

芒果花瓣与花药色彩的数字化描述

朱敏,高爱平,罗石荣,麦贤家,陈华蕊,陈业渊

(中国热带农业科学院热带作物品种资源研究所,儋州 571737)

摘要:对40个芒果品种(系)的花瓣和花药颜色进行数字化描述,即采用Photoshop CS3软件对试材图像进行处理,分别提取花瓣和花药颜色典型色域的CMYK模式参数,通过C、M、Y、K的百分比值确定其颜色。结果表明,用C、M、Y、K的百分比值能较准确科学地表现芒果花瓣和花药的色彩,可以反映品种(系)间差异。通过UPGMA聚类分析,将花瓣和花药颜色分别分成7个类群和4个类群。该研究为种质色彩描述与新品种选育指标提供新的数字化方法。

关键词:芒果;花瓣;花药;色彩;数字化描述

Digital Description of the Mango (*Mangifera indica*) Petal and Anther Color

ZHU Min, GAO Ai-ping, LUO Shi-rong, MAI Xian-jia, CHEN Hua-rei, CHEN Ye-yuan

(Tropic Crops Genetic Resources Institute, Chinese Academy of Tropical Agricultural Sciences, Danzhou 571737)

Abstract: The colors of petal and anther collected from 40 mango cultivars were digitally described and determined by using Photoshop CS3 to extract the parameters of CMYK pattern in the typical color region. Results showed that the percentage of C, M, Y, and K could more accurately and scientifically represent the colors of petal and anther and reflect differences among varieties of mango. They were divided into seven and four groups by UPGMA cluster analysis. The research will provide a new digital and scientific method for germplasm description and new cultivar breeding of mango.

Key words: Mango; Petal; Anther Color; Digital description

芒果叶、花、果的形态和颜色是区别品种重要且直观的特征,颜色的描述中主要侧重于幼叶、成熟叶、花梗、成熟果实外果皮和果肉的颜色。传统的颜色描述是通过目测并与标准比色卡比对,按照最大相似原则确定颜色^[1],因此受外界和主观影响较大,准确性及通用性较低。采用数字化描述能较准确科学地确定颜色,反映差异。芒果花瓣和花药的颜色由于花较小(初期开放的花直径平均值为0.860 cm^[2],花药更小,仅约1 mm),常常被忽略或错误描述,采用数字化技术能获得较准确的色彩信息,对表现色彩丰富的遗传多样性具有重要作用。近年来数码技术已开始运用在植

物形态的测定和描述上,如苑克俊等^[3]利用数码相机测定果树叶面积,张克政等^[4]利用数码相机测定板栗果实褐变,李欣等^[5]利用数码相机描述观赏海棠叶、果、花的色彩等。本研究参照李欣等^[5]利用计算机处理数码图像技术并结合实际,为芒果花瓣和花药的色彩描述确定一条科学便捷规范的技术路线。

1 材料与方法

1.1 试材的采集与拍摄

于2011年2-3月在中国热带农业科学院热带作物品种资源研究所芒果种质圃(农业部

收稿日期:2012-02-09 修回日期:2012-04-01

基金项目:农业部公益性行业科研专项(201203092);农业部热作农技推广与体系建设项目(11RZNJ25);

作者简介:朱敏,助理研究员。研究方向:热带果树栽培及遗传育种研究。E-mail: 02303zm@163.com

通信作者:陈业渊,研究员。E-mail: chenyy1962@126.com

儋州杧果种质资源圃)对 40 个杧果品种(系)的花进行拍摄。试材为杧果属(*Mangifera Linnaeus*)植物中的杧果(*M. indica* Linn),样本来自 5~6 年生健壮的嫁接树(砧木均为海南土芒)。栽培过程无使用任何植物生长调节剂,果园土壤为粘沙壤土,有良好的灌溉条件,管理水平中等。

采取户外自然光拍摄,选择自然生长状态下花药直接拍摄(未采摘),当花瓣未完全展开已露出花药或花瓣刚完全展开时(花粉未散出,花药颜色从花瓣刚完全展开至变成黑色需 3 个小时)拍摄,拍摄数量为 20 朵。不同杧果品种(系)间花瓣颜色由于其变化存在差异,为了揭示其差异,需采摘不同时期的花进行对比拍摄,采摘时轻轻用镊子夹住花柄顶端用力夹断,除了选择花瓣刚完全展开的花(简称初期花)外,还根据花药和花盘颜色确定花瓣颜色的先后变化过程,花盘和花瓣的颜色均由浅变深,最后变成褐色,分别采摘中前期花(花药颜色变黑色,花药比花盘先变色,花盘未变色),中后期花(花盘少部分变褐色)、后期花(花盘大部分变褐色)、末期花(花盘完全变褐色,花瓣完全变褐色),将采摘的试材放于背景纸中央,将花平展(尽量使初期花和后期花的左侧一个花瓣与水平线平行),然后拍摄,采摘各种花的数量均为 20 朵。

在晴天光线充足的环境下用同一相机拍摄。相机机身 Canon EOS5D,镜头为 Canon100 mm F2.8 微距镜头。相机设置:光圈优先,镜头光圈 F8,白平衡设置为日光模式。背景纸选用蓝色的海绵纸。

1.2 颜色的测定方法

利用计算机图像处理软件 Photoshop CS3 对花瓣颜色进行测定^[6],并用 DPSv3.01 数据处理系统对测定结果进行方差分析^[7]和 UPGMA 法进行聚类分析^[8-9]。

在 Photoshop 中,常用的色彩模式包括 RGB 模式、CMYK 模式、HSB 模式和 Lab 模式,根据不同的需要选择不同的色彩模式,可最大限度地保持颜色的真实性。RGB 模式是由光源产生颜色,由 R(红)、G(绿)、B(蓝)3 种基色光混合相加而成,R、G、B 值大小变化复杂,难以根据其辨别出具体颜

色。HSB 模式是以人眼对色彩的观察来定义,用 H(色相)、S(饱和度)、B(亮度)3 个特性来描述。Lab 模式是以 1 个亮度分量 L 及 2 个颜色分量 a 和 b 来表示颜色。本研究适合采用 CMYK 模式,因为该模式比其他 3 种模式能准确地用数字来描述一种颜色的多少。CMYK 模式以印刷油墨在纸张上的光线吸收特性为基础定义颜色,图像中每个像素都是由 C(青色)、M(紫色)、Y(黄色)、K(黑色)按照不同的比例合成,每个像素的每种印刷油墨都会被分配一个百分比值($0\% \leq C \leq 100\%$, $0\% \leq M \leq 100\%$, $0\% \leq Y \leq 100\%$, $0\% \leq K \leq 100\%$),较亮(高光)的颜色分配较低的印刷油墨颜色百分比值,较暗(暗调)的颜色分配较高的百分比值,有利于植物材料色彩的再现。CMYK 模式的理论颜色:青(100,0,0,0),紫(0,100,0,0),黄(0,0,100,0),黑(*,*,*,100)(注:*表示可取允许范围内的任何植),红(0,100,100,0),绿(100,0,100,0),蓝(100,100,0,0),白(0,0,0,0),灰(0,0,0,50)。CMYK 模式编辑能够避免色彩的损失,能使色彩固化、再现^[10-14]。

1.3 图像颜色处理部位

1.3.1 花瓣

打开 Photoshop CS3 图像处理软件,选取 CMYK 模式命令,添加试材图像到选区,然后用裁切工具进行切割,再用吸管工具吸取典型色域的颜色,得出 C、M、Y、K 的百分比值。花瓣颜色因包括彩腺(黏附于花瓣基部至中部,面积约占花瓣的 1/3~1/2)颜色,所以不均匀,需分别描述花瓣顶端(远离花盘端,未触到彩腺)和彩腺的颜色,一起作为花瓣的颜色,又因初期花彩腺颜色在不同种质间存在差异,均匀度不一致,因此须从 3 个部位取样。选初期花 A 花瓣,选取花瓣的中部,从花瓣边缘到花瓣基部切割,切割面积约占一个花瓣总面积的 1/2,从花瓣顶端(远离花盘端,未触到彩腺)、彩腺顶端(边缘处)和基部 3 个部位取样。要反映花瓣颜色的变化过程,另外再选择后期花 B 花瓣如 A 花瓣一样切割,但只从花瓣顶端部位取样即可(图 1)。

1.3.2 花药

颜色较均匀,选取正面中间裂线的左右任一半进行切割(若中间裂线不在水平方向,可通过切割区域的旋转、缩放和移动功能进行调整),然后进行取样(图 2)。

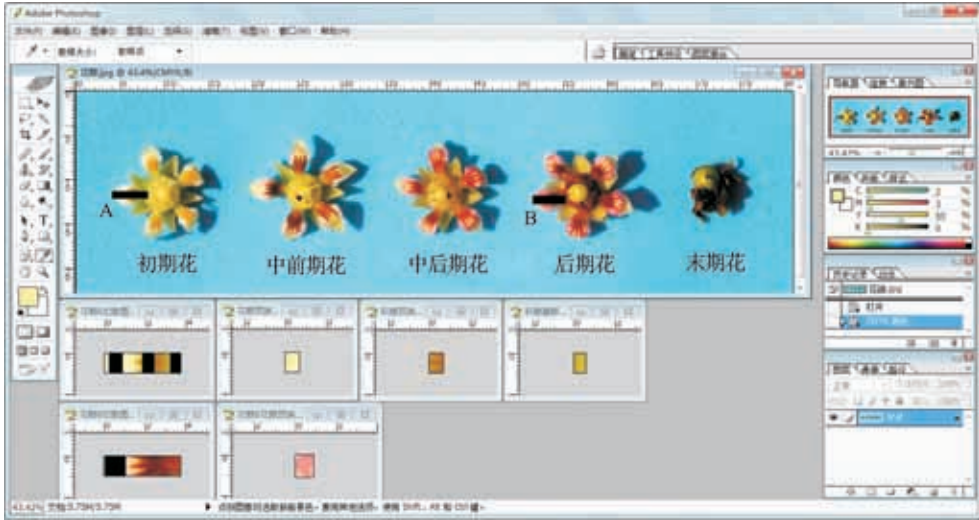


图 1 杧果花瓣取样部位

Fig. 1 Sampling part of mango petal

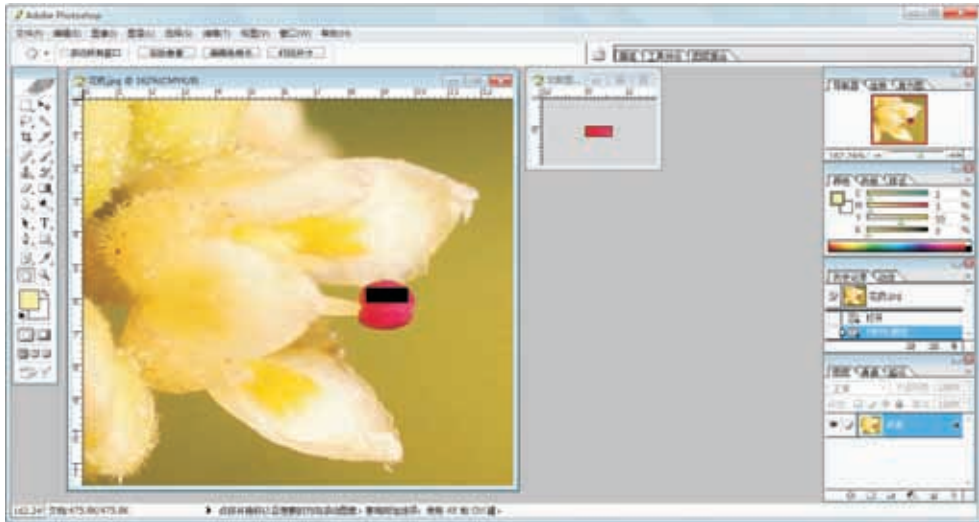


图 2 杧果花药取样部位

Fig. 2 Sampling part of mango anther

2 结果与分析

2.1 不同杧果种质花瓣和花药颜色的测定结果

由表 1 可知, 每个品种(系)的初期花, 其花瓣顶端和彩腺顶端(或彩腺基部)的 C、M、Y、K 值整体差异较大, 说明花瓣颜色不均匀。比较不同芒果品种(系)间初期花和后期花, 其取样部位的 C、M、Y、K 值表明, 花瓣顶端和彩腺基部的颜色均差异不明显, 前者呈白色或近白色, 后者为黄色, 彩腺顶端和后期花花瓣顶端的颜色均差异明显。因此, 不同品种(系)间花瓣颜色的差异主要通过初期花彩腺顶端和后期花花瓣顶端颜色来比较。大部分品种(系)彩腺顶端的 C、M、Y、K 值大小依次为 $Y > M > C > K$, 后期花花瓣顶端颜色中, 有一部分品种(系)为 $Y > M >$

$C > K$, 另一部分为 $M > Y > C > K$, 两个取样部位的 Y、M 值均较大, C、K 值均较小, 因此 M、Y 值对两者色彩的变化起决定作用。由 CMYK 模式颜色理论中的紫(0, 100, 0, 0), 红(0, 100, 100, 0)和黄(0, 0, 100, 0)得知, 当 Y 值足够大且 C、K 值足够小时, 随着 M 值的增加, 颜色由黄色经过橙黄和橙红, 最后变成红色; 当 M 值足够大且 C、K 值足够小时, 随着 Y 值的增加, 颜色由紫色经过紫红, 最后变成红色。由此看出大部分品种(系)的彩腺顶端颜色为黄色, 少部分品种(系)为橙红色斑点或者橙红色边缘, 少部分品种(系)后期花的花瓣顶端颜色为鲜红色。

由表 2 可知, 大部分品种(系)花药的 M 值较大, 其次为 Y 值, C、K 值均较小, 随着 Y 值的增加会由紫红色变成红色。

表 1 杧果花瓣颜色测定结果

Table 1 The results of mango petal

| 品种/株系 Cv./Individual | 初期花 The early flower | | | | | | | | | | 后期花 The late flower | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-------------------------|------------------------------|-------|-------|---------|---------|------------------------------------|----------|-------|----------|---------|------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------------------------------------|----------|-----------|----------|--------|----------|----------|----|-----------|----|-------|----|----------|----|----|
| | 花瓣顶端 The top of the petal | | | | | 彩腺顶端 The top of the color gland | | | | | 花瓣顶端 The top of the petal | | | | | 彩腺基部 The base of the color gland | | | | | | | | | | | | | | |
| | C (%) | M (%) | Y (%) | K (%) | C (%) | M (%) | Y (%) | K (%) | C (%) | M (%) | Y (%) | K (%) | C (%) | M (%) | Y (%) | K (%) | C (%) | M (%) | Y (%) | K (%) | | | | | | | | | | |
| | 红玉芒 | 4 | efgh | 3 | efghijk | 31 | defghijk | 0 | 9 | hijklmn | 18 | lmn | 85 | g | 0 | f | 12 | efghijklm | 16 | cdefgh | 73 | cdefghij | 0 | 4 | n | 28 | rs | 32 | mn | 0 |
| 白玉芒 | 3 | efgh | 7 | ab | 29 | efghijkl | 0 | 6 | ijklmn | 13 | n | 89 | fg | 0 | f | 5 | no | 11 | hijk | 61 | klmn | 0 | 10 | hijklmn | 79 | cde | 51 | efghijk | 2 | d |
| 黄象牙 | 3 | efgh | 4 | efghijk | 27 | hijkl | 0 | 25 | ab | 37 | ef | 100 | a | 3 | def | 25 | ab | 18 | abcdefg | 78 | bcdefg | 0 | 23 | abcd | 83 | bc | 88 | a | 14 | a |
| 热品 1 号 | 3 | efgh | 3 | hijk | 30 | defghijkl | 0 | 14 | efgh | 31 | efghij | 99 | a | 0 | f | 14 | efghijk | 10 | ijk | 73 | cdefghij | 0 | 10 | hijklmn | 75 | cdefg | 32 | mn | 2 | d |
| 热品 6 号 | 6 | bc | 4 | defghij | 28 | efghijkl | 0 | 18 | cde | 29 | efghij | 99 | abc | 1 | ef | 20 | bcd | 15 | cdefghi | 77 | bcdefgh | 0 | 16 | cdefghij | 30 | qr | 73 | bc | 0 | d |
| 台牙 | 2 | fghi | 7 | abc | 27 | ijklm | 0 | 14 | efgh | 63 | c | 99 | abc | 5 | bcd | 13 | efghijk | 22 | ab | 89 | a | 0 | 11 | hijklmn | 51 | klm | 48 | efghijkl | 0 | d |
| 四季芒 | 3 | efgh | 3 | efghijk | 28 | efghijkl | 0 | 12 | efghi | 73 | b | 100 | a | 4 | cde | 5 | no | 14 | cdefghij | 82 | abc | 0 | 7 | jklmn | 36 | opqr | 44 | ghijklm | 1 | d |
| 811 | 3 | efgh | 3 | efghijk | 29 | efghijkl | 0 | 15 | defg | 36 | efg | 99 | abc | 1 | ef | 14 | efghi | 19 | abcdef | 77 | bcdefgh | 0 | 17 | cdefgh | 42 | mno | 77 | ab | 2 | d |
| Macheso | 3 | efgh | 6 | bcde | 31 | cdefghij | 0 | 20 | bcd | 62 | cd | 100 | a | 7 | ab | 9 | ijklmno | 17 | bcdefgh | 79 | bcdef | 0 | 17 | cdefgh | 72 | cdefg | 54 | defghij | 1 | d |
| Keitt | 8 | a | 8 | ab | 32 | bcdefg | 0 | 11 | efghijkl | 74 | b | 100 | a | 3 | def | 7 | lmno | 16 | cdefgh | 80 | abcdef | 0 | 14 | efghijklm | 56 | jkl | 56 | defg | 1 | d |
| Haden | 8 | a | 9 | a | 37 | a | 0 | 12 | efghi | 32 | fghi | 96 | abcde | 1 | f | 18 | cde | 22 | a | 87 | ab | 0 | 4 | n | 31 | qr | 32 | mn | 0 | d |
| Tommy Atkins | 4 | defg | 2 | ijk | 29 | efghijkl | 0 | 8 | hijklmn | 27 | ghijkl | 97 | abcde | 0 | f | 13 | efghijk | 17 | bcdefgh | 58 | mn | 0 | 15 | defghijkl | 55 | kl | 57 | defg | 1 | d |
| Alfonso | 5 | bcd | 6 | bcdef | 29 | efghijkl | 0 | 8 | hijklmn | 24 | ijklm | 95 | abcde | 0 | f | 11 | hijklmn | 15 | cdefghij | 81 | abcde | 0 | 24 | abc | 60 | hijk | 46 | ghijklm | 4 | d |
| sensation | 3 | efgh | 3 | efghijk | 26 | lm | 0 | 24 | ab | 31 | efghij | 99 | a | 2 | ef | 22 | abc | 17 | abcdefg | 74 | cdefghi | 0 | 20 | bcdefg | 66 | fghi | 37 | lmn | 2 | d |
| Nam doc mai | 5 | bcd | 5 | bcdefgh | 35 | abcd | 0 | 14 | efgh | 30 | efghij | 97 | abcde | 0 | f | 12 | efghijkl | 16 | cdefgh | 75 | cdefghi | 0 | 6 | lmn | 37 | opqr | 41 | ijklmn | 0 | d |
| R2E2 | 5 | bcd | 8 | ab | 29 | efghijkl | 0 | 18 | cde | 30 | efghij | 99 | ab | 1 | ef | 15 | defgh | 14 | efghijk | 67 | ghijklm | 0 | 21 | abcdef | 97 | a | 76 | ab | 12 | ab |
| Manzano | 7 | ab | 7 | ab | 32 | bcdef | 0 | 15 | defg | 60 | cd | 98 | abc | 3 | def | 13 | efghijk | 16 | cdefgh | 71 | defghijk | 0 | 15 | defghijkl | 77 | cdef | 52 | efghijk | 2 | d |
| Mallika | 2 | fghi | 5 | bcdefgh | 31 | bcdefghi | 0 | 5 | lmn | 23 | ijklm | 92 | def | 0 | f | 5 | o | 12 | ghijk | 71 | defghijk | 0 | 9 | hijklmn | 39 | nopqr | 45 | ghijklm | 0 | d |
| julie | 3 | fghi | 3 | hijk | 33 | bcde | 0 | 8 | hijklmn | 29 | efghij | 99 | abc | 0 | f | 8 | klmno | 20 | abc | 75 | cdefghi | 0 | 8 | hijklmn | 78 | cde | 61 | cdef | 1 | d |
| palmer | 2 | hi | 6 | bcdef | 26 | ijklm | 0 | 6 | ijklmn | 31 | efghij | 97 | abcde | 0 | f | 8 | ijklmno | 14 | cdefghij | 75 | cdefghi | 0 | 16 | cdefghijk | 60 | hijk | 48 | efghijkl | 4 | d |

表 1 (续)

| 品种/株系 Cv./Individual | 初期花 The early flower | | | | | | 后期花 The late flower | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-------------------------|------------------------------|-------|-------|------------------------------------|-------|-----------|------------------------------|-------|---------|-------------------------------------|---------|-------|--------|-------|-------|-------|---------|----|----------|----|----------|---|----|------------|----|-------|----|----------|----|----|
| | 花瓣顶端 The top of the petal | | | 彩腺顶端 The top of the color gland | | | 花瓣顶端 The top of the petal | | | 彩腺基部 The base of the color gland | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | C (%) | M (%) | Y (%) | K (%) | C (%) | M (%) | Y (%) | K (%) | C (%) | M (%) | Y (%) | K (%) | C (%) | M (%) | Y (%) | K (%) | | | | | | | | | | | | | | |
| Brooks | 2 | fghi | 2 | k | 29 | efghijkl | 0 | 5 | klmn | 18 | klmn | 92 | ef | 0 | f | 6 | lmno | 12 | ghijk | 67 | hijklm | 0 | 8 | ijklmn | 71 | defg | 45 | ghijklm | 1 | d |
| Eldon | 2 | fghi | 3 | ghijk | 26 | klm | 0 | 10 | ghijklm | 24 | ijklm | 95 | abcde | 0 | f | 17 | cdefg | 13 | fghijk | 69 | fghijkl | 0 | 15 | cdefghijk | 74 | cdefg | 39 | klmn | 1 | d |
| Mamme | 3 | efgh | 4 | efghijk | 29 | efghijkl | 0 | 16 | cdef | 26 | hijklm | 95 | abcde | 0 | f | 9 | ijklmno | 13 | efghijk | 59 | lmn | 0 | 20 | abcdefg | 91 | ab | 78 | ab | 10 | bc |
| Alice | 4 | cdef | 6 | bcdef | 30 | defghijk | 0 | 12 | efghi | 80 | ab | 100 | a | 3 | def | 8 | jklmno | 13 | efghijk | 71 | defghijk | 0 | 20 | bcdefg | 72 | cdefg | 67 | bcd | 8 | bc |
| Peach | 2 | fghi | 2 | k | 28 | efghijkl | 0 | 6 | klmn | 29 | fghij | 95 | abcde | 0 | f | 5 | no | 14 | cdefghij | 54 | n | 0 | 13 | fghijklm | 77 | cde | 45 | ghijklm | 1 | d |
| Harris | 2 | fghi | 7 | abcd | 36 | ab | 0 | 3 | n | 29 | fghij | 93 | cdef | 0 | f | 6 | no | 17 | bcdefgh | 72 | cdefghij | 0 | 3 | n | 76 | cdefg | 55 | defgh | 1 | d |
| Cushman | 3 | efgh | 5 | cdefghi | 23 | m | 0 | 11 | fghijk | 31 | fghij | 96 | abcde | 0 | f | 13 | efghijk | 16 | cdefgh | 70 | efghijkl | 0 | 28 | a | 75 | cdefg | 47 | fghijkl | 8 | c |
| Turpentine | 3 | efgh | 4 | efghijk | 28 | ghijkl | 0 | 5 | klmn | 26 | ghijklm | 95 | abcde | 0 | f | 5 | no | 8 | k | 65 | ijklm | 0 | 9 | hijklmn | 49 | lmn | 40 | klmn | 1 | d |
| Malgoba | 4 | defg | 1 | k | 30 | defghijkl | 0 | 8 | hijklmn | 29 | fghij | 96 | abcde | 0 | f | 9 | ijklmno | 19 | abcde | 75 | cdefghi | 0 | 26 | ab | 65 | ghij | 41 | hijklmn | 3 | d |
| Sandersha | 2 | ghi | 2 | k | 29 | efghijkl | 0 | 6 | ijklmn | 21 | ijklmn | 92 | ef | 0 | f | 4 | o | 12 | ghijk | 59 | lmn | 0 | 3 | n | 69 | efgh | 48 | fghijkl | 0 | d |
| Edward | 4 | cdef | 6 | bcdef | 31 | bcdefghi | 0 | 6 | ijklmn | 13 | mn | 93 | bcdef | 0 | f | 9 | ijklmno | 11 | hijk | 70 | defghijk | 0 | 17 | cdefghi | 45 | mno | 50 | efghijkl | 1 | d |
| Graham | 3 | efgh | 1 | defghij | 30 | efghijkl | 0 | 9 | hijklmn | 29 | fghij | 98 | abc | 0 | f | 8 | jklmno | 9 | jk | 74 | cdefghi | 0 | 6 | mn | 81 | bcd | 49 | efghijkl | 1 | d |
| Duncon | 4 | defg | 4 | k | 32 | bcdefgh | 0 | 11 | fghij | 31 | fghij | 98 | abcd | 0 | f | 13 | efghijk | 12 | ghijk | 81 | abcd | 0 | 23 | abcd | 37 | opqr | 78 | ab | 3 | d |
| Saigon | 3 | fghi | 1 | k | 29 | efghijkl | 0 | 4 | mn | 44 | e | 100 | a | 0 | f | 11 | ghijklm | 20 | abcd | 77 | bcdefgh | 0 | 7 | klmn | 20 | s | 45 | ghijklm | 0 | d |
| Carrie | 3 | fghi | 5 | bcdefgh | 30 | efghijkl | 0 | 9 | ghijklm | 35 | fgh | 99 | a | 0 | f | 6 | mno | 17 | abcdefg | 65 | ijklm | 0 | 9 | hijklmn | 74 | cdefg | 47 | fghijkl | 1 | d |
| Dot | 4 | cdef | 3 | ijk | 35 | abc | 0 | 16 | def | 22 | ijklmn | 93 | cdef | 0 | f | 16 | defgh | 15 | cdefghij | 63 | ijklmn | 0 | 9 | hijklmn | 58 | ijkl | 57 | defg | 0 | d |
| A53 | 3 | efgh | 2 | jk | 29 | efghijkl | 0 | 29 | a | 28 | fghijk | 100 | a | 1 | ef | 26 | a | 14 | cdefghij | 74 | cdefghi | 0 | 11 | ghijklmn | 42 | mno | 55 | defghi | 1 | d |
| A57 | 4 | cdef | 5 | bcdefg | 29 | efghijkl | 0 | 13 | efgh | 22 | ijklmn | 97 | abcde | 0 | f | 17 | cdef | 14 | cdefghij | 79 | bcdef | 0 | 14 | defghijklm | 38 | opqr | 36 | lmn | 1 | d |
| 1-26 | 4 | defg | 6 | bcdef | 28 | efghijkl | 0 | 22 | bc | 54 | d | 94 | abcdef | 8 | a | 14 | efghij | 14 | defghij | 79 | abcdef | 0 | 14 | defghijklm | 33 | pqr | 30 | n | 0 | d |
| ANO2 | 1 | i | 1 | k | 17 | n | 0 | 17 | cdef | 86 | a | 64 | h | 7 | abc | 5 | no | 20 | abcd | 63 | ijklmn | 0 | 22 | abcde | 81 | bcd | 63 | cde | 10 | bc |

采用 Duncan's 新复极差法进行数据分析, 凡没有相同小写字母代表在 5% 水平上显著差异^[7], 下同
Data were analysed by Duncan's method. without an identical small letter means significance at level of 5%. The same as below

表 2 杧果花药颜色测定结果

Table 2 The results of mango anther

| 品种/株系 | 花药 Anther | | | |
|--------------|-----------|-----------|-----------|-------------|
| | C (%) | M (%) | Y (%) | K (%) |
| 红玉芒 | 29 efghi | 90 ghij | 47 lmnopq | 10 ijklmn |
| 白玉芒 | 27 hijkl | 87 hijkl | 42 nopq | 7 lmnopq |
| 黄象牙 | 41 b | 82 mn | 39 pq | 14 defghijk |
| 热品 1 号 | 27 hijkl | 88 hijkl | 50 klmn | 9 jklmno |
| 热品 6 号 | 33 c | 85 klm | 49 klmno | 14 defghijk |
| 台牙 | 32 cdef | 94 bcde | 69 cdef | 31 a |
| 四季芒 | 29 efghi | 91 defghi | 64 defgh | 19 cdefg |
| 811 | 35 c | 76 op | 48 lmnopq | 14 efghijk |
| Macheso | 26 hijklm | 94 bcdefg | 49 klmnop | 8 klmnop |
| Keitt | 22 mno | 88 hijkl | 63 defghi | 8 jklmno |
| Haden | 34 c | 90 ghij | 51 jklmn | 19 cde |
| Tommy Atkins | 29 efghij | 90 ghij | 52 ijklmn | 12 ghijkl |
| Alfonso | 27 ghijkl | 95 abcd | 82 ab | 25 bc |
| sensation | 33 cd | 88 hijkl | 53 ijklmn | 20 cde |
| Nam doc mai | 26 hijklm | 61 q | 39 opq | 4 mnopq |
| R2E2 | 29 efghij | 90 efghij | 67 cefg | 21 cd |
| Manzano | 24 klmn | 99 a | 90 a | 19 cde |
| Mallika | 28 fghij | 98 ab | 76 bc | 28 ab |
| julie | 19 op | 98 ab | 81 ab | 10 ijklmn |
| palmer | 22 mno | 98 ab | 69 cdef | 11 hijklm |
| Brooks | 21 nop | 96 ab | 71 cde | 11 hijkl |
| Eldon | 25 jklmn | 95 abc | 75 bc | 17 defghi |
| Mamme | 26 hijklm | 95 abcd | 73 bcd | 19 cde |
| Alice | 29 defghi | 92 cdefgh | 61 efghij | 19 cdef |
| Peach | 26 hijklm | 90 fghij | 55 hijklm | 11 hijklm |
| Harris | 23 lmno | 90 hijk | 65 defgh | 10 ijklmn |
| Cushman | 31 cdefg | 89 hijkl | 75 bc | 31 a |
| Turpentine | 28 ghijk | 89 hijkl | 57 ghijkl | 14 efghijkl |
| Malgoba | 28 ghijk | 87 ijkl | 55 hijklm | 12 hijkl |
| Sandersha | 27 hijkl | 86 jkl | 53 ijklmn | 10 jklmn |
| Edward | 31 cdefg | 85 klm | 52 jklmn | 15 defghij |
| Graham | 19 p | 79 no | 46 mnopq | 4 nopq |
| Duncon | 26 hijklm | 79 no | 38 q | 4 mnopq |
| Saigon | 34 c | 75 op | 47 lmnopq | 13 fghijkl |
| Carrie | 25 ijklmn | 72 p | 37 q | 3 opq |
| Dot | 27 ghijk | 64 q | 37 q | 4 nopq |
| A53 | 47 a | 94 bcdef | 25 r | 8 jklmno |
| A57 | 29 defgh | 79 no | 24 r | 2 pq |
| 1-26 | 32 cde | 86 jkl | 53 ijklm | 17 defgh |
| ANO2 | 5 q | 84 lm | 59 fghijk | 1 q |

2.2 杧果聚类分析

分别采用表 1 中初期花彩腺顶端和后期花花瓣顶端的测定数据进行聚类分析。结果显示,初期花彩腺顶端边缘在 0.33 处可分为 3 个类群(图 3)。第 I 类群包含红玉芒、白玉芒等,称为黄色类。第 II 类群包含台牙、四季芒等,由于为橙红色斑点,称为橙红斑类。第 III 类群只有 ANO2,由于颜色为紫红色,较特殊,极少见,称为特殊类。后期花花瓣顶端在 0.27 处可分为 I ~ IV 4 个类群(图 4)。第 I 类群包含红玉芒、Haden 等,称为粉红色。第 II 类群包含 Alfonso、Malgoba 等,称为浅紫红色。第 III 类群包含热品 6 号、811 等,由于为黄褐色,说明初期花花瓣顶端没有转变为其他颜色而直接变褐色,称为不转色;第 IV 类群包含黄象牙、R2E2 等,称为鲜红色。再结合图 3、图 4 和表 1 将杧果花瓣颜色分为 7 个类群(图 5)。第 I 类群包含热品 6 号、811 和 Duncon,称为白色不转色带黄腺类。第 II 类群包含红玉芒、Haden、Saigon、Nam doc mai、Mallika、Turpentine、A57、白玉芒、Brooks、Carrie、Graham、julie、Harris、sandersha、热品 1 号、A53、Dot、Tommy Atkins、Edward、Eldon、Peach 和 palmer,称为白色转粉红色

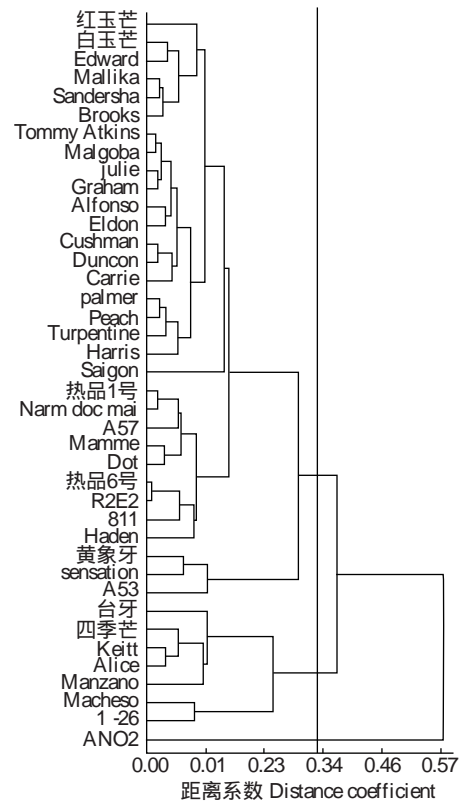


图 3 杧果初期花彩腺顶端颜色的聚类分析

Fig. 3 UPGMA cluster analysis of the top of the petal color gland color on the early flower

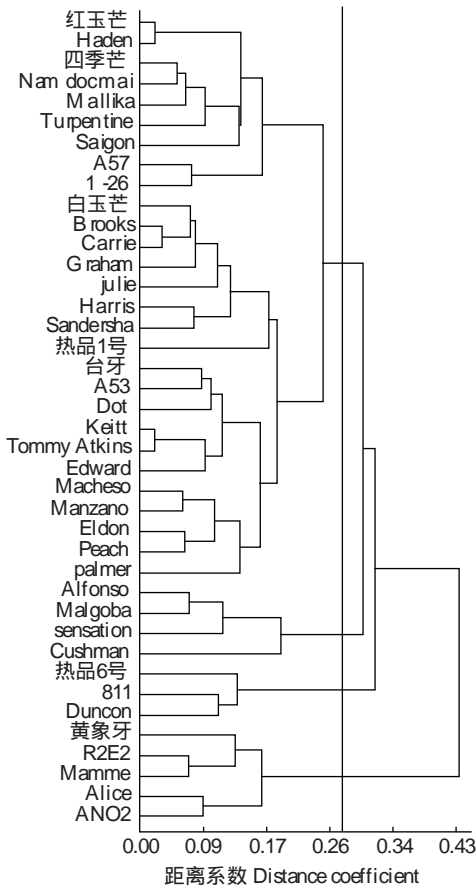


图4 杧果后期花花瓣顶端颜色的聚类分析
Fig. 4 UPGMA cluster analysis of the top of the petal color on the late flower

带黄腺类。第Ⅲ类群包含 Alfonso、Malgoba、sensation 和 Cushman, 称为白色转浅紫红色带黄腺类。第Ⅳ类群包含黄象牙、R2E2 和 Mamme, 称为白色转鲜红色带黄腺类。第Ⅴ类群包含四季芒、1-26、台牙、Keitt、Macheso 和 Manzano, 称为白色转粉红色带橙红斑腺类。第Ⅵ类群只有 Alice, 称为白色转鲜红色带橙红斑腺类。第Ⅶ类群只有 ANO2, 由于初期花花瓣顶端和彩腺顶端颜色较为特殊, 称为特殊花色。

采用表 2 所示测定数据对杧果花药颜色进行聚类分析, 结果显示, 40 个品种 (系) 在分类距离 0.22 处可分为 I ~ IV 4 个类群 (图 6、图 7)。第 I 类群包含红玉芒、热品 1 号、sandersha、Tommy Atkins、Malgoba、Peach、Turpentine、Macheso、白玉芒、Keitt、Harris、热品 6 号、Edward、1-26、Haden、sensation、黄象牙、811 和 Saigon, 称为紫红色。第 II 类群包含台牙、Cushman、Alfonso、Mallika、四季芒、Alice、R2E2、Eldon、Mamme、Manzano、julie、palmer 和 Brooks, 称为鲜红色。第 III 类群包含 Nam doc mai、Dot、Graham、

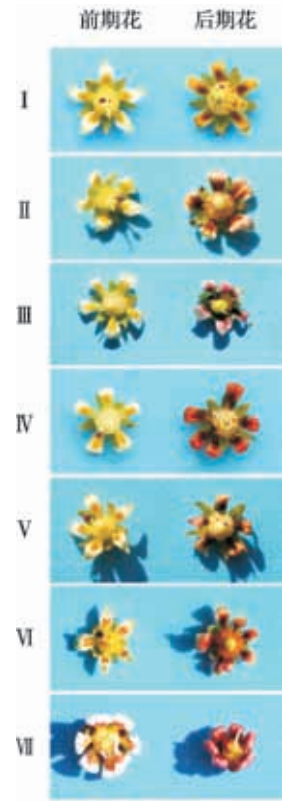


图5 杧果花瓣颜色的类群
Fig. 5 Cluster of mango petal color

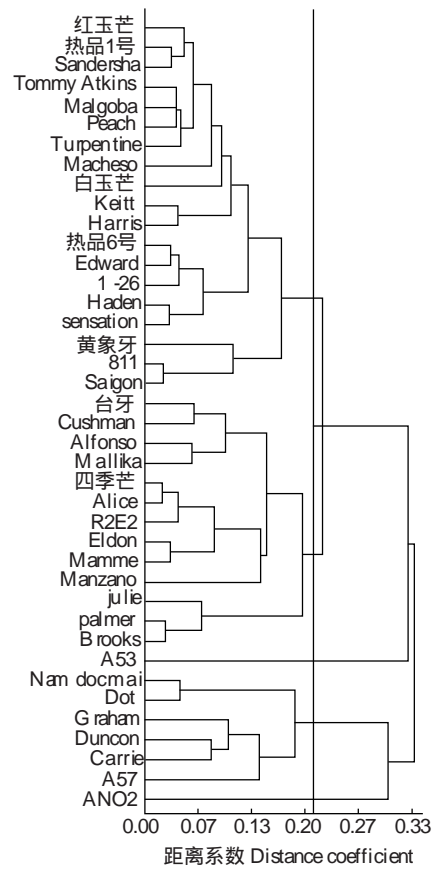


图6 杧果花药颜色的聚类分析
Fig. 6 UPGMA cluster analysis of mango anther color



图7 杧果花药颜色的类群

Fig. 7 Cluster of mango anther color

Duncon、Carrie 和 A57, 称为浅紫色。第 IV 类群的 A53 和 ANO2 花药颜色较特殊, 分别为紫色和淡红色, 极少见, 因此可合为一个类群, 称为特殊花药色。

3 讨论

植物种质资源的评价与鉴定中, 色彩的描述工作十分重要, 但又常常给描述者带来困扰, 主要因为目前还是以传统的比色卡对比法为主, 受外界环境与主观影响较大, 且色卡会因制定者的不同产生不同的色彩描述, 描述者易混淆, 难于把握。色彩的数字化描述可以用具体的数据来体现, 且能通过数据来比较色彩差异, 让研究者和应用者能获得较准确的色彩信息, 从而正确地了解到某一品种(系), 有助于深入研究和应用。

通过 C、M、Y、K 的百分比值, 可以容易观察到不同品种(系)间颜色差异的大小。比较 Manzano 与其他品种(系)的花药颜色可看出, Manzano 花药 M、Y 的百分比值明显比其他品种(系)高, 分别占 99% 和 90%, 说明其色彩更加红艳。再比较热品 6 号的初期花瓣不同部位的色彩, 花瓣顶端 C、M、Y、K 的百分比值明显比彩腺顶部(花瓣中部)和彩腺基部(花瓣基部)低, 说明花瓣顶端色彩最浅, 而彩腺顶部和彩腺基部的 C、M、K 的百分比值差异不大, 但 M、Y 值明显是前者高于后者, 说明花瓣中部颜色比基部深, 全面反映了花瓣色彩的变化。不仅如此, 如果需要可以采用任意一种输出工具, 如打印机、印刷机简便、精准的把色彩还原出来, 体现了这种色彩界定方法高度的一致性、可移植性和可还原性。

本试验中对于试材的选取、拍摄技巧和取样测定至关重要, 为了进一步减少误差与主观因素, 采样时均采摘杧果树同一方位的花朵(植株向阳面树冠外围中上部的花朵), 每个时期采摘数量均为 20 朵花, 且对初期花和后期花各 20 个样本都进行了测定并取平均值。拍摄时, 通过反复对焦使被摄样本在

焦点内, 还利用照片直方图的分布情况来判断曝光程度, 避免曝光过度或不足。取样测定时, 选取代表花药和花瓣的典型色域进行切割, 用吸取工具在待测色区域测定, 设置取样大小为“101 × 101 平均”来选取颜色即得 C、M、Y、K 的百分比值。通过 UPG-MA 聚类分析, 将花瓣和花药颜色分别分成 7 个类群和 4 个类群, 聚类分析体现了色彩的准确性, 从而证明了数字化色彩的可行性^[5]。对花瓣进行聚类分析时不仅考虑到同一时期花瓣色彩存在的差异, 也充分考虑到花瓣在变化过程中存在的差异, 因此分别对初期花彩腺顶端和后期花花瓣顶端进行了聚类分析, 最后综合了两种分析进行分类, 更能真实和全面的反映花瓣色彩和品种(系)间的差异。

杧果花瓣颜色和花药颜色具有丰富的遗传多样性, 2006 年 IPGRI(国际遗传资源研究所)修订编制的杧果(*Mangifera indica* Linnaeus)种质资源评价系统^[15](Descriptors for Mango)和 2009 年中国农业部发布的农业行业标准《芒果——种质资源描述规范》^[16], 均未将其列为评价项目。后者将花的形态类型(分为五花瓣、四花瓣、混合花瓣和其他)列为评价项目, 根据笔者对种质圃 92 个杧果品种(系)的花的类型进行调查(每个品种随机取 100 朵花), 得出每个调查品种(系)中五花瓣类型所占的比例均大于 50%(平均值约为 78%), 说明杧果花的五花瓣类型较多, 以花的类型不能更好地区别品种, 因此建议把花瓣颜色和花药颜色列为评价项目, 作为区别品种的特征。

本研究利用数字化描述杧果花瓣和花药的颜色, 为下一步用于描述杧果幼叶、成熟叶、花梗、成熟果实外果皮和果肉的颜色, 深入探索其遗传多样性和相关性奠定基础。据台湾研究报道, 芒果花梗、花瓣和果实外果皮三者之间的颜色具有相关性, 花梗、花瓣的颜色与成熟果实外果皮的颜色呈正相关, 花梗与花瓣黄绿色者, 其成熟果皮颜色呈黄绿色, 花梗与花瓣的颜色为粉红色者, 其成熟果实外果皮颜色

呈红橙色^[17],因此在今后的研究中可通过深入探索种质性状间的相关性培育获得更优质品种。另外,该研究方法亦可广泛应用于不同植物的色彩测定,能较准确科学地表现植物色彩,在植物资源的遗传育种和园林设计应用方面均具有重要的参考价值。

参考文献

- [1] 陈业渊,贺军虎. 热带、亚热带果树种质资源数据质量控制规范[M]. 北京:中国农业出版社,2006:86-104
- [2] 朱敏,陈业渊,高爱平,等. 杧果种质资源若干植物学数量性状评价指标探讨[J]. 热带作物学报,2009,30(12):1-6
- [3] 苑克俊,刘庆忠,李圣龙,等. 利用数码相机测定果树叶面积的新方法[J]. 园艺学报,2006,33(4):829-832
- [4] 张京政,齐永顺,王同坤,等. 利用数码相机测定板栗果实褐变的方法研究[J]. 北方园艺,2008(4):56-57
- [5] 李欣,沈向,张鲜鲜,等. 观棠海棠叶、果、花色彩的数字化描述[J]. 园艺学报,2010,37(11):1811-1817
- [6] 计算机职业教育联盟. Photoshop 7.0 基础教程与上机指导[M]. 北京:清华大学出版社,2003:61-62
- [7] 唐启义. DPS 数据处理系统——实验设计、统计分析及数据挖掘(第2版)[M]. 北京:科学出版社,2010
- [8] 白坚,胡旭,周淑婷,等. 47个建兰品种的SRAP遗传多样性分析[J]. 植物遗传资源学报,2012,13(3):376-388
- [9] 程春明,杨存义,马启彬,等. 江西野生大豆遗传多样性分析[J]. 植物遗传资源学报,2011,12(6):928-933940
- [10] 翟茹. Photoshop 的色彩模式及其应用[J]. 印刷世界,2004(5):9-14
- [11] 于福洋,张伟东,刘佳,等. CMYK 色彩模式的数字化定义[J]. 消费导刊,2008(9):182-183
- [12] 谢志华. RGB 图像与 CMYK 图像的扫描比较[J]. 印刷杂志,2009(4):40-42
- [13] 王海文,李杰. 印刷常用色彩模式浅谈[J]. 丝网印刷,2006(4):3
- [14] 于福洋,张伟东,刘佳,等. 色彩模式间颜色的数字化比较[J]. 硅谷,2008(19):148
- [15] IPGRI Descriptors for Mango[M]. Rome: IPGRI,2006
- [16] 农业部农产品质量安全监管局等. 最新中国农业热带作物标准[M]. 北京:中国农业出版社,2011:107-220
- [17] 马蔚红,雷新涛,藏小平,等. 芒果无公害栽培实用技术[M]. 北京:中国农业出版社,2004:23-24