

# $\gamma$ 辐照对甜橙和苹果生理效应及营养成分变化的研究\*

侯任昭 邓志群 陈友荣

(农业生物系)

## 提 要

测定结果表明, 罗岗甜橙 (*Citrus sinensis* (L.) Osbeck var. *Lo-gong*) (下称甜橙) 和国光苹果 (*Malus pumila* L. var. *Ralls*) (下称苹果) 经用 $^{60}\text{Co}$   $\gamma$  射线辐照的果实, 与无辐照的对照果实相比: 呼吸速率都提高, 甜橙内部乙烯含量增加, 而苹果则减少; 甜橙的维生素C和有机酸含量有所降低, 而苹果则不然; 两种果实的总糖以及甜橙的可溶性固形物的含量无明显差异, 甜橙果皮在近果蒂处凹陷, 而苹果无此现象; 辐照剂量越大甜橙果实的腐烂率越高, 而苹果则相反。

关键词  $^{60}\text{Co}$   $\gamma$  射线; 辐照; 罗岗甜橙; 国光苹果

## 引 言

华粉妹等以及周鹤倩等报道了用 $^{60}\text{Co}$   $\gamma$  射线辐照温州蜜柑、椪柑等宽皮柑桔果实后, 对呼吸速率、乙烯含量以及营养成分的影响<sup>[1][2]</sup>。赵克俭等则报道了 $\gamma$  辐照“红星”等苹果果实后对呼吸及乙烯生成量的影响<sup>[3]</sup>。在这些报道的基础上, 我们选用宽皮柑桔罗岗甜橙与国光苹果两种果实进行比较研究。经辐照后, 定期和反复多次进行一些生理效应和营养成分的分析测定, 以了解 $\gamma$  辐照对不同呼吸类型的两种果实, 即对无呼吸跃变现象的甜橙果实和有此现象的苹果果实的不同影响, 并初步探讨这些影响与 $\gamma$  辐照保鲜作用的关系。

## 材料和方法

甜橙的果实摘自南海县里水镇的一个果园。选择大小一致且无病虫害的果实, 用塑料薄膜保鲜袋单个包装后分成四组, 每组100个, 并把每组果实置于纸皮箱中。其中

\*参加本研究者还有本校植物生理生化专业84级毕业生林电机, 伍圣辉。

1988年12月8日收稿

有一组作为对照不进行辐照, 另三组则分别用0.5、1.0和1.5 KGy 的剂量进行辐照, 剂量率为5.72 Gy/min。辐照后在室温下贮藏。

苹果购于广州市果品公司, 原产地为辽宁省盖县, 辐照前已冷藏一段时间。也按上述方法选果、包装、分组和装箱, 辐照组分别用0.3、0.8和1.4 KGy 的剂量进行辐照。剂量率也是5.72 Gy/min, 辐照后也置于室温下贮藏。

在贮藏期间, 分别用气流法、气相色谱法、2, 6—二氯酚吲哚酚滴定法、NaOH 滴定法、3, 5—二硝基水杨酸法和折射仪法等定期测定果实的呼吸速率、乙烯含量以及维生素C、有机酸、总糖和可溶性固形物等营养成分的含量。

## 试验结果

### (一) 呼吸速率的变化

甜橙果实经辐照后呼吸速率的动态变化如图1所示。从该图可看出经辐照后的果实其呼吸速率明显地比对照组高, 此结果与用椪柑等为材料的研究报道相似<sup>[1][2]</sup>。各组均在第三天出现最高呼吸速率, 随后逐渐下降。但自始至终仍高于对照组, 这与Guerrero等对华盛顿脐橙的研究结果相似<sup>[4]</sup>。

苹果经辐照后呼吸速率的动态变化如图2所示。从该图可看出苹果经辐照后其呼吸速率也高于对照组, 三种剂量的最高呼吸速率都出现在辐照后第二天, 接着也逐渐下降。

### (二) 果实内部乙烯含量的动态变化

如图3所示, 各辐照组的甜橙果实, 其内部乙烯含量都高于对照组, 而且辐照剂量越大含量越高, 对照组和各辐照组的乙烯含量均出现两个高峰, 其中后期出现的峰高于前期出现的峰, 不论是前期或是后期出现的峰, 都呈现出辐照组的峰高于对照组, 而在辐照组中剂量高的峰高于剂量低的峰, 尤其在后期出现的高峰中, 1.5和1.0 KGy 的峰远高于0.5KGy 和对照的峰。

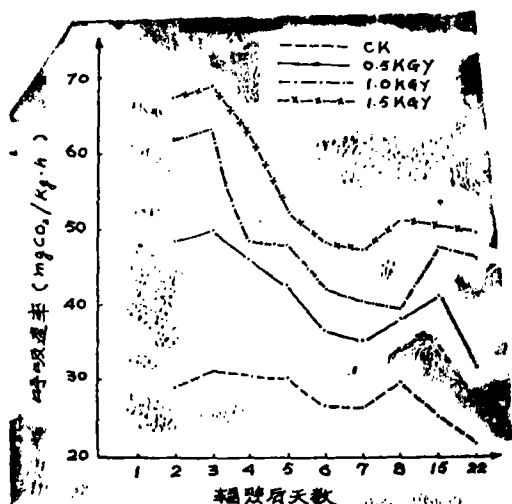


图1 罗岗甜橙呼吸速率变化

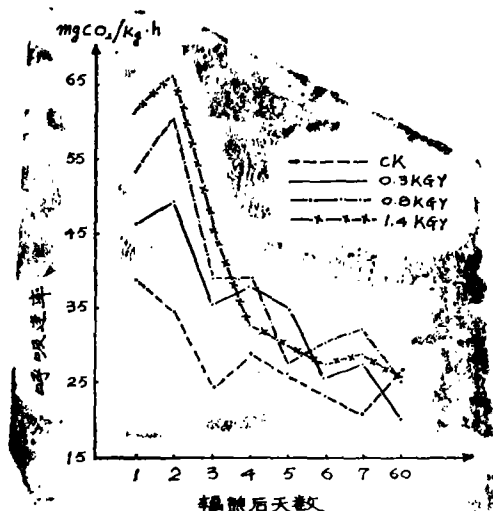


图2 国光苹果果实呼吸速率动态变化

苹果经辐照后, 乙烯含量的动态变化如图4。该图表明, 各辐照组的乙烯含量均明显地低于对照组, 此与赵克俭等的报道一致<sup>[8]</sup>。即使在辐照后第六天, 对照组的乙烯含量急剧下降后仍是如此; 在各辐照组中虽然含量曲线有些波动, 但总的趋势是随剂量的增大而下降, 最终的乙烯含量顺序为对照>0.3KGy>0.8KGy>1.4KGy。

### (三) 营养成分的动态变化

两种果实经辐照后, 在贮藏过程中, 每隔15天测定它们的营养成分, 以了解其动态变化:

1. 维生素C含量: 不论是对照组或辐照组, 甜橙果实的维生素C含量都呈现出波动性, 即最初下降, 随后上升, 最终又下降。但总的趋势是各辐照组的含量都低于对照组, 而且剂量越高含量越低。

苹果果实不论是各辐照组或对照组, 维生素C含量都呈逐渐减少的趋势, 而且最终彼此间无甚差别。

2. 有机酸含量: 甜橙果实的有机酸含量有波动性, 总的趋势是随着贮藏时间的推移而减少。而且自始至终各辐照组的有机酸含量均低于对照组。贮藏90天后有机酸含量的顺序是: 对照>0.5KGy>1.0KGy>1.5KGy。

苹果果实不论是辐照组或对照组, 在贮藏过程中有机酸含量都呈逐渐减少的趋势, 而且彼此间的动态变化几乎一致。

3. 总糖含量: 不论是辐照组或对照组, 甜橙的总糖含量其动态变化趋势较为一致, 都有所增加, 而且最终彼此间无明显差别。

苹果的各辐照组以及对照组总糖含量动态变化趋势相似, 都呈现波动性, 最终含量都有增加。彼此之间也无明显差别。

4. 甜橙可溶性固体物的含量: 甜橙各辐照组及对照组, 果汁中的固形物含量无明显差别, 在贮藏中也无明显变化。

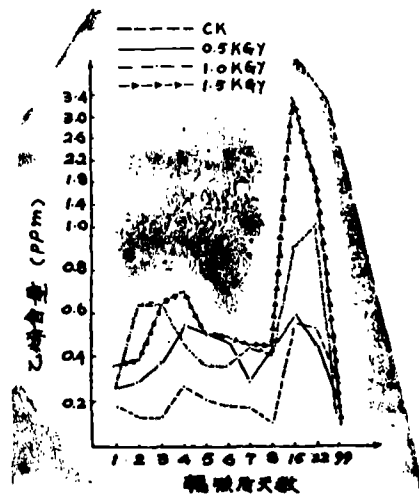


图3. 罗南甜橙果实内部乙烯含量动态变化

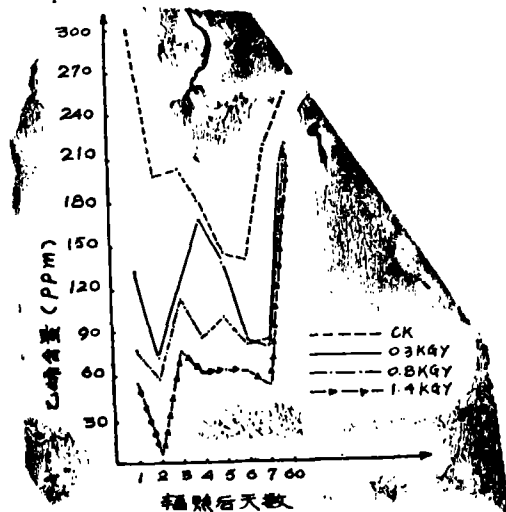


图4. 国光苹果果实内部乙烯含量动态变化

#### (四) 果皮外表的变化和果实腐烂情况

甜橙果实经辐照后,在近果蒂处的果皮出现凹陷现象,而且剂量越高越严重。而苹果经辐照后则无此现象发生。Riov, J.<sup>5</sup> 认为柑桔类果实经辐照后,果皮的一些细胞因酚类化合物积累而受损伤甚至死亡,进而使果皮发生凹陷现象。

甜橙在辐照后83天的腐烂率是:0.5KGy 组23.3%;1.0KGy 组40%;1.5KGy 组52%;而对照组为13.3%。

苹果在辐照后80天的腐烂率是:0.3KGy 组26%;0.8KGy 组17%;1.4KGy 组16%;而对照组为38%。

### 讨 论

(一) 甜橙和苹果经 $\gamma$ 辐照后,呼吸速率都高于对照的原因,可能是 $\gamma$ 辐照导致细胞和组织受到损伤而产生创伤呼吸,是细胞和组织的一种创伤反应。辐照剂量越大细胞和组织受损伤越严重,因而出现了辐照剂量越大呼吸速率越高的现象。最高呼吸速率出现时,即标志着细胞和组织受损伤最严重的时刻。随后呼吸速率逐渐下降,则标志着受损伤的细胞和组织逐渐复原,创伤呼吸逐渐消失。从图1可看出甜橙经辐照20多天后,辐照组的呼吸速率仍明显高于对照组,而且仍呈现出剂量越大呼吸速率越高,这可能表明甜橙经 $\gamma$ 辐照而受损伤的细胞与组织复原能力较差,因而直至此时创伤呼吸仍较强。而从图2则可看出,苹果经辐照一段时间后,辐照组与对照组之间以及辐照组中各剂量之间呼吸速率趋于相同,这可能由于苹果经辐照而受损伤的细胞与组织复原能力较强,创伤呼吸较易消失造成的。

(二) 甜橙经辐照后,内部乙烯含量增高可能是由于产生创伤乙烯引起的。它与呼吸速率的增加有关,表现在辐照剂量越大呼吸速率越高,内部乙烯含量也随着辐照剂量的提高而上升。这可能是辐照组甜橙果实的腐烂率高于对照组,以及辐照组中甜橙果实随剂量增大腐烂率增高的主要原因。

苹果则相反,辐照似乎没有导致创伤乙烯的产生,因此经辐照后呼吸速率的提高与乙烯的产生无关。而对照组的内部乙烯含量高于辐照组,在辐照组中随剂量增大内部乙烯含量降低,可能是苹果经辐照后在贮藏期间腐烂率低于对照,且随剂量升高腐烂率降低的主因。

(三) 根据辐照后果皮外表的变化和果实的腐烂率,可认为用0.5KGy以上的 $\gamma$ 辐照在常温下保鲜甜橙是不行的;而用0.3—1.4KGy的 $\gamma$ 辐照在常温下保鲜苹果则是可行的。

#### 参考文献

- [1] 华粉妹等.浙江农业科学,1984,(5):256—258
- [2] 周鹤铸等.中国柑桔,1981,(2):32—34
- [3] 赵克俭等.园艺学报,1987,14(1):35—39
- [4] Guerrero, F.P. et al. 1967. Amer. Soc. for Hort. Sci. 90:515—528
- [5] Riov, J. 1975. Radiat. Bot 15:257—260

A STUDY ON THE CHANGES OF THE PHYSIOLOGICAL EFFECT AND  
NUTRIMENTAL COMPOSITION OF SWEET ORANGES AND APPLES  
INDUCED BY GAMMA IRRADIATION

Hou Renzhao Ding Zhiquan Chen Yourong  
(Department of Agrobiolgy)

ABSTRACT

We used gamma-ray to irradiate Luogang sweet oranges and Guoguang apples. Compared with the non-irradiated fruits, the irradiated fruits exhibited the following characteristics. The rate of respiration increased in both fruits; the internal ethylene content of the sweet oranges increased, while that of the apples decreased; the vitamin c content and organic acid in the oranges lowered slightly, but not so for the apples; the total sugar content in both fruits and the percentage of soluble solid in the sweet oranges did not show significant difference; near the fruit stalk, the rind of the sweet oranges sank, but this phenomenon did not appear in the apples. The bigger the dosage of the irradiation was used, the higher the percentage of decay that occurred in the oranges. It was just the reverse for the apples. If the dosage of irradiation was more than 0.5 KGy, there was no preservative effect on the Luogang sweet oranges, but to the Guoguang apples, it had such an effect.

Key Words,  $^{60}\text{Co}$   $\gamma$  ray; Irradiation; Luogang sweet orange; Guoguang apple