

γ -射线辐照甘薯淀粉对 酶促水解的影响

钱瑞生 赵 阳 秦 佚

(食品科学与工程系)

摘要 用 10 至 500kGy 的 γ -射线辐照淀粉,酶水解产生的还原糖和淀粉的碘亲和力,随剂量增加而增大;淀粉溶液的酸度和粘度随之降低。用 X-衍射法研究了辐照淀粉的结晶结构,以及辐照对淀粉中微生物存活率的影响。这些结果可作为 γ -辐照技术应用于无蒸煮酒精发酵的基础研究。

关键词 淀粉;辐照;酶解

传统的以淀粉质为原料的酒精生产工艺中,高温蒸煮是不可缺少的一环,它能破坏淀粉颗粒,使其糊化,又使原料灭菌,酒精发酵得以顺利进行。然而这一过程所耗能量约占酒精生产总能耗的 30%~40%,因此淀粉质原料的无蒸煮研究成为人们关注的重要课题,但该方法对原料的品种有严格的选择,水解淀粉速度较缓慢,杂菌容易污染等缺点,为此各国都在寻找更合适的方法,以解决这个问题,我们在前文中^[3]已报道辐照淀粉的糊化作用并用 DSC 证明辐照是一种有效的节能技术。本文主要研究了 γ -辐照甘薯淀粉对酶促水解影响,辐照淀粉的水溶性和酸度变化,以及对原料中微生物存活率的影响。这些结果可作为辐照技术应用于无蒸煮酒精发酵的基础研究。

1 实验材料与方法

1.1 实验材料与方法

1.1.1 甘薯淀粉(山芋粉) 无锡第二制药厂提供。含水量 16.05%,总糖含量 28.29%,粒度分布如表 1。

表 1 山芋粉的粒度分布

粒度(mm)	1.000	0.630	0.300	0.105	0.065	<0.065
重量百分比	1.64	7.51	13.24	23.84	31.66	22.11

1.1.2 糖化酶 本院发酵厂提供。活性为 45000u/g.

1.1.3 α -淀粉酶 无锡酶制剂厂提供。活性为 1500u/g.

1.2 实验方法

1.2.1 照射 甘薯淀粉在室温和与空气平衡的条件下,用 ^{60}Co 源辐照,剂量率为 2.7 kGy/h.

1.2.2 酶促水解 辐照后的淀粉,按 1:3.5 比例与水混合,调 pH=4.5~5.5,同时加入糖化酶(100u/g 原料)和 α -淀粉酶(50u/g 原料),60℃下保温 30min,经常搅拌,冷却,过滤,用廉一爱浓法测定还原糖。

1.2.3 碘亲和力测定 称取 10g 淀粉于锥形瓶中,加入 100ml 蒸馏水,振动 30min,静置,取上清液,稀释 100 倍,加 1.5ml 碘液(20gKI 和 2gI₂ 溶于 1000ml H₂O 中,混匀,用 721 分光光度计于 580nm 处测吸光度。

1.2.4 酸度测定 从上述溶液中另取一份上清液,在 pH-2 酸度计上测定其 pH。

1.2.5 X-射线衍射测定 甘薯淀粉研磨至小于 200 目,压片,用 D/max- III B 型 X-衍射仪(日本产),以 4°/min 的速度从 5°扫描到 50°,观察其结晶度的变化。

1.2.6 原料中微生物存活率测定 10g 原料悬浮于 90ml 灭菌水中,振动 30min,静置,取上清液稀释不同倍数后,接种于琼脂培养基上,制成平板,在 37℃培养 48h,然后计数菌落。

2 结果与讨论

2.1 辐照剂量对酶水解甘薯淀粉的影响

甘薯淀粉经不同剂量的 γ -射线照射后,酶解生成的还原糖见表 2,表中同时列出经辐照但未加酶制剂水解生成的还原糖。

表 2 样品经不同剂量辐照生成的还原糖

辐照剂量 (kGy)	生成的还原糖(%)	
	未加酶	加 酶
0	1.50	3.98
1	1.48	3.99
5	1.56	4.12
10	1.70	4.54
50	1.97	4.67
100	2.00	5.45
500	2.80	16.62

表 2 数据表明,辐照明显地增加了甘薯淀粉对酶的可消化性,随辐照剂量增大,生成的还原糖增加。所得结果与 Y. W. Han^[4]辐照玉米淀粉的结果一致。辐照破坏了细胞壁的纤维素半纤维素,使酶分子易于渗入淀粉分子,因而酶促水解容易进行。

2.2 辐照对淀粉的碘亲和力和溶液 pH 值的影响

辐照淀粉的水解溶性,可以通过淀粉的碘亲和力大小反映出来,如表 3。

表 3 辐照对淀粉的碘亲和力和溶液 pH 值的影响

剂量(kGy)	光密度	pH 值	粘度(10 ⁻⁴ Pa·S)
0	0.020	6.04	11.80
1	0.020	6.04	9.00
5	0.021	6.03	5.90
10	0.022	6.00	4.80
50	0.024	5.80	2.40
100	0.027	5.68	0.80
500	0.086	4.54	0.12

考察表 3 数据,可知淀粉的水解溶性(光密度)随辐照剂量的增加而增大而 pH 值下降。辐照降解了淀粉的分子链,在大分子裂解过程中也生成酸性物质,使溶液 pH 下降。84℃时, 醪液(淀粉:水=1:3.5)粘度随剂量增大显著降低。这些实验结果表明淀粉辐照后分子量 变小,对淀粉的酶促水解有很大影响。

2.3 辐照淀粉的 X-衍射强度的测定

淀粉颗粒由两部分组成,一为无序排列的分子,另一部分是结晶分子,我们用 X-衍射法 观察了辐照剂量对淀粉结晶部分的影响。表 4 列出辐照干淀粉(含水量 16.1%)的 X-衍射强 度(用每秒钟计数,CPS 表示)

表 4 辐照淀粉的 X-衍射强度(CPS)

辐照剂量 (kGy)	角度(2θ)			
	14.8	16.8	22.8	44.4
0	887	1044	1035	494
1	878	1188	1068	503
10	856	1143	1024	495
100	878	1135	1022	506
500	852	1004	1020	468

表 4 表明,γ-辐照剂量至 500kGy,对甘薯淀粉结晶部分的破坏不明显。但是淀粉糊化 时,首先糊化的无定形区对晶区有促进作用,辐照后的淀粉的这种现象加速进行^[2,3],糊化热 降低。

2.4 辐照对微生物存活的影响

甘薯淀粉中附着大量微生物,主要是乳酸菌及其它厌氧性细菌,随原料产地和处理方法 不同而有差异。这些杂菌代谢消耗糖分,对酒精发酵显然不利,虽然添加抗菌素和化学药品 可抑制其生长,但不易控制且有残留。因此,我们用不同剂量对原料辐照,测定微生物存活 率,结果如表 5。

表 5 辐照对微生物存活的影响

辐照剂量(kGy)	0	1	5	10	50	100
存活的微生物数 N(个/g)	3.5×10 ⁵	2.0×10 ⁴	9.6×10 ³	1.5×10 ²	<10	0
LogN	5.54	4.30	2.98	2.18	<1	/

若用 $\log N$ 对剂量作图,则为一直线,表明微生物随辐照剂量增加以指数函数减少,原料中存在的抗辐射杂菌较少,当用 10kGy 照射时,与零剂量相比杂菌数只有万分之四, T. Hanis^[4]等人用 γ -射线照射玉米、小麦淀粉,经 30d 培养,也得到类似结果。

2.5 辐照含水量不同的淀粉对酶促水解的影响

把甘薯淀粉制成含水量 30%, 50%, 70% 的悬浮液,在一剂量(10kGy)下辐照,测定的还原糖,碘亲和力, pH 值结果列于表 6。

表 6 10kGy 辐照含水量为 30%,
50%, 70% 淀粉的结果

含水量(%)	30	50	70
还原糖 加入酶	4.65	4.82	5.45
(%) 不加酶	2.82	3.24	3.24
光密度	0.049	0.106	0.125
pH	5.25	5.07	5.17

表 6 表明,增加淀粉含水量有利于辐照酶解,与表 2 数据比较,对于含水量 30% 的淀粉,辐照酶解生成的还原糖可达到用 50kGy 辐照干淀粉(含水 16.1%)时酶解水平,在不加酶的情况下,还原糖增加更明显。由于水分增多,辐照 H_2O 生成的自由基($OH^\cdot$, $H^\cdot$)增加,它们作用于淀粉分子,使其氢键更易断裂,淀粉降解,水溶性增大,含水量为 70% 时, pH 值有所增加。L. Ehrenberg^[5]等人解释为水对淀粉起的保护作用,由于自由基之间相互作用消耗部分能量。

在实验中也观察到辐照的山芋淀粉有凝聚作用,颗粒增大,在水中易于沉降,这与 T. Kume 等人^[6]的结果相似,但是,当醪液温度升至 60℃ 并不断搅拌,凝聚的颗粒又均匀分散了,此温度也适于酶的糖化作用。

3 结 论

γ -射线辐照的生淀粉,分子链降解,水溶性增大,可直接糖化,生成的还原糖随剂量增加而增多,而原料中微生物却以指数函数下降,醪液粘度也大大降低。因此,我们认为辐照生淀粉对无蒸煮酒精发酵是可行的,因而也是有效的节能措施。

致 谢

本研究得到陆炎培副教授指导,辐照由吴文元,刘炳智帮助完成,作者表示谢意。

参 考 文 献

- 1 Han Y W. U S P, 1986; 4: 631, 258
- 2 惠斯特勒 R J 等; 王维文等译. 淀粉的化学与工艺学. 中国食品出版社, 1987
- 3 钱瑞生等. 淀粉与淀粉糖, 1991; 4: 30
- 4 Hanis T, et al. Cereal Chem, 1988, 65(5): 381
- 5 Ehrenberg, et al. Acta Chem Scand, 1957; 11: 950

6 Kume T, et al. Starch/starke, 1987, 39(3): 71

Effect of γ -Radiation on Enzymatic Hydrolysis of Sweet Potato Starch

Qian Ruisheng Zhao Yang Qin Yi

(Dept. of Food Sci. and Eng.)

Abstract Sweet potato starch was irradiated with dose of 10~500kGy from a ^{60}Co source. Reducing sugar production by enzymatic hydrolysis and Iodine affinity of starch increases with the increasing of radiation dose but acid and viscosity decreases. The crystalline of irradiated starch has been investigated by using X-ray diffraction and the effects of γ -ray irradiation on microbial survival of initial starch have been investigated. These results are considered as basic research for application of radiation technique on uncooked starch alcohol fermentation.

Key words Starch; Irradiation; Enzymatic hydrolysis