

doi:10.11937/bfyy.20172694

不同光皮木瓜种质资源内含物含量的分析

刘国顺^{1,2}, 岳华峰¹, 董卉卉², 魏 岚³, 王 晶³, 张思文²

(1. 国家林业局 泡桐研究开发中心, 河南 郑州 450003; 2. 信阳市林业科学研究所, 河南 信阳 464031;

3. 信阳农林学院, 河南 信阳 464000)

摘 要:以 12 个不同种质资源光皮木瓜为试材, 采用相关性分析、聚类分析等方法, 研究了光皮木瓜内含物的多样性水平。结果表明: 光皮木瓜含水率的离散度较小, 维生素 C 的离散度较大; 含水率最大为湖北郧县 78.86%, 最小为河南方城 74.08%, 维生素 C 含量最大为河南方城 ($264.37 \text{ mg} \cdot (100\text{g})^{-1}$), 最小为山东菏泽 ($150.04 \text{ mg} \cdot (100\text{g})^{-1}$), 黄酮含量最大为陕西白河 ($3.23 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$), 最小为河南桐柏 ($2.60 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$)。光皮木瓜含水率较稳定的为湖南长沙, 维生素 C 含量较稳定的为河南方城和河南桐柏, 黄酮含量较稳定的为湖南长沙、湖北郧县等; 含水率与维生素 C 呈极显著负相关, 黄酮含量与无霜期呈显著正相关; 内含物聚类分析将 12 个产地的光皮木瓜分为 3 个类群, 光皮木瓜内含物在一定程度上呈现出沿“秦岭-淮河”线逐渐变异的趋势。

关键词:光皮木瓜; 种质资源; 内含物测定

中图分类号:S 661.601 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2018)06-0034-05

光皮木瓜 (*Chaenomeles sinensis* (Thouin) Koehne) 属蔷薇科木瓜属植物, 别名冥楂, 集食用、药用和观赏于一体, 山东、重庆、陕西、河南等多省市均有种植^[1]。木瓜果实含有丰富的多酚、黄酮、多糖、维生素 C、有机酸等多种物质, 其中果实维生素 C 含量较高, 是桔子的近 4 倍, 苹果的 30 多倍^[2-3], 具有清心润肺、祛暑驱寒、兴奋镇痛、健脾开胃、舒筋活络的功效, 是极具开发价值的新型经济树种之一。

目前, 光皮木瓜已成为山东菏泽、湖北郧县等地的特色药材和加工食用水果, 增加了果农的收入, 产生了显著的经济效益。国内外对光皮木瓜的花粉生物学特性、营养成分、药理作用, 乡土品

种的分类、育种、病虫害防治等方面都开展了很深入的研究^[4-8], 但是针对不同产地种质资源间的内含物含量及其相关性的研究尚鲜见报道。该试验通过测定 12 个光皮木瓜资源的含水率、维生素 C、黄酮等物质含量, 对不同种质资源光皮木瓜果实内含物进行多样性研究, 分析不同种质资源内含物的差异, 对其类群进行划分, 以期对光皮木瓜种质资源的有效利用提供参考。

1 材料与方法

1.1 试验材料

试验材料分别采自河南桐柏、河南方城、山东菏泽、陕西白河等 12 个产区, 地理位置及气候条件等见表 1。

1.2 试验方法

于 2014 年 10—11 月在光皮木瓜成熟季节, 分别到采集地采摘生长正常、无病虫害的果实。采用单株采摘, 每产地采果植株一般不少于 15 株, 每株采摘 3~5 粒, 分别做好标记, 装袋保鲜,

第一作者简介:刘国顺(1983-), 男, 河南淮阳人, 硕士, 高级工程师, 现主要从事林业科研及科技推广等工作。
E-mail: guoshunliu@163.com.

基金项目:中国林业科学院基金资助项目(CAFYBB2017MB027); 河南省科技攻关资助项目(162102110100); 信阳市科技攻关资助项目(KJGG1205)。

收稿日期:2017-10-12

立即带回实验室,测定果实的含水率、维生素 C 含量、黄酮含量及鲜果质量。

1.3 项目测定

采用 GB/T 5009.3-2003 标准直接干燥法测定含水率,采用 GB 6195-86 标准 2,6-二氯酚酚滴定法测定维生素 C 含量,采用紫外分光光度法测

定黄酮含量。

1.4 数据分析

采用 Excel 软件对试验数据进行处理,采用 SPSS 22.0 软件进行多重比较、相关分析以及聚类分析等。

表 1 光皮木瓜地理及气候条件

Table 1 Geographical and climatic conditions of *Chaenomeles sinensis*

编号 Serial number	产区 Areas	纬度 Latitude	经度 Longitude	海拔 Elevation/m	年均气温 Temperature/℃	年降雨量 Rainfall/mm	日照时数 Sunshine time/h	无霜期 Frost-free period/d
1	河南桐柏	32°45′	113°18′	204	15.0	1 200.0	2 027.0	230
2	安徽六安	31°52′	115°55′	87	15.4	1 027.6	1 990.0	226
3	陕西白河	32°50′	110°03′	167	15.1	950.0	1 850.0	253
4	湖南长沙	28°11′	112°59′	75	17.2	1 361.6	1 758.0	279
5	湖北郧县	32°13′	110°37′	202	15.9	820.5	1 984.0	244
6	山东菏泽	35°15′	115°15′	48	13.7	624.0	2 436.0	213
7	河南方城	33°15′	113°00′	143	14.4	804.0	2 092.0	220
8	浙江杭州	30°53′	119°55′	452	16.2	1 453.0	1 885.0	237
9	江苏南京	31°44′	118°55′	166	15.4	1 180.0	2 045.0	225
10	湖北武汉	30°17′	114°39′	52	16.6	1 205.0	2 000.0	240
11	河南郑州	34°27′	113°19′	190	14.5	623.0	2 400.0	220
12	陕西宝鸡	34°14′	106°51′	790	13.0	880.0	2 140.0	217

2 结果与分析

2.1 不同产地光皮木瓜种质资源内含物含量

由表 2 可以看出,供试样本的指标变异范围较大,变异系数范围为 3.42%~31.04%,平均 19.53%。含水率变异系数最小,为 3.42%;维生素 C 与黄酮最大值分别是最小值的 3.62、3.59 倍,变异系数分别为 31.04%和 24.13%,表明其离散度均较大。

2.2 不同产地光皮木瓜种质资源内含物含量差异

由表 3 可以看出,12 个不同产地光皮木瓜含

水率最大为湖北郧县(78.86%),最小为河南方城(74.08%);维生素 C 含量变化较大,最大为河南方城(264.37 mg·(100g)⁻¹),最小为山东菏泽(150.04 mg·(100g)⁻¹);黄酮含量最大为陕西白河(3.23 g·kg⁻¹),最小为河南桐柏(2.60 g·kg⁻¹)。产地间光皮木瓜内含物含量变异系数较大的,表明各产区的离散度较大,而变异系数相对较低的,则表明该性状的稳定性相对较高^[9-10]。就不同产区而言,光皮木瓜含水率较稳定的是湖南长沙(变异系数 0.59%),维生素 C 含量较稳定的是河南方城(14.93%)和河南桐柏(17.85%),黄酮含量较稳定的是湖南长沙(13.89%)和湖北郧县(15.34%)等。

表 2 供试样本主要内含物指标分析结果

Table 2 Analysis results of main substances contents in samples

指标 Indicator	最小值 Min	最大值 Max	平均值 Mean value	标准差 Standard deviation	变异系数 CV/%
含水率 Moisture content/%	70.02	82.11	77.29	2.64	3.42
维生素 C 含量 Vitamin C content/(mg·(100g) ⁻¹)	95.34	344.69	180.03	55.88	31.04
黄酮含量 Flavonoid content/(g·kg ⁻¹)	1.36	4.88	2.86	0.69	24.13

表 3 不同产区光皮木瓜种质资源的内含物含量差异比较
Table 3 Comparison of inclusion content of *Chaenomeles sinensis* germplasm resources in different regions

产区 Areas	含水率 Moisture content/%	变异系数 CV/%	维生素 C 含量 Vitamin C content /(mg·(100g) ⁻¹)	变异系数 CV/%	黄酮含量 Flavonoid content /(g·kg ⁻¹)	变异系数 CV/%
河南桐柏	77.07±2.67ab	3.47	164.00±29.27a	17.85	2.60±0.46a	17.75
安徽六安	78.58±2.11bc	2.69	173.26±58.41ab	33.71	2.69±0.63ab	23.54
陕西白河	78.81±1.33c	1.69	159.00±34.77a	21.87	3.23±0.68c	21.17
湖南长沙	76.55±0.45a	0.59	200.50±41.17b	20.53	3.19±0.44bc	13.89
湖北郧县	78.86±1.84c	2.33	176.30±43.63ab	24.74	3.15±0.48bc	15.34
山东菏泽	77.31±2.58abc	3.33	150.04±37.92a	25.27	2.90±0.93abc	32.20
河南方城	74.08±1.93a	2.61	264.37±39.46c	14.93	2.89±0.63abc	21.69
浙江杭州	77.14±1.62ab	2.10	188.71±61.12b	32.39	3.14±0.61bc	19.43
江苏南京	77.51±1.15abc	1.48	181.52±51.29ab	28.26	2.91±0.66abc	22.68
湖北武汉	76.54±1.88a	2.46	187.01±42.11ab	22.52	3.09±0.71bc	22.98
河南郑州	78.57±2.10bc	2.67	154.34±36.68a	23.77	2.77±0.43ab	15.52
陕西宝鸡	76.78±1.91a	2.49	163.57±35.51a	21.71	2.91±0.52abc	17.87

注:数据为平均值±标准差,用 Duncan's 法进行多重比较。同列不同小写字母表示组间差异显著($P<0.05$)。
Note: The data in the table are mean±standard deviation, compared it with the Duncan's method. Different lowercase letters show significant difference among groups($P<0.05$).

2.3 内含物指标的相关性

将果实鲜质量与含水率、维生素 C、黄酮含量进行相关性分析。由表 4 可知,只有含水率与维

生素 C 含量呈极显著负相关($P<0.01$),果实鲜质量与含水率、维生素 C、黄酮含量相关性不显著($P>0.05$)。

表 4 内含物指标的相关分析
Table 4 Correlation analysis of inclusion indexes

指标 Index	果实鲜质量 Fresh fruit quality	含水率 Moisture content	维生素 C 含量 Vitamin C content	黄酮含量 Flavonoid content
果实鲜质量 Fresh fruit quality	1.000			
含水率 Moisture content	0.032	1.000		
维生素 C 含量 Vitamin C content	-0.247	-0.799**	1.000	
黄酮含量 Flavonoid content	-0.482	0.047	0.144	1.000

注:“**”在 0.01 水平(双侧)上显著相关,“*”在 0.05 水平(双侧)上显著相关。下同。
Note: “**” was significantly correlated at 0.01 level (bilateral), “*” was significantly correlated at the level of 0.05 (bilateral). The same below.

2.4 内含物与产地地理气候因子的相关性

由表 5 可知,黄酮含量与无霜期呈显著正相关($P<0.05$)。而含水率、维生素 C 含量与产地

地理气候因子相关性均不显著($P>0.05$),这表明含水率、维生素 C 含量在不同产地间在一定程度上相对稳定。

表 5 内含物与地理气候因子的相关分析
Table 5 Correlation analysis of inclusions and geographical climate factors

指标 Index	纬度 Latitude	经度 Longitude	海拔 Elevation	年均气温 Temperature	年降雨量 Rainfall	日照时数 Sunshine time	无霜期 Frost-free period
含水率 Moisture content	0.123	-0.041	-0.056	0.078	-0.121	0.024	0.110
维生素 C 含量 Vitamin C content	-0.333	0.123	-0.139	0.229	0.184	-0.312	0.119
黄酮含量 Flavonoid content	-0.450	-0.100	0.012	0.491	0.230	-0.534	0.678*

2.5 不同产地光皮木瓜种质资源的聚类分析

以含水率、维生素 C、黄酮等 3 项主要内含物含量指标进行聚类分析,从图 1 可以看出,不同产地光皮木瓜种质资源可以聚为 3 类。河南桐柏、陕西宝鸡、陕西白河、山东菏泽和河南郑州等 5 个地区可以划分为第 1 类,含水率含量最大,维生素

C 含量最小,黄酮含量最小;安徽六安、湖北郧县、浙江杭州、湖北武汉、江苏南京和湖南长沙可以划分为第 2 类,含水率含量较高,维生素 C 含量较高,黄酮含量最大;河南方城可以单独划分为第 3 类,含水率含量最小,维生素 C 含量最大,黄酮含量较高。

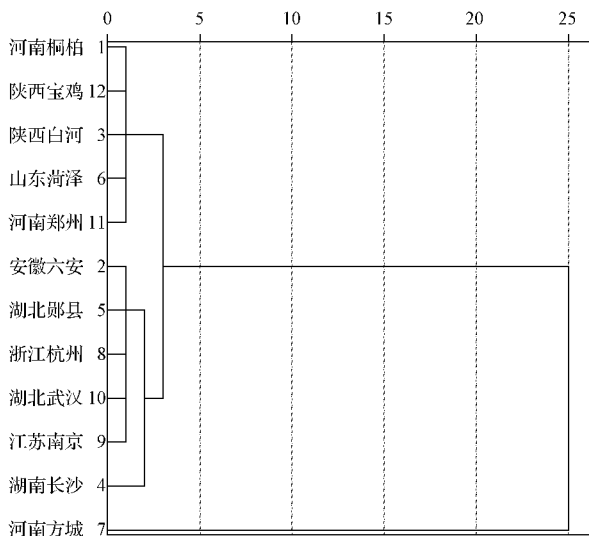


图 1 12 个分布区的聚类分析

Fig. 1 Cluster analysis result of 12 different eco-geographical regions

3 结论与讨论

不同产地间内含物含量差异明显,变异范围较大,变异系数为 3.42%~31.04%,平均为 19.53%,维生素 C 与黄酮的变异系数均高于平均水平,含水率低于平均水平。表明维生素 C 与黄酮含量变异幅度较大,种质资源丰富,具有较大的选择潜力。而含水率的变异系数相对较低,表明该性状的稳定性相对较高,因此,在品种选育过程中,宜将维生素 C 与黄酮作为重要的参考指标,并结合丰产稳产性、抗性等指标进行综合选育。就不同产区而言,含水率较稳定的是湖南长沙,维生素 C 含量较稳定的是河南方城和河南桐柏,黄酮含量较稳定的是湖南长沙、湖北郧县。

在相关性分析中,含水率与维生素 C 含量呈极显著负相关($P < 0.01$),说明含水率越高,维生素 C 含量越低;果实鲜质量与含水率、维生素 C 含量、黄酮含量相关性不显著($P > 0.05$),说明果

实的大小对含水率、维生素 C 含量、黄酮含量影响不明显,仅从果实大小上无法判断其含量的高低。黄酮含量与无霜期呈显著正相关($P < 0.05$),表明无霜期时间越长,黄酮含量越高,而含水率、维生素 C 含量与产地地理气候因子相关性不显著($P > 0.05$),一定程度上表明其不同产地间相对稳定。

聚类分析表明,光皮木瓜 12 个产地在一定程度上呈现出南北分化的特征,除河南方城外,第 1 类群(河南桐柏、陕西宝鸡、陕西白河、山东菏泽和河南郑州)与第 2 类群(安徽六安、湖北郧县、浙江杭州、湖北武汉、江苏南京和湖南长沙)之间有沿着“秦岭-淮河”线逐渐变异的趋势,而第 3 类群的河南方城亦在“秦岭-淮河”线附近,该变异趋势与光皮木瓜表型性状的研究结果基本一致^[1],与对樟树的研究结果相似^[11],而与麻栎^[12]、国槐^[13]等树种的研究结果相异。

参考文献

- [1] 岳华峰,李相宽,杨超伟,等.不同产地光皮木瓜果实和种子表型性状多样性[J].东北林业大学学报,2015,43(11):52-55.
- [2] 贾波,曹帮华,庞丙亮,等.不同品种光皮木瓜营养品质分析与评价[J].营养学报,2010,32(3):306-308.
- [3] 王绍美,何照范,郁建平,等.木瓜营养成分分析[J].营养学报,2000(22):190-192.
- [4] 秦盛华,徐怀德.光皮木瓜果实发育期间主要成分含量的变化[J].西北植物学报,2009,29(9):1887-1892.
- [5] 董丽菊,米玛潘多,王军,等.光皮木瓜光合特性及生理生态因子的研究[J].中国果树,2013(4):23-27.
- [6] 李琼,刘乐全,徐怀德,等.光皮木瓜中有机酸成分研究[J].西北农业学报,2008,17(1):207-210.
- [7] 徐怀德,李海鹏,刘乐全,等.光皮木瓜籽的营养成分分析[J].营养学报,2008,30(1):111-112.
- [8] 岳华峰,唐丽丹,马顺兴,等.培养时间、蔗糖质量浓度及 $^{60}\text{Co-}\gamma$ 射线对木瓜花粉萌发的影响[J].河南农业大学学报,2013,47(5):538-542.
- [9] 刘宝尧,刘小利.青海核桃种质资源内含物多样性研究[J].北方园艺,2015(18):5-8.
- [10] 张汉周,张明楷,刘遂飞,等.澳洲坚果不同种质果皮内含物含量的研究[J].热带作物学报,2015,36(3):541-545.
- [11] 任华东,姚小华.樟树种子性状产地表型变异研究[J].江西农业大学学报,2000,22(3):370-375.
- [12] 张元燕,虞木奎,方炎明.麻栎不同种源的表型性状变异分析[J].植物资源与环境学报,2014,23(3):36-44.
- [13] 孙荣喜,郑勇奇,张川红,等.不同群体国槐种子表型变异研究[J].河北农业大学学报,2011,34(3):65-70.

Analysis on Inclusion Content of Different Germplasm Resources of *Chaenomeles sinensis*

LIU Guoshun^{1,2}, YUE Huafeng¹, DONG Huihui², WEI Lan³, WANG Jing³, ZHANG Siwen²

(1. Paulownia Research & Development Center, State Forestry Administration, Zhengzhou, Henan 450003; 2. Xinyang Forestry Science Research Institute, Xinyang, Henan 464031; 3. Xinyang Agriculture and Forestry College, Xinyang, Henan 464000)

Abstract: Twelve kinds of different germplasm resources of *Chaenomeles sinensis* were taken as materials, using the method of correlation analysis and cluster analysis, diversity level of *C. sinensis* inclusion were analyzed. The results showed that the dispersion of moisture content was smaller, dispersion of vitamin C was larger. The moisture content of Hubei Yunxian was maximum (78.86%), while it was minimum in Henan Fangcheng (74.08%); vitamin C content of Henan Fangcheng was maximum ($264.37 \text{ mg} \cdot (100\text{g})^{-1}$), while it was minimum in Shandong Heze ($150.04 \text{ mg} \cdot (100\text{g})^{-1}$), the flavonoids content of Shaanxi Baihe was maximum ($3.23 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$), it was minimum in Henan Tongbai ($2.60 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$). Within origin, the moisture content was more stable in Hunan Changsha, vitamin C content was more stable in Henan Fangcheng and Tongbai, flavonoid content was more stable in Hunan Changsha and Hubei Yunxian etc. Moisture content was significantly negative correlation with vitamin C content, the flavonoid content was significantly positive correlation with frost-free period; 12 *C. sinensis* producing area were divided into three groups, the inclusion of *C. sinensis* exhibited a certain extent gradual variation trend along ‘Qinling-Huaihe River’ line.

Keywords: *Chaenomeles sinensis*; germplasm; inclusion determinations