

doi:10.16779/j.cnki.1003-5508.2019.03.011

山桐子优良无性系选择初步评价

贾晨¹, 王戈², 罗建勋¹, 武华卫¹, 王海峰³

(1. 四川省林业科学研究院, 四川 成都 610081; 2. 什邡市国有林场, 四川 什邡 618400;
3. 西华师范大学, 四川 南充 637000)

摘要:以20个山桐子无性系为研究对象,通过分析其生长量、结实量、含油率等性状差异进而评价筛选优良无性系。结果表明:不同无性系间的果穗性状、果实表型、果实含油率存在显著差异;果穗长宽与果穗重相关性极显著,果实大小显著影响单果重量的大小;利用主成分分析法,综合评选出6个优良无性系,入选率30%,入选无性系具有含油率高、结实量大、树体健壮等特点。本研究筛选的山桐子优良无性系为四川地区选育良种或品种提供良好物质基础。

关键词:山桐子;无性系;选择评价

中图分类号:Q949.759.3 文献标识码:A 文章编号:1003-5508(2019)03-0057-06

A Preliminary Evaluation on the Selection of Superior Clones of *Idesia polycarpa*

JIA Chen¹ WANG Ge² LUO Jian-xun¹ WU Hua-wei¹ WANG Hai-feng³

(1. Sichuan Academy of Forestry, Chengdu 610081, China; 2. State-owned Forest Farm of Shifang, Shifang 618400, China;
3. China West Normal University, Nanchong 637000, China)

Abstract: Taking 20 clones of *Idesia polycarpa* as the research object, the excellent clones were evaluated and screened by analyzing the difference of growth, fruiting, oil content and other characters. The results showed that there were significant differences in panicle characters, fruit phenotype and fruit oil content among different clones. There was a significant correlation between cluster size and cluster weight. Six excellent clones were selected by principal component analysis, and the selection rate was 30%. The selected clones had the characteristics of high oil content, high seed yield and strong tree body. The selected superior clones provided a good material basis for breeding fine seeds or varieties in Sichuan.

Key words: *Idesia polycarpa*, Clone, Selection and evaluation

山桐子(*Idesia polycarpa* Maxim.),又名水冬瓜,雌雄异株,为速生树种。具有耐寒、抗旱,耐盐碱、适应性强、结实能力强、果实含油率高等特点,是优良的木本油料树种^[1],在我国华东、华中、西北和西南地区广有分布。我国诸多学者对山桐子的资源分

布^[2-3]、育苗技术^[4-6]、优树选择和超级苗选择^[7-8]、生长特性^[9-10]、果实含油率^[1,11]、栽培区划^[12]等方面进行了研究,但针对山桐子无性系选择评价的研究甚少。山桐子播种育苗的苗木结实晚、分化大,而无性繁殖(如嫁接、扦插)能够很好地保

收稿日期:2019-02-28

基金项目:四川省科技计划项目-木本油料突破性新品种选育、育种材料与方法创新(2016NYZ0035-06);山桐子高产、高含油良种选育与栽培示范(2015BAD15B02);森林和湿地生态恢复与保育四川重点实验室资助项目

作者简介:贾晨(1989-),男,黑龙江兰西人,工程师,硕士,森林培育与森林经营,e-mail:291323691@qq.com。

留母本的优良性状,提早结实、增加单位面积产量,目前嫁接繁殖是加快促进山桐子良种化、品种化的主要手段。本研究对6年生山桐子嫁接树的生长情况、结实情况、果穗形态、果实外观、果实含油率等多个经济性状进行综合评价,为四川地区山桐子优良无性系选育和推广奠定重要基础。

1 研究地概况

试验地位于四川成都大邑县国有林场苗圃基地,地理坐标 103°53'E,30°58'N;海拔 610 m,气候温暖湿润,年平均气温 16.7℃,无霜期为 284 d,年均降水量 1 095 mm,年均日照 1 076.5 h,土壤为黄壤,土层深厚,呈微酸性,pH 值为 5.8~6.6。

2 研究材料与方法

2.1 研究材料

2008—2010年,在四川、陕西境内调查筛选了300余株山桐子优树,期间采集优树枝条通过嫁接培育成100余个无性系,2011年初选了30个无性系嫁接育苗,2012年3月在大邑县国有林场苗圃基地造林,2012—2017年每年对试验林开展常规人工管理(如除草、浇水、修枝等),不定期观测生长与结实情况。根据各无性系含油率情况,初步筛选了20个高含油率的无性系(果实含油率>25%),各优树的基本情况见表1。

表1 山桐子优树信息表

无性系	树高(m)	树龄(a)	产量(kg)	东经(°)	北纬(°)	海拔(m)	优树位置
DL32	16	20	25	103.4267	30.10444	823	四川丹棱
DL63	10	12	4	103.4197	30.09889	792	四川丹棱
PJ71	13	14	60	103.4256	30.10833	778	四川蒲江
PJ89	16	22	10	103.7431	30.20222	820	四川蒲江
DL93	12	9	3	103.4411	30.11556	801	四川丹棱
QC111	12	9	2	105.3064	32.60944	678	四川青川
QC120	12	11	30	105.3072	32.49750	1 291	四川青川
QC121	10	11	2	105.5097	32.81250	662	四川青川
NQ122	9	15	4	105.6344	32.84778	668	陕西宁强
NQ132	12	13	10	105.7181	32.80722	622	陕西宁强
NQ146	13	11	30	105.7347	32.80917	639	陕西宁强
NQ173	13	14	20	106.1178	32.99417	754	陕西宁强
NQ189	12	20	15	106.2092	33.18750	997	陕西宁强
NQ198	13	15	20	106.2375	33.23833	1 185	陕西宁强
NQ208	10	13	60	106.2364	32.96194	1 090	陕西宁强
NQ218	12	8	40	106.2364	32.96194	1 090	陕西宁强
PW225	16	22	40	104.7017	32.28028	879	四川平武
NQ236	14	21	25	106.1186	33.05250	622	陕西宁强
QC245	22	18	60	105.1711	32.37389	673	四川青川
QC254	13	20	30	105.3061	32.49639	1 299	四川青川

2.2 研究方法

2017年11月份,调查20个无性系的生长性状、结实性状、果实性状等指标。树高、冠幅(东西和南北向)使用钢卷尺测定,基径(树干离地面10cm处)使用围尺测定,统计1级至4级分枝的数量,单株结实量使用精度0.01kg的电子台秤,统计单株果穗数,果穗长、宽使用钢卷尺测定,果穗重、果实重使用精度0.1g的电子天平测定,果径、果高使用游标卡尺测定。每个无性系在东西南北方向各随机选择两串共8串果穗测定其长、宽、总重、果重及30颗果重,同时测定30个果实的果径和果高。

利用20个无性系的果穗长(gsc)、果穗宽(gsk)、果穗重(gsz)、单穗果重(dsgz)、30颗果重

(30gz)、果径(gj)、果高(gg)、树高(H)、基径(D)、冠幅(CD)、分枝数(B)、单株结实量(SY)、果穗数(gs)、果实含油率(Oc)等14项主要的生长性状、结实性状和果实品质性状指标进行主成分分析。在主成分分析中,方差代表了某些性状在主成分方向上的分散程度,方差越大,主成分在样本数据分析中所起的作用越大。采用样本相关矩阵的特征根计算各无性系主要性状的方差贡献率和累积方差贡献率。为全面评价各无性系的综合性状,根据综合主成分得分函数模型计算出综合得分。

2.3 数据分析

采用Excel 2007和SPSS 19.0软件对果穗、果实、果重等性状数据进行统计分析,编制图表。

3 结果与分析

3.1 无性系生长与结实性

20 个无性系的树高、基径、冠幅、分枝数、单株结实量、果穗数、果实含油率等性状调查分析结果见表 2。树高变异幅度在 1.8 m ~ 5.1 m, 基径变异范围在 3.76 cm ~ 12.34 cm, 平均冠幅变异范围在 1.71 m ~ 4.90 m, 分枝数变异范围在 13 ~ 97 个, 单株结实量变异范围在 3.24 kg ~ 10.45 kg, 单株果穗数变异范围在 93 个 ~ 284 个, 果实含油率的变异范围在 25.43% ~ 33.28%。各无性系表现出较好生长势、结实能力和高含油性。

3.2 无性系果穗与果实形态

山桐子各无性系间的果穗长宽、果穗重、单穗果重、30 颗果重、果实大小等性状均存在显著差异 ($p < 0.05$)。由表 3 可知, 山桐子无性系 NQ198 号的果穗最大, 果穗长为 35.6 cm, 果穗宽为 10.4 cm, 其单个果穗也最重, 单个果穗重均值为 93.2 g, 单穗果重均值为 82.2 g; 无性系 QC254 号的果穗最小, 果穗长为 14.1 cm, 果穗宽为 7.6 cm, 单个果穗重量最小, 单个果穗均重为 29.6 g, 单穗果重均值为 26.8g。

表 2 各无性系生长与结实情况

无性系	树高 (m)	基径 (cm)	平均冠幅 (m)	分枝数 (n)	单株结实量 (kg)	果穗数 (n)	果实含油率 (%)
DL32	3.6	9.94	4.70	71	7.28	159	25.43
DL63	2.2	7.23	3.15	20	3.70	175	27.20
PJ71	3.1	6.83	3.65	41	3.99	92	28.65
PJ89	3.6	7.25	3.70	30	5.00	111	29.17
DL93	4.8	11.83	4.75	97	4.68	200	30.85
QC111	4.3	12.03	4.90	96	5.97	152	29.60
QC120	3.5	6.90	3.55	85	5.72	130	32.31
QC121	1.8	3.76	1.71	13	3.24	108	33.28
NQ122	3.4	9.10	3.65	74	9.02	277	29.36
NQ132	3.8	7.72	4.10	79	7.51	193	30.03
NQ146	3.1	8.70	2.95	79	5.40	213	25.87
NQ173	4.4	9.37	4.71	56	7.04	208	30.64
NQ189	2.7	8.12	3.65	37	6.92	228	31.97
NQ198	2.1	7.20	2.90	30	4.26	93	26.58
NQ208	5.1	12.34	3.40	79	10.45	217	26.31
NQ218	2.7	8.98	3.85	32	7.85	284	29.50
PW225	2.7	9.50	4.10	64	7.67	234	31.35
NQ236	2.0	8.74	4.40	52	5.11	273	29.95
QC245	2.4	6.70	3.40	30	6.40	234	31.67
QC254	2.2	8.02	3.70	43	7.77	174	29.71

20 个无性系的 30 颗果重均值为 9.8 g, 其中无性系 NQ173 号最大 (12.5 g), 而无性系 DL63 号最小 (7.3 g), 说明无性系 173 号的果实千粒重是最大的, 而无性系 DL63 号的千粒重是最小的。20 个无性系的果径均值为 8.48 mm, 果高均值为 8.18 mm; 无性系 NQ132 号的单果最长, 为 8.98 mm, 果径 8.71 mm; 无性系 DL32 号的单果中部最宽, 果径为 9.37 mm, 果高为 8.23 mm。

表 3

各无性系果穗性状和果实性状

无性系	果穗长 (cm)	果穗宽 (cm)	果穗重 (g)	单穗果重 (g)	30 颗果重 (g)	果径 (mm)	果高 (mm)
DL32	26.6 ± 3.2c	10.3 ± 0.8ab	68.6 ± 10.2bc	60.8 ± 8.3bc	12.3 ± 1.5a	9.37 ± 0.66a	8.23 ± 0.33cd
DL63	34.3 ± 5.4ab	9.9 ± 1.0ab	55.9 ± 14.9c	48.2 ± 12.8c	7.3 ± 0.7d	7.82 ± 0.60ef	7.73 ± 0.60e
PJ71	21.3 ± 5.7d	9.8 ± 0.5ab	69.3 ± 16.1bc	63.3 ± 14.7b	10.9 ± 1.1b	9.02 ± 0.41b	7.89 ± 0.37e
PJ89	29.1 ± 4.1bc	10.0 ± 1.1ab	74.5 ± 10.4b	67.2 ± 9.1b	10.6 ± 1.1bc	8.62 ± 0.46cd	8.44 ± 0.49bc
DL93	29.6 ± 2.8bc	9.4 ± 0.7ab	80.2 ± 24.2ab	72.0 ± 21.8ab	9.1 ± 0.9cd	8.37 ± 0.54d	7.84 ± 0.32e
QC111	27.9 ± 3.1bc	9.8 ± 1.3ab	64.0 ± 14.3bc	56.6 ± 12.3bc	9.4 ± 1.0c	8.44 ± 0.38cd	8.33 ± 0.27cd
QC120	31.2 ± 3.4b	10.2 ± 0.4ab	89.4 ± 18.7ab	80.4 ± 16.4a	11.3 ± 1.1ab	8.53 ± 0.41cd	8.16 ± 0.39d
QC121	27.9 ± 3.4bc	9.7 ± 0.7ab	71.6 ± 8.0b	63.3 ± 7.8b	11.4 ± 0.8ab	8.93 ± 0.69bc	8.79 ± 0.38ab
NQ122	27.5 ± 5.4bc	9.5 ± 1.6ab	63.7 ± 21.8bc	56.7 ± 18.7bc	9.9 ± 2.1bc	8.76 ± 0.75bc	8.64 ± 0.43b
NQ132	33.9 ± 4.8ab	9.9 ± 1.0ab	75.8 ± 11.3b	67.7 ± 10.1b	10.4 ± 2.2bc	8.71 ± 0.69c	8.98 ± 0.38a
NQ146	20.4 ± 2.6d	9.4 ± 0.7b	56.9 ± 10.1c	50.8 ± 8.8c	9.2 ± 0.8cd	8.42 ± 0.53d	8.10 ± 0.35de
NQ173	27.4 ± 3.2bc	8.8 ± 0.8b	66.3 ± 10.1bc	60.0 ± 8.7bc	12.5 ± 1.3a	9.03 ± 0.60b	8.13 ± 0.25d
NQ189	29.0 ± 3.0bc	9.3 ± 0.8b	80.9 ± 12.5ab	72.9 ± 10.8ab	10.0 ± 1.1bc	8.27 ± 0.61de	8.18 ± 0.31cd
NQ198	35.6 ± 4.8a	10.4 ± 1.5a	93.2 ± 21.8a	82.2 ± 19.6a	10.7 ± 1.1b	8.46 ± 0.48cd	8.38 ± 0.48c
NQ208	25.6 ± 4.1c	8.4 ± 0.8bc	64.7 ± 12.3bc	59.2 ± 11.5bc	8.8 ± 1.1cd	8.53 ± 0.58cd	8.23 ± 0.41cd
NQ218	28.7 ± 3.9bc	9.0 ± 0.8b	55.2 ± 12.2c	49.1 ± 10.9c	8.3 ± 1.0cd	8.03 ± 0.51e	7.91 ± 0.51e
PW225	28.3 ± 3.8bc	9.4 ± 1.3b	63.9 ± 14.5bc	56.1 ± 12.5bc	9.8 ± 2.0bc	8.25 ± 0.48de	8.16 ± 0.48d
NQ236	26.3 ± 3.6c	8.9 ± 1.0b	54.3 ± 4.8c	48.4 ± 4.0c	9.1 ± 1.1cd	8.35 ± 0.50d	8.21 ± 0.50cd
QC245	24.3 ± 3.1cd	8.6 ± 1.0b	43.7 ± 3.6c	39.0 ± 3.4cd	7.4 ± 1.2d	7.56 ± 0.57f	7.27 ± 0.29f
QC254	14.1 ± 4.7e	7.6 ± 0.7c	29.6 ± 6.5d	26.8 ± 5.9d	8.0 ± 1.4d	8.18 ± 0.56de	8.06 ± 0.56de
总数	27.4 ± 6.1	9.4 ± 1.1	66.1 ± 19.6	59.0 ± 17.5	9.8 ± 1.9	8.48 ± 0.69	8.18 ± 0.55

注: 表中小写字母为 0.05 水平上差异显著性。

3.3 果实性状与母树性状的相关性分析

对山桐子无性系的果穗性状与果实性状、果实

性状与母树性状的相关性分析结果表明, 果穗长、果穗宽、果穗重、单穗果重之间均存在极显著正相关

($p < 0.01$)。30 颗果重与单穗果重、果径、果高性状有极显著正相关($p < 0.01$)。果实大小与果穗表型的相关性不显著($p > 0.05$)。果径与果高性状存在极显著正相关($p < 0.01$)。表明果实大小对果实千粒重有明显影响,果穗长宽、轻重不能明显影响果实

大小,果径与果高性状在生长过程中相互促进。无性系的果穗和果实性状与母树的生长性状和采集地理位置相关性不显著,母树分布海拔对无性系果实含油率的影响不显著。

表 4 果实性状与母树性状相关性分析

性状	H	A	Y	E	N	Alt	gsc	gsk	gsz	dsgz	30gz	gj	gg	Oc
H	1	0.541*	0.446*	-0.205	-0.166	-0.126	-0.21	-0.109	-0.256	-0.254	-0.084	-0.262	-0.489	0.084
A	0.541*	1	0.169	-0.104	-0.08	0.038	-0.228	-0.17	-0.195	-0.191	0.08	0.009	-0.007	0.04
Y	0.446*	0.169	1	0.091	0.072	0.276	-0.456*	-0.407	-0.31	-0.282	-0.201	-0.18	-0.521*	-0.154
E	-0.205	-0.104	0.091	1	0.976**	0.179	0.008	-0.366	-0.028	-0.022	-0.031	-0.136	0.289	0.142
N	-0.166	-0.08	0.072	0.976**	1	0.147	-0.02	-0.352	-0.058	-0.037	-0.16	0.304	0.23	
Alt	-0.126	0.038	0.276	0.179	0.147	1	-0.044	-0.174	0.121	0.131	-0.055	-0.169	-0.142	-0.018
gsc	-0.21	-0.228	-0.456*	0.008	-0.02	-0.044	1	0.671**	0.696**	0.666**	0.202	-0.016	0.283	0.096
gsk	-0.109	-0.17	-0.407	-0.366	-0.352	-0.174	0.671**	1	0.747**	0.721**	0.513*	0.389	0.348	-0.15
gsz	-0.256	-0.195	-0.31	-0.028	-0.058	0.121	0.696**	0.747**	1	0.998**	0.626**	0.424	0.413	0.087
dsgz	-0.254	-0.191	-0.282	-0.022	-0.058	0.131	0.666**	0.721**	0.998	1	0.635**	0.439	0.407	0.092
30gz	-0.084	0.08	-0.201	-0.031	-0.037	-0.055	0.202	0.513*	0.626	0.635**	1	0.883**	0.532**	0.077
gj	-0.262	0.009	-0.18	-0.136	-0.16	-0.169	-0.016	0.389	0.424	0.439	0.883**	1	0.594**	-0.164
gg	-0.489	-0.007	-0.521*	0.289	0.304	-0.142	0.283	0.348	0.413	0.407	0.532**	0.594**	1	0.043
Oc	0.084	0.04	-0.154	0.142	0.23	-0.018	0.096	-0.15	0.087	0.092	0.077	-0.164	0.043	1

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。H: 树高, A: 树龄, Y: 产量; E: 东经, N: 北纬, Alt: 海拔。

3.4 无性系主成分分析

由表 5 知,主成分分析中前 5 个主成分的特征值均大于 1,且其累积方差贡献率为 83.191%,表明前 5 个主成分已经代表了全部性状 83.191% 的综合信息,其他主成分在样本性状分析中所起的作用仅为 12.809%。因此,选取前 5 个主成分作为无性系综合性状的重要主成分,第 1 主成分的特征值为 4.776,方差贡献率为 34.112%,代表全部性状信息的 34.112%,是最重要的主成分;第 2 主成分的特征值为 2.991,方差贡献率为 21.364%,代表全部性状信息的 21.364%,是第二重要主成分;第 3 主成分的特征值为 1.552,方差贡献率为 11.087%,代表全部性状信息的 11.087%;第 4 主成分的特征值为 1.245,方差贡献率为 8.893%,代表全部性状信息的 8.893%;第 5 主成分的特征值为 1.083,方差贡

献率为 7.734%,代表全部性状信息的 7.734%;因此,通过计算前 5 个主成分的单项得分和综合得分,对 20 个山桐子无性系的主要性状进行综合评价。

主成分是原性状的线性组合函数,根据计算样本相关矩阵的特征向量(见表 6),得出主成分的函数式为:

$$F1 = 0.609 \times gsc + 0.853 \times gsk + 0.898 \times gsz + 0.889 \times dsgz + 0.774 \times 30gz + 0.617 \times gj + 0.561 \times gg - 0.197 \times H - 0.303 \times D - 0.171 \times CD + 0.023 \times B - 0.430 \times SY - 0.663 \times gs + 0.045 \times Oc;$$

$$F2 = 0.036 \times gsc - 0.006 \times gsk + 0.175 \times gsz + 0.191 \times dsgz + 0.259 \times 30gz + 0.393 \times gj + 0.243 \times gg + 0.315 \times H + 0.847 \times D + 0.773 \times CD + 0.846 \times B + 0.581 \times SY + 0.349 \times gs - 0.228 \times Oc;$$

$$F3 = 0.667 \times gsc + 0.229 \times gsk + 0.288 \times gsz + 0.266 \times dsgz - 0.414 \times 30gz - 0.626 \times gj - 0.338 \times gg + 0.140 \times H + 0.174 \times D + 0.170 \times CD + 0.052 \times B - 0.179 \times SY + 0.267 \times gs + 0.197 \times Oc;$$

$$F4 = 0.065 \times gsc - 0.246 \times gsk + 0.015 \times gsz + 0.023 \times dsgz + 0.193 \times 30gz + 0.055 \times gj + 0.354 \times gg + 0.421 \times H - 0.267 \times D + 0.029 \times CD - 0.118 \times B + 0.113 \times SY + 0.337 \times gs + 0.790 \times Oc;$$

$$F5 = 0.164 \times gsc - 0.097 \times gsk + 0.101 \times gsz + 0.099 \times dsgz - 0.082 \times 30gz - 0.131 \times gj + 0.237 \times gg - 0.685 \times H - 0.020 \times D - 0.305 \times CD + 0.032 \times B + 0.582 \times SY + 0.183 \times gs + 101 \times Oc;$$

表 5 主成分的特征值和贡献率

成分	特征值	方差贡献率 %	累积贡献率 %
1	4.776	34.112	34.112
2	2.991	21.364	55.477
3	1.552	11.087	66.563
4	1.245	8.893	75.457
5	1.083	7.734	83.191
6	0.869	6.210	89.401
7	0.490	3.496	92.897
8	0.400	2.855	95.752
9	0.277	1.975	97.728
10	0.134	0.958	98.685
11	0.086	0.614	99.300
12	0.062	0.441	99.740
13	0.036	0.257	99.998
14	0.000	0.002	100.000

根据以上函数式看出,在 F1 中,果穗长、果穗宽、单穗果重、果穗重、30 颗果重、果径和果高的系数较大,表明 F1 主要说明的是无性系的果穗、果实和产量情况。在 F2 中,基径、冠幅、分枝数和单株结实量的系数较大,表明 F2 主要反映植株生长势和结实能力的综合指标。在 F3 中,果穗长的系数较大,表明 F3 主要说明果穗长的指标。在 F4 中,果实含油率的系数数值大,表明 F4 反映的是山桐子果实内含物的指标。在 F5 中,树高的负系数数值较大,该成分反映了树高生长量的情况。

表 6 主成分的特征向量

性状	成分 1 (F1)	成分 2 (F2)	成分 3 (F3)	成分 4 (F4)	成分 5 (F5)
gsc	0.609	0.036	0.667	0.065	0.164
gsk	0.853	-0.006	0.229	-0.246	-0.097
gsz	0.898	0.175	0.288	0.015	0.101
dsgz	0.889	0.191	0.266	0.023	0.099
30gz	0.774	0.259	-0.414	0.193	-0.082
gj	0.617	0.393	-0.626	0.055	-0.131
gg	0.561	0.243	-0.338	0.354	0.237
H	-0.197	0.315	0.140	0.421	-0.685
D	-0.303	0.847	0.174	-0.267	0.020
CD	-0.171	0.773	0.170	0.029	-0.305
B	0.023	0.846	0.052	-0.118	0.032
SY	-0.430	0.581	-0.179	0.113	0.582
gs	-0.663	0.349	0.267	0.337	0.183
Oc	0.045	-0.228	0.197	0.790	0.101

3.5 无性系筛选评价

综合得分前 6 名从高到低依次为:无性系 DL93 号,无性系 QC120 号,无性系 NQ132 号,无性系 NQ122 号,无性系 NQ189 号,无性系 NQ208 号(见表 7),表明这 6 个无性系的综合表现最好,后期可加大对这 6 个无性系的开发利用强度,并尽快开展区域推广试验,观测其生态适应性和结实稳定性。

根据各主成分单项得分可分析出 6 个人选无性的特点。其中,无性系 DL93 号具有树干粗壮,冠幅大,分枝数多,果穗偏长,果实含油率较高等特点;无性系 QC120 号具有果穗偏宽,果穗结实量大,冠幅小,果实含油率高、单株产量高等特点;无性系 NQ122 号具有果穗小,果穗结实量小,单果大,树干粗壮,单株结实量大,果实含油率较高等特点;无性系 NQ132 号具有果穗大,果穗结实量中等,树干、冠幅属中等,分枝数较多,单株结实量大,果实含油率较高等特点;无性系 NQ189 号具有果穗中等大小,果穗结实量大,树体矮小粗壮,分枝少,单株结实量中等,果实含油率较高等特点;无性系 NQ208 号具有果

穗小,果穗结实量小,单果个体中等,树干粗壮高大,冠幅小,分枝数较多,单株结实量大,果实含油率偏低等特点。

表 7 无性系主成份得分及综合得分

无性系	F1	F2	F3	F4	F5	F	排序
DL93	42.33	199.12	119.79	87.24	60.25	508.74	1
QC120	109.41	163.26	104.32	67.90	50.78	495.68	2
NQ132	43.98	178.29	114.78	88.01	60.66	485.73	3
NQ122	-38.2	200.47	126.21	115.00	73.75	477.23	4
NQ189	25.01	155.06	122.42	105.29	66.65	474.43	5
NQ208	-0.52	188.49	110.50	91.65	62.60	452.72	6
PW225	-9.92	175.83	115.80	102.59	65.39	449.69	7
NQ198	140.83	104.61	95.19	56.87	43.36	440.86	8
NQ173	14.09	162.81	108.11	95.69	58.79	439.50	9
QC111	45.15	177.08	96.29	69.52	48.97	437.00	10
DL32	50.25	160.58	95.24	72.49	50.52	429.07	11
NQ236	-52.30	174.10	119.60	115.20	68.90	425.57	12
NQ218	-59.34	162.72	123.62	121.33	72.12	420.46	13
NQ146	-10.81	177.29	101.29	87.84	57.60	413.21	14
PJ89	93.87	105.55	86.86	64.75	41.67	392.71	15
QC121	92.11	82.22	81.71	69.08	40.87	365.98	16
PJ71	94.48	105.38	74.31	55.69	35.88	365.73	17
DL63	18.09	110.21	98.15	83.88	50.54	360.87	18
QC245	-48.36	135.19	102.17	105.74	59.72	354.46	19
QC254	-38.65	123.22	71.19	81.70	45.68	283.14	20

4 结论与讨论

通过研究表明,20 个无性系的树高、基径、冠幅、分枝数、单株结实量、单株果穗数、果实含油率在无性系间存在一定差异,但各无性系均表现出较好的生长势,结实性和果实高含油性。无性系的果穗长宽、果穗重、单穗果重、30 颗果重、果实大小等性状在无性系间均存在显著差异($p < 0.05$),无性系 NQ198 号的果穗最大,其单个果穗也最重;无性系 QC254 号的果穗最小,且单个果穗重量最小;无性系 NQ173 号的 30 颗果重最大,而无性系 DL63 号最小;无性系 NQ132 号的单果最长,无性系 DL32 号的单果中部最宽。遗传基础和环境条件是决定个体表现型的两个要素。遗传多样性高的物种在相似的环境条件下可以表现出丰富的表型变化,而遗传基础相对单一的物种也可能由于环境变化而产生表型变化^[13]。本研究中 20 个无性系在立地气候基本一致条件下,各个生长性状表现出较明显差异,说明这些性状差异主要是由于遗传差异造成的,具有一定的遗传性。

对山桐子无性系的果穗性状、果实性状及母树地理因子相关性分析结果表明,果穗长、果穗宽、果穗重、单穗果重之间均存在极显著正相关($p <$

0.01)。30颗果重与单穗果重、果径、果高性状有极显著正相关($p < 0.01$)。果实大小与果穗表型的相关性不显著($p > 0.05$)。果径与果高性状存在极显著正相关($p < 0.01$)。无性系的果穗性状、果实性状和果实含油率与母树的经度、纬度和海拔因子的相关性不显著,说明这些无性系在同一地点经过培育后,其生长性状有趋同倾向。龚榜初研究发现四川各居群山桐子果实含油率明显大于其他地区,且各个居群内果实含油率差异明显^[1],本研究材料的果实含油率的变异范围在25.43%~33.28%,在不同群体间也表现出差异性。李大伟认为山桐子与经度变化比较明显,从东到西,含油率有增加的趋势^[14],而本文中果实含油率与地理因子的相关性不显著。

根据各主成分的函数式统计出5个主成分的单项得分和综合得分,综合得分前6名的分别为无性系DL93号,无性系QC120号,无性系NQ132号,无性系NQ122号,无性系NQ189号,无性系NQ208号,入选率为30%,表明这6个无性系的综合表现最好,后期可加大对这6个无性系的开发利用强度,并尽快开展区域推广试验,观测其生态适应性和结实稳定性。所选的6个无性系是依据植株生长量、果实表型、果实含油率的指标综合评分高,表明所选无性系在大邑县栽培表现出生长势好、含油率高的优良特性,但还不确定这些优良特性的遗传稳定性,若要证明各类型的遗传稳定性,需要通过子代测定评价。就目前省内还没有无性系品种可以利用的情况下,所选6个无性系应尽快在多个气候类型不同的地方开展区域试验,以观测评价所选无性系的优

良特性稳定性,同时为科研或生产提供优良育种材料。

参考文献:

- [1] 龚榜初,李大伟,江锡兵,等.不同产地山桐子果实含油率及其理化指标变异分析[J].西北植物学报,2012,32(08):1680~1685.
- [2] 江锡兵,龚榜初,李大伟,等.山桐子自然群体表型性状变异分析[J].林业科学研究,2013,26(1):113~117.
- [3] 谢双喜,吴志文.贵州野生山桐子群落特征研究[J].天津农业科学,2013,19(1):94~100.
- [4] 陈耀兵.山桐子种子萌发技术试验[J].湖北农业科学,2018,57(16):75~78.
- [5] 江泽,李启梦,孙智慧.山桐子种子播种快速育苗技术[J].湖北林业科技,2017,46(6):86~87+90.
- [6] 杨叶君,杨泽佳,李艳琴,等.山桐子绿化容器移栽苗栽培试验[J].浙江农业科学,2014(12):1888~1890.
- [7] 贾晨,李杰,罗建勋,等.毛叶山桐子超级苗选择[J].四川林业科技,2017,38(05):73~75+88.
- [8] 江锡兵,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):738~745.
- [9] 贾晨,王莎,辜云杰,等.不同密度山桐子苗木地下竞争和地上竞争的定量研究[J].四川林业科技,2015,36(5):11~15.
- [10] 吴登高,贾晨,周云霞,等.毛叶山桐子生长特性的研究[J].四川林业科技,2015,36(2):27~31.
- [11] 包杰,陈凤香.不同产地山桐子果含油率和脂肪酸组成分析[J].粮食与油脂,2016,29(5):35~36.
- [12] 刘芙蓉,罗建勋,杨马进.山桐子的地理分布及其潜在适宜栽培区划[J].林业科学研究,2017,30(6):1028~1033.
- [13] 沈熙环.林木育种学[M].北京:中国林业出版社,1990:28~49.
- [14] 李大伟.山桐子主要性状变异及优株选择研究[D].中国林业科学研究院,2010.