

7种柚子果实品质分析与模糊综合评判

李小婷, 徐世荣, 潘东明*, 张智伟 (福建农林大学园艺学院, 福建福州 350002)

摘要 [目的]评估福建地区几种主栽柚子品种的优劣,并挑选出优良的栽培品种。[方法]以红肉蜜柚、云南东试早、海南水晶柚、玉环1号、顺昌红心柚、西双版纳1号、美国强得勒7个柚子品种为试材,对各柚子品种果实的主要品质特性,如果形、单果质量、果形指数、可食率、 V_c 、可溶性固形物、可滴定酸、可溶性糖的含量,糖酸比和固酸比等相关指标进行测定和比较分析,并在此基础上应用模糊综合评判法对柚子果实品质进行客观评价。[结果]试验表明,不同柚子品种在主要品质指标上存在显著差异,以玉环1号、顺昌红心柚表现较优,其次为西双版纳1号,其他品种果实的品质相关指标测定结果均存在或多或少的缺憾。[结论]对柚子果实品质进行客观评价时可使用模糊综合评判法。

关键词 柚子;果实品质;综合评判

中图分类号 S666.3 **文献标识码** A **文章编号** 0517-6611(2016)27-0078-03

Analysis of Fruit Quality and Fuzzy Comprehensive Evaluation of Seven Cultivars of Pomeelos

LI Xiao-ting, XU Shi-rong, PAN Dong-ming* et al (College of Horticulture, Fujian Agriculture and Forestry University, Fuzhou, Fujian 350002)

Abstract [Objective] To evaluate the quality of pomelo cultivars in Fujian Province, and to screen the high-quality cultivars. [Method] The seven pomelo cultivars (Hongrou pomelo, Yunnan pemelo, Hainan crystal grapefruit, Yuhuan 1, Shunchang pomelo, Xishuangbanna 1 and the United States Qiangdele) were selected as experiment materials. The main quality characteristics of pomelo cultivars were detected and analyzed, such as fruit shape, single fruit weight, fruit shape index, V_c content, soluble solids content, titratable acid content, soluble sugar content, the ratio of sugar to acid and the ratio of solid to acid. Based on these, fuzzy comprehensive evaluation method was applied to evaluate the fruit quality of pomelo. [Result] There were significant differences in the major quality indexes of pomelo cultivars. Among them, Yuhuan 1 and Shunchang pomelo showed the optimal performance, followed with Xishuangbanna 1. Detection results of quality related indicators of other cultivars had some disadvantages. [Conclusion] Fuzzy comprehensive evaluation method can be used for the objective evaluation of pomelo fruit quality.

Key words Pomelo; Fruit quality; Comprehensive evaluation

柚子 (*Citrus grandis* Osbeck) 为芸香科柑橘亚科柑橘属乔木,又名柚、文旦、香栾、朱栾、内紫等。据考证,柚在我国已有3 000多年的栽培历史,我国作为柑橘的起源与遗传变异中心,长期以来利用自然资源培育和创造了许多优良品种^[1]。福建省位于我国东南沿海地带,属亚热带海洋性季风气候区,是我国柚主产区之一,资源丰富,品种类型多。据有关记载,福建有“坪山柚”、“文旦”、“琯溪蜜柚”、“度尾蜜柚”及“四季柚”等100多个柚类品种(系),其中有无籽或少籽的、早熟或晚熟的、多次开花结果的以及天然杂种等,都是极其宝贵的柚类种质资源库^[2]。柚子果实营养丰富且有保健功能如抗衰老^[3]、抗氧化^[4]、抗癌^[5]、降血糖等功效,具有“天然罐头”之美称。目前人们对苹果^[6]、杨桃^[7]、草莓^[8]的品质评价指标进行了研究并取得了一定的进展。但柚子果实品质指标测定起来复杂繁多且主次难分,对于不同品种的品质差异更是不易比较与分析。

笔者以福建引进栽培成功的7个不同品种的柚子作为研究对象,检测分析各个品种的营养成分并进行品质评价,诸如果实经济性状(果形、可食率、单果重),果形指数、 V_c 含量、可溶性固形物含量、可滴定酸含量和可溶性糖含量等相关指标进行测定和比较分析,结合模糊综合评价方法,评估该地区的优良品种并挑选出优良的栽培品种,旨在为福建

柚类品质分析检测和评价提供支撑,从而为该地区柚类产业的可持续发展提供重要的理论依据。

1.1 材料与方法

1.1.1 材料及采样方法 供试柚子为采于福建省漳州市平和县柚子种植基地的7个品种,分别为红肉蜜柚、云南东试早、海南水晶柚、玉环1号、顺昌红心柚、西双版纳1号、美国强得勒,均属于柚类(Pommelo)。

试验于2015年11月上旬果实近成熟时调查挂果量并采集样品果。每品种按果园对角线方向选取7株树,每株树按东、西、南、北、中的方位均匀取6个样品果,一共采集42个样品果。所有样品的果实均带回实验室进行相关品质测定。

1.2 果实性状指标测定

1.2.1 外观品质性状测定。平均单果重:称取42个样品的总果重、可食用的果肉重,计算各个品种的平均单果重、可食用果重。果形:用游标卡尺测出42个样品果的平均纵径、横径、果皮厚并求其平均数。每2个品种果可以作为1组,可分为3组,每组重复3次。

1.2.2 品质分析测定。用手持糖量仪测定样品果的可溶性固形物含量,用蒽酮比色法测定可溶性糖含量,NaOH中和滴定法测定有机酸的含量,以2,6-二氯酚靛酚法测定 V_c 含量^[9-11]。

1.3 数据分析 数据处理采用Excel和DPS数据分析软件进行统计分析,用Duncan's法进行多重比较。

模糊综合评判法参考范书华^[12]、汤婷婷等^[13]等方法,对7个样品的综合性状表现优劣进行模糊综合评判,将原始数

基金项目 福建省科技厅重大专项项目(2013NZ0002-1);国家科技支撑计划项目(2014BAD15B00)。

作者简介 李小婷(1991-),女,湖北孝感人,硕士研究生,研究方向:果树生物技术。*通讯作者,教授,博士生导师,从事园艺产品采后贮藏保鲜研究。

收稿日期 2016-07-20

据经标准化处理后得到评判模糊矩阵 R 。 $R = (r_{ij})$, $r_{ij} = (x_{ij} - \min_{ij}) / (\max_{ij} - \min_{ij})$, 其中有有机酸标准化用 $r_{ij} = 1 - (x_{ij} - \min_{ij}) / (\max_{ij} - \min_{ij})$ 计算, 通过矩阵运算可以得到评判结果。权重计算采用标准离差法^[14]。

2 结果与分析

2.1 不同柚子品种果实外在品质比较 由表 1 可以看出, 顺昌红心柚和美国强得勒在果型指数上没有较大的差异, 但

美国强得勒果实的纵横径均大于顺昌红心柚, 在实际试验观察时玉环 1 号柚的果形更接近于高扁圆形; 而红肉蜜柚的纵横径几乎没差异, 呈圆球形; 果肉的颜色多为淡红色和象牙白; 各个品种果实的囊瓣数均为 15 ~ 20; 单个果的质量比较中, 玉环 1 号、美国强得勒和红肉蜜柚相比于其他 4 个品种差异很大, 基本上单个果重均大于 1 400 g, 而海南水晶柚单果质量最小, 其次是顺昌红心柚。

表 1 不同柚子品种果实外在品质分析

Table 1 Analysis of external quality in different pomelo cultivars

品种(系) Cultivar	果型 Fruit shape	果肉颜色 Flesh color	囊瓣数 Number of vesicles	果重 Fruit weight//g	纵径 ongitudinal diameter//cm	横径 Transverse diameter//cm	果型指数 Index of fruit shape
红肉蜜柚 Hongrou pomelo	圆球形	鲜红色	17.3	1 523.46	17.88	17.27	1.04
云南东试早 Yunnan pemelo	扁圆形	象牙白	18.7	1 226.53	16.00	16.74	0.96
海南水晶柚 Hainan crystal grapefruit	圆球形	淡红色	17.0	1 052.29	16.53	15.64	1.06
玉环 1 号 Yuhuan 1	高扁圆形	青白	15.3	1 445.89	16.73	7.16	2.25
顺昌红心柚 Shunchang pomelo	宽扁圆形	淡红色	17.0	1 128.70	14.89	17.17	0.87
西双版纳 1 号 Xishuangbanna 1	扁圆形	象牙白	15.0	1 259.83	18.57	16.93	1.09
美国强得勒 United States Qiangdele	宽扁圆形	淡红色	19.0	1 502.29	15.53	17.43	0.89

2.2 不同柚子品种果实内在品质比较

2.2.1 7 个品种果实可溶性糖含量的比较分析。由表 2 可知, 红肉蜜柚、云南东试早和美国强得勒果实的可溶性糖含量差异不显著, 玉环 1 号和西双版纳 1 号也无显著性差异,

其中海南水晶柚与西双版纳 1 号的可溶性糖含量相差最大。这 7 个柚子品种在糖含量方面西双版纳 1 号果实的可溶性糖含量达到最高, 为 8.74%; 其次是玉环 1 号, 为 7.89%。

表 2 不同柚子品种果实内在品质分析

Table 2 Analysis of internal quality in different pomelo cultivars

品种(系) Cultivar	可食率 Edible rate//%	可溶性固形物 Soluble solids//%	可溶性糖 Soluble sugar//%	有机酸 Organic acid//%	固酸比 Ratio of solid to acid	糖酸比 Ratio of sugar to acid	V _c mg/kg
红肉蜜柚 Hongrou pomelo	60.36 d	8.73 b	7.01 bc	0.58 cd	15.16 b	12.20 b	342.49 a
云南东试早 Yunnan pemelo	52.81 c	9.02 b	6.95 bc	0.57 bc	16.01 b	12.49 bc	449.14 b
海南水晶柚 Hainan crystal grapefruit	54.70 c	9.11 b	4.32 a	0.55 bc	16.61 b	7.87 a	510.22 c
玉环 1 号 Yuhuan 1	52.03 c	9.87 c	7.89 cd	0.49 a	20.29 c	16.21 d	308.26 a
顺昌红心柚 Shunchang pomelo	45.86 b	8.58 b	6.69 b	0.53 b	16.15 b	12.56 bc	611.92 d
西双版纳 1 号 Xishuangbanna 1	54.13 c	9.13 b	8.74 d	0.61 d	15.29 b	14.59 cd	445.09 b
美国强得勒 United States Qiangdele	39.44 a	7.82 a	7.25 bc	0.68 e	11.47 a	10.56 b	511.12 c

注: 同一列数据后不同小写字母表示差异达 0.05 显著水平。

Note: Different lowercases in the same row indicated significant differences at 0.05 level.

2.2.2 7 个品种果实有机酸含量的比较分析。由表 2 可知, 除云南东试早和海南水晶柚果实的可滴定酸差异不显著外, 其余品种都存在显著性差异。在 7 个柚子品种的比较中, 有机酸含量最高的是美国强得勒, 最低的是玉环 1 号, 其次是顺昌红心柚。

2.2.3 7 个品种果实可溶性固形物含量的比较分析。由表 2 可知, 可溶性固形物含量最高的是玉环 1 号, 最低的是美国强得勒。除玉环 1 号和美国强得勒存在显著性差异外, 其余品种的可溶性固形物含量差异都不显著。

2.2.4 7 个品种果实 V_c 含量的比较分析。由表 2 可知, 顺昌红心柚与其他 6 个品种果实 V_c 含量存在显著性差异, 其中 V_c 含量最高的是顺昌红心柚, 为 611.92 mg/kg; 最低的是

玉环 1 号, 仅有 308.26 mg/kg。

2.2.5 7 个品种其他内在品质指标的比较分析。由表 2 可知, 就可食率而言, 最高的是红肉蜜柚, 其次是海南水晶柚, 可食率最低的是美国强得勒; 就固酸比而言, 玉环 1 号的最大, 美国强得勒的最小, 其中除玉环 1 号与美国强得勒存在显著性差异外, 其余品种都不存在显著性差异; 就糖酸比而言, 玉环 1 号的最大, 海南水晶柚的最小, 其中玉环 1 号与西双版纳 1 号不存在显著性差异, 与其他品种均存在显著性差异。

2.3 模糊综合评判分析 对各处理样品果实的相关性状分别进行整理后的原始数据的平均值列于表 3, 按照隶属函数的定义, 将表 3 中各性状指标数据进行极值标准化处理, 构成模糊转化矩阵 R , 见表 4。用等权、加权法来评判不同样品

的优劣,结果见表5。模糊综合评判分析结果表明,在等权情况下,7个柚子品种的果实品质优劣顺序依次为红肉蜜柚、玉环1号、西双版纳1号、云南东试早、顺昌红心柚、海南水晶柚、美国强得勒;在加权情况下优劣顺序依次为玉环1号、顺

昌红心柚、西双版纳1号、云南东试早、红肉蜜柚、海南水晶柚、美国强得勒。由此可以认为,玉环1号和顺昌红心柚品质较好,西双版纳1号次之,海南水晶柚与美国强得勒品质较差。

表3 参试样品主要果实性状平均值

Table 3 Mean value of major fruit traits of tested cultivars

品种(系) Cultivar	纵径 Longitudinal diameter cm	横径 Transverse diameter cm	囊瓣数 Number of vesicles	果重 Fruit weight//g	可食率 Edible rate //%	可溶性 固形物 Soluble solids %	可溶性糖 Soluble sugar %	有机酸 Organic acid %	固酸比 Ratio of solid to acid	糖酸比 Ratio of sugar to acid	V _c mg/kg
红肉蜜柚 Hongrou pomelo	17.88	17.27	17.30	1 523.46	60.36	8.73	7.01	0.58	15.16	12.20	342.49
云南东试早 Yunnan pemelo	16.00	16.74	18.70	1 226.53	52.81	9.02	6.95	0.57	16.01	12.49	449.14
海南水晶柚 Hainan crystal grapefruit	16.53	15.64	17.00	1 052.29	54.70	9.11	4.32	0.55	16.61	7.87	510.22
玉环1号 Yuhuan 1	16.73	7.16	15.30	1 445.89	52.03	9.87	7.89	0.49	20.29	16.21	308.26
顺昌红心柚 Shunchang pomelo	14.89	17.17	17.00	1 128.70	45.86	8.58	6.69	0.53	16.15	12.56	611.92
西双版纳1号 Xishuangbanna 1	18.57	16.93	15.00	1 259.83	54.13	9.13	8.74	0.61	15.29	14.59	445.09
美国强得勒 United States Qiangdele	15.53	17.43	19.00	1 502.29	39.44	7.82	7.25	0.68	11.47	10.56	511.12

表4 模糊转换矩阵R

Table 4 Results of fuzzy transfer matrix

品种(系) Cultivar	R										
	纵径 Longitudinal diameter	横径 Transverse diameter	囊瓣数 Number of vesicles	果重 Fruit weight	可食率 Edible rate	可溶性 固形物 Soluble solids	可溶性糖 Soluble sugar	有机酸 Organic acid	固酸比 Ratio of solid to acid	糖酸比 Ratio of sugar to acid	V _c
红肉蜜柚 Hongrou pomelo	0.812 5	0.984 4	0.575 0	1.000 0	1.000 0	0.443 9	0.608 6	0.526 3	0.418 4	0.519 2	0.1127
云南东试早 Yunnan pemelo	0.301 6	0.932 8	0.925 0	0.369 8	0.639 1	0.585 4	0.595 0	0.578 9	0.514 7	0.554 0	0.463 9
海南水晶柚 Hainan crystal grapefruit	0.445 7	0.825 7	0.500 0	0.000 0	0.729 4	0.629 3	0.000 0	0.684 2	0.582 8	0.000 0	0.665 1
玉环1号 Yuhuan 1	0.500 0	0.000 0	0.075 0	0.835 4	0.601 8	1.000 0	0.807 7	1.000 0	1.000 0	1.000 0	0.000 0
顺昌红心柚 Shunchang pomelo	0.000 0	0.9747	0.500 0	0.162 2	0.306 9	0.370 7	0.536 2	0.789 5	0.530 6	0.562 4	1.000 0
西双版纳1号 Xishuangbanna 1	1.000 0	0.951 3	0.000 0	0.440 5	0.702 2	0.639 0	1.000 0	0.368 4	0.433 1	0.805 8	0.450 6
美国强得勒 United States Qiangdele	0.173 9	1.000 0	1.000 0	0.955 1	0.000 0	0.000 0	0.662 9	0.000 0	0.000 0	0.322 5	0.668 0
权重 Weight	0.007 4	0.013 1	0.011 0	0.026 8	0.074 5	0.064 3	0.090 0	0.097 7	0.106 9	0.090 5	0.140 0

表5 模糊综合评判结果及排序

Table 5 Results and rank of fuzzy comprehensive evaluation

品种 Cultivar	等权 Equal weight		加权 Weighting	
	评判集 Evaluation set	位次 Rank	评判集 Evaluation set	位次 Rank
红肉蜜柚 Hongrou pomelo	0.636 5	1	0.368 8	5
云南东试早 Yunnan pemelo	0.587 3	4	0.400 0	4
海南水晶柚 Hainan crystal grapefruit	0.460 2	6	0.336 7	6
玉环1号 Yuhuan 1	0.620 0	2	0.503 8	1
顺昌红心柚 Shunchang pomelo	0.521 2	5	0.442 3	2
西双版纳1号 Xishuangbanna 1	0.617 4	3	0.433 4	3
美国强得勒 United States Qiangdele	0.434 8	7	0.233 4	7

3 结论与讨论

该试验中7个柚子品种的外观差异主要在于其果实的形状、色泽、大小等。由测定结果可以看出,玉环1号柚的果实均较大,单果产量高,故可达到丰产。其次从果实的内在品质来看,玉环1号的可溶性糖含量、可溶性固形物含量、糖

酸比和V_c含量均较其他品种柚子要高。因此,可以初步选定适合在福建栽培的柚子品种为玉环1号柚,此外,顺昌红心柚因其具有较高的V_c且其他品质方面也不是很差,故而也可在福建推广生产。

在现代生活中,人们对果品的品质有着不同的需求。随着膳食结构的变化,人们对食物的风味、营养要求也越来越高,而柚子芳香味美,极富营养,正是人们的理想果品。除果汁丰富、酸甜可口外,柚子还含有丰富的糖类、有机酸、蛋白质和多种维生素,特别是V_c含量较其他水果高。这不仅给柚子的良种选育、结构调整提供了较大的选择空间,也为品种的改良提供了丰富的资源。柚子品种极多,内在品质上差异却很大,优势与缺憾同在,如果仅用简单的数学积分方法,对各个经济性状进行评分加和,很难作出具有科学性的评价。作为多因素分析法的模糊数学综合分析,可以较为简便、准确地比较各品种的优劣,在对柚子果实进行评价时建议使用。

3.2 马尾松胸径 由表1可知,二次除萌马尾松胸径生长最快,平均为8.20 cm,其次为一次除萌处理(6.10 cm),长势最差的是不除萌处理(4.73 cm)。除萌处理下,马尾松生长快速,主要是马尾松为阳性树种,杉木萌发条减少,马尾松种间竞争减少,不除萌区组,已形成马尾松、杉木混交林,林分结构复杂,林分中树木密度过大,造成部分马尾松长势极差,林相不好。对胸径进行方差分析,结果表明针对杉木的不同除萌强度,马尾松幼林的胸径呈极显著差异。

3.3 马尾松枝下高 枝下高指树枝到地面的垂直距离,枝下高越高,树形越好,用材树种出材率越高。在3种除萌处理下,枝下高最高的是一次除萌处理(1.63 m),其次为二次除萌处理(1.47 m),最差的是不除萌处理(0.47 m),这与一次除萌条件下,杉木萌发条形成灌木丛,而马尾松郁闭形成乔木层有一定的关系,不除萌处理下,马尾松长势差,树形矮,导致其枝下高矮。对枝下高进行方差分析,结果表明针对杉木的不同除萌强度,马尾松幼林的枝下高呈极显著差异。

4 结论与讨论

(1)采取二次、一次及不除萌3种强度处理杉木萌芽,对马尾松幼林树高、胸径和枝下高产生极显著差异。二次除萌处理有利于马尾松树高和胸径的生长发育,而不除萌处理会

使整个林分有利于杉木萌发条的生长,形成杉木、马尾松混交林,不利于马尾松造林,一次除萌处理下,马尾松枝下高最高,有利于其形成良好的树形。

(2)杉木人工林采伐迹地,特别是闽西北山地地区的杉木采伐迹地自然萌芽或者补植杉木实生苗都不利于林分的可持续发展。在杉木采伐迹地营造其他树种人工林,有利于林地的发展,但是要加强杉木伐桩萌发条的处理。除萌工作要以“除早,除小,除了”为原则,时间上的把握对整个除萌工作起到至关重要的作用,在萌发条长出的5月份进行除萌能取得更好的效果;为了防止杉木伐桩萌发,尽量不给伐桩培土,让伐桩干枯;保留高的伐桩,伐桩越高,越容易干枯,不利于萌发条生长。

参考文献

- [1] 高健,叶镜中.光照和土温对杉木伐桩休眠芽初始萌发的作用[J].南京林业大学学报,1994,18(3):51-54.
- [2] 丁国华,叶镜中.采伐季节对杉木伐桩休眠芽萌发的影响[J].南京林业大学学报,1995,19(2):51-54.
- [3] 高健,刘令峰,叶镜中.伐桩粗度和高度对杉木萌芽更新的影响[J].安徽农业大学学报,1995,22(2):145-149.
- [4] 王国华,王素云.浅述杉木萌芽更新管理要点[J].现代园艺,2011(13):44.
- [5] 林武星,叶功富,黄金瑞,等.杉木萌芽更新原理及技术述评[J].福建林业科技,1996,23(2):19-23.
- [6] 季冬林.杉木林萌芽更新经营技术[J].林业实用通讯,2000(6):43.
- [6] 冯娟,任小林,田建文,等.不同产地富士苹果品质分析与比较[J].食品工业科技,2013(14):108-112.
- [7] 钟云,姜波,蒋依辉,等.不同杨桃品种品质分析及草酸含量的测定研究[J].广东农业科学,2009(12):67-69.
- [8] 邓显容.不同品种草莓果实品质分析[J].安徽农业科学,2008,36(21):9018,9043.
- [9] 邹琦.植物生理学实验指导[M].北京:中国农业大学出版社,2004:111-112.
- [10] 李合生.植物生理生化实验原理和技术[M].北京:中国农业大学出版社,2000:134.
- [11] 苑乃香,宜亚文,谢波.2,6-二氯酚酚滴定法测定蔬菜中维生素C的含量[J].安徽农业科学,2009,37(3):1853-1854.
- [12] 范书华.模糊综合评判和灰色关联度分析对马铃薯早熟品种综合评估[J].中国马铃薯,2011,15(4):299-302.
- [13] 汤婷婷,钟晨,苏军,等.梨主栽品种主要品质性状分析及分布规律研究[J].安徽农业大学学报,2013,40(1):59-64.
- [14] 王晖,陈丽,陈垦,等.多指标综合评价方法及权重系数的选择[J].广东药学院学报,2007,23(5):583-589.

(上接第80页)

参考文献

- [1] 罗开梅,伍成厚,邹金美,等.柚类种质资源的分子标记研究进展[J].漳州师范学院学报,2005(4):78-80.
- [2] 福建省农业厅.福建果树品种调查:上册[M].福州:福建省农业厅,1959:88-142.
- [3] DEL BO C, MARTINI D, VENDRAME S, et al. Improvement of lymphocyte resistance against H₂O₂-induced DNA damage in Sprague-Dawley rats after eight weeks of a wild blue-berry (*Vaccinium angustifolium*)-enriched diet[J]. Mutation research/genetic toxicology and environmental mutagenesis, 2010, 703(2):158-162.
- [4] BORNSEK S M, ZIBERNA L, POLAK T, et al. Bilberry and blueberry anthocyanins act as powerful intracellular antioxidants in mammalian cells[J]. Food chemistry, 2012, 134(4):1878-1884.
- [5] WU X, RAHAL O, KANG J, et al. In utero and lactational exposure to blueberry via maternal diet promotes mammary epithelial differentiation in prepubescent female rats[J]. Nutrition research, 2009, 29(11):802-811.