

南丰蜜桔辐射贮藏保鲜研究

刘志芳 罗 桂 熊梅花 陈顺乐

(江西省工业卫生研究所, 江西)

黄儒楷 王子瑜

(江西抚州地区柑桔研究所, 抚州)

摘要 南丰蜜桔是江西特产, 它具有皮薄核少, 汁多无渣, 色泽金黄, 香甜酸俱佳等特点。但是由于皮薄汁多而不耐贮藏。本文对南丰蜜桔辐射贮藏保鲜进行了研究, 结果证明, 在低剂量 $^{60}\text{Co}\gamma$ 线照射后, 常温下贮藏100~120天, 好果率达80%, 与对照果比较提高保鲜率10~15%。经检测其主要化学成分无明显变化。此外还对南丰蜜桔辐射保藏的机理作了初步探讨。

关键词 水果贮藏; 中国柑桔; 辐射保藏; 辐照蜜桔; 辐照机理。

前 言

南丰蜜桔是全国十大柑桔良种之一, 为江西特产, 以皮薄核少, 汁多无渣, 色泽金黄, 香甜酸俱佳, 历代均列为贡品, 故有“贡桔”、“桔中之王”的美称。但由于皮薄、汁多而不耐贮藏。为发展柑桔生产, 提供新的贮藏保鲜技术, 我们于1983年开始采用辐射处理, 连续三年的实践证明, 用 $^{60}\text{Co}\gamma$ 线低剂量辐照, 常温下贮藏100~120天, 与对照组比较, 效果显著。

材 料 与 方 法

1. 样品来源

试验样品采自南丰抚州地区柑桔研究所红壤山丘果园, 树龄9~11年, 就地用木箱包装, 经汽车运抵南昌, 分不同剂量组进行辐照处理, 并设对照组。

2. 辐照方法

用 $^{60}\text{Co}\gamma$ 线低剂量辐照, 靶距离30 cm, 剂量率经校准的西门子仪实际测定值计算, 在照射到总剂量1/2时, 将包装箱作180°转向, 根据剂量仪及热释光剂量片测试结果剂量均匀度 <1.5 。

3. 贮藏观察

样品辐照后, 置地面库常温下贮藏。用自动温湿度仪记录库房的温度及相对湿度, 连续贮藏观察100~120天, 根据抽样检查, 计算腐果率、好果率、干耗率、保鲜率。并对样品的主要化学成分^[1], 呼吸强度, 过氧化物酶含量^[2]进行了检测。

结 果 分 析

1. 贮藏效果

(1) 初试结果(1983年11月至84月3月)。供试样品202.5 kg均分成15箱, 13.5 kg/箱。

• 现已改称江西省劳化卫生职业病防治研究所

辐照后贮藏到120天,对照组腐果率高达40.8%,好果率仅59.20%,而各辐照组(4.75、9.5、47.5、95.0 Gy)腐果率明显降低,好果率高达81.7~95.29%,与对照组比较差异显著($P < 0.01$)。按重量计算,120天对照组保鲜率仅67.78%,而辐照1~3组均在80%以上,与对照组比较提高保鲜率13.0~16.0%,在统计学上有显著意义(见表1)。

表1 南丰蜜桔辐射贮藏保鲜120天结果

Table 1. The effect of the radiation preservation for the Nan-Feng Mandarin.(A)
(The irradiated Nan-Feng Mandarin were put in general storage for 120 days)

组别 Groups	供试果 个	果重 (kg)	腐果率 (%)	好果率 (%)	总损耗率 (%)	保鲜率 (%)	提高率 (%)
辐照1	1339	40.5	4.71	95.29*	19.14	80.86 ^Δ	13.08
辐照2	1505	40.5	12.43	87.57*	18.27	81.73 ^Δ	13.95
辐照3	1203	40.5	9.23	90.77*	16.17	83.83 ^Δ	16.05
辐照4	1279	40.5	18.30	81.70	20.62	79.38	11.60
对照	1294	40.5	40.80	59.20	32.22	67.78	...

* $p < 0.01$ $\Delta p < 0.05$

(2) 第一次中试结果(1984年11月至85年2月)供试样果387箱,15 kg/箱,总重5805 kg。其中辐照1组(38 Gy)40箱,辐照2组(47.5 Gy)275箱,辐照3组(57.0 Gy)40箱,药物(50 PPM 2.4-D+1000倍托布津)浸果对照组16箱,单纯对照组16箱。各组样果处理后贮藏100天,抽查结果见表2。从表2可见,经38~47.5 Gy辐照的样果总腐耗率比单纯对照组低,保鲜率为85~86%,较对照组(81.65)提高3~4%($p < 0.05$)。参考83~84年初试中96天结果^[3],在这时期,对照组的保鲜率也较高,经相应剂量辐照的样果保鲜率为90.74~92.84%,与对照组(87.78%)比较,保鲜率也仅提高2.96~5.06%。据此,我们认为如果将贮藏期限延长,本次试验的辐照效果可能与初试结果一致。

表2 南丰蜜桔辐射贮藏保鲜100天抽查结果

Table 2. The effect of the radiation preservation for the Nan-Feng Mandarin.(B)
(The irradiated Nan-Feng Mandarin were put in general storage for 100 days)

组别 groups	供试果 (kg/箱)	总损耗率 (%)	保鲜率 (%)	提高率 (%)
辐照1	495/33	13.47	86.53 ^Δ	4.88
辐照2	3165/211	14.68	85.32 ^Δ	3.67
辐照3	525/35	16.92	83.08	1.43
药物对照	195/13	16.72	83.28	1.63
单纯对照	195/13	18.35	81.65	...

 $\Delta p < 0.05$

(2) 第二次中试结果(1985年11月至86年3月)。供试样果163箱,22.5~25 kg/箱,总重为4,425 kg。其中辐照1组(38 Gy)64箱,辐照2组(47.5 Gy)65箱,辐照3组(57 Gy)17箱,对照组17箱,辐照后在常温下贮藏。第114天抽查结果见表3。各辐照组样果的腐果率及总腐耗率低,好果率及保鲜率明显高于对照,尤其是经38.0 Gy辐照组,好果率比对照(48.59%)提高39.71%,保鲜率提高15%。

表3 南丰蜜桔辐照贮藏保鲜抽查结果

Table 3. The effect of radiation preservation for Nan-Feng Mandarin.(C)
(The irradiated Nan-Feng Mandarin were put in general storage for 114 days.)

组别 groups	供试果 个	公斤	腐果率 (%)	总损耗率 (%)	好果率 (%)	保鲜率 (%)	提高率 (%)
辐照 1	4716	135.0	11.70	22.2	88.30*	77.8*	15.1
辐照 2	5324	145.0	20.02	31.21	79.98*	68.78	6.09
辐照 3	2484	75.0	25.28	35.6	74.24*	64.4	1.70
对照	2745	75.0	29.51	37.3	48.59	62.7	—

* $p < 0.01$

2. 主要化学成分分析

从表4可见,与对照组比较,南丰蜜桔经 $^{60}\text{Co}\gamma$ 线(47.5 Gy)辐照后,其主要化学成分无明显变化。

表4 南丰蜜桔主要成分检测结果

Table 4. The change of main compositions of irradiated Nan-Feng Mandarin with 47.5 Gy

项 目	辐 照 组	对 照 组
可溶性固形物(%)	14.91 $\pm$ 0.42	14.84 $\pm$ 0.87
单 糖(g/100 ml)	2.09 $\pm$ 0.15	2.20 $\pm$ 0.54
双 糖(g/100 ml)	3.59 $\pm$ 0.47	3.43 $\pm$ 0.39
总 糖(g/100 ml)	5.68 $\pm$ 0.74	5.63 $\pm$ 0.49
维生素 C(mg/100 ml)	33.59 $\pm$ 5.29	33.47 $\pm$ 5.29
固 酸 比	10.77: 1	10.17: 1
糖 酸 比	3.93: 1	3.86: 1

表中数据为12份平行样均值

3. 辐照保鲜机理

柑桔鲜果是一有生命活动的有机体。果实采后仍具有新陈代谢作用,其主要表现于呼吸,整个过程为一种氧化还原作用。这种生命活动中的氧化还原作用又依赖于线粒体,后者一旦消失,其生命活动也就终止⁽¹⁾。为了探讨辐照保藏的机理,我们曾对比观察了南丰蜜桔贮藏过程中 O_2 和 CO_2 以及过氧化物酶含量的动态变化。从图1、2可见,经475~950 Gy辐照的南丰蜜桔呼出 CO_2 及吸收 O_2 的相对值比对照组略高,而经47.5 Gy照射的蜜桔呼出的 CO_2 及吸收的 O_2 比对照组明显降低。揭示类似48 Gy左右的低剂量辐射可使果实的呼吸强度降低,新陈代谢减慢,这可能是延长贮藏保鲜期的主要原因之一。

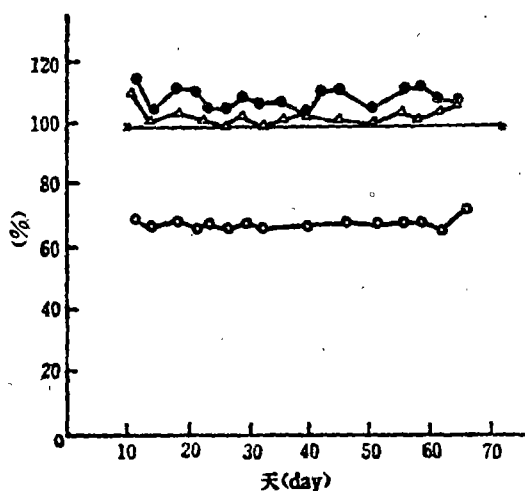
表5 辐照南丰蜜桔过氧化物酶测定结果

Table 5. The change of peroxidase of Nan-Feng Mandarin which were irradiated with 47.5 Gy and put in general storage for 60~110 days.

贮藏天	辐照组	对照组	t 值	P 值
60	3.71 $\pm$ 0.89	5.21 $\pm$ 1.21	3.32	<0.01
90	8.27 $\pm$ 0.71	9.45 $\pm$ 1.15	3.02	<0.01
110	9.25 $\pm$ 1.06	9.72 $\pm$ 1.50	0.71	>0.05

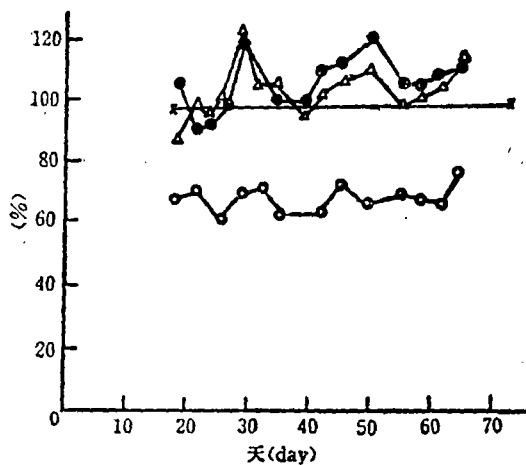
1. 每次检测11—12个平行样

2. POD活性单位以每毫升桔汁分析液所含酶在一分钟内氧化愈创木酚的微克分子数表示。

图1 CO_2 呼吸量动态比较

●——● 950 Gy △——△ 475 Gy
○——○ 47.5 Gy ×——× 对照

Fig. 1 (The dynamic change of respiratory carbon dioxide content for Nan-Feng Mandarin which were irradiated with various doses and put in storage for various time)

图2 O_2 呼吸量动态比较

●——● 950 Gy △——△ 475 Gy
○——○ 47.5 Gy ×——× 对照

Fig. 2 (The dynamic change of respiratory oxygen content for Nan-Feng Mandarin which were irradiated with various doses and put in storage for various time)

此外,在柑桔果实生命活动中,过氧化物酶的作用是其本身成熟、衰老的重要因素。对比检测的结果表明,经47.5 Gy照射的南丰蜜桔,过氧化物酶的含量比对照组低(见表5)。这从另一方面提示,延长蜜桔的贮藏保鲜期,可能与降低或抑制果实中过氧化物酶的作用有关。

讨 论

有关柑桔的辐射贮藏保鲜,国外报导用 ^{60}Co 或 ^{137}Cs γ 线或加速器发射的电子线辐照可调节果实成熟,预防霉烂,延长保鲜期^[4,5]。但一般认为用能量较大的 ^{60}Co γ 线进行较高剂量的照射可导致果皮变色及产生辐射异味。国内浙江农科院原子能所比较了 ^{137}Cs 及 ^{60}Co 两种辐射源辐照蜜桔(本地早及无核桔)的贮藏保鲜效果,证明两种辐射源发射的不同能量的 γ 射线对蜜桔的辐射效应无明显差异。并根据照后60天好果率的分析,认为用500~1500 Gy剂量辐照处理效果较好。南丰蜜桔辐射贮藏保鲜的效果至今未见报导。我们的实践证明对皮薄,果型较小的南丰蜜桔来说以采用38~48 Gy辐照为宜。

关于蜜桔辐照保藏的效益,三年来的试验研究证明,南丰蜜桔从产地运到南昌,经 ^{60}Co γ 线38~48 Gy辐照后,在常温下贮藏,可减少干耗和腐烂,一般保鲜率80%左右,比未经辐照的对照组(65~70%)约提高保鲜率10~15%。粗略估算,每5000 kg,南丰蜜桔贮藏到100天或120天,扣除各项成本费用,按南昌市春节前后市场最低价销售,仍可获得一定盈利。此外,辐照加工的成本比药物处理低,每公斤果实辐照38 Gy,加工费约0.02元,而产地采用药物预处理的成本费约为0.04元。因此我们认为在开拓辐射技术综合应用中,供贮藏保鲜的蜜桔可考虑采用辐照处理。

小 结

本研究通过三年的实践证明,南丰蜜桔经长途运输,采用 $^{60}\text{Co}\gamma$ 线38~48 Gy低剂量辐照后在地面库常温下贮藏,可减少腐烂与干耗,与对照果比较贮藏到100~120天可提高保鲜率10%以上,经辐照处理的蜜桔主要化学成分无明显变化,仍保持固有的色香风味,且有一定的效益,此外,对南丰蜜桔辐射保鲜的机理作了初步探讨

致谢: 参加部分工作人员:尹明根、付火生、陈一新、曾而康、李季安、陈运寿、魏贤、杨雪知、康昭恩、金杰、赵军、刘晓松、罗厚良、潘菊珍、李南翔、谢小毛

参 考 文 献

- [1] 张百超,果品贮藏保鲜原理与技术, p. 15, 四川人民出版社, (1982)。
- [2] [苏] X. H. 波钦诺克著, 荆家海, 丁钟荣译, 植物生物化学分析方法 p. 197~201, 科学出版社, 北京, 1981。(中译本)
- [3] 刘志芳等, 江西科学, 4(1), 61(1986)。
- [4] 陈科文, 辐射保藏食品, p. 9, p. 124, 科学出版社, (1982)。
- [5] 四川省辐照保藏食品研究和应用协作组, 辐射保藏食品资料汇编, p. 98, (1976)。

(稿件收到日期: 1986年11月5日)

THE STUDY ON PRESERVATION OF NAN-FENG MANDARIN BY RADIATION

Liu Zhifang Luo Gui Xiong Zhuo Chen Shule

(Jiangxi Institute of Industrial Hygiene)

Huang Rukai Wan Ziyu

(Jiangxi Nan Feng Institute of Citrus)

ABSTRACT The Nan Feng Mandarin is a special native product of Jiangxi province in China. It's characterized by thin rind with few pits, much juice without dregs, good taste of sweet, fragrance and sour in golden color. However it can not be stored for a long time because of its thin rind and much juice. This paper has studied the effect of the radiation on the preservation of the Nan Feng Mandarin. The results showed that when the mandarin was stored at a room temperature for 100-120 days and irradiated at a low dose of ^{60}Co ray, the rate of good one was up to the 80%, and 10-15% higher than that of the controlled Mandarin. But any distinct changes of main chemical compositions of the irradiated Mandarin haven't been found by examining. In addition, this paper has also preliminarily shed light on the mechanism of the radiation on the preservation of the Nan Feng Mandarin.

KEY WORDS Storage of fruits; The Mandarin; Radiation preservation; Irradiated Mandarin; Mechanism of irradiation