

温州蜜柑辐射贮藏保鲜研究

刘立明 唐传道 彭光剑 蓝俊明

(湖南省原子能农业应用研究所, 长沙)

摘要 本文采用 ^{60}Co 射线辐照“尾张”品种的果实, 于1983~1986年连续进行了贮藏效果、辐照工艺以及果实品质等方面的研究, 结果表明用厚度为0.015 mm的聚乙烯膜单果包装、20—50 Gy剂量辐照处理温州蜜柑有较好的贮藏保鲜效果。

关键词 辐射贮藏, 温州蜜柑

利用 ^{60}Co - γ 射线辐射保藏柑桔国内外有过一些研究报道, Guerrero等认为华盛顿 Nevel 柑桔保鲜的最佳剂量是2 kGy^[1], 华粉妹等报道 ^{60}Co 射线辐照 $5-30 \times (2.58 \times 10^{-4}) \text{C} \cdot \text{kg}^{-1}$ 能延长柑桔保鲜期, 果实饱满, 风味好^[2]。

本文进行了辐照“尾张”品种温州蜜柑的辐照贮藏保鲜的研究。

材料与 方法

1. 材 料

温州蜜柑试验样品于11月上、中旬采收, 运回后2—5天内人工清选, 剔除病伤果, 视成熟度80%以上的作为试验材料。

2. 方 法

(1) 1983年采用9.5、19.5、28.5、38.0、47.5、95.0、190.0和475.0 Gy不同剂量辐照处理, 为了消除个体差异, 每处理设8次重复, 每重复处理50个果实。聚乙烯食品袋多果敞口袋装辐照, 常温下贮藏。

(2) 1984年用20、50、100、200、300、400和500 Gy不同剂量辐照处理, 每处理设4次重复, 每重复处理20 kg果实。用0.015 mm聚乙烯袋单果包装, 纸箱装辐照, 剂量不均匀度1.28。样品辐照后均用塑料果箱装地下室(防空洞)贮藏。贮藏期室温8—19℃, 相对湿度50~70%。

(3) 1985—1986年参加中国同位素公司组织的水果辐照贮藏中试协作试验。1985年辐照剂量分别采用50和100 Gy, 每处理设10次重复, 每重复辐照处理果实22.5 kg。塑料果箱(规格53×37×30 cm)装辐照, 辐照后贮藏条件同上年。贮藏80天后用火车运往北京观察运输效果。1986年辐照剂量为25 Gy, 在其它条件相同的情况下用两个果园的柑桔, 进一步扩大样品数量继续贮运效果试验。

(4) 上述各年度试验均以未辐照样品为对照(ck)。保藏效果的计算方法是: 小数量试验以果实个数为单位计算好果率(%), 大数量试验以果实重量(kg)为单位计算鲜重率(%)。

结 果 与 讨 论

1. 剂量与贮藏保鲜效果的关系

为了寻求适宜的剂量范围, 1983年用8种不同剂量进行辐照处理, 贮藏62天后观察并统计好果率(见表1)。结果表明剂量在9.5—38.0 Gy范围内好果率比对照提高, 尤以19.0 Gy为好,

Tab 1. The effects of radiation preservation with different treatments after a storage of 62 days

Radiation Dose (Gy)	Amount of irradiated fruit		Amount of well-kept fruit (Oranges)	Preservation percentage of well-kept fruit (%)	u Value *
	(Oranges)	(Kg)			
0 (ck)	400	39.5	348	87.0	
9.5	400	39.2	365	91.3	1.95
19.0	400	38.5	378	94.5	3.66
28.5	400	39.9	355	88.8	0.78
38.0	400	41.3	355	88.8	0.78
47.5	400	41.7	346	86.5	
95.0	400	40.4	332	83.0	
190.0	400	40.9	324	81.0	
475.0	400	40.1	281	70.3	

* $u_{0.05} = 1.96$ $u_{0.01} = 2.58$

Tab 2. The relationship between the radiation dose and the effect of preservation after different periods of storage

Dose (Gy)	Amount of irradiated fruit		Comparison of the preservation percentage of well-kept fruit after different periods of storage							
			28 days		65 days		92 days		112 days	
	(Oran- ges)	(Kg)	Preservation percentage of well-kept fruit	Comp- arison	Preservation percentage of well-kept fruit	Comp- arison	Preservation percentage of well-kept fruit	Comp- arison	Preservation percentage of well-kept fruit	Compa- rison
0 (ck)	632	77.8	98.9	0	96.8	0	94.0	0	87.3	0
20	637	78.0	98.4	- 0.5	97.6	+ 0.8	95.0	+ 1.0	90.1	+ 2.8
50	625	77.9	99.0	+ 0.1	97.3	+ 0.5	96.0	+ 2.0	91.0	+ 3.7*
100	618	77.4	99.5	+ 0.6	98.9	+ 2.1	95.3	+ 1.3	87.0	- 0.1
200	650	79.1	98.5	- 0.4	96.5	- 0.3	91.2	- 2.8	77.5	- 9.8
300	617	77.2	99.4	+ 0.5	96.6	- 0.2	90.8	- 3.2	68.4	- 18.9
400	650	79.5	98.9	0	95.1	- 1.7	88.9	- 5.1		
500	662	78.2	97.6	- 1.3	93.1	- 3.7	81.9	- 12.1		
1000	34	3.7			73.5	- 23.3			5.9	- 81.4
2000	43	4.5			46.5	- 50.3			0	

* $u = 2.11 > u_{0.05} = 1.96$

Tab 3. Effect of the radiation preservation after a storage of 80 days

Dose (Gy)	Weight of the well-kept fruit of each repetitive group (Kg)*										$\bar{X}$	Percentage of the weight of the well-kept fruit (%)
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
0 (ck)	12.6	14.9	18.3	16.4	13.5	16.9	16.8	12.8	14.4	15.9	15.2	67.6
50	18.8	18.0	17.5	17.6	17.0	17.3	20.5	18.6	17.5	17.8	18.0	80.0
100	14.2	18.0	18.8	16.5	16.3	14.9	18.1	18.7	16.5	16.2	16.8	74.8

* The weight of each repetitive group was 22.5 Kg.

好果率比对照提高 7.5%，差异达极显著水平($|u| > u_{0.01}$)。而 190.0 Gy 以上剂量处理的好果率则显著低于对照。

1984 年扩大辐照剂量范围和供试材料数量继续试验，并分别在贮藏期 28、65、92 和 112 天进行翻箱清果、统计好果率，以未辐照贮藏样品的好果率为参比，比较不同贮藏期剂量与贮藏效果的关系(见表 2)。结果表明：贮藏期 28 天时 400 Gy 以下剂量处理的好果率比对照无明显差异。贮藏期 65 和 92 天时 20-100 Gy 剂量处理的好果率高于对照，当贮藏期延长到 112 天时则只有 20-50 Gy 剂量处理的好果率高于对照，其中 50 Gy 剂量处理的比对照有显著性差异，说明随着贮藏期的延长，适宜辐照剂量范围逐渐缩小，仍表现为 20-50 Gy 剂量处理的效果为好；100 Gy 剂量处理的效果不明显，而 200 Gy 以上剂量处理则随贮藏期的延长，剂量越高保鲜效果越差，当剂

Tab 4. The result of the variance analysis of the tab 3

Source of variance	(DF)	(SS)	(MS)	F	F _{0.05}	F _{0.01}
Among repeatitive groups	9	28.067	3.12	1.54	2.46	3.60
Among treatments	2	39.662	19.83	9.82	3.55	6.01
Error	18	36.338	2.02			
Total	29	104.067				

Tab 5. The effects of the radiation preservation of the fruit from different orchards and of different maturities

Source of the samples	Picking time (month/day)	Maturity of the fruit (%)	days of storage (days)	Dose (Gy)	Amount of stored fruit (Kg)	Amount of well-kept fruit(Kg)	Weight per-centage of well-kept fruit(%)	Comparison of the effects (±%)
The General-Mountain	11/10	~80	63	0	517.5	474.0	91.58	0
				25	520.0	497.5	95.67	+ 4.1
The second orchard Team	11/24	100*	50	0	225.0	194.0	86.22	0
				25	225.0	201.3	89.47	+ 3.23

* Part of the fruit was overmature, and the pulp of fruit was off the fruit-coat

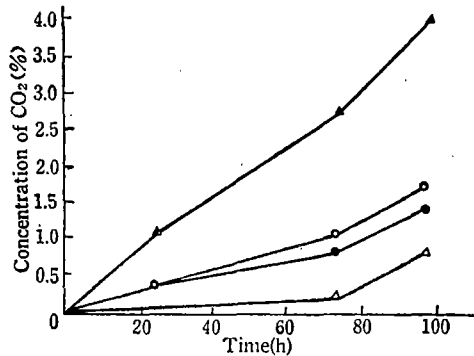


Fig 1. Variance of the breathing function of the Wenzhou orange treated with different doses at the beginning of storage.
Dose(Gy): ○ 0, ● 20, △ 50, ▲ 150,

量达 2000 Gy 时，贮藏 65 天好果率不足 50%。

在前两年试验的基础上，1985 和 1986 年与中国同位素公司协作进行了较大数量处理的贮藏效果试验，结果见表 3 和表 5。

表 3 表明贮藏期 80 天时 50 Gy 剂量辐照处理的鲜重率比对照提高 12.4%，100 Gy 的提高 7.2%。经方差分析(见表 4)，重复间差异不显著，辐照剂量间有极显著差异。用 LSD 法进行不同辐照剂量间差异显著性测验得：

$$S_{\overline{N}_1 - \overline{N}_2} = \sqrt{\frac{2 S_0^2}{n}} = \sqrt{\frac{2 \times 2.02^2}{10}} = 0.903$$

$$\text{LSD}_{0.05} = 0.903 \times 2.101 = 1.9(\text{kg})$$

$$\text{LSD}_{0.01} = 0.903 \times 2.878 = 2.6(\text{kg})$$

测定结果表明 50 Gy 剂量辐照处理的平均鲜重显著地高于对照, 100 Gy 剂量辐照处理的平均鲜重与对照无明显差异。

表 5 为 1986 年试验结果, 不同桔园、不同采收成熟度的果实在辐照 25 Gy 剂量后贮藏 50—63 天后, 果实鲜重率比对照提高 3~4%, 其中成熟度为 80% 左右的将军山桔园的果实鲜重率达 95.67%, 比对照提高 4.1%, 统计分析表明差异达极显著水平。两年试验样品均于翌年春节前用火车运往北京观察贮藏后的运输效果, 经中国同位素公司应用处抽样检测, 长途运输后的好果率仍达 97—98%, 品评认为果实风味好, 外观正常。

Tab 6. The variance of the main components of the fruit treated with different doses

Dose (Gy)	Total sugar (g/100 g)	Reducing sugar (g/100 g)	Total acid (%)	Vc (mg/100 g)	Cellulose (g/100g)	Ash content (g/100 g)
0 (ck)	6.85	3.77	0.70	31.00	0.46	0.38
100	7.87	3.38	0.80	31.20	0.45	0.43
300	6.94	3.75	0.74	30.00	0.48	0.45
500	4.83	3.46	0.70	28.00	0.53	0.49

Tab 7. The influence of different doses on the content of amino acid in the Wenzhou orange

名 称 Nomenclature	Dose (Gy)					
	The Year 1984				The year 1985	
	0	100	300	500	0	150
Alanine	6.3	6.5	6.5	4.2	5.8	5.9
Isoleucine	13.2	13.8	12.8	11.2	12.7	12.8
Glycine	8.1	9.2	7.9	6.2	8.4	8.8
Serine	6.1	5.9	6.3	6.3	5.1	5.6
Valine	11.2	12.1	10.2	10.1	13.4	14.1
Threonine	12.4	10.2	11.5	10.2	11.5	11.2
Leucine	13.6	11.1	11.8	14.8	12.1	11.8
Proline	80.1	135.4	85.4	82.2	98.2	84.6
Methionine	12.4	15.6	8.6	14.8	14.4	15.1
Aspartic acid	11.4	21.5	12.8	20.2	22.6	21.8
Phenylalanine	8.2	15.4	9.6	13.8	16.1	15.9
Tyrosine	20.9	20.1	15.2	5.8	19.6	18.8
Glutamic acid	18.2	30.3	18.0	21.3	28.8	28.4
Lysine	8.2	14.1	11.8	10.4	15.1	15.0
Arginine	18.4	12.6	12.4	9.3	12.9	12.3
Tryptophan	19.4	17.6	19.8	11.2	16.4	15.8
Histidine	11.3	10.6	8.2	6.3	11.2	10.8
Cystine	8.9	6.8	7.0	6.1	6.2	6.4

Tab 8. Statistics of the quality score of the irradiated fruit after a storage of 70 days

Items	Mean score		Comparison	Items	Mean score		Comparison
	CK	50 Gy			CK	50 Gy	
Apparent Colour	7.10	8.27	+ 1.17	Orange fragrance	good	good	/
The colour of the base of the fruit	7.00	8.20	+ 1.20	Peculiar taste	No	No	/
Hand-feeling hardness	7.36	7.55	+ 0.19	Taste	6.50	6.81	+ 0.31

2. 辐照对果实呼吸作用的影响

为了探求低剂量辐照提高果实贮藏保鲜效果的问题,1985年我们将辐照0、20、50和150 Gy剂量的果实(取相同个数和相同重量)分别置于密闭容器中,用CH-2氧和二氧化碳气体分析仪定期抽取容器内气体,进行 CO_2 浓度测定,观察果实呼吸速率,结果(见图1)表明,20和50 Gy剂量辐照处理后100小时内果实的呼吸作用受到了不同程度的抑制,150 Gy剂量辐照反有促进呼吸的作用。呼吸作用的抑制对延长果实的贮藏期是有利的。

3. 辐照对温州蜜柑果实品质的影响

(1) 辐照对果实主要成分的影响。1984年在贮藏35天后分别从100、300、500 Gy和对照处理样品中各取样1 kg,经湖南省分析测试研究所进行果实主要成分的测定,结果(见表6和表7)表明300 Gy内低剂量处理对果实主要成分总糖、还原糖、总酸、维生素C、氨基酸等均无明显影响。

(2) 辐照对果实外观和食味的影响:1984年由30多人对辐照50 Gy和未辐照两个处理贮藏60天后的果实进行品评,在外观上有73%的人认为辐照样样品果形饱满,色泽新鲜,20%的人认为二者区别不大。在食味上87%的人认为辐照样样品果汁浓,味较甜,没有异味,风味好。1986年又进行了同类样品的品评,按9分法记分,10人评分结果(见表8)50 Gy剂量辐照处理的评分均高于对照。两年品评取得了相似结果,说明低剂量辐照对温州蜜柑品质是没有影响的。

但是,试验中观察到辐照剂量大于1000 Gy时果实外观色泽不及对照,且随贮藏期的延长果皮逐渐变褐色,水渍状,易碎,果肉异味、易腐烂,不利贮藏。

小 结

(1) $^{60}\text{Co}\gamma$ 射线对温州蜜柑“尾张”品种果实的贮藏效果有明显影响,在80—100天的适宜贮藏期(采收到翌年春节)以20—50 Gy剂量处理为适宜;200 Gy以上剂量处理会加速果实腐烂,剂量愈高果实品质愈低;1000 Gy以上剂量处理则失去贮藏意义。上述适宜剂量范围与国内有关报道相近,但比国外一些报道为低,这可能与柑桔产地、品种、辐照和贮藏条件等因素有关。

(2) $^{60}\text{Co}\gamma$ 射线低剂量辐照对温州蜜柑果实主要成分影响不大,可保持原有风味。

(3) 提高柑桔贮藏保鲜效果与柑桔栽培管理水平、采收时果实成熟度、采收技术及采收期气候等诸因素有关,当果实成熟度80%左右、晴朗干燥的气候条件下采收,采收时防止机械损伤,采收后2—5天内即进行辐照处理可取得好的贮藏保鲜效果。

本所李朝东、王建林等同志参加了部分工作,在此致谢。

参 考 文 献

- [1] 赵克俭, 原子能农业译丛, (1), 1-7(1985).
[2] 华粉妹, 周迪英, 宋永贵, 石明祥, 浙江农业科学, (152), 256-258(1984).

(稿件收到日期: 1987年3月27日)

RESEARCH ON RADIATION PRESERVATION OF WENZHOU ORANGE

Liu Liming, Tang Chuandao, Peng Guangjian and Lan Junming
(Hunan Institute of Atomic Energy Application In Agriculture, Changsha)

ABSTRACT The presented research was to explore the effects of the radiation preservation of Wenzhou Orange by ^{60}Co γ rays irradiating the fruits of the middle-season variety "Weizhang" of Wenzhou Orange. Through several years of continuous studies from 1983 to 1986, it was determined that the optimum irradiation dose was 20-50 Gy when the fruits were wrapped in 0.015 mm thick polyethylene film. After storage of 80-100 days under the room temperature, the preservation percentage of well-kept fruits of irradiated orange was 104-110% as much as that of unirradiated orange, and no change in quality was observed.

KEY WORDS Irradiation preservation, Wenzhou mandarin orange