

辐照对稻米主要品质的影响

刘亚建¹ 傅俊杰² 章月红¹ 金祚献¹ 谭瑗瑗² 袁京群³

¹ (浙江省技术物理应用研究所 杭州 310012)

² (浙江大学原子核农业科学研究所 杭州 310029)

³ (浙江大学测试分析中心 杭州 310029)

摘要 研究了⁶⁰Co- γ 射线辐照稻米(糯米、粳米、籼米)对其蛋白质、直链淀粉、总淀粉、淀粉粘度谱、胶稠度的影响。结果表明,经0.5~7 kGy剂量辐照处理的稻米,淀粉含量、胶稠度随辐照剂量的增加而显著降低,淀粉粘度谱的最高粘度、热浆粘度、冷胶粘度也随辐照剂量的增加明显下降。实验得出稻米辐照杀虫剂量应控制在3 kGy以下为宜。

关键词 稻米,辐照,品质

中图分类号 S511, 0631, R151

稻米在贮藏过程中由于受虫害和微生物的影响,会产生虫害和霉烂。稻米采用⁶⁰Co γ 射线进行辐照处理,0.1~0.35 kGy可进行辐射诱变育种^[1],0.2~0.8 kGy适宜辐照杀虫处理^[2],3~5 kGy既可防霉变又能杀菌^[3],是一种较理想的处理方法。稻米经 γ 射线处理后淀粉的主要品质,特别是淀粉的性质是否发生变化,它将进一步会影响到稻米的蒸煮和食用品质,是一个值得深入研究的问题。为确保稻米辐射诱变育种和粮食辐照后的质量、延长保质期,提高产品在国际市场的竞争力,本试验用0.5~7 kGy的辐照剂量对不同直链淀粉含量的稻米进行辐照,研究辐照对稻米直链淀粉含量、蛋白质、总淀粉、淀粉粘度谱、胶稠度和糊化温度的影响。为今后粮食辐照保藏提供理论依据和适宜的辐照加工工艺。

1 材料与方法

1.1 试验材料

由市场上购买江苏产直链淀粉含量不同的粳米、糯米和早籼米各5 kg(品系不详),水分含量为12%~14%。样品米用磨粉机磨成细粉后过100目,选用100 mL PE瓶装,每瓶装100 g,共12瓶。

1.2 辐照装置

辐照处理在浙江大学辐照中心进行,⁶⁰Co放射性活度为 4.4×10^{15} Bq,PE瓶距地面35 cm,在辐照场中按圆周分布排列,辐照剂量分别设0、0.5、1、3、5、7 kGy,剂量率为50 Gy/min,每组辐照剂量设2个平行样,样品辐照处理后在常温条件下贮藏。

1.3 辐照剂量测定及测量仪器

采用化学剂量计(自制重铬酸钾银剂量计,制作方法参见文献^[4]),该剂量计定期参加中国计量院进行的辐照剂量比对服务测定,测量仪器采用UV-754分光光度计(上海第三分析仪器厂),在350 nm波长下测量剂量计溶液的吸光度变化值(ΔA),并根据公式 $D=k \times \Delta A$ (式中 k 为剂量响应转换因子)计算出吸收剂量。

1.4 稻米品质分析

(1) 蛋白质含量测定^[5]。100目米粉样品在25℃室温下平衡水分,然后于60℃烘箱中连续干燥48 h。用FOSS公司KJ ELTEC2300型全自动凯氏定氮仪,按半微量凯氏法测定粳米、糯米、早籼米全氮含量,按系数5.95换算成蛋白质含量。每份样品重复测定2次,取其平均值。(2) 直链淀粉、总淀粉含量和胶稠度测定参照中华人民共和国农业部

浙江省科技厅重点项目(2006F11023)资助

第一作者:刘亚建,男,1954年10月出生,1980年毕业于中国科学技术大学辐射化学专业,主要从事食品辐照检测研究工作,高级工程师

通讯联系人:傅俊杰, E-mail: fujj@zju.edu.cn

收稿日期:初稿 2007-10-10, 修回 2007-12-04

标准 NY147-1998^[6], 检测分析在浙江大学测试分析中心完成。(3) 淀粉粘度谱采用澳大利亚 Newport Scientific 仪器公司生产的 3 D 型粘度速测仪 RVA 测定, 用 TCW(Thermal Cycle for Windows)配套软件进行分析。根据美国谷物化学协会(AACC)操作规程^[7], 含水量为 14%时, 样品量为 3 g, 蒸馏水 25 g。在搅拌过程中, 罐内温度变化如下: 50℃下保持 1 min; 以 12℃·min⁻¹的速度上升到 95℃ (3.75 min); 95℃下保持 2.5 min; 以 12℃·min⁻¹下降到 50℃ (3.75 min); 50℃下保持 1.4 min。搅拌器在起始 10 s 内转动速度为 960 r·min⁻¹, 之后保持在 160 r·min⁻¹。粘滞性值用 Rapid visco units(RVU)表示。RVA 谱特征用最高粘度(Peak paste)、热浆粘度(Hot paste)和冷胶粘度(Cool paste)描述。

2 结果与分析

2.1 辐照对蛋白质的影响

稻米胚乳是富含复合淀粉粒的淀粉体, 其最外两层细胞富含蛋白质和脂类, 所含淀粉体和淀粉粒的颗粒比内部胚乳小, 淀粉粒为多面体形状, 而蛋白质多以球形分布于胚中。稻米辐照后其蛋白质的变化取决于辐照剂量和稻米的复杂体系。不同种类的蛋白质对辐射的敏感性及其反应各不相同, 食品中的蛋白质受到辐照会发生诸如脱氨、脱羟、交联、降解、硫氢键氧化等一系列复杂的化学反应^[8]。由

于品种不同, 所含的蛋白质含量也不同, 对辐射钝化和纯化各不相异, 本研究对稻米辐照的检测分析结果表明(见表 1), 不同剂量辐照处理后对稻米中的蛋白质含量有一定的下降趋势, 这说明稻米辐照后直链淀粉由大分子裂解成小分子, 引起淀粉粘滞性下降, 从而也影响到蛋白质含量的变化。这与傅俊杰等人研究认为水溶液中的蛋白质对辐射较为敏感^[9](纯化)相一致。

2.2 辐照对直链淀粉和总淀粉含量的影响

直链淀粉含量的多少是大稻米食用品质的关键因子。张云康等人研究认为^[10]籼稻米直链淀粉含量一般为 17.2%~28.5%, 糯米直链淀粉含量较低, 粳稻米介于两者之间, 一般为 8.7%~17.2%, 本研究检测的结果基本相符合。稻米经 ⁶⁰Co γ 射线辐照后, 从表 2 和表 3 的检测结果表明, 直链淀粉含量和总淀粉含量有着明显的变化; 淀粉含量随着辐照剂量的增加而降低, 可能是由于直链和支链淀粉大分子通过辐照裂解后变成不同链段的小分子, 分子之间亲合力减少而导致粘度下降。但有的研究认为, 高剂量辐照会引起淀粉自身理化性状的变化, 比如旋光度下降, 光谱性能及分子结构发生变化, 可引起多糖链的断裂, 产生降解的糊精碎片, 而导致淀粉含量降低^[11]。

Table 1 Effects of γ -irradiation on protein contents of rice grain

(%)

Irradiation dose/kGy	Rice variety					
	Glutinous rice	Change rate/%	Japonica rice	Change rate %	Early indica rice	Change rate/%
CK	9.26±0.56	0	9.33±0.46	0	9.40±0.27	0
0.5	9.06±0.28	2.15	9.07±0.39	2.78	8.92±0.53	5.10
1	8.78±0.49	5.18	8.77±0.49	6.00	8.82±0.29	6.17
3	8.32±0.201	10.15	8.74±0.45	6.32	8.84±0.36	5.96
5	8.28±0.40	10.58	8.40±0.22	9.97	8.72±0.26	7.23
7	7.82±0.62	15.50	8.19±0.25	12.2	8.62±0.54	8.30

Table 2 Effects of γ -irradiation on amylose contents of rice grain

(%)

Irradiation dose/kGy	Rice variety					
	Glutinous rice	Change rate /%	Japonica rice	Change rate/ %	Early indica rice	Change rate/ %
CK	12.19±0.55	0	22.19±0.01	0	29.01±0.71	0
0.5	11.08±0.17	9.11	21.87±0.50	1.44	28.26±0.22	2.58
1	10.47±0.37	14.10	21.43±0.68	3.42	26.55±1.19	8.48
3	9.58±0.17	21.40	20.56±0.17	7.35	25.60±1.49	11.75
5	9.51±0.28	21.98	20.12±0.43	9.33	24.90±0.57	14.16
7	8.69±0.60	28.71	19.32±0.34	12.93	24.04±0.88	17.13

Table 3 Effects of γ -irradiation on total starch contents of rice grain

(%)

Irradiation dose/kGy	Rice variety					
	Glutinous rice	Change rate/%	Japonica rice	Change rate/%	Early indica rice	Change rate/%
CK	54.90±5.50	0	75.80±1.83	0	81.54±1.82	0
0.5	54.45±6.43	0.82	75.04±0.29	1.00	77.86±6.24	4.51
1	49.79±6.44	9.3	73.85±0.18	2.57	76.18±3.15	6.57
3	49.52±7.97	9.79	73.71±7.40	2.75	75.64±4.12	7.24
5	48.64±4.28	11.4	71.94±4.64	5.09	73.99±1.32	9.26
7	42.50±1.37	22.58	71.22±5.99	6.04	70.23±5.17	13.87

2.3 辐照对稻米胶稠度的影响

胶稠度(Gel consistency, GC)是评价稻米蒸煮食味品质和反映米饭延展性的一项重要指标。糊化后米胶的软硬程度,是直链淀粉和支链淀粉含量两类分子综合作用的反应,小于 40 为硬胶,介于 41~60 为较硬胶,大于 60 为软胶,尤其是糯米达 85%,明显属于软胶类型。胶稠度越大,米饭柔软性越好^[12]。从表 4 的检测数据得出,经不同的辐照剂量处理的稻米,辐照对胶稠度有明显的影响(表 4)。胶稠度随辐照剂量的增加而逐渐下降,在 7 kGy 辐照时,糯米的胶稠度下降了 41.93%,粳米下降了 38%,早籼米下降了 42%。因此,从表 4 的检测指标认为,稻

米辐照剂量应控制在杀虫剂量范围内(0~1 kGy),不适宜辐照灭菌,否则将会影响稻米蒸煮食味品质。

2.4 辐照对稻米淀粉粘度谱(RVU)的影响

稻米淀粉粘度谱是指在一定浓度下的淀粉悬浮液在加温、高温、冷却过程中粘滞力(viscosity)的变化。稻米经不同剂量辐照后,用粘度速测仪进行淀粉粘度谱(RVU)的测定,得出了粘滞度谱(RVU)的变化值见表 5~表 7,从图 1 可看出,辐照使淀粉粘度谱曲线逐渐靠向 X 轴(横轴)。淀粉粘滞性的最高粘度、热浆粘度和最终粘度都表现出随剂量的增加而逐渐下降的趋势(表 5~表 7),消减值则随剂量的增加呈不规则的波动变化。

Table 4 Effects of γ -irradiation on gel consistency rice grain

(mm)

Irradiation dose/kGy	Rice variety					
	Glutinous rice	Change rate/%	Japonica rice	Change rate/%	Early indica rice	Change rate/%
CK	93.0	0	100.0	0	100.0	0
0.5	90.0	3.22	100.0	0	92.0	8.0
1	83.0	10.75	98.0	2.0	91.0	9.0
3	82.0	11.83	88.0	12.0	83.0	17.0
5	68.0	14.7	63.0	37.0	70.0	30.0
7	54.0	41.93	62.0	38.0	58.0	42.0

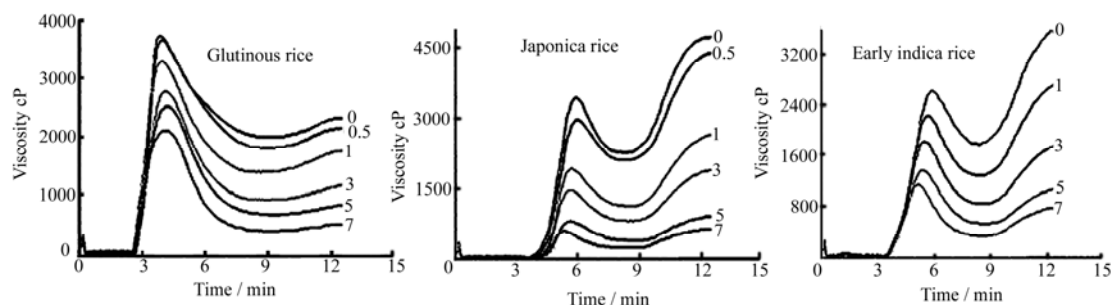
**Fig. 1** Changes of starch viscosity(RVA) in rice grain after different dose irradiation

Table 5 Effects of γ -irradiation on starch viscosity (RVU) of glutinous rice

Irradiation dose/kGy	Glutinous rice					
	Peak paste	Hot paste	Breakdown	Cool paste	Setback	Pasting time
CK	3722	1971	1751	2301	-1421	3.87
0.5	3658	1798	1860	2126	-1532	3.93
1	3284	1366	1918	1740	-1544	3.93
3	2763	892	1871	1141	-1622	4.13
5	2501	634	1867	803	-1698	4.27
7	2091	352	1739	478	-1631	4.2

Table 6 Effects of γ -irradiation on starch viscosity (RVU) of early indica rice

Irradiation dose/kGy	Early indica rice					
	Peak paste	Hot paste	Breakdown	Cool paste	Setback	Pasting time
CK	3015	1591	1424	2883	-132	5.93
1	2383	1309	1074	2291	-92	6
3	1759	619	1140	1398	-361	5.27
5	1396	481	915	1079	-317	5.4
7	692	163	529	478	-214	5.4

Table 7 Effects of γ -irradiation on starch viscosity (RVU) of japonica rice

Irradiation dose/kGy	Japonica rice					
	Peak paste	Hot paste	Breakdown	Cool paste	Setback	Pasting time
CK	3274	2149	1125	4539	1265	5.93
0.5	2825	1999	826	4208	1383	6
1	1810	1058	752	2524	714	5.67
3	1480	758	722	1908	438	5.30
5	743	348	395	842	99	5.67
7	546	199	347	587	41	5.33

3 讨论

将辐照后的稻米淀粉制成一定浓度的悬浮液, 在加热、高温、冷却的测量过程中, 其粘滞性 (Viscosity) 随着温度的不同会发生变化, 这一粘滞性变化过程称为淀粉谱。采用 RVA 测定所得的淀粉谱则称为 RVA 谱 (RVA profile)。试验过程中悬浮液的浓度不一样, 粘度值也不一样, RVA 谱的峰高也有一定的差异,

稻米辐照后可促进淀粉性质发生明显变化, 淀粉粘度谱的最高粘度、热浆粘度和冷胶粘度都有显著下降趋势(图 1, 表 5~表 7)。胶稠度也显著下降(表 4), 从淀粉粒结构看, 淀粉粒呈半晶体状, 支链淀粉结晶组成一圈一圈的生长环, 生长环之间是由直链淀粉组成非晶体状的无形结构, 支链淀粉埋藏于直链淀粉内圈中^[13]。在 γ 射线辐照时, 支链淀

粉可能成为辐射的“靶心”, 支链淀粉含量的高低, 可确定 γ 光子击中靶的有效机率。

从本试验结果看, 辐照能显著改变淀粉的结构, 稻米在商业化辐照加工时, 为防止淀粉粘滞性下降, 而导致产品粘度不合格。建议采用辐照杀虫和抑制霉菌的剂量, 使粘度下降的问题能有效地得到控制。因此, 本研究认为, 稻米辐照剂量应控制在 0.2~3 kGy 为宜。

参考文献

- 1 王志东. 同位素, 2005, **18**(3): 183-185
WANG Zhidong, Isotope, 2005, **18**(3): 183-185
- 2 林音, 刘宏跃. 核农学报, 2001, **15**(15): 311-314
LIN Yin, LIU Hongyue, Acta Agriculturae Nucleatae Sinica, 2001, **15**(15): 311-314
- 3 沈伟桥, 傅俊杰. 核农学报, 2006, **20**(3): 233-235

- SHEN Weiqiao, FU Junjie. *Acta Agriculturae Nucleatae Sinica*, 2006, **20**(3): 233-235
- 4 李承华, 辐射技术基础. 北京: 原子能出版社, 1998. 182-189
- LI Chenghua. *Irradiation technology and foundation* Beijing: Atomic Energy Press, 1998. 182-189
- 5 米质测定方法. 中华人民共和国农业部标准. NY147-1998
- The method to measure the quality of rice. The criterion made by agricultural ministry of the People's public of China. NY147-1998
- 6 American Association Cereal Chemist(AACC), 1995 Approved Methods of the AACC, 9thed. Methods 61-02 for RVA The Association: St Paul. MN
- 7 Grolichova M, Dvorak P, Musilova H, *et al.* *Acta vet Bmo*, 2004(73): 143-149
- 8 王锋, 哈益明, 食品与机械, 2005, **21**(5): 45-48
- WANG Feng, HA Yiming, *Food and Mechanics*, 2005, **21**(5): 45-48
- 9 傅俊杰, 包劲松. 食品科学与技术报, 2005, **40**: 783-788
- FU Junjie, BAO Jinsong. *J Food Sci Technol*, 2005, **40**: 783-788
- 10 张云康, 闵捷. 浙江农业科学, 1990 (1): 1-4
- ZHANG yunkang, MIN jie, *Zhengjiang Agricultural Science*, 1990(1): 1-4
- 11 周海鸥, 傅俊杰. 核农学报, 2005, **19**(1): 52-54
- ZHOU haiou, FU junjie. *Acta Agriculturae Nucleatae Sinica*, 2005, **19**(1): 52-54
- 12 王学华, 李合松. 作物科学, 2004 (5): 304-306
- WANG xuehua, LI hesong. *Crop Science*, 2004 (5): 304-306
- 13 包劲松, 夏英武. 浙江农业大学学报, 1999, 25 (3): 321-323
- BAO jinsong, XIA yingwu, *Zhengjiang agricultural university journal*, 1999, **25**(3): 321-323

Effects of γ -irradiation on the main property of rice

LIU Yajian¹ FU Junjie² ZHANG Yuehong¹ JIN Zuoxian¹ Tan yuanyuan² YUAN Jingqun³

¹(*Institute of Applied Technical Physics of Zhejiang Provinve, Hangzhou 310012, China*)

²(*Institute of Nuclear Agriculture Science, Zhejiang University, Hangzhou 310029, China*)

³(*Detection and analysis center of Zhejiang university Hangzhou 310029, China*)

ABSTRACT Effects of ⁶⁰Co γ -rays irradiation on protein, amylase, total amylum, amylum viscosity chart, gel consistency of rice (glutinous rice, japonica rice and early indica rice) were studied. The results indicate that after the irradiation treatment by the dosage of 0.5~7 kGy irradiation, the contents of amylum, gel consistency obviously decrease with increment of the irradiation dose. And the peak paste, hot paste and cool paste of amylum viscosity chart also decrease with increment of the irradiation dose. The results show that the irradiation dose for eliminating pests of rice should be controlled under 3 kGy.

KEYWORDS Irradiation, Rice, Property

CLC S511, 0631, R151