

王晓华,李景彬,坎 杂,等. 红花的力学特性测定与分析[J]. 江苏农业科学,2015,43(3):352-354.

doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2015.03.113

# 红花的力学特性测定与分析

王晓华<sup>1</sup>, 李景彬<sup>1</sup>, 坎 杂<sup>1</sup>, 苏鲁坦·巴达克<sup>2</sup>, 董翠翠<sup>1</sup>

(1. 石河子大学机械电气工程学院, 新疆石河子 832003; 2. 新疆维吾尔自治区塔城地区农牧机械技术推广站, 新疆塔城 834700)

**摘要:**利用 TY8000-50N 500N 单柱液晶屏显材料试验机,选取新疆红花 1 号为研究对象,以红花直径、红花含水率、花托直径这 3 个指标作为红花力学特性的影响因素,以抗拉力指标作为反映红花力学特性的响应指标,对红花植株力学特性进行了测定。结果表明:红花与花托、花托与花梗、花梗自身 3 个不同位置之间的抗拉力分布有显著的差异。红花直径对红花与花托之间的抗拉力影响不显著;花托直径、红花含水率对红花与花托之间的抗拉力影响显著。红花与花托之间的抗拉力模型可采用  $y = 6.790 + 0.824x_1 + 0.111x_2$  来表达。

**关键词:**红花;力学特性;花托;花梗;抗拉力

**中图分类号:** S567.21+9.01

**文献标志码:** A

**文章编号:** 1002-1302(2015)03-0352-03

红花为菊科 1 年生草本双子叶植物,是一种集药材、饲料、染料、油料为一体的经济作物,以花入药,具有活血通经、散瘀止痛之功效<sup>[1-4]</sup>。在我国,红花栽培历史悠久,至今已有 2 100 多年的历史<sup>[5]</sup>。新疆维吾尔自治区是我国红花的最大产区,常年的种植面积为 2.0 万~2.7 万  $\text{hm}^2$ ,总产量达 2.7 万~3.6 万 t<sup>[6]</sup>。目前红花依赖人工采收,极大地限制了红花产业的发展。红花植株的力学特性是研究、设计红花机械化收获设备的基础,目前针对红花力学特性的研究鲜见报道。本研究采用 TY8000-50N 500N 单柱液晶屏显材料试验机,以新疆广泛种植的新疆红花 1 号为研究对象,对红花植株的力学特性进行拉伸试验测定,旨在为设计研发红花机械化收获设备提供依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 材料

新疆红花 1 号(花蕾开放后第 3 天)取自石河子大学农学院试验田,自然状态下沿主茎秆刈割,尽量避免对红花、茎秆造成机械损伤,剔除枯萎、有病虫害的植株,共取样 200 株,分为 10 组,每组 20 株。试样采集完毕后立即送回实验室,置于 GXZ 智能型光照培养箱(浙江宁波江南仪器厂)内 4 ℃ 下保存<sup>[7-9]</sup>。红花各部分名称见图 1。

### 1.2 试验设备

采用 TY8000-50N 500N 单柱液晶屏显材料试验机(江苏天源试验设备有限公司)可实时动态显示变形值、载荷值、应力-应变曲线、加载速度等结果,试验完成后,打印出完整的试验曲线、试验报告。本机有 2 个传感器,分别为 50、500 N,力传感器、位移传感器精度分别为  $\pm 1\%$ 。采用游标卡

尺(青海量具刃具公司,精度 0.02 mm)测量直径,采用 MA45 电子精密天平(赛多利斯 MA 系列)测量含水率。

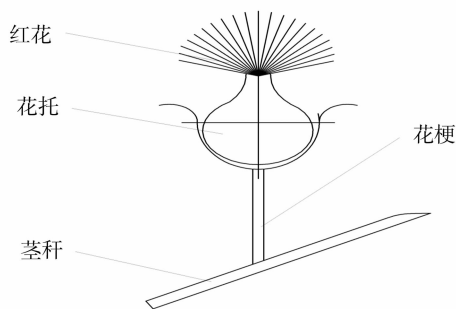


图 1 红花各部分的示意图

### 1.3 方法

**1.3.1 直径、含水率测定** 根据 GB/T 24887—2010《植物新品种特异性、一致性、稳定性测试指南》规定的方法测定红花直径,选取最大、最小 2 个方向进行测定,取其平均值作为红花直径。根据 GB/T 1931—2009《木材含水率测定方法》规定的方法,采用 MA45 电子精密天平在 100 ℃、5 mg/24 s 条件下测定红花含水率。

**1.3.2 抗拉试验** 根据 GB/T 1040.1—2006《塑料 拉伸性能的测定》规定的方法<sup>[10-11]</sup>,采用单柱液晶屏显材料试验机,试验环境温度、空气相对湿度分别为 28 ℃、70%,选用 50 N 传感器测定红花与花托的抗拉力,选用 500 N 传感器测定其他试样的抗拉力。为了防止试样在夹具里滑移,试样两端用剪好的宽约 10 mm、有柔性的纸缠紧,再在柔性纸的外面滴少量液体胶,瞬间干硬后,将试样的两端装卡到试验机上下夹头的中间部位,保持试样与水平面垂直。通过光电编码器传递位移,采用载荷传感器传递载荷值,测出试样被拉断时的最大载荷,将试样的有关参量输入计算机,实时显示应力-应变曲线。拉伸速度不宜过大,否则结果数据会出现较大偏差<sup>[12-13]</sup>。本试验采用了 60 mm/min 速度施加拉应力。不同直径的样本形态保持一致。随着载荷的不断增大,当断裂处不在试样两端时,试验结果有效(图 2)。

收稿日期:2014-05-07

基金项目:新疆维吾尔自治区农机局微小型农机具研制开发项目(编号:XNJKY20120607)。

作者简介:王晓华(1986—),男,河北邯郸人,硕士,主要从事农业机械化研究。E-mail:wang-xiao-hua-cool@163.com。

通信作者:坎 杂,教授,博士生导师,主要从事农业机械化研究。

Tel:(0993)2055009;E-mail:kz-shz@163.com。

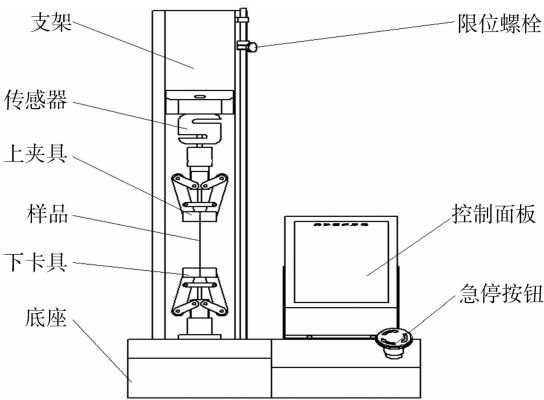


图2 测定红花与花托之间的抗拉力

2 结果与分析

2.1 试验数据描述分析

从表 1 可知,红花直径为 32.27 ~ 52.77 mm,最小值与最大值相差 20.50 mm,红花直径以 42.55 mm 为基准上下浮动;花托直径为 16.29 ~ 24.67 mm,标准差为 1.62 mm,说明其集中趋势较好;红花含水率均值为 68.891%;红花与花托之间的抗拉力、花托与花梗之间的抗拉力、花梗自身的抗拉力均值分别为 15.735、61.451、98.584 N,差异明显,随着位置改变,抗拉力平均值明显升高;红花与花托之间的抗拉力、花托与花梗之间的抗拉力、花梗自身的抗拉力变异系数依次为 23.490%、18.640%、19.620%,较为接近。这为红花花丝采收机械选取采摘终端尺寸、形状等技术参数提供了理论依据。

2.2 各抗拉力之间的关系

由表 2 可知,红花与花托、花托与果柄、花梗自身 3 个位

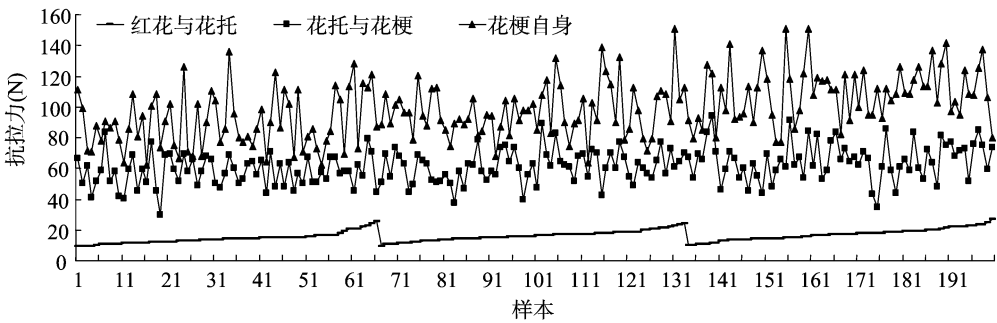


图3 各抗拉力之间的关系

2.3 不同影响因素对红花与花托之间抗拉力的影响

由表 3 可以看出,红花直径对红花与花托之间的抗拉力影响表现不显著( $P = 0.593 > 0.05$ )。花托直径对红花与花托之间的抗拉力的影响显著( $P < 0.01$ ),这是由于随着花托直径的增加,花托与花梗连接处直径相应增大,纤维素强度增加,因此提高了红花与花托之间的抗拉力;红花含水率对红花与花托之间抗拉力的影响显著( $P < 0.01$ )。

2.4 抗拉力模型预测

为了对红花与花托之间的抗拉力进行预测,将花托直径( $x_1$ , mm)、红花含水率( $x_2$ , %)与红花与花托之间的抗拉力( $y$ , N)进行拟合,拟合结果表明多元线性函数具有较好的拟合优度,拟合方程为  $y = 6.790 + 0.824x_1 + 0.111x_2$ ,校正可决系数为 0.75( $P < 0.01$ )。

置对应的抗拉力平均秩分别为 100.50、308.36、492.64,平均秩依次升高,说明 3 个总体分布存在显著差异;卡方统计量值为 512.343,近似概率  $P$  值接近 0,小于指定的显著水平  $\alpha = 0.01$ ,从而拒绝多独立总体分布无显著差异的原假设,认为多独立样本的总体分布有显著差异,即 3 个不同位置的抗拉力分布有显著差异<sup>[14-15]</sup>。由图 3 可知,红花与花托之间的抗拉力最为稳定,说明设计红花采收机械时使红花与花托分离的抗拉力相对稳定;花托与花梗之间的抗拉力为波浪形,波动幅度比较大,整体分布上大于红花与花托之间的抗拉力且小于花梗自身的抗拉力;花梗自身抗拉力波动幅度最大。由此可知,如果使用风力手段使红花与花托分离,不会破坏花托、花梗。红花与花托、花托与花梗、花梗自身 3 个不同位置之间的抗拉力分布有显著差异,且 3 个总体的抗拉力总体分布依次增大,说明位置对抗拉力有显著影响。

表 1 数据统计量

项目	红花直径 (mm)	花托直径 (mm)	红花含水率 (%)	红花与花托抗拉力 (N)	花托与花梗抗拉力 (N)	花梗自身抗拉力 (N)
最小值	32.27	16.29	50.610	9.007	30.081	62.058
最大值	52.77	24.67	79.200	26.579	94.259	151.115
均值	42.55	20.09	68.891	15.735	61.451	98.584
标准差	3.59	1.62	5.459	3.696	11.453	19.338
变异系数	8.44%	8.06%	7.92%	23.49%	18.64%	19.62%

表 2 抗拉力的 Kruskal - Wallis H 检验结果

位置	样品数	平均秩	卡方	自由度	渐进重要性
红花与花托	200	100.50	512.343	2	0
花托与花梗	200	308.36			
花梗自身	200	492.64			

表 3 红花与花托之间抗拉力影响因素方差分析

方差来源	平方和	自由度	均方	F 值	P 值
校正模型	410.877	6	68.479	5.729	0.000
截距	49 496.953	1	49 496.953	4 141.072	0.000
红花直径	12.531	2	6.265	0.524	0.593
花托直径	215.138	2	107.569	9.000	0.000
红花含水率	167.395	2	83.698	7.002	0.001
误差	2 306.869	193	11.953		
总计	52 237.145	200			
	2 717.746	199			

3 结论

本研究结果表明,红花与花托、花托与花梗、花梗自身3

游兆廷,胡志超,吴惠昌,等. 土下果实收获机械自动限深装置研制与试验[J]. 江苏农业科学,2015,43(3):354-357.  
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2015.03.114

# 土下果实收获机械自动限深装置研制与试验

游兆廷, 胡志超, 吴惠昌, 彭宝良

(农业部南京农业机械化研究所, 江苏南京 210014)

**摘要:**为了提高土下果实收获时的挖掘效果,降低驾驶员劳动强度,设计了基于超声波测距的自动限深系统,包括地面仿形装置设计、关键器件的选择、控制算法的设计、液压设计、A/D 采样以及程序编写等,检测了超声波传感器的性能,将整套系统嫁接在花生联合收获机上,用传感器两端的电压响应曲线来反映耕深变化,并进行了限深收获试验。结果表明:手动收获萝卜平均挖掘深度 12.50 mm,伤果率 5.71%,漏挖率 2.82%;改为自动限深方式收获后,平均挖掘深度 12.30 mm,伤果率 3.40%,漏挖率 1.10%。手动收获甘薯平均挖掘深度 15.30 mm,伤果率 3.00%,漏挖率 1.38%;改为自动限深方式收获后,平均挖掘深度 14.8 mm,伤果率 1.95%,漏挖率 1.08%。

**关键词:**土下果实,超声波测距,自动限深

**中图分类号:** S225 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2015)03-0354-04

土下果实作物种类繁多,主要有马铃薯、花生、甘薯、甜菜、大蒜、洋葱、胡萝卜、生姜等 20 余种。近年来,在消费结构、出口结构不断调整优化的双重拉动下,我国土下果实作物

种植面积达数亿亩,年产值达数千亿元<sup>[1-4]</sup>。目前,我国土下果实生产机械化水平不仅低于发达国家,与稻麦等主要粮食作物机械化水平相比亦有较大差距。土下果实收获机械在减轻劳动强度、降低收获损失、提高生产率方面发挥着重要作用,在实际挖掘收获中,机具手须时刻注意当前挖掘情况,工作强度大,无法实现精确控制,存在挖破、漏挖、破坏土质等问题,有效降低机手的工作强度十分重要。国外限深方式多采用电液压式,如德国 Grimme 农机公司设计了由转向油压缸、液压泵、比例换向阀、转向控制器(ECU)组成的马铃薯收获机,此装置适用于大农场收获。加拿大萨斯彻温大学控制工程系研制出 1 种超声波深度控制系统,由安装在农具机架上的

收稿日期:2014-05-09

基金项目:国家花生产业技术体系建设专项(编号:CARS-14-机械化装备);“948”引进项目(编号 2009-G10)。

作者简介:游兆廷(1988-),男,江苏泰兴人,硕士研究生,研究方向为农业机械装备。Tel:(025)58619510;E-mail:jxxyzy0710012195@163.com。

通信作者:胡志超,研究员,主要从事农作物收获及产后加工技术研究。E-mail:nfzhongzi@163.com。

个不同位置的抗拉力分布有显著差异,说明位置对抗拉力影响显著。红花直径对红花与花托之间的抗拉力影响不显著;花托直径对红花与花托之间的抗拉力影响显著;红花含水率对红花与花托之间的抗拉力影响显著。对花托直径( $x_1$ , mm)、红花含水率( $x_2$ , %)与红花与花托之间的抗拉力( $y$ , N)进行拟合,得到多元线性方程  $y = 6.790 + 0.824x_1 + 0.111x_2$ ,校正可决系数为 0.75( $P < 0.01$ )。影响抗拉力的因素很多,如纤维素含量、木质素含量、纤维素的排列及结构方式、拉伸速度等。笔者重点研究了 3 个不同位置的抗拉力自身之间的关系及与影响因素之间的关系,但由于抗拉力在实际外界动态因素(如拉伸速率)作用下的复杂性,还需要对动态特性指标进行测定。

## 参考文献:

- [1] 任水莲,王健,王晓梅,等. 新疆红花生育气候条件分析与适生种植气候区划[J]. 中国农业气象,2005,26(2):119-122.
- [2] 刘超,王林,赵小磊,等. 不同种植密度对红花产量和品质的影响[J]. 河南中医学院学报,2006,21(4):17-18.
- [3] 刘金欣,郭微,李耿,等. 新疆地区药用红花的高光谱特征研究[J]. 中国中药杂志,2013,38(9):1335-1339.
- [4] 田兰,吴桂荣,王岩. 新疆塔城地区额敏县红花的品质研究[J]. 中国药业,2007,16(1):5-7.

- [5] 于美玲,邓传良,高武军,等. 红花研究进展概述[J]. 生物学教学,2009,34(11):3-4.
- [6] 王果平,帕丽达,李晓瑾,等. 药用植物红花新疆产地适应性数值分析[J]. 中国民族民间医药,2010,19(23):49-50.
- [7] 周铁梅,翟晓茹,刘永江,等. 新疆裕民华卫红花 GAP 基地红花采收时间的研究[J]. 安徽农业科学,2013,41(10):4316-4317,4333.
- [8] 赵春花,张锋伟,曹致中. 豆禾牧草茎秆的力学特性试验[J]. 农业工程学报,2009,25(9):122-126.
- [9] 吴良军,杨洲,洪添胜,等. 荔枝树枝力学特性的试验研究[J]. 农业工程学报,2012,28(16):68-73.
- [10] 赵春花,韩正晟,师尚礼,等. 新育牧草茎秆收获期力学特性与显微结构[J]. 农业工程学报,2011,27(8):179-183.
- [11] 郭维俊,王芬娥,黄高宝,等. 小麦茎秆力学性能与化学组分试验[J]. 农业机械学报,2009,40(2):110-114.
- [12] 马洪顺,张忠君,曹龙奎. 薇菜类蔬菜生物力学性质试验研究[J]. 农业工程学报,2004,20(5):74-77.
- [13] 王萍花,陈丽华,冀晓东,等. 白桦根系力学特性的定量研究[J]. 水土保持通报,2011,31(4):154-158.
- [14] 苏工兵,刘俭英,王树才,等. 苕麻茎秆木质部力学性能试验[J]. 农业机械学报,2007,38(5):62-65.
- [15] 夏怡凡. SPSS 统计分析精要与实例详解[M]. 北京:电子工业出版社,2010.