

西瓜打击音波特性的研究

何东健 李增武

王洪群

(西北农业大学机械与电子工程学院, 陕西杨陵·712100)

(邢台农机研究所, 河北邢台·054000)

摘 要 以无损判定西瓜成熟度和内部品质为目的, 制作了单摆式打击装置, 测定了西瓜果实的打击音波曲线。利用 FFT 法分析打击音波的功率谱密度, 对打击音波特性值和感官评价值及基础特性之间的相关性进行了分析。

关键词 西瓜, 成熟度, 品质鉴别, 音波特性

中图分类号 Q689, S226.5

生产中常用果实的生长天数判别西瓜成熟度。但因管理工作量大, 消费者常凭经验鉴别, 即使经验丰富者也难以准确判定。因此, 迫切需要一种能准确、方便且无损伤测定西瓜成熟度的装置。中马等人用声音加振方式探讨了西瓜果实共振特性及与品质的关系^[1], 川村等人对西瓜的振动特性和音响特性进行了研究^[2], 日本 MAKI 公司研制的西瓜选果系统已在熊本县应用^[3]。迄今, 尚未见到国内该方面的研究报道。本文对我国生产的西瓜果实音波特性进行测定研究, 为无损判定西瓜成熟度及内部品质提供理论依据。

1 材料和方法

材料 挑选过熟果、适熟果和未熟果的新红宝品种各5个, 运回实验室即进行测定。

装置 试验装置如图1所示。考虑到实际应用中果实总是放在载果台上, 且载果台对音波特性的影响程度基本相同, 因此, 试验时果实置于3个木制裁果凸起上。摆杆采用细绳。打击头为 $\Phi 30$ mm 钢球, 重175.1 g。音波传感器用 HS14401型传声器, 置于距西瓜和打锤下边缘1 cm 处, 其检测的打击音由 ND2型精密声级计放大后, 输入 SR-40型磁带记录仪记录。记录信号由 PS-85型计算机采样分析, 分析结果由 MP-1000型绘图仪输出。

试验方法 为避免环境噪声干扰, 试验于晚10点后在安静的室内进行。试验时, 提起打锤使摆角为25°(由预备试验定), 然后释放打锤使其打击果实赤道部位, 同时记录打击音波信号。记录前预先设置语言标记, 便于后期数据采样。记录的打击信号经 A/D 转换器输入计算机, 采样频率1000 Hz, 采样点数512个。用 FFT 法解析打击音波功率谱密度, 打击音波波形和功率谱密度曲线均由绘图仪输出。功率谱峰值频率 f_i 用功率谱密度曲线上

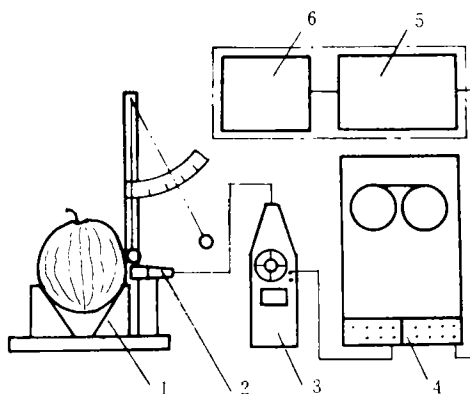


图1 试验装置示意图

1. 打击装置; 2. 音波传感器; 3. 放大器;
4. 磁带记录仪; 5. 计算机; 6. 绘图仪

收稿日期: 1993-07-06.

横座标的点数求出,误差为±1 Hz. 基础特性主要测定质量 m 、体积 V 、密度 ρ 、果汁糖度 B_{11} 和果皮厚度 $\delta^{[4]}$.其平均值见表1.

表1 西瓜果基础特性及音波特性测定结果

成熟度	m/g	V/cm^3	$\rho/g\cdot cm^{-3}$	δ/mm	$B_{11}/\%$	α	β	f_i/Hz
未熟果	3452	3497	0.987	9.5	6.8	0.40~0.76	0.55~0.80	164~280
适熟果	3894	3965	0.982	8.5	9.6	0.12~0.18	0.92~0.98	132~164
过熟果	3785	3882	0.975	8.9	9.2	0.10~0.16	0.90~0.97	107~130

感官评价 包括甜度、果肉硬度、水分、适口性、果肉色泽和综和评价等六项.各项目的评分值用10人评分平均值表示,并做出感官评价图.因各项目评分值越高,感官评价图中六边形的面积也越大,故定义六边形的面积为感官评价值 S .

2 结果及分析

2.1 打击音波曲线

如图2所示,未熟果在打击瞬时,其音波振幅达到最大,随后急剧衰减,呈不规则的衰减波形.而适熟果和过熟果的最大振幅出现在打击之后的某一时刻,其波形上下对称,呈有规律的衰减.两者波形相比,过熟果音波持续时间比适熟果稍长.为定量比较不同成熟度果实的音波波形,分别计算出波形对称度 α 和对数衰减率 $\beta^{[3]}$,如表1.

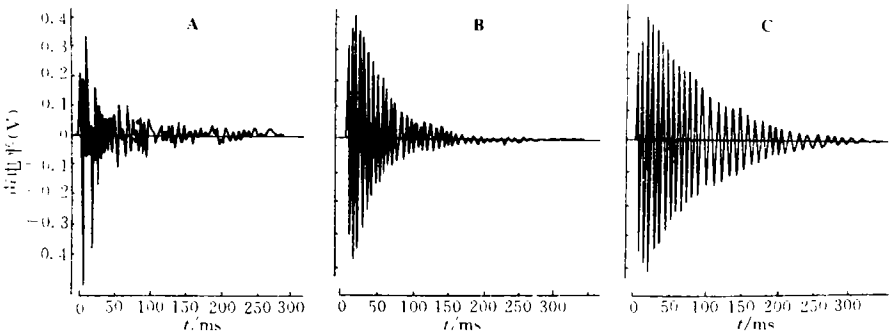


图2 西瓜果实打击音波波形
A. 未熟果;B. 适熟果;C. 过熟果

2.2 打击音波功率谱密度

解析打击音波功率谱密度结果如图3所示.未熟果的打击音波含有多种频率成分,而

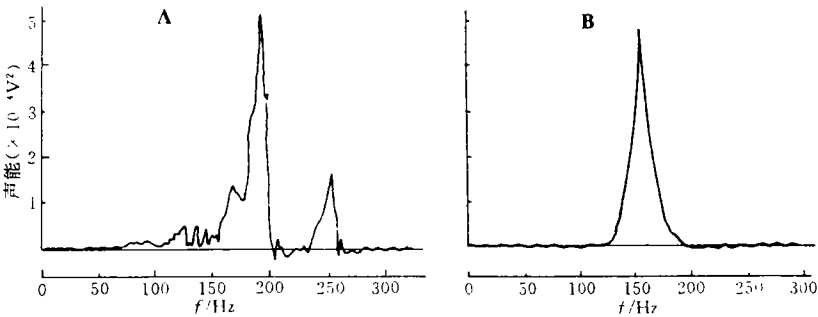


图3 打击音波功率谱密度
A. 未熟果;B. 适熟果

且 f_i 较高,约为164~280 Hz;随成熟增加, f_i 逐渐减少,在收获适期,为132~164 Hz,仅有一种频率成分。过熟果的 f_i 进一步减小到107~130 Hz,在 f_i 上下,又出现较小的峰值。

2.3 特性值与品质的相关性

分析西瓜果实品质和特性值之间的相关关系,结果(表2)表明,代表果实品质的 S 值和 B_{ix} 值均与 f_i 、 mf_i^2 在5%置信水平上显著相关,而与 $m^{2/3}\rho^{1/3}f_i^2$ 无显著相关关系。由此结论,可测出西瓜果实的 f_i ,用 f_i 或 mf_i^2 鉴别其成熟度和品质。

表2 相关分析结果

特性值	f_i	mf_i^2	$m^{2/3}\rho^{1/3}f_i^2$	$B_{ix}\%$
mf_i^2	0.967**			
$m^{2/3}\rho^{1/3}f_i^2$	0.880**	0.890**		
$B_{ix}\%$	-0.830*	-0.790*	-0.390	
S	-0.890**	-0.840*	-0.510	0.820*

注: * 表示5%置信水平上显著; ** 表示1%置信水平上显著。

3 结 论

1) 打击音波波随西瓜果成熟度增加,其振动时间变长,振动衰减变慢,对称度增加。

2) 本试验条件下,未熟、适熟和过熟果 f_i 分别为164~280,132~164,107~130 Hz。

3) S 、 $B_{ix}\%$ 与 f_i 和 mf_i^2 在5%置信水平上显著相关,用 f_i 或 mf_i^2 并结合 α 、 β 可鉴别西瓜的成熟度和内部品质。

参 考 文 献

- 1 Chuma Y, Shiga T, Hikida Y. Vibrational and impact response properties of agricultural products for non-destructive evaluation of internal quality(Part 1). *JSAM Japan*, 1977, 39(3):335~341(日文版)
- 2 Kwamura T, Nishimura I. Studies on the physical property of watermelon(Part 1). *JSAM Japan*, 1988; 50(2):85~92(日文版)
- 3 何东健. 水果品质无损测定新技术及设备. 农牧与食品机械, 1992(6):37~40
- 4 赵学笃, 陈元生, 张宗勤. 农业物科学. 北京: 机械工业出版社, 1987. 13~14

On the Characteristics of Sound Wave Forms of Watermelons

He Dongjian¹ Li Zengwu¹ Wang Hongqun²

(1 The College of Mechanical and Electronic Engineering, Northwest Agricultural University, Yangling, Shaanxi, China, 712100)

(2 Xingtai Farm Machinery Research Institute, Xingtai Hebei, China, 054000)

Abstract With the purpose to judge watermelon maturity and internal quality without damaging them, a simple pendulum hitting device was developed to determine the feature curves of sound wave forms of watermelons. The FFT method was used to analyse the power spectral density of sound wave forms of watermelons. Also the correlation relations among the characteristic values of the sound wave forms, sensory judgement values and some values of physical properties were analysed.

Key words watermelon, maturity, quality discernment, sound wave characteristics