kGy。

2.3 辐照处理对大麦苗粉感观的影响

大麦苗粉经辐照处理后, 样品置于洁净的白色瓷盘中, 自然光线下用目测法检测色泽、外观形态、气味和滋味均无变化 (色泽仍然为鲜绿色, 外观成均匀粉末状、无结块。气味和滋味保持麦苗粉特有

的清香味)。

2.4 辐照处理对大麦麦苗粉主要成分的影响

辐照前后大麦麦苗粉的成分(蛋白质、总糖、游离总氨基、维生素E、纤维素、叶绿素)的分析结果见表2。

对表2中的吸收剂量与蛋白质、总糖、游离总氨基酸、维生素E、粗纤维、叶绿素的相互关系在计算机上进行线性拟合分析。得到成分(Y_i , $i=1, \dots, 6$)与吸收剂量 X (kGy)间的拟合方程式及各成分含量随吸收剂量的相对变化率和相关系数(见表3), 结果显示辐照处理对麦苗粉中蛋白质、总糖、游离总氨基酸、粗纤维没有显著的影响

($p>0.05$); 叶绿素含量随吸收剂量增加呈同步下降, 叶绿素相对变化率约为 $-0.33\%/kGy$, 经 $10kGy$ 辐照的麦苗粉叶绿素含量约下降 3.3% ; γ 射线辐照导致维生素E含量的相对变化率约为 $-3.5\%/kGy$, 这与维生素的辐射敏感性有关^[12], 在辐照鱼粉和虫草头孢菌粉的研究中也得到了类似的结果^[13,14]。结合本试验检测结果和浙江食品行业标准对麦苗粉品质中维生素E要求(维生素E $>1mg/100kg$), 由剂量拟合方程式可预测该麦苗粉中维生素E最大耐受剂量为 $26kGy$ 。由此可见, 经 $10kGy$ 辐照后麦苗粉中维生素E虽然有所下降, 但其含量仍远远高于相关标准。

Table 2 Component change of barley plant powder with dose**

Dose /kGy	Protein /mg·g ⁻¹	Total sugar /mg·g ⁻¹	Total of free amino acid (mg N/g)	Vitamin E (mg/100kg)	crude fiber /%	Chlorophyll /mg·g ⁻¹
0	95.98±0.32	65.72±0.06	2.28±0.03	15.42±0.17	20.49±0.05	5.06±0.04
2	95.88±0.15	65.69±0.02	2.28±0.02	13.71±0.31	20.38±0.05	4.97±0.05
4	96.22±0.06	65.58±0.06	2.27±0.05	12.25±0.02	20.46±0.03	4.95±0.05
6	96.83±0.06	65.39±0.05	2.26±0.06	11.55±0.14	20.11±0.27	4.96±0.04
8	95.72±0.12	65.35±0.03	2.23±0.02	11.11±0.03	20.48±0.03	4.91±0.06
10	96.53±0.09	65.94±0.06	2.27±0.02	9.50±0.19	20.23±0.10	4.86±0.09
12	96.97±0.02	64.75±0.21	2.26±0.03	8.94±0.09	20.43±0.07	4.82±0.04

** Analyzed with SPSS

Table 3 Component change of barley plant powder with dose

Component	Fitting equations***	P	Percentage of change with dose (%/kGy)
Protein	$Y_1=95.90+0.06732X$	0.153	+0.07
Total sugar	$Y_2=65.771-0.0471X$	0.219	-0.02
Total of free amino acid	$Y_3=2.277-0.00214X$	0.212	-0.09
Vitamin E	$Y_4=14.89-0.518X$	0.000	-3.5
Crude fiber	$Y_5=20.418-0.00821X$	0.596	-0.004
Chlorophyll	$Y_6=5.034-0.0168X$	0.01	-0.33

*** X is absorbed dose (kGy)

3 讨论

辐照能有效地杀灭大麦麦苗粉中的微生物, 随着吸收剂量的增加, 麦苗粉中的含菌量呈同步下降, 菌落总数、霉菌和大肠菌群的 D_{10} 值分别为 $3.18kGy$ 、 $4.55kGy$ 、 $2.32kGy$, 辐照加工工艺剂量为 $7.5-10kGy$ 。大麦麦苗粉经 $7.5-10kGy$ 辐照后其卫生指标及理化品质达到浙江食品行业标准要求, 为此, 采用 γ 射线辐照进行大麦麦苗粉杀菌的技术方法是可行的。

大麦麦苗粉在糊化过程中粘度较低, 本试验中没有考虑辐照过程对麦苗粉粘度的影响。大麦麦苗粉的含脂肪也低, 对辐照麦苗粉进行的感官测试中, 未发现辐照味。

麦苗粉在实际生产过程中, 产地、加工条件和环境的不一样, 会导致初始的微生物含量和理化品质也不一样, 因此, 在商业化辐照加工时, 应根据麦苗粉微生物数量和理化品质的高低来确定合适的辐照杀菌剂量。

关于 γ 射线辐照导致麦苗粉中叶绿素成分下降

的机理, 尚待进一步的研究。本实验得出了大麦麦苗粉总菌数 D_{10} 值与大肠杆菌 D_{10} 值均较大, 其原因有待进一步研究, 本实验微生物检验的数据和 D_{10} 值, 可供同行在研究辐照麦苗粉时作一参考。

参考文献

- 1 杨素珍, 王伟, 李磊, 等. 食品工业科技, 2002, **23**(7): 94-96
YANG Suzhen, WANG Wei, LI Lei, *et al.* Sci Technol Food Ind, 2002, **23**(7): 94-96
- 2 张秋英, 陈剑锋, 张绍南. 麦类作物学报, 2004, **24**(2): 65-67
ZHANG Qiuying, CHEN Jianfeng, ZHANG Shaonan. J Triticeae Crops, 2004, **24**(2): 65-67
- 3 杨文新, 吴庆. 大麦科学, 2003, (3): 5-6
YANG Wenxin, Wu Qing. Barley Science, 2003, (3): 5-6
- 4 Kamakura H, Hirano T, Ito H, *et al.* Radiation Physics and Chemistry, 2002, **63**(3): 685-689
- 5 Branka K R, Boris N, Dusan R. Radiat Phys Chem, 2001, **62**(2): 261-275
- 6 王晖, 王丽, 隗晓岚, 等. 中草药, 1992, **23**(6): 296-297
WANG Hui, WANG Li, KUI Xiaolan, *et al.* Chinese Traditional and Herbal, 1992, **23**(6): 296-297
- 7 史建君, 孙志明, 王寿祥. 浙江农业大学学报, 1996, **22**(1): 77-79
SHI Jianjun, SUN Zhiming, WANG Shouxiang. J Zhejiang Agric Univ, 1996, **22**(1): 77-79
- 8 史建君, 赵小俊, 付俊杰. 核农学报, 1999, **13**(2): 81-85
SHI Jianjun, Zhao Xiaojun, Fu Junjie. Acta Agri Nucl Sin, 1999, **13**(2): 81-85
- 9 朱广廉, 钟海文, 张爱琴. 植物生理学实验. 北京: 北京大学出版社, 1990. 65-67
ZHU Guanglian, ZHONG Haiwen, ZHANG Ai-qin. Experiment of plant physiology. Beijing: Beijing University Press, 1990. 65-67
- 10 王守经, 孙守义, 于子厚. 核农学报, 1998, **12**(4): 204-209
WANG Shoujing, Sun Shouyi, Yu Zihou. Acta Agri Nucl Sin, 1998, **12**(4): 204-209
- 11 李晓华, 叶丽秀, 林若泰, 等. 微生物学通报, 2001, **28**(3): 64-68
LI Xiaohua, YE Lixiu, LIN Ruotai, *et al.* Microbiology, 2001, **28**(3): 64-68
- 12 施培新. 食品辐照加工技术与原理. 北京: 中国农业科学技术出版社, 2004. 59-60
SHI Peixin. The principles and technique of food with ionizing radiation. Beijing: China Agricultural Sciences Press, 2004. 59-60
- 13 朱桂艳, 李淑范, 栾翠玉, 等. 饲料博览, 1991, (6): 13-14
ZHU Guiyan, LI Shufan, LUAN Cuiyu, *et al.* Fodder Read Extensively, 1991, (6): 13-14
- 14 赵小俊, 史建君, 孙志明, 等. 中国农业科学, 2003, **36**(9): 1081-1085
ZHAO Xiaojun, SHI Jianjun, SUN Zhiming, *et al.* Scientific Agricultura Sinica, 2003, **36**(9): 1081-1085

γ -ray radiation decontamination of barley plant powder

ZHAO Xiaojun¹ FU Junjie¹ WANG Zhiping¹ ZHANG Guobin²

¹ (Institute of Nuclear Agricultural Sciences, Zhejiang University, Key Laboratory of Nuclear Agricultural Science, the Ministry of Agricultural, Hangzhou 310029)

² (Pharmaceutical Factory, Zhejiang Wanfeng Group, Xiaoshan 311226)

ABSTRACT Radiation decontamination of barley plant powder by ^{60}Co γ -rays and the effect on its components were studied. Results showed that irradiation was very effective in killing the microorganisms in barley plant powder. The irradiation did not cause obvious changes of the major components of protein, total sugar, free amino acid, crude fiber, but 35% loss of vitamin E was observed after 10kGy irradiation. It is suggested that 7.5—10kGy irradiation is good enough for decontamination of the barley plant powder.

KEYWORDS Barley plant powder, Irradiation decontamination, Dose ununiformity, Food irradiation

CLC TS205.9, TS201.3, TS201.4. TL99