

# 新型复合果条质构特性测定参数的研究

温 靖, 张友胜, 徐玉娟, 肖更生, 吴继军, 唐道邦, 李升锋

(广东省农业科学院蚕业与农产品加工研究所, 广东省农产品加工公共实验室, 广东 广州 510610)

**摘 要:** 目的: 使用质构仪测定复合果条的硬度和黏性, 研究测试参数对测定结果的影响。方法: 研究测试时探头速率、样本质量和原料搭配比例对复合果条硬度和黏性测定结果的影响。结果: 测定时探头速率在 30~120mm/min 和 240~480mm/min 组内差异不显著, 但组间差异显著; 样本质量对复合果条硬度和黏性的测定结果无显著影响; 以原料不同搭配比例制作的复合果条对其质构有显著影响; 在贮藏期分别为 0、30 和 45d 时, 对果条硬度和黏性的测定结果均没有显著差异。结论: 使用质构仪进行测定复合果条可以客观地反映产品硬度和黏性等质构特性的变化。

**关键词:** 复合果条; 硬度; 黏性; 质构仪; 测定参数

## Analysis of Texture Characteristics of New-type Compound Fruit Bar of Longan and Plum

WEN Jing, ZHANG You-sheng, XU Yu-juan, XIAO Geng-sheng, WU Ji-jun, TANG Dao-bang, LI Sheng-feng

(Sericulture and Farm Produce Processing Research Institute, Guangdong Academy of Agricultural Sciences, Guangdong Open Access Laboratory of Agricultural Product Processing, Guangzhou 510610, China)

**Abstract:** The hardness and stickiness of compound fruit bar of longan and plum was tested using texture analyzer, and the factors affecting the testing results were explored, including cross-head speed, sample mass (thickness fixed, but length and width varying), material mass ratio, and storage time. For the compound fruit bar composed of half longan and half plum, significant differences in the hardness and stickiness were found between two results tested at the cross-head speed of 3-120 mm/min and at 240-480 mm/min while no pronounced differences were found between two testing results in 3-120 mm/min or 240-480 mm/min. No marked effect of sample mass was seen on the hardness and stickiness for compound fruit bar composed of half longan and half plum, while mass ratio of longan to plum did affect significantly on the hardness and stickiness, and the compound fruit bar composed of half longan and half plum had the best taste. During storage for 45 days at room temperature, the hardness and stickiness had no significant changes.

**Key words:** compound fruit bar; hardness; stickiness; texture analyzer; testing parameter

中图分类号: TS255.4

文献标识码: A

文章编号: 1002-6630(2009)11-0047-04

外观、营养、风味、质构是食品的四个重要的属性<sup>[1]</sup>, 外观、风味、质构三个因素为“感官可接受性因素”。对于消费者而言, 真正决定消费者购买行为的首先是产品的“感官可接受性因素”<sup>[2]</sup>, 所以质构特性是食品品质非常重要的组成部分, 正逐渐成为食品行业里的一个重要标准。对于食品的质构特性, 例如硬度、脆性、胶黏性、回复性、弹性、凝胶强度等感官指标, 国内外多年来一直沿用感官评价来对其进行评价。但由于感官评价的影响因素较多, 除了食品本身的色、香、味、质、形以外, 与评价员的嗜好、情绪、健康状况等不稳定因素有关, 因而人为误差较大,

存在着一定的缺陷。为揭示质地的本质, 更准确地描述和控制质地, 研制出质构分析仪。质构分析仪是用于客观评价食品品质的主要仪器, 所反映的主要是与力学特性有关的食物质地特性, 有较高的灵敏度和客观性, 并可对结果进行准确的数量化处理, 从而避免人为因素对食品品质评价结果的影响。

目前, 国外利用质构仪测定果蔬品质已很普遍, 但在国内还处于起步阶段, 尤其是利用现代的仪器设备对果蔬制品等进行客观描述的研究还鲜见报道。因此, 本研究主要根据水果的不同糖度、酸度、营养和风味等特点, 按照糖酸互补、营养互补、色泽互补和风味

收稿日期: 2008-09-12

基金项目: 广东省关键领域重点突破招标项目(2006A25001003); 广东省科技攻关项目(2006Z1-E0081);

国家星火计划项目(2008GA780006)

作者简介: 温靖(1978-), 女, 助理研究员, 硕士, 研究方向为农产品加工。E-mail: jingw988@163.com

互补的原则, 确定适合加工的原料及搭配的种类。在本研究中, 选择龙眼和三华李研制复合果条, 利用 TA.XTplus 型物性测定仪跟踪测定产品的硬度和黏性, 研究不同测试条件、样本采集方式等测试参数对复合果条的硬度和黏性测定结果的影响。

## 1 材料与方法

### 1.1 材料

龙眼和三华李均为新鲜市售水果。

### 1.2 仪器与设备

TA.XTPlus 质构仪 英国 Stable Micro Systems 公司; 粉碎机、鼓风干燥箱、电子天平、高压灭菌锅、搅拌机。

### 1.3 方法

#### 1.3.1 样品制备

拣选、洗果→切半、去核→切片→烘干→复水→粉碎→搅拌成团→搓揉成条→压片→整形→切条→包装→成品

#### 1.3.2 样品的物性分析操作方法

利用 TA.XTplus 型物性测定仪测定样品的硬度, 测试探头的型号为 A/WEG。测试时, 把样品置于测试台中, 测试探头通过剪切、压缩和返回拉伸的方法使样品形变, 从而测定样品的硬度和黏性。用质构仪测定时, 硬度表现为压缩剪切测试过程中正方向的最大峰值, 黏性表示为探头返回过程中负方向的最大绝对峰值, 见图 1, 硬度和黏性的单位均为 g。

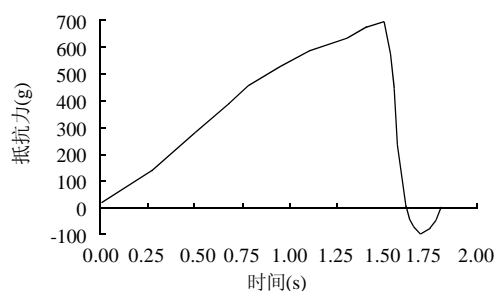


图1 复合果条剪切形变时间与抵抗力的关系

Fig.1 Relationship between shear deformation period and resistance during compressive test of compound fruit bar

#### 1.3.3 不同参数对样品硬度和黏性测定结果的影响

##### 1.3.3.1 探头速率对样品硬度和黏性测定结果的影响

探头速率分别设定为 30、60、120、240、480mm/min。测试的压缩程度设定为 8mm, 触发值设定为 5g 力。将 50% 龙眼和 50% 三华李复合果条拆去包装后, 置于测试探头刀片中, 每组样品质量为  $(5 \pm 0.5)$ g, 重复 5 次。

##### 1.3.3.2 样本质量对样品硬度和黏性测定结果的影响

选取 4 组样品, 样品的厚度一致, 宽度和长度不同, 样品质量分别为  $(2 \pm 0.5)$ 、 $(4 \pm 0.5)$ 、 $(6 \pm 0.5)$ 、 $(8 \pm 0.5)$ g。将样品置于测试夹具中, 探头速率分别为 120mm/min, 测试的压缩程度设定为 8mm, 触发值设定为 5g 力, 重复 5 次。

##### 1.3.3.3 原料不同搭配比例对样品硬度和黏性测定结果的影响

原料不同搭配比例制作的 7 种样品, 将其置于测试夹具中, 各种样品质量为  $(5 \pm 0.5)$ g, 探头速率为 120 mm/min, 测试的压缩程度设定为 8mm, 触发值设定为 5g 力, 重复 5 次。

##### 1.3.3.4 贮藏期对样品硬度和黏性测定结果的影响

包装材料为内置铝膜(长度为 12.5cm, 宽度为 4.5cm), 装入样品厚度为 1cm, 重量为 33g, 经杀菌后于室温分别保存 0、30 和 45d 取样。测定参数与 1.3.3.3 节同。

### 1.4 数据分析

利用 SPSS11.0 统计软件对数据进行统计分析。

## 2 结果与分析

复合果条因剪切压缩而形变的时间与抵抗力之间的关系见图 1。在质构仪 A/WEG 探头的压缩下, 样品由触发点开始形变至抵抗力出现峰值, 样品被剪切分离。形变曲线的形态和峰值的大小以及在产生最大峰值对应的距离体现样品的质构特性。其中形变曲线形态与被测对象的硬度和黏性有关, 而正方向的峰值越大, 抵抗剪切力的力越大, 表明被测对象的硬度越大, 负方向峰值的绝对值越大, 表明被测对象的黏性越大。影响测定结果的因素除了被测对象外, 还与测试参数有关。

2.1 探头速率对 50% 龙眼和 50% 三华李复合果条硬度和黏性测定结果的影响

表1 探头速率对 50% 龙眼和 50% 三华李复合果条硬度和黏性测定结果的影响( $\bar{x} \pm s$ )

Table 1 Hardness and stickiness of compound fruit bar tested at different cross-head speeds ( $\bar{x} \pm s$ )

探头不同速率(mm/min)	硬度(g)	黏性(g)
30	656.31 $\pm$ 24.81	165.74 $\pm$ 35.42
60	676.28 $\pm$ 18.13	140.80 $\pm$ 19.68
120	692.62 $\pm$ 26.84	138.09 $\pm$ 41.93
240	1216.36 $\pm$ 120.92 <sup>a</sup>	115.35 $\pm$ 11.36
480	1378.30 $\pm$ 50.87 <sup>a</sup>	114.02 $\pm$ 10.94

注: 表中具有相同字母的表示差异不显著, 字母不相同表示差异显著。下同。

切割型探头目前广泛应用于果蔬、奶酪等质构的测定。本实验设定的 A/WEG 探头速率分别为 30、60、120、240、480mm/min, 以研究测试速率对 50% 龙眼和 50% 三华李复合果条硬度和黏性的影响。从表 1 可以

看出, 在 30、60、120mm/min 测定速率条件下, 50% 龙眼和 50% 三华李复合果条硬度差异不显著( $p > 0.05$ ); 同样, 在 240、480mm/min 测定速率条件下, 50% 龙眼和 50% 三华李果条硬度之间差异不显著( $p > 0.05$ )。但是, 此两组测定速率之间差异显著( $p < 0.01$ )。在 30、60、120 mm/min 测定速率条件下, 50% 龙眼和 50% 三华李复合果条黏性的差异不显著( $p > 0.05$ ), 但是, 黏性的大小随着测试探头速度的增大而逐渐减小。

对于不同种类的食品, 探头速度对测定结果的影响并不相同<sup>[2]</sup>, Bourne<sup>[3]</sup>使用穿孔探头测试速率(0.5~50cm/min)对苹果硬度的影响, 结果表明: 速率对硬度无影响。姜松等<sup>[4]</sup>利用 TA-XT2i 质构仪, 直径 5mm 的平底柱形探头(P/5)测定苹果的质地, 综合评价分析(texture profile analysis, TPA)后认为在实验设定速率范围(60、120 和 240mm/min)内, 压缩速率对包括硬度在内的 4 个质构参数无显著影响。但有研究表明, 对于干酪等食品, 不同的测试探头运行速率对测定结果有显著的影响<sup>[2]</sup>。本研究采用 A/WEG, 通过探头对测试对象进行剪切、压缩和拉伸等作用, 获得质地特性的数据。当探头运行速度 $\leq 20$ mm/min 时, 果条受压剪切产生的抵抗力较小, 当探头运行速度 $\geq 240$ mm/min 时, 其抵抗力比较前者有所增加, 故探头的速率对测定结果有一定程度的影响。从仪器控制的安全性等方面考虑, 选择的探头速度在 60~120mm/min 为宜。

## 2.2 样本质量对 50% 龙眼和 50% 三华李复合果条硬度和黏性测定结果的影响

表 2 样本质量对 50% 龙眼核和 50% 三华李复合果条硬度和黏性测定结果的影响( $\bar{x} \pm s$ )

Table 2 Effects of sample mass on hardness and stickiness of compound fruit bar ( $\bar{x} \pm s$ )

样品质量(g)	硬度(g)	黏性(g)
2 $\pm$ 0.5	720.99 $\pm$ 88.881	126.13 $\pm$ 22.45
4 $\pm$ 0.5	686.60 $\pm$ 41.20	136.80 $\pm$ 18.05
6 $\pm$ 0.5	710.74 $\pm$ 14.63	122.42 $\pm$ 8.22
8 $\pm$ 0.5	694.60 $\pm$ 69.74	131.25 $\pm$ 17.82

测定样本质量对 50% 龙眼和 50% 三华李复合果条硬度和黏性测定结果的影响, 主要是为了模仿牙齿在接触样本的过程中, 当样本的厚度均匀一致的时候, 但牙齿每次接触样本的宽度不尽相同, 导致牙齿接触样本的质量也不相同。所以在本实验的设计中, 样品的厚度是一致的, 但是宽度和长度的不同而样本的质量也不同, 如表 2 所示为测定的 4 个质量组的 50% 龙眼和 50% 三华李复合果条的硬度和黏粘性, 样本质量不同的 50% 龙眼和 50% 三华李复合果条在同一个条件下测定的硬度和黏性之间差异不显著( $p > 0.05$ )。

## 2.3 原料搭配比例对复合果条硬度和黏性测定结果的影响

表 3 原料搭配比例对复合果条硬度和黏性测定结果的影响( $\bar{x} \pm s$ )  
Table 3 Effects of material mass ratio on hardness and stickiness as well as taste of compound fruit bar ( $\bar{x} \pm s$ )

原料	硬度(g)	黏性(g)	品尝
100% 三华李	871.04 $\pm$ 63.75	59.49 $\pm$ 12.25 <sup>c</sup>	太硬、偏酸
10% 龙眼+90% 三华李	782.54 $\pm$ 42.10 <sup>d</sup>	72.65 $\pm$ 8.32 <sup>c</sup>	偏硬、偏酸
30% 龙眼+70% 三华李	705.86 $\pm$ 18.13 <sup>d</sup>	140.33 $\pm$ 16.23 <sup>b</sup>	软硬较合适、稍偏酸
50% 龙眼+50% 三华李	692.62 $\pm$ 26.84 <sup>d</sup>	138.09 $\pm$ 41.93 <sup>b</sup>	软硬适中、酸甜可口
70% 龙眼+30% 三华李	376.60 $\pm$ 20.25 <sup>c</sup>	130.88 $\pm$ 20.53 <sup>b</sup>	偏软
90% 龙眼+10% 三华李	47.45 $\pm$ 5.95 <sup>b</sup>	22.66 $\pm$ 3.79 <sup>a</sup>	较软、偏甜
100% 龙眼	18.58 $\pm$ 2.06 <sup>a</sup>	10.20 $\pm$ 1.57 <sup>a</sup>	太软、太甜

由表 3 可以看出: 原料搭配比例的不同对复合果条的质构有明显的影响, 当原料中的龙眼所占比例分别为 10%、30% 和 50% 时, 果条的硬度之间差异不显著( $p > 0.05$ ); 当龙眼所占比例分别为 50%、70% 和 90% 时, 果条的硬度与前组互相之间均有显著差异( $p < 0.01$ ), 当龙眼和三华李分别为 100% 时, 硬度与其它几组互相之间均有显著差异( $p < 0.05$ )。当原料中的龙眼所占比例分别为 30%、50% 和 70% 时, 果条的黏性之间没有显著差异( $p > 0.05$ ), 当龙眼和三华李在复合果条中所占比例分别为 10% 和 100% 时, 果条的黏性两组之间有显著差异( $p < 0.05$ )。综合品尝指标, 原料配比为 50% 龙眼和 50% 三华李时最佳。

## 2.4 贮藏期对 50% 龙眼和 50% 三华李复合果条硬度和黏性测定结果的影响

表 3 贮藏期对 50% 龙眼和 50% 三华李复合果条硬度和黏性测定结果的影响( $\bar{x} \pm s$ )

Table 3 Effects of storage time at room temperature on hardness and stickiness of compound fruit bar ( $\bar{x} \pm s$ )

贮藏期(d)	硬度(g)	黏性(g)
0	692.62 $\pm$ 26.84 <sup>c</sup>	138.09 $\pm$ 41.93
30	735.22 $\pm$ 25.26	132.35 $\pm$ 17.25
45	722.56 $\pm$ 19.52	128.80 $\pm$ 19.48

为了解贮藏期对 50% 龙眼和 50% 三华李复合果条硬度和黏性测定结果的影响, 测定在室温条件下贮藏 0、30 和 45d 的 50% 龙眼和 50% 三华李复合果条的成品硬度和黏性的变化。结果如表 4 所示, 在贮藏期分别为 0、30 和 45d 时, 对果条的硬度和黏性测定结果均没有影响, 即均没有显著差异( $p > 0.05$ )。

上述研究结果表明, 利用质构仪等仪器测定方法, 减少了个体间主观判断差异造成的误差, 为研究者、工业界和消费者之间提供一种共同的语言, 因而优于感官测定方法<sup>[5]</sup>。仪器测定方法所获得的数据较客观, 重复

性好, 可用于加工方法对果蔬品质的影响研究<sup>[6]</sup>和加工过程中果蔬品质损失数学模型的建立<sup>[7-8]</sup>等方面。但是, 测定方法、探头速度、样本形状与大小等因素会对测定结果有影响<sup>[2]</sup>。因此, 研究测试条件及样本采集方法等与测定结果的关系, 有助于选择适合的测定产品质构的参数。

### 3 结 论

应用质构仪对复合果条的质构特性进行测定, 研究测定参数对复合果条硬度和黏性测定结果的影响。结果表明, 在 30~120mm/min 和 240~480mm/min 两组探头速率之间, 对复合果条的硬度和黏性测定结果有显著影响, 最后从仪器控制的安全性等方面考虑, 选择的探头速度在 60~120mm/min 为宜; 样本质量对复合果条硬度和黏性的测定结果无显著影响; 同时, 以原料不同搭配比例制作的复合果条对其质构有显著影响。在测试的 7 个不同配方中, 因原料的酸甜度和质地的不同, 整体评价 50% 龙眼与 50% 三华李搭配所制成的果条质构特性和口感均比较好。包装好的 50% 龙眼和 50% 三华李复合果条成品在室温放置 45d 之内, 硬度和黏性的测定结果均没有显著变化, 这可能与产品的包装材料有紧密关

系, 密封性和保水性均比较好。因此, 在产品的研制过程中, 结合利用质构仪跟踪测定产品的物性, 可以客观的反应产品质构特性的变化, 充分准确地将产品的物性数量化, 从而更好的确保产品的品质问题。

### 参考文献:

- [1] VINCENT J F V. The quantification of crispness[J]. Journal of the Science of Food and Agriculture, 1998, 78: 162-168.
- [2] BOURNE M C. Food texture and viscosity: concept and measurement [M]. 2<sup>nd</sup>. Academic Press, 2002: 301-315.
- [3] BOURNE M C. Studies on punch testing of apples[J]. Food Technology, 1965, 19: 413-415.
- [4] 姜松, 王海鸥. TPA 质构分析及测定条件对苹果 TPA 质构分析的影响[J]. 食品科学, 2004, 25(12): 68-71.
- [5] ABBOTT J A. Quality measurement of fruits and vegetables[J]. Postharvest Biology and Technology, 1999, 15: 207-255.
- [6] SILA D N, SMOUT C, VU T S, et al. Influence of pre-treatment conditions on the texture and cell wall components of carrots during thermal processing[J]. Journal of Food Science, 2005, 70(2): 85-91.
- [7] LAU M H, TANG J, SWANSON B G. Kinetic of textural and color changes in green asparagus during thermal treatments[J]. Journal of Food Engineering, 2000, 45: 231-236.
- [8] MALLIDIS C G, KATSBOXAKIS C. Effect of thermal processing on the texture of canned apricots[J]. International Journal of Food Science and Technology, 2002, 37: 569-572.