

王伟,杨红英,黄新成,等. 红枣果肉力学特性试验研究[J]. 江苏农业科学,2015,43(6):404-406.  
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2015.06.130

# 红枣果肉力学特性试验研究

王伟<sup>1,2</sup>, 杨红英<sup>3</sup>, 黄新成<sup>1</sup>, 胡芸莎<sup>1</sup>, 熊英<sup>2</sup>

(1. 塔里木大学机械电气工程学院, 新疆阿拉尔 843300; 2. 塔里木大学现代农业工程重点实验室, 新疆阿拉尔 843300;  
3. 石河子大学机械电气工程学院, 新疆石河子 832003)

**摘要:**对新疆产灰枣和骏枣这 2 种红枣的果肉进行抗压试验, 分析灰枣和骏枣果肉硬度、含水率和抗压强度相互间的关系。结果表明, 新鲜红枣果肉的含水率与其硬度成负相关关系, 与其抗压强度成负线性关系; 新鲜果肉的硬度与其抗压强度成正相关关系; 抗压强度与贮藏天数成负指数关系; 相同条件下, 骏枣的抗压强度较灰枣大。

**关键词:**红枣; 抗压强度; 含水率; 硬度; 灰枣; 骏枣

**中图分类号:**S665.101 **文献标志码:**A **文章编号:**1002-1302(2015)06-0404-02

新疆维吾尔自治区由于具有独特的红枣生长环境、充足的光热资源且降水稀少, 使得新疆的红枣品质极佳, 且具有很好的营养和药用价值<sup>[1-3]</sup>。红枣作为新疆维吾尔自治区重要的干果品种之一, 目前生产面积约为 46.7 万  $\text{hm}^2$ , 栽培面积、年产量和产值均占全国总量的一半以上, 是该地区重要的特色产业, 对促进区域经济发展和农牧民增收具有重要的作用。新疆维吾尔自治区地广人稀, 红枣长距离运输无法避免, 而红枣的外形和内部结构在运输过程中会由于相互挤压、碰撞等而遭到损坏。因此, 弄清红枣本身的挤压力学特性, 对红枣长距离运输、加工等有重要的应用价值。

近年来, 国内外学者针对水果收获、储运过程中静载、振动和撞击等机械损伤问题开展了很多研究, 对番茄、橘子、黄花梨、葡萄、苹果、西瓜、荔枝、龙眼和苹果等果蔬类的力学特性也进行了广泛探讨<sup>[4-16]</sup>。在红枣机械力学特性研究上, 付威等通过建立红枣果肉的应力-应变关系, 测量红枣果肉的杨氏模量, 并依据杨氏模量值对红枣整果的力学特性进行了分析<sup>[17]</sup>, 但并未对果肉含水率、硬度和贮藏时间等影响红枣果肉力学特性的因素进一步开展研究。基于此, 本试验以红枣果肉为研究对象, 探讨含水率、硬度等因素对红枣果肉力学特性的影响, 为红枣科学合理地收获、存储、加工和运输等提供理论依据和参考。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验材料

试验采用灰枣和骏枣这 2 个红枣品种, 新鲜枣样来自新疆生产建设兵团农一师师团十一连红枣生产基地。试验枣样要求形态规整、大小均匀、无损伤、无病虫害。灰枣横向和纵向直径的范围分别为 21~27、24~29 mm; 骏枣呈锥形, 较大

一端(顶端)的横向直径范围为 26~37 mm, 较小一端(底端)的横向直径范围为 20~27 mm, 纵向直径范围为 35~42 mm。样品容量为 25 个, 分 3 个批次。

### 1.2 试验方法

**1.2.1 抗压试验** 将红枣样品切开、去核, 将新鲜果肉制成长方体形, 样品尺寸为 10 mm × 5 mm × 8 mm (长 × 宽 × 厚), 并确保试样周围无撕裂口和断裂点; 在 20 °C 恒温环境中, 将试样放在由微机控制的 TY 8000 型电子万能材料试验机上进行抗压试验, 采用直径为 20 mm 的刚性圆柱形压头, 以 20 mm/min 速率进行压缩<sup>[18]</sup>。万能材料试验机横梁位移、试验力示值、横梁速度等相对误差均为 ±0.5%, 在两夹具之间断裂或在夹具根部和内部被破坏的试样均被废除。另外, 进行不同贮藏天数和不同贮藏温度下红枣果实的抗压强度测试。

**1.2.2 含水率测定** 准确称取新鲜样品, 在烘箱内烘烤不少于 24 h, 称取烘干后样品的质量, 计算含水率。

**1.2.3 硬度测定** 采用硬度计, 分别测量红枣向阳面和背阳面上、中、下 3 个部位果肉的硬度, 取平均值作为样品的硬度值。

### 1.3 挤压力学特性参数

影响试验力学特性的参数主要有 2 个, 分别为最大荷载  $P$  和抗压强度  $T_s$ , 两者之间关系为:  $T_s = P/S$ , 其中,  $S$  为试验样品的横截面积, 即样品宽度与厚度的乘积。此外, 压断伸长率也是衡量样品抗压特性的重要指标, 计算公式为:  $E_b = 100 \times |L_b - L_0| / L_0$ , 其中,  $L_0$  为样品原长, 而  $L_b$  为样品压断时的长度。

## 2 结果与分析

### 2.1 含水率对红枣果肉硬度及抗压强度的影响

由图 1 可见, 灰枣和骏枣这 2 个新鲜红枣果肉的含水率较高, 灰枣、骏枣果肉含水率分别在 45%~78%、50%~78% 之间; 红枣含水率越高, 其果肉硬度也越小; 新鲜灰枣、骏枣果肉的硬度分别在 11.0~15.5、10.0~14.5  $\text{N}/\text{cm}^2$  之间。

由图 2 可见, 含水率对红枣抗压强度有明显影响, 新鲜枣样的含水率越高, 其抗压强度就越低; 骏枣的抗压强度为

收稿日期: 2014-07-08

基金项目: 国家科技支撑计划(编号: 2011BAD48B04)。

作者简介: 王伟(1979—), 男, 山东潍坊人, 硕士, 副教授, 从事农业机械装备研究。E-mail: wildlilus@163.com。

通信作者: 杨红英, 硕士, 讲师, 从事农业机械化工工程研究。E-mail: 596150756@qq.com。

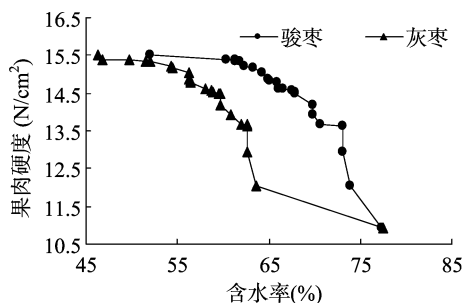
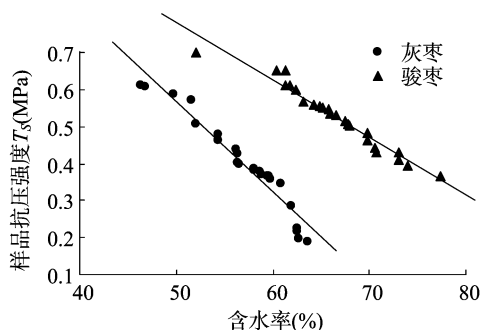


图1 新鲜枣样含水率与抗压强度的关系

图2 新鲜枣样含水率与抗压强度  $T_s$  的关系

0.4~0.7 MPa, 平均抗压强度为 0.526 0 MPa, 而灰枣的抗压强度为 0.2~0.6 MPa, 平均抗压强度为 0.383 9 MPa; 抗压强度与枣样果肉含水率呈负线性关系, 灰枣和骏枣的拟合线性方程分别为  $y = -0.023\,95x + 1.767$  ( $r^2 = 0.917\,2$ )、 $y = -0.017\,35x + 1.683$  ( $r^2 = 0.975\,0$ )。

### 2.2 红枣果肉硬度与抗压强度的关系

由图 3 可见, 新鲜红枣果实的硬度相对较高, 细胞组织结构完整, 没有被破坏, 其抗压强度相应增大; 无论灰枣还是骏枣, 果实抗压强度与硬度成正相关, 硬度越大抗压强度越大; 在相同硬度情况下, 骏枣的抗压强度明显大于灰枣的抗压强度。

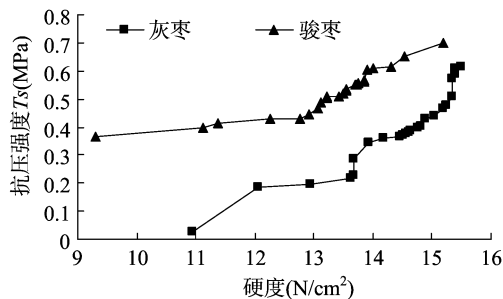


图3 红枣果肉硬度和抗压强度的关系

### 2.3 抗压强度随贮藏时间的变化关系

贮藏红枣温度通常在 3~20 ℃, 本研究开展了贮藏温度分别为 4、20 ℃ 时红枣果肉抗压强度随贮藏时间的变化试验。由图 4、图 5 可见, 随贮藏时间的延长, 灰枣和骏枣的抗压强度逐渐趋于一致, 果肉中的水分逐渐减少, 靠近表面部分的果肉细胞, 其细胞质、细胞膜与细胞壁分离, 细胞壁失去细胞质和细胞膜的支撑, 抵抗外力的能力下降, 从而抗压强度减小; 贮藏温度越低, 抗压强度随贮藏天数变化越剧烈, 曲线的斜率也越大, 这是由于过低的温度会加速红枣细胞结构出现功能性破坏, 抵抗外力的能力减弱或丧失, 从而导致抗压强度进一步减小; 20 ℃ 贮藏超过 6 d, 红枣果肉的抗压强度减小 1/3

以上。

红枣果肉的抗压强度与贮藏天数呈指数性衰减关系。灰枣在 4、20 ℃ 时红枣果肉抗压强度与贮藏天数的拟合方程分别为:  $y = 0.392\,2 \exp(-0.053\,08x)$  ( $r^2 = 0.977\,6$ )、 $y = 0.433\,7 \exp(-0.110\,10x)$  ( $r^2 = 0.980\,5$ ); 骏枣在 4、20 ℃ 时红枣果肉抗压强度与贮藏天数的拟合方程分别为:  $y = 0.564\,4 \exp(-0.091\,11x)$  ( $r^2 = 0.954\,1$ )、 $y = 0.576\,1 \exp(-0.433\,70x)$  ( $r^2 = 0.983\,1$ )。

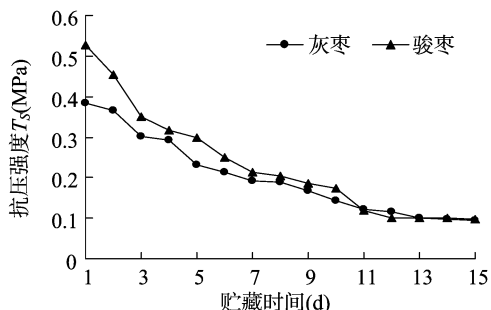


图4 4 ℃ 贮藏的红枣果肉抗压强度与贮藏天数的关系

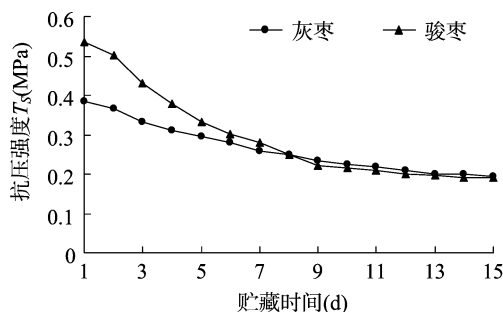


图5 20 ℃ 贮藏红枣果肉抗压强度与贮藏天数的关系

## 3 结论

通过对灰枣和骏枣这 2 种新鲜红枣果肉的含水率与硬度关系进行分析发现, 新鲜枣样果肉的含水率与硬度成负相关关系, 含水率越高, 其硬度越低; 在相同含水率情况下, 骏枣的硬度大于灰枣。通过对新鲜灰枣和骏枣果肉含水率与抗压强度关系进行分析发现, 新鲜枣样含水率与其抗压强度呈负线性关系; 在相同含水率情况下, 骏枣的抗压强度大于灰枣。另外, 试验结果表明, 灰枣和骏枣果肉的抗压强度与其硬度呈正相关关系, 果肉硬度越大, 其抗压强度越大; 相同硬度情况下, 骏枣的抗压强度大于灰枣; 灰枣和骏枣的抗压强度随贮藏时间呈指数性衰减, 衰减速度与贮藏温度有关<sup>[19]</sup>, 正常情况下, 贮藏温度越低衰减速度越快。

### 参考文献:

- [1] 刘润平. 红枣的营养价值及其保健作用[J]. 中国食物与营养, 2009(12): 50-52.
- [2] 王爱蓉. 红枣的营养与药用价值[J]. 科技情报开发与经济, 2005, 15(23): 143-144.
- [3] 王 依, 鲁晓燕, 牛建新, 等. 新疆枣不同品种果实和果核性状的比较[J]. 石河子大学学报: 自然科学版, 2013, 31(1): 24-29.
- [4] Singh K K, Sreenivasula R B. Post-harvest physico-mechanical properties of orange peel and fruit[J]. Journal of Food Engineering, 2006, 73(2): 112-120.

崔世钢,谢佳佳,吴兴利,等. 基于 Android 平台的植物生长柜智能监控软件设计[J]. 江苏农业科学,2015,43(6):406-408.  
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2015.06.131

# 基于 Android 平台的植物生长柜智能监控软件设计

崔世钢, 谢佳佳, 吴兴利, 梁 帆

(天津职业技术师范大学/天津市信息传感与智能控制重点实验室, 天津 300222)

**摘要:**随着城市化的快速发展、人口不断增长、环境污染日益加剧、可耕地面积不断减少,人们对安全健康无污染的食品的需求与日俱增。植物生长柜作为技术高度密集、资源高效利用、产品安全无污染的新型农业生产方式,打破了地域和环境空间的限制。随着计算机技术和无线通信技术的蓬勃发展,植物生长柜也朝着智能化的方向发展。Android系统开源,开发应用操作方便,且兼容性好,成为植物生长柜测控终端平台的最佳之选。为了实现对智能植物生长柜的实时监控与管理,设计了一种基于 Android 平台的植物生长柜智能监控软件。利用 Java、Android 编程技术对软件的功能和界面进行设计,以基于 Android 系统的 ARM 板为工作平台,实时采集和控制生长柜内的空气温度、空气湿度、CO<sub>2</sub> 浓度等环境参数,并进行实时显示和保存,利用 WiFi 定时上传至服务器端,实现对生长柜的智能化监控和管理。

**关键词:**Android;生长柜;智能监控

**中图分类号:**TP273<sup>+</sup>.5 **文献标志码:**A **文章编号:**1002-1302(2015)06-0406-03

我国是一个农业大国,人口密集,土地资源形势日趋严峻,可耕地面积大量减少,我国农业发展面临着利用有限的资源满足人们日益增长的对食品的需求的重大挑战。植物生长柜是现代科技集成创新的产物,是一种新兴生产模式,为未来农业向垂直空间发展提供了有效的技术支撑。本研究设计的植物生长柜是利用计算机、基于 Android 系统的 ARM 开发板

和多传感器数据采集装置对植物生长的温度、湿度、CO<sub>2</sub> 浓度、光照强度以及营养液温度等环境参数进行智能控制,使柜内植物生长不受或很少受自然条件制约的新型农业生产方式。生长柜内采用 LED 光源和水培方式,多层式、立体栽培,节省了空间,种植密度大<sup>[1]</sup>。本研究设计的这款软件是为植物生长柜量身定做的 Android 应用软件,安装在生长柜外侧的触摸板上。通过该软件对植物生长环境参数进行采集与控制,可以实时显示柜内的温度、湿度、照度等环境参数<sup>[2-5]</sup>。通过对植物生长条件的精密控制,植物拥有最适宜的生长条件,在生长柜中可持续、高效地生产而不受气候、地理等因素制约。

## 1 软件的模块功能分析

### 1.1 软件的总体结构

按系统功能将软件分为测控管理模块、远程监控管理模

收稿日期:2014-07-14

基金项目:国家自然科学基金(编号:61275169、61178048);国家社会科学基金(编号:BFA110049)。

作者简介:崔世钢(1963—),男,天津人,博士,教授,主要从事机器人控制、人工智能等研究。E-mail:cuishg@163.com。

通信作者:梁 帆,博士,讲师,主要从事现代农业智能环境控制、医疗信号处理及手术机器人跟踪控制等研究。E-mail:bachelordm10@163.com。

- [5]王剑平,王 俊,陈善锋,等. 黄花梨的撞击力学特性研究[J]. 农业工程学报,2002,18(6):32-35.
- [6]王 荣,焦群英,魏德强. 葡萄与番茄宏观力学特性参数的确定[J]. 农业工程学报,2004,20(2):54-57.
- [7]李小昱,王 为. 苹果压缩特性的研究[J]. 西北农业大学学报,1998,26(2):112-115.
- [8]Li X Y, Wang W. A study on compressive properties of apple[J]. The Journal of Northwest Agricultural University, 1998, 26(2):107-110.
- [9]王 芳,王春光,杨晓清. 西瓜的力学特性及其有限元分析[J]. 农业工程学报,2008,24(11):118-121.
- [10]刘继展,李萍萍,李智国,等. 面向机器人采摘的番茄力学特性试验[J]. 农业工程学报,2008,24(12):66-70.
- [11]陈 震,徐凤英,李长友,等. 荔枝力学特性参数测试研究[J]. 农机化研究,2008(9):128-131.
- [12]吴亚丽,郭玉明. 果蔬生物力学性质的研究进展及应用[J]. 农产品加工·学刊,2009(3):34-37,49.

- [13]Idah P A, Ajisegiri E S A, Yisa M G. An assessment of impact damage to fresh tomato fruits[J]. A U Journal of Technology, 2007, 10(4):271-275.
- [14]van Linden V. Identification of fruit parameters responsible for impact-bruising of tomatoes[D]. Leuven: Katholieke Universiteit Leuven, 2007.
- [15]卿艳梅,曹玉华,李长友,等. 龙眼鲜果剥壳力学特性[J]. 农业工程学报,2010,26(5):122-126.
- [16]陈 燕,蔡伟亮,邹湘军,等. 荔枝鲜果挤压力学特性[J]. 农业工程学报,2011,27(8):360-364.
- [17]付 威,何 荣,坎 杂,等. 红枣力学特性的试验研究[J]. 石河子大学学报:自然科学版,2013,31(4):518-522.
- [18]吴德光,蒋小明. 农产品压缩试验研究及其应用(I)——压缩试验方法[J]. 云南农业大学学报,1990,5(3):171-176.
- [19]姜 松,何 莹,赵杰文. 水果黄瓜在贮藏过程中力学品质变化的研究[J]. 食品科学,2007,28(2):322-326.