

可能其纯度不够,有些杂质会干扰 ESR 信号。

b. 是否与所选择的羟基自由基产生体系有关,我们只选用了 Fenton 反应体系,因为条件所限未做其它体系作对照。

c. 别嘌呤醇是否确实具有一定的  $\text{OH}\cdot$  清除作用尚有待于深入研究探讨。

由此可见,上述临床上有效的氧自由基清除剂其作用机制并不相同,  $\text{CoQ}_{10}$  和甘露醇主要是  $\text{OH}\cdot$  清除剂,而别嘌呤醇主要是黄嘌呤氧化酶抑制剂;但也可能具有一定程度的氧自由基直接清除作用,所以在临床应用上采用几种药物联合使用可在不同环节阻断氧自由基的毒性作用,从而更有利于对组织的保护,如何更好地发挥这些药物的协同作用是一个值得进一步研究的课题。

另外,在实验中我们选用了化学反应体系产生氧自由基,为了更接近于生理条件下的实际状况,我们将

进一步用活细胞受刺激后产生活性氧自由基的方法,来做这些药物的氧自由基体外清除试验,将更有助于说明问题。

## 参 考 文 献

- 1 林童俊. 中国药理学报, 1990; 11(6): 534
- 2 但宁, 李小洁, 赵保路等. 中国药理学报, 1989; 10(5): 443
- 3 Folkers K, Nakamura R, Littarru P *et al.* *Int J Vitam Nutr Res*, 1970; 40: 380
- 4 Greenberg S M, Frishman W H. *Med Clin North Am*, 1988; 72: 243
- 5 Magovern G J, Bolling S F, Casale A S *et al.* *Circulation*, 1984; 70 (Suppl I): 91
- 6 Akizuki S, Yoshida S, Chambers D E *et al.* *Cardiovasc Res*, 1985; 19: 686

# 紫外辐照对柑桔电学频率特性等参量的影响

郑瑞伦 吴兴源 刘昌信

(西南师范大学物理系, 重庆 630715)

**关键词** 紫外辐射, 柑桔, 频率特性

由于化学药物保鲜柑桔的不足, 人们已对物理方法保鲜产生兴趣。保鲜的基本目的在于防止柑桔腐烂和使其营养成分保持不变。从生理角度讲, 就是要延缓它的代谢过程。众所周知, 由于新陈代谢作用, 柑桔的结构和成分不断变化, 必然要在果实和果汁的物理性质上反映出来。从物理角度讲, 要保鲜, 就要使它的结构、成分尽可能保持不变, 使其物理参量的变化减慢。由于电学频率特性等参量与柑桔果实和果汁的结构成分密切相关, 而过氧化物酶活性又是呼吸代谢过程强弱的重要指标, 因此, 可以通过紫外辐照柑桔, 柑桔电学频率特性等参量随贮藏时间变化的研究, 探讨紫外辐照对柑桔呼吸代谢的影响, 从而为物理保鲜柑桔的最佳途径提供依据。再通过物理参量与生理参量的对比分析, 为研制物理检测柑桔仪器提供依据。本文介绍了我们的实验方法与结果, 并对结果作了简单分析。

## 1 方法与结果

材料是同批采摘、色泽形状大小几乎相同的锦橙,

分别于 1987, 1988, 1989 年 11 月上旬按如下方式处理 (每种处理方式用果 80 个): 紫外线照射 40min, 60min; 每月定期紫外照射 40min, 60min; 用 250ppm 的 2, 4-D (二氯苯氧乙酸) 和 500ppm 的多菌灵水溶液浸果 0.5min; 用上述药物处理后隔日再紫外辐照 40min。紫外辐照是在自制光波辐照箱内进行<sup>[1]</sup>, 箱内照度均匀, 用 WF-2 型照度计测得照在果实上的照度均为 140 lx, 处理时果蒂向上, 紫外光的有效波长为 2650 Å。用电磁场理论可以计算出紫外线透入果皮并衰减到  $1/e$  的深度为 0.15cm。处理后的实验果与对照果放入同一贮藏室内 (温度 15—16℃, 湿度 80% 左右), 每月定期观察果实腐烂情况并随机抽样 (果实 8 个) 进行测量, 测量果实电学频率特性等物理量以及过氧化物酶活性等生理参量。电导率是用 DDS-11 型电导仪测定; 果汁介电常数是通过对折射率  $n$  测定后再用公式  $n = (\epsilon_0/\epsilon_r)^{1/2}$  求出 ( $\epsilon_0$  为真空介电常数)。这里利用了生物体的磁导率与真空磁导率近似相等的条件<sup>[2]</sup>。过氧化物

收稿日期: 1991-03-11

修回日期: 1991-06-14

酶活性是取各果实的果皮共 10g, 利用愈创木酚法在津岛 UV-240 紫外分光光度计上测定。测定果实频率特性的装置如图 1 所示。被测果的信号输入端和阻抗输出端分别为 Fe-Fe 探针和 Cu-Fe 探针, 探针插入深度 1.5cm, 探针间距离 3cm。接通线路, 让输入端保持电压 1V, 调节信号发生器以输入不同频率的信号, 观察输出端波形的变化并记录输出阻抗的大小。测得各果实的输出阻抗平均值随频率的对数变化如图 2 所示。表 1 列出了 1987 年测得的果汁电导率等数据, 以后各年的数据基本相同。

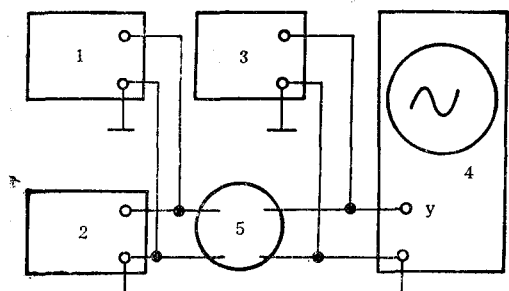


图 1 测定柑桔电学频率特性的装置框图

1——GB-9B 电子管毫伏表；2——XFD-7A 信号发生器；3——DT-830 数字万用表；4——SB-05 示波器；5——待测果

## 2 讨 论

由实验看出：a. 果汁的电导率随贮藏时间增长而减小，介电常数却随贮藏时间增长而增大。所述处理方式

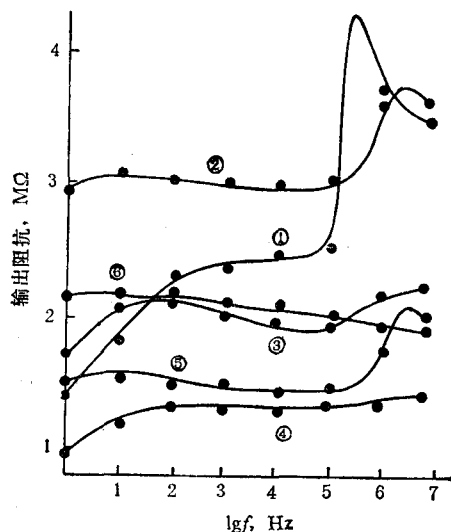


图 2 锦橙阻抗随频率变化的曲线

- ① 对照果 (1990-12-18 测)  
② 紫外辐照 60min (1991-01-18 测)  
③ 药物处理 (1991-01-18 测)  
④ 对照果 (1991-01-18 测)  
⑤ 紫外辐照 60min (1991-02-18 测)  
⑥ 对照果 (1991-02-18 测)

中，紫外辐照 60min 电导率和介电常数的变化最慢。贮藏到 3 月中旬后，电导率只降低 10.9%，介电常数增加 0.47%，而其它处理方式的变化均大于此值。b. 适当剂量的紫外辐射，可以降低过氧化物酶活性，从而延缓代谢过程。在所述处理方式中，以紫外辐照 60 min 效果较显著：贮藏到 3 月中旬后，过氧化物酶活

表 1 锦橙果实的过氧化物酶活性及果汁的电导率等的测定值

| 处理方式       | 测量日期<br>(月, 日) | 过氧化物酶活性<br>$n=5$<br>( $10^{-3}/\text{min} \cdot \text{mg}$ ) | Vc <sup>1)</sup><br>$n=5$<br>(mg/100ml) | 电导率<br>$n=2$<br>( $10^{-3}/\text{cm} \cdot \Omega$ ) | 介电常数<br>$n=4$<br>( $10^{-11}\text{F/m}$ ) |
|------------|----------------|--------------------------------------------------------------|-----------------------------------------|------------------------------------------------------|-------------------------------------------|
| 照射 40min   | 12, 29         | $1.178 \pm 0.002$                                            | $55.87 \pm 0.01$                        | $1.437 \pm 0.010$                                    | $1.6160 \pm 0.0005$                       |
|            | 1, 21          | $0.766 \pm 0.001$                                            | $51.89 \pm 0.01$                        | $1.413 \pm 0.010$                                    | $1.6208 \pm 0.0005$                       |
|            | 3, 17          | $2.243 \pm 0.002$                                            | $47.89 \pm 0.01$                        | $1.231 \pm 0.010$                                    | $1.6265 \pm 0.0005$                       |
| 照射 60min   | 12, 29         | $1.086 \pm 0.001$                                            | $54.78 \pm 0.01$                        | $1.437 \pm 0.010$                                    | $1.6116 \pm 0.0005$                       |
|            | 1, 21          | $0.480 \pm 0.001$                                            | $51.24 \pm 0.01$                        | $1.365 \pm 0.012$                                    | $1.6136 \pm 0.0005$                       |
|            | 3, 17          | $1.180 \pm 0.002$                                            | $49.74 \pm 0.01$                        | $1.281 \pm 0.010$                                    | $1.6192 \pm 0.0005$                       |
| 2, 4-D+多菌灵 | 12, 29         | $1.788 \pm 0.002$                                            | $53.70 \pm 0.01$                        | $1.525 \pm 0.010$                                    | $1.6160 \pm 0.0005$                       |
|            | 1, 21          | $0.612 \pm 0.001$                                            | $54.91 \pm 0.01$                        | $1.344 \pm 0.010$                                    | $1.6186 \pm 0.0005$                       |
|            | 3, 17          | $2.958 \pm 0.002$                                            | $40.91 \pm 0.01$                        | $1.183 \pm 0.010$                                    | $1.6236 \pm 0.0005$                       |
| 对照果        | 12, 29         | $1.170 \pm 0.001$                                            | $54.82 \pm 0.01$                        | $1.485 \pm 0.010$                                    | $1.6136 \pm 0.0005$                       |
|            | 1, 21          | $0.668 \pm 0.001$                                            | $48.48 \pm 0.01$                        | $1.317 \pm 0.010$                                    | $1.6160 \pm 0.0005$                       |
|            | 3, 17          | $2.327 \pm 0.002$                                            | $40.99 \pm 0.01$                        | $1.088 \pm 0.010$                                    | $1.6210 \pm 0.0005$                       |

<sup>1)</sup> Vc 含量的数值是由中国农科院柑桔研究所测定

性只增加 9.4%，而对照果和药物处理的过氧化物酶活性却分别增加 98.9% 和 65.4%。紫外辐照降低酶活性的原因可归结为灭菌、产生臭氧，至于更深入的生理机制，要用量子统计理论才能解释。c. 适当剂量的紫外辐照，可使柑桔电学频率特性曲线的性质，尽量保持贮藏初期的状况。贮藏初期，果实的输出阻抗明显地依赖于输入信号频率  $f$ （见图 2 中曲线①）：输入信号频率很低时，输出阻抗随  $f$  增大而增大，呈电感性；中频情况下，输出阻抗几乎与  $f$  无关，呈电阻性；在  $f_0$  附近，曲线出现谐振峰；当  $f > f_0$  时，输出阻抗随  $f$  增大而减小，呈电容性。贮藏一段时间后，对照果和药物处理的果实，其频率特性的上述性质已明显消失且无谐振峰存在（见图 2 中的曲线③，④，⑥），而紫外辐照 60min 处理的果实，其频率特性的上述性质仍然保持，只是谐振峰位置稍有改变（见图 2 中的曲线②，⑤）。由于输出阻抗与物质结构、成分有关，频率特性曲线的变化表明：适当剂量的紫外辐照，可以延缓柑桔结构成分的变化，收到保鲜效果。

贮藏初期柑桔的电学频率特性，可用图 3a 所示的电路模拟。由图 2 曲线①的特点知道，模拟电路中的  $L_1$ 、 $C_0$  应较小， $L_2$  应较大，才能保证低频情况的输出呈电感性，中频情况呈电阻性， $f_0$  附近呈谐振性，高频情况呈电容性。的确，由于  $L_1$ 、 $C_0$  较小， $L_2$  较大，低频时， $\omega L_1 \ll R_1$ ， $1/\omega C_0 \gg R_2$ ， $1/\omega C_0 \gg \omega L_2$ ，这时，可忽略  $L_1$  和  $C_0$  的作用，模拟电路由图 3a 变成图 3b，从  $R_1$  上的输出阻抗就随频率升高而增大，呈电感性（式中的  $\omega = 2\pi f$ ）；中频情况时， $\omega L_2$  和  $1/\omega C_0$  均远大于  $R_2$ ，而  $\omega L_1 \ll R_1$ ，这时， $L_1$ 、 $L_2$ 、 $C_0$  的作用均可忽略，电路由图 3a 变成图 3c， $R_2$  上的输出就与输入信号的频率无关，呈电阻性；频率进一步增大， $\omega L_2 \gg R_2$ ，这时， $L_2$  的作用可忽略，电路由图 3a 变为图 3d，在某频率附近呈谐振性质，而更高频率时则呈电容性。由中频的等效电路（图 3c）和图 2 曲线①的中频（取  $f = 10\text{kHz}$ ）输出阻抗实验值，利用回路中的电流（0.05

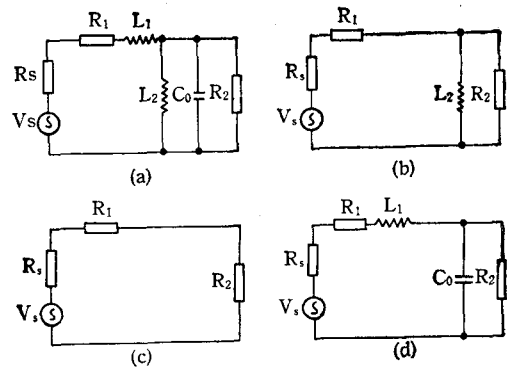


图 3 锦橙果实电学频率特性的等效电路

$\mu\text{A}$ ）、信号源电压（1V）、内阻（ $R_s = 600\Omega$ ）可以估算出等效电路中的  $R_1 \approx 4.4\text{M}\Omega$ ， $R_2 \approx 2.2\text{M}\Omega$ ， $L_1 \approx 11\text{H}$ ， $L_2 \approx 250\text{H}$ ， $C_0 \approx 0.4\text{pF}$ 。从等效电路的角度讲，适当剂量的紫外辐照，将使柑桔等效电路的结构尽量保持贮藏初期的状况。适当剂量的紫外辐照，可以提高锦橙保鲜质量。所述处理方式中，以紫外辐照 60min 的效果较佳。贮藏到 3 月中旬后，Vc 含量只降低 9.2%，而对照果和药物处理的果实，Vc 含量分别降低 25.2% 和 23.8%。至于腐烂率、酸度等，通过紫外辐照后也有明显改善<sup>[3]</sup>。

总之，适当剂量的紫外辐射，可降低柑桔过氧化物酶活性，减慢生物参量和电学参量的变化过程。因此，可利用紫外辐照并辅以其它手段，达到物理方法保鲜柑桔的目的。

## 参 考 文 献

- 1 任洪湘等. 西南师范大学学报（自然科学版），1990；15（1）：134
- 2 吕昌祥. 生理科学进展，1983；14（3）：250
- 3 郑瑞伦，任洪湘. 生物化学与生物物理进展，1991；18（2）：157

## 余甘果汁清除超氧阴离子自由基的效能及人体试验初步观察

刘凤书 侯开卫 李绍家 杨臣武 赵 苹

（中国林业科学研究院资源昆虫研究所，昆明 650216）

**关键词** 余甘子，超氧化物歧化酶（SOD），超氧阴离子自由基

余甘子（*Phyllanthus emblica* L.）系大戟科叶下珠属落叶乔木或灌木。主要分布于南亚热带的印度、巴西、斯里兰卡、泰国和我国南方各省（区）。初食其

果，味酸涩，后回甜生津，有清热解暑、消食化滞、保健

收稿日期：1991-02-19

修回日期：1991-07-12