

软枝油茶引种栽培与优良单株选择初报

钟志萍¹, 高洁², 罗建勋², 严贤春¹

(1. 西华师范大学生命科学学院, 四川 南充 637000;

2. 四川省林业科学研究院, 四川 成都 610081)

摘要:对泸县地区筛选的软枝油茶优良林分的生长性状、适应性及经济性状进行了跟踪观测,以期筛选出适应当地生产的软枝油茶优良单株。软枝油茶在泸县地区适生,并表现出生长快、早花早实等特点。软枝油茶实生林分存在较大差异,折算后单株鲜果产量和鲜出籽率最高可达6.90kg和42.14%,表明软枝油茶具有较大的改良价值。以单株鲜果产量、单位面积鲜果产量、鲜出籽率、干出仁率、种仁含油率为指标,对其进行主成分分析和隶属函数计算,初步筛选出了4个优良单株。

关键词:软枝油茶; 林分; 引种栽培; 优株选育

中图分类号: S727.3

文献标识码: A

文章编号: 1003-5508(2015)04-0022-06

Introduction and Cultivation of *Camellia oleifera* and Selection of Its Superior Individuals

ZHONG Zhi-ping¹ GAO Jie² LUO Jian-xun² YUN Xian-chun¹

(1. The School of Life Sciences of China West Normal University, Nanchong 637000, Sichuan;

2. Sichuan Academy of Forestry, Chengdu 610081, Sichuan)

Abstract: Through tracking observation on the growth characters, adaptability and economic characters of *Camellia oleifera* 'Ruanzhi' superior stands selected from Luxian, it was found that it grew normally and fast, early flowered and fruited in Luxian. Furthermore, there was a very significant difference between seedling stands. The fresh pod yield per plant and fresh seed rate could be up to 6.90 kg and 42.14% respectively after the discount, which showed that *Camellia oleifera* 'Ruanzhi' had a great improvement value. Taking fresh pod yield per plant, fresh pod yield unit area, fresh seed rate, and dried kernel yield and kernel oil rate as the indices, 4 superior individuals were selected preliminarily by the methods of principal component analysis and subordinative function analysis.

Key words: *Camellia oleifera* 'Ruanzhi', Stand, Introduction and cultivation, Selective breeding of elite plant

软枝油茶 (*Camellia oleifera* 'Ruanzhi') 是广西省林科院通过十多年筛选出的油茶良种^[1]。2002年通过国家林木良种审定,被国家林业局首推为油茶良种。其冠幅和分枝角度大,叶大枝软,具有速生高产、适应性强等特点。种植后3a~4a可以开花,7a后可以进入盛产期,适合在我国长江流域及以南地

区种植。近年来最北至河南省信阳地区也有试种成功的报道^[2]。

四川省泸县历来就有种植油茶的习惯,2009年以来油茶产业更是被作为农业主导产业和富县强市的重点工程来抓。为探索新品种软枝油茶在泸县的生长适应性,科学安全地推广软枝油茶,泸县于

收稿日期:2015-03-11

基金项目:国家林业行业专项重点项目-重要树种种质资源保存与可持续利用关键技术研究(项目编号:201204307)。

作者简介:钟志萍(1986-),硕士研究生,研究方向为森林经理。E-mail:zhongzhiping200@163.com

通信作者:高洁,主要从事森林培育相关研究。E-mail:15608222987@126.com

2009 年陆续从广西河池引种岑溪软枝油茶 1 a~2 a 生实生苗在区域内营建试验林。因为现有软枝油茶成林 95% 以上是实生林分,不同单株间的抗病虫、抗旱性、耐涝性等各方面差异较大,而且表现出经济性状分离的现象,如果能从中选择出高抗、高产的优良单株进行培育,既能扩大油茶的种植面积,又加快了四川油茶产业的快速发展。目前,四川省对油茶的研究主要集中在栽培管理^[3]、油脂加工^[4]等方面,对于油茶新品种引种栽培及优良种质选育研究还未见报道。

本研究对泸县福集镇、石桥镇、天兴镇、海潮镇等地的软枝油茶优良林分进行调查,并在 2009 年~2014 年各项调查试验数据的基础上,筛选表现优异的单株测定其单株产量等主要经济性状,以期筛选出适应当地生产的软枝油茶优良单株,达到为泸县及川南地区油茶良种选育和良种的生产推广提供理论依据的目的。

1 材料与方 法

1.1 调查地概况

共在泸县福集镇、石桥镇、天兴镇、海潮镇 4 个乡镇进行调查,均为岑溪软枝油茶的主要栽培地区,属亚热带湿润气候区,年平均气温 17.5℃~18.0℃,无霜期长达 300 d 以上,降雪甚少,个别年份终年无霜雪,作物生长期长。

1.2 优良林分调查

2013 年 8 月~9 月,对上述 4 个地区的农户、林业主管部门进行走访,开展植株生长情况和挂果情况的实地调查,最后每个地区预选出 1 片林分作为重点调查对象。当年 10 月初,对入选的优良林分进行实地测产。

1.3 优良单株的筛选

根据《全国油茶优树选择的标准》的标准以及泸州地区油茶的生产实际情况,制定油茶优树选择标准。作为油料作物的选择标准,不仅需要较强的环境适应能力,还应具有较高的果实产量、含油率。高产量和高含油率是其选择的决定性指标,同时还要综合考虑树姿、果实大小、出仁率等质量指标^[5]。

1.3.1 初选

2013 年 8 月底至 9 月初,在预选的优良林分中对树形完整、分枝角度大、生长健壮,挂果较佳且无病虫害的单株进行标记,测定株高、地径和冠幅。

1.3.2 复选

2014 年 9 月底记录当年单株生长和产量情况。对于油茶而言,单株鲜果产量、单位面积鲜果产量这两个主要经济指标最为重要。两个指标接近或超过群体平均的 20% 即可入选^[6],并且此类方法不受林分密度或立地条件的影响。

1.3.3 决选

2014 年 10 月初果实采收时将复选优株的果实按单株完全采收,带回实验室后测定单株鲜果产量、单位面积鲜果产量、鲜出籽率、干出仁率、种仁含油率 5 个指标,对其进行主成分分析和隶属函数计算。根据综合评价 D 决选出最优单株。

1.3.4 数据统计和分析

Excel 中算出平均值和标准误,SPSS19.0 中运用方差、主成分和聚类三个指标进行分析。

单项指标的系数(α):

$$\alpha 1 (\%) = (\text{各品种测定值} / \text{均值}) \times 100\% \quad (1)$$

式中 α 是各单项指标的系数^[7]

主成分分析:

主成分表达式

$$C(I) = \frac{Y_1}{\sqrt{\lambda_1}} \times ZX_1 + \dots + \frac{Y_j}{\sqrt{\lambda_j}} \times ZX_j \quad (j > i > 1) \quad (2)$$

式中: Y_j ——第 i 个主成分载荷矩阵表中初始因子 j 的载荷矩阵;

λ_i ——第 i 个主成分相对应的特征值;

ZX_j ——第 j 个原始指标 α 值经过标准化处理后的值,公式(3)参考于秀林等^[8]。

隶属函数值 $\mu(X_j)$:

$$\mu(X_j) = (X_j - X_{\min}) / (X_{\max} - X_{\min}) \quad (3)$$

式中: X_j ——第 j 个指标值;

X_{\min} ——第 j 个综合指标的最小值;

X_{\max} ——第 j 个综合指标的最大值^[9,10]。

权重的确定(W_j):

$$W_j = P_j / \sum_{j=1}^n P_j \quad (j=1, 2, \dots, n) \quad (4)$$

式中: W_j ——第 j 个综合指标的相对重要程度即权重;

P_j ——第 j 个综合指标的贡献率。

综合评价:

$$D = \sum_{j=1}^n [U(X_j) \times W_j] \quad (j=1, 2, \dots, n) \quad (5)$$

式中: D ——综合指标评价优良单株的综合得分。

2 结果与分析

2.1 软枝油茶优良林分果实产量及主要经济性状

2013年10月从4个优良林分中预选出3个优良林分。当年,对入选的3个优良林分进行实地测产,详见表1。福集镇优良林分面积 12 hm^2 ,定植株行距 $2\text{ m}\times 3\text{ m}$,林龄6 a;石桥镇优良林分面积 8 hm^2 ,定植株行距 $3\text{ m}\times 3\text{ m}$,林龄7 a;天兴镇优良林分面积 0.52 hm^2 ,定植株行距 $3\text{ m}\times 3\text{ m}$,林龄6 a。

3个优良林分中福集镇的优良林分产量最高,为 $9\ 054\text{ kg}\cdot\text{hm}^{-2}$,单株鲜果产量达到了 5.45 kg ;其次是石桥镇优良林分,产量为 $5\ 775\text{ kg}\cdot\text{hm}^{-2}$,单

株鲜果产量 5.20 kg ;最低的天兴镇产量为 $4\ 550\text{ kg}\cdot\text{hm}^{-2}$,单株鲜果产量 4.10 kg 。果实主要经济性状中,福集镇鲜果质量、鲜籽质量、单籽质量最重和鲜出籽率最高,分别达到 56.38 g 、 20.32 g 、 2.42 g 、 42.14 g 。

表1 优良林分基本情况

Tab. 1 Basic situation of superior stands

优良林分位置 Excellent stand position	面积 (hm^2) Area	林龄 (a) Tree-age	栽植密度 ($\text{株}\cdot\text{hm}^{-2}$) Planting density	株高 (m) Plant height	地径 (cm) Ground diameter
福集镇	12	6	1660	2.2	4.1
石桥镇	8	7	1110	2.4	4.5
天兴镇	0.52	6	1110	1.9	3.6

表2

优良林分产量及主要经济性

Tab. 2

Fruit yield and major economic characters of superior stands

优良林分位置 Excellent stand position	鲜果产量 ($\text{kg}\cdot\text{hm}^{-2}$) Yield of fresh fruit	单株鲜果产量(kg) Fresh fruit yield per plant	鲜果重(g) Fresh fruit weight	鲜籽重(g) Fresh seed weight	单籽重(g) Fresh seed weight	鲜出籽率(%) Fresh seed rate
福集镇	9054	5.45	56.38	20.32	2.42	42.14
石桥镇	5775	5.20	49.87	12.54	1.61	26.08
天兴镇	4550	4.10	40.52	15.48	2.35	35.82

2.2 优良单株的初选

本次调查以预选的3个优良林分为研究对象,在福集镇、石桥镇和天兴镇分别标记了软枝油茶89株、52株和26株,共初选出优良单株167株。从表3可以看出,初选单株的树高、地径、单果重等性状的变幅较大。各选择性状的变异系数依次为:地径

<树高<单位面积鲜果产量<单株鲜果产量<单果重。其中以当年鲜果重的变幅最大,最小重量为 26.74 g ,最大重量为 65.83 g ,变异系数达到了 29.63% ;地径变幅最小,最小为 4.8 cm ,最大为 6.9 cm ,变异系数为 21.01% 。结果表明:初选的优株个体变异明显,果实的产量与质量性状上有显著差异,

表3

初选优株主要选择性状的变异情况

Tab. 3

Variation of different selecting characters in primary selection

性状 Traits	树高(m) Tree height	地径(cm) Ground diameter	单(鲜)果重(g) Fresh fruit weight	单株鲜果产量(kg) Fresh fruit yield per plant	单位面积鲜果产量(kg) Fruit yield per unit area
变幅 Variation	1.58~2.80	4.8~6.9	26.74~65.83	2.28~13.17	0.80~2.89
平均值 Average value	2.03	5.76	44.84	5.03	1.95
标准差 Standard deviation	0.47	1.21	14.28	1.46	0.43
变异系数(%) Coefficient of variation	23.15%	21.01%	29.63%	29.03%	24.86%

有必要进行复选。

2.3 优良单株的复选

2014年10月初在对初选的167个单株进行了测产,并测定了果实的主要经济性状,综合单株鲜果产量(平均 5.03 kg)、单位面积鲜果产量(平均 1.95 kg)两个指标测定结果,以接近或高于群体平均值20%作为进行复选的主要指标。对167株油茶优株进行初选的基础上,复选出10株优良单株,复选出的10株优株经济性状如表4所示。其中福集镇7

株,石桥镇两株,天兴镇1株。

从表4可以看出,复选出的10株软枝油茶优良单株的树高、地径、鲜果产量、单(鲜)果重、鲜出籽率指标变化幅度仍较大。复选优株的树高范围在 $1.58\text{ m}\sim 2.75\text{ m}$,显示优良单株是由灌木型和小乔木型组成的。优株平均高度 2.09 m ,说明以灌木型为主;鲜果产量 $7.03\text{ kg}\sim 13.17\text{ kg}$,平均可达 8.76 kg ,单株产量均较高,这一经济性状比引种地广西河池的部分优良品种还要优秀^[11];鲜出籽率为

26.08% ~45.12% 说明复选优株的果实饱满度不一。这些数据显示,需要做大量工作才能筛选出适

应泸县地区油茶规模化生产的优良品种。

表 4 复选优株主要经济性状

Tab. 4 The economic traits of elite plant strains from repeated selection

单株编号 Plant code	株高 (m) Tree height	地径 (cm) Ground diameter	冠幅 (m ²) Crown diameter	单株鲜果产量 (kg) Fresh fruit yield per plant	单果重 (g) Single fruit weight	鲜籽重 (g) Fresh seed weight	单籽重 (g) Single seed weight	鲜出籽率 (%) Fresh seeds yield
福集 01	2.50	5.3	1.24	7.37	64.48	21.91	2.02	33.57
福集 02	2.75	6.3	1.81	7.85	27.65	11.78	2.85	42.50
福集 03	2.20	5.8	2.20	7.33	47.9	19.2	2.46	40.04
福集 04	1.58	4.8	1.96	7.85	40.61	15.21	2.32	37.02
福集 05	1.78	3.6	3.10	12.45	31.2	8.23	1.61	26.08
福集 06	2.3	6.9	1.73	13.17	44.1	15.77	2.28	35.48
福集 07	1.86	4.9	2.00	7.05	46.58	20.95	2.47	45.12
石桥 01	2.3	5.8	3.67	8.36	63.63	24.19	3.18	38.06
石桥 02	1.73	5.6	2.15	9.12	45.58	17.49	2.22	38.37
天兴 01	1.85	5.9	2.24	7.03	34.17	11.9	2.35	35.82
变幅 Variation	1.85~2.09	3.6~6.9	1.24~3.67	7.03~13.17	27.65~64.48	8.23~21.91	1.61~3.18	26.08~42.50
平均值 Average value	2.09	5.49	2.06	8.76	44.59	16.66	2.38	37.21

2.4 优良单株的决选

利用单株鲜果产量、单位面积鲜果产量、鲜出籽率、干出仁率、种仁含油率 5 个指标,对 10 个复选优株进行主成分分析和隶属函数计算。

2.4.1 主成分分析

10 株复选优株的单项系数各不相同(表 5),用

不同指标的单项系数来筛选优良单株其结果均不同。油茶是否优良的选择是一个复杂综合的过程,以任何单项指标为标准进行评价都是不全面的。不同单株的性状表现各有差异,在优株选择中各单项指标所起的作用也各有不同,假如直接利用这些指标进行优株筛选,其结果的真实准确性有待商榷。

表 5 单项指标系数 α 值

Tab. 5 α value of every single characteristic's heat-tolerance coefficient

单株编号 Plant code	单项指标 α 值 (%) Single index value α				
	单株鲜果产量 Fresh fruit yield per plant	单位面积鲜果产量 Fruit yield per unit area	鲜出籽率 Fresh seeds yield	干出仁率 Dry kernel rate	种仁含油率 Oil content of kernel
福集 01	80.222 (-0.776)	140.507 (1.131)	92.719 (-0.599)	113.030 (0.785)	116.970 (1.101)
福集 02	95.445 (-0.179)	102.015 (0.056)	72.032 (-2.300)	100.388 (0.023)	88.094 (-0.773)
福集 03	104.121 (0.162)	78.515 (-0.600)	110.589 (0.871)	102.092 (0.126)	106.089 (0.395)
福集 04	84.180 (-0.620)	94.543 (-0.152)	102.248 (0.185)	78.634 (-1.288)	86.211 (-0.895)
福集 05	89.660 (-0.405)	94.543 (-0.152)	105.121 (0.421)	99.466 (-0.032)	119.690 (1.278)
福集 06	83.647 (-0.641)	179.187 (2.210)	97.995 (-0.165)	108.630 (0.520)	114.250 (0.925)
福集 07	89.660 (-0.405)	83.064 (-0.473)	97.000 (-0.247)	75.747 (-1.462)	79.096 (-1.356)
石桥 01	142.178 (1.654)	53.695 (-1.293)	117.384 (1.430)	121.185 (1.277)	88.094 (-0.773)
石桥 02	150.322 (1.974)	100.059 (0.002)	105.977 ((0.492)	119.568 (1.180)	88.303 (-0.759)
天兴 01	80.527 (-0.764)	73.872 (-0.729)	98.934 (-0.088)	81.260 (-1.130)	113.204 (0.857)

注:括号内的数据是 α 通过 SPSS19.0 标准化处理后的值。

利用 SPSS19.0 软件对复选单株 5 个指标的单项系数 α 值进行主成分分析。结论是第 1、第 2 和第 3 主成分贡献率分别为 42.516%、26.657% 和 15.291%,累计贡献率达 84.464%,根据贡献率的大小可知各指标的重要性(表 6)。这种情况下把以前 5 个指标用 3 个新的相互独立的综合指标替代为油茶单株优劣的标准,以 CI(1)、CI(2)和 CI(3)分别表示,即第 1、第 2 和第 3 主成分。3 个综合指标涵盖了原 5 个指标 84.464% 的内容,很大程度上能

比较全面客观的反映各单株的优良性。

根据公式(2)、表 3 和表 4 获得主成分表达式:

$$CI(1) = \frac{0.390}{\sqrt{2.126}} \times ZX_{\text{单株鲜果产量}} + \frac{0.381}{\sqrt{2.126}} \times ZX_{\text{单位面积鲜果产量}} + \frac{-0.021}{\sqrt{2.126}} \times ZX_{\text{干出仁率}} + \frac{0.237}{\sqrt{2.126}} \times ZX_{\text{种仁含油率}} + \frac{0.342}{\sqrt{2.126}} \times ZX_{\text{种仁含油率}}$$

$$CI(2) = \frac{0.108}{\sqrt{1.333}} \times$$

$$\begin{aligned}
 & ZX_{\text{单株鲜果产量}} + \frac{-0.331}{\sqrt{1.333}} \times ZX_{\text{单位面积鲜果产量}} + \frac{0.695}{\sqrt{1.333}} \times \\
 & ZX_{\text{干出仁率}} + \frac{0.382}{\sqrt{1.333}} \times ZX_{\text{种仁含油率}} + \frac{0.023}{\sqrt{1.333}} \times \\
 & ZX_{\text{种仁含油率}} \quad CI(3) = \frac{0.132}{\sqrt{0.765}} \times ZX_{\text{单株鲜果产量}} + \frac{-0.180}{\sqrt{0.765}} \\
 & \times ZX_{\text{单位面积鲜果产量}} + \frac{0.337}{\sqrt{0.765}} \times ZX_{\text{干出仁率}} + \frac{-0.845}{\sqrt{0.765}} \times \\
 & ZX_{\text{种仁含油率}} + \frac{0.656}{\sqrt{0.765}} \times ZX_{\text{种仁含油率}} \quad \text{用公式(3)计算出}
 \end{aligned}$$

各品种的隶属函数值 $\mu(X_j)$ 。以3个综合指标贡献率大小为基础,由公式(4)求出3个综合指标的权重 W_j ,数据分别是0.363、0.342和0.295。最后用公式(5)得出各品种的D值填入表7。D值是对各单株优秀程度的反映,数值越小,表明越不优越。根据D值对10个单株进行排序为:福集06 > 福集05 > 福集01 > 福集02 > 天兴01 > 石桥02 > 福集03 > 石桥01 > 福集04 > 福集07。

表6 总方差分解及有关因子得分系数

Tab. 6 Total variance explained and component score coefficient matrix

主成分因子 Primary component	相关矩阵的特征值 The eigenvalues of correlation matrix			有关因子得分系数 The relevant factor score coefficient				
	特征值(λ_i) Characteristic value	贡献率(%) Contribution rate	累计贡献率(%) Accumulative contribution rate	单株鲜果产量 Fresh fruit yield per plant	单位面积鲜果产量 Fruit yield per unit area	鲜出籽率 Fresh seeds yield	干出仁率 Dry kernel rate	种仁含油率 Oil content of kernel
CI(1)	2.126	42.516	42.516	0.39	0.381	-0.021	0.237	0.342
CI(2)	1.333	26.657	69.173	0.108	-0.331	0.695	0.382	0.023
CI(3)	0.765	15.291	84.464	0.132	-0.18	0.337	-0.845	0.656
CI(4)	0.531	10.625	95.089					
CI(5)	0.246	4.911	100.000					

表7 综合指标值 CI、隶属函数值 $\mu(X_j)$ 、权重 W_j 、综合评价 D

Tab. 7 Score of comprehensive index (CI), subordinate function value ($\mu(X_j)$), weight coefficient (W_j), D-value

单株编号 Plant code	CI(1)	CI(2)	CI(3)	$\mu(X1)$	$\mu(X2)$	$\mu(X3)$	D
福集01	0.524	0.260	-0.490	0.613	0.432	0.325	0.504
福集02	-0.238	1.323	-1.561	0.280	1.000	0.000	0.457
福集03	-0.228	-0.363	0.537	0.285	0.100	0.637	0.290
福集04	-0.570	-0.550	0.615	0.135	0.000	0.661	0.188
福集05	0.691	-0.040	1.433	0.686	0.272	0.909	0.596
福集06	1.409	-0.159	-0.030	1.000	0.209	0.465	0.653
福集07	-0.880	-0.298	0.282	0.000	0.135	0.560	0.144
石桥01	-0.380	-0.100	-1.023	0.218	0.240	0.163	0.215
石桥02	0.050	0.094	-1.495	0.406	0.344	0.020	0.317
天兴01	-0.379	-0.167	1.733	0.219	0.204	1.000	0.356
W_j				0.503	0.316	0.181	

2.4.2 聚类分析

以Ward最小方差法,平方欧氏距离进行测度,用综合评价值D为指标对复选出的10个优株进行聚类分析(图1)。由图可知,在遗传距离5.0处将10个复选单株分为3大类,即第I类(包含4个单株,即福集06、福集05、福集01、福集02)、第II类(包含3个单株,即天兴01、石桥02、福集03)和第III类(包含3个单株,即石桥01、福集04、福集07)。

聚类分析总体趋势与主成分分析结果一致。其中第I类可以综合为最高产量类,包含福集06、福集05、福集01、福集02,其平均单株鲜果产量、平均单位面积鲜果产量、平均种仁含油率3个指标分别高出复选优株平均值的16.59%、29.06%和9.75%。

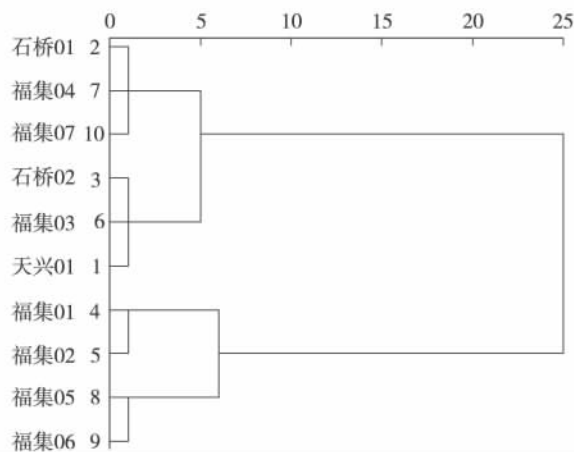


图1 聚类分析树状图

Fig. 1 The cluster dendrogram of the heat tolerances

3 讨论

在农林业的生产中,良种选育在植物资源开发利用中是一项重要的基础工作,种质资源又是良种

选育的物质基础^[12]。在全面调查泸县地区软枝油茶种质资源分布的基础上,对预选的3个优良林分中进行了优良单株的选择。结果表明,泸县地区软枝油茶实生林分中单株间差异明显,入选的4个优株中单株鲜果产量最高可达19.75 kg,表明软枝油茶的改良空间很大。而且福集镇定植5 a的实生林分,鲜果产量已经达到 $9\ 054\ \text{kg} \cdot \text{hm}^{-2}$,平均单株鲜果产量为5.45 kg,表明软枝油茶引种到泸州地区后仍具有早期丰产的特性,较强的生态环境适应性表明软枝油茶在泸州地区的发展潜力巨大。

优良单株的选择过程中除了确定性适应的选优标准外,评价方法也很重要。本研究利用5个重要经济性状对10个复选优株进行主成分分析,结果显示特征值差异明显,表明软枝油茶的单株鲜果产量等5个经济性状之间相互关系密切,然而5个经济性状反映的单株优劣信息有部分重复,通过考虑简化变量个数,就是寻找综合因子作为选择优株的标准^[13]。本研究将主成分分析和隶属函数法两种方法相结合,用3个相互独立的综合指标替换掉原来的5个单项指标,运用综合评价值(D)进行聚类分析,最后把复选出的10个优株分成了3大类。其中第I类包含4个单株,其平均单株鲜果产量、平均单位面积鲜果产量、平均种仁含油率3个指标分别高出复选优株平均值的16.59%、29.06%和9.75%。据此可初步将这4个单株列为泸县地区软枝油茶的优良育种种质。

参考文献:

- [1] 赵海鹤,王东雪,李娜,等.岑溪软枝油茶优良无性系主要经济性状相关性分析[J].2012(1):1~3.
- [2] 高雪,莫宝盈,奚如春,等.盆栽条件下三个油茶栽培种的光合蒸腾特性比较[J].中南林业科技大学学报,2012,32(4):89~94.
- [3] 温焱光,温华英,谢岳昌,等.广西软枝油茶繁育及高产栽培技术初探[J].广东农业科学,2009(7):47~48,58.
- [4] 聂海瑜.油茶籽的综合利用[J].粮油加工与食品机械,2004(6):39~41.
- [5] 汪锡兵,龚榜初,李大伟,等.山桐子实生优株选择研究初报[J].植物遗传资源学报,2014,15(4):738~744.
- [6] 吴志庄,尚忠海,鲜宏利,等.黄连木优良类型综合评价指标体系的构建[J].经济林研究,2008,26(4):22~25.
- [7] 周广生,梅方竹,周竹青,等.小麦不同品种耐湿性生理指标综合评价及其预测[J].中国农业科学,2003,36(2):1378~1382.
- [8] 于秀林,任雪松.多元统计分析[M].北京:中国统计出版社,1999:45~125.
- [9] 周宝焜.农业中的模糊数学应用及程序[M].厦门:厦门大学出版社,1992:220~256.
- [10] 周子发,牛立新,张延龙,等.秦巴山区野生百合组培苗耐热性的初步研究[J].北方园艺,2009(11):164~166.
- [11] 叶航,郭飞,黄彩丽,等.陆川油茶种质资源评价与优良单株筛选[J].广西林业科学,2014,43(1):1~4.
- [12] 刘振兴,程须珍,周佳梅,等.多目标决策在小豆种质资源评价中的应用[J].植物资源学报,2011,12(1):54~58.
- [13] 高洁,姜灵敏,曾艳,等.上海耐热月季品种的田间筛选及其综合评价[J].生态学杂志,2012,31(7):1707~1713.