

普通油茶无性系抗炭疽病评价

吴鹏飞¹, 龚洪恩^{1,2}, 姚小华^{1*}, 常维霞¹, 王开良¹

(1. 中国林业科学研究院亚热带林业研究所, 浙江 杭州 311400;

2. 中国林业科学研究院亚热带林业实验中心, 江西 分宜 336600)

摘要: [目的] 评价 110 个普通油茶无性系对炭疽病的抗病性, 为油茶炭疽病抗性种质材料筛选和优良品种推广提供科学依据。 [方法] 采用田间调查方法和病情指数法, 调查 2014、2016 年两年中 110 个普通油茶无性系的抗病性。 [结果] 在参试的 110 个普通油茶无性系中, 未发现免疫(I)、高抗(HR)、高感(HS)无性系, 抗病无性系 10 个, 中抗无性系 30 个, 中感无性系 65 个, 感病无性系 5 个, 其中 9 号、21 号、27 号、40 号、45 号、66 号、150 号、164 号、177 号、219 号是 10 份抗病无性系。 [结论] 综合两年调查结果筛选出 9 号等 10 份抗病无性系, 为深入研究普通油茶炭疽病机制和抗病育种提供了育种基础材料和参考依据。

关键字: 普通油茶; 病情指数; 炭疽病; 抗性评价

中图分类号: S794.4

文献标识码: A

文章编号: 1001-1498(2018)04-0158-06

Evaluating the Resistance of *Camellia oleifera* Clones to Anthracnose

WU Peng-fei¹, GONG Hong-en^{1,2}, YAO Xiao-hua¹, CHANG Wei-xia¹, WANG Kai-liang¹

(1. Research Institute of Subtropical Forestry, Chinese Academy of Forestry, Hangzhou 311400, Zhejiang, China;

2. Experimental Centre of Subtropical Forestry, Chinese Academy of Forestry, Fenyi 336600, Jiangxi, China)

Abstract: [Objective] To evaluate the resistance of 110 *Camellia oleifera* clones to anthracnose in order to screen and extend elite resistant varieties. [Method] Based on anthracnose investigation in 2014 and 2016, the disease index was used to evaluate the resistance of 110 clones. [Result] No clone under assessment was found with immune, highly susceptible or highly resistant to anthracnose. 10 clones were resistant, 30 clones were moderately resistant, 65 clones were moderately susceptible, 5 clones were susceptible. [Conclusion] Based on the results of two years' survey, 10 resistant clones are selected, which can be used as references and breeding materials for further studying the resistance mechanism on *C. oleifera*.

Keywords: *Camellia oleifera*; disease index; anthracnose; resistance evaluation

油茶(*Camellia oleifera* Abel.)是我国主要的木本食用油料树种,油茶籽榨取的茶油是一种优质食用油,具有重要的保健功能^[1]。油茶炭疽病是由胶孢炭疽菌(*Colletotrichum gloeosporioides* Penz.)侵染发生的一种重要病害,各省(区)每年因该病造成油

茶籽实减产 10%~30%,重病区 40%~50%,在典型林分病落蕾占落蕾总数的 26%~45%,晚期病果虽可采收,但种仁含油量仅为健康种仁的一半,甚至更低^[2],造成重大经济损失。油茶炭疽病已成为油茶产业的重要潜在威胁,了解病害流行规律对有效

收稿日期: 2017-08-15

基金项目: 浙江省农业新品种选育重大科技专项“木本粮油树种种质创制与新无性系选育”课题(2016C02056-6); 中国林业科学研究院基金重点项目“油茶提质增效关键技术研究”(CAFYBB2017ZA004-1); 中国林业科学研究院亚热带林业研究所项目“木本油料重要育种资源创新与评价利用”(RISFZ-2016-03)

作者简介: 吴鹏飞(1993—),男,安徽铜陵人,硕士研究生,主要从事油茶良种抗病育种研究。

* 通讯作者: 姚小华(1962—),男,研究员,博导,主要从事经济林遗传育种和栽培研究。E-mail: yaohx168@163.com

控制病害发展非常重要^[3]。

目前植物抗病评价应用较多的方法包括病情指数法^[4-7]、平均病斑直径法^[8]以及聚类分析法^[9-10]。关于普通油茶无性系的抗病评价已有不少研究报道,评价方法也有多种,主要集中在病情指数法和平均病斑直径法。戚英鹤^[11]利用几个抗病单株的历年表现、刺伤接种鉴定、鲜果皮浸渍液孢子萌发试验等方法来评价筛选优良抗病无性系,筛选出190、K48等抗病优株。陈或^[12]等通过4 a的自然感病性调查和3 a人工接种鉴定,筛选出抗病优良单株林大140,其自然感病率和接种感病率都为0,且其它经济性状优良。杨华等^[13]调查了广东自然条件下栽培的高州油茶(*C. vietnamensis* Huang)、广宁红花油茶(*C. semiserrata* Chi.)以及39个普通油茶无性系对炭疽病的抗性,并在室内接种,结果显示广宁红花油茶抗病最强。沈万芳等^[14]对油茶炭疽病发病情况与当地气候、林分及林地管理之间的关系进行了研究,发现温度高于20℃且降雨较大、与茶树混交、不作任何林地管理等条件下,油茶炭疽病发病严重。杨光道等^[15]利用林间调查和室内油茶果接种炭疽菌测定果皮抗病性,筛选出攸县油茶(*C. yuhsienensis* Hu)、茶梨油茶(*C. octopetala* Hu)等4个抗病无性系。匡蓉琳等^[16]对14个油茶品种接种炭疽病菌,观察接种后7 d的病斑直径来划分14个油茶品种的抗病程度。但对普通油茶炭疽病的研究大多集中在少数无性系中,缺乏参考性。鉴于此,本研究以110个普通油茶无性系为研究对象,采用抗病指数法对其进行抗炭疽病评价,为油茶炭疽病抗性种质材料筛选和优良品种推广提供科学依据。

1 材料与方 法

1.1 试验材料

油茶炭疽病调查试验于2014年、2016年6月到7月上旬在浙江省金华市琅琊镇东方红国有林场油茶收集圃进行。该地区属亚热带季风气候,丘陵地带,四季分明,气温适中,热量丰富,雨量充沛。年平均气温为17.9℃,年降水量1400 mm,主要集中在4到5月份梅雨季节,年无霜期为263 d;全年平均日照时数2062 h,大于10℃的有效积温5500℃左右。

油茶收集圃于2006年春采用随机区组营造,分为3个区组,一区、二区各7棵单株,三区部分无性系为8棵单株,均为扦插2年生苗,苗高为50 cm,地

径为7 mm,定植密度为2 m×3 m,每区共有110个普通油茶无性系,皆为普通油茶长林系列^[16]。3个区之间有保护行和空行隔断。

1.2 调查方法

调查时间为每年油茶炭疽病高发的6—7月,每棵油茶树随机选择50片叶和50个果实,然后计算感病程度,感病程度=(感病叶片数+感病果实数)/(调查总叶数+调查总果实数)。不同发病程度范围分为不同病级和相应的病情指数,每个无性系以病级作为统计单元计算病情指数,再将病情指数分为7个级别。

1.2.1 炭疽病严重度分级 普通油茶炭疽病严重度根据病情程度分级,如表1所示。

表1 普通油茶炭疽病严重度的分级标准

Table 1 Grading standard of severity to anthracnose in *C. oleifera*

病级 Grade	病情 Condition
0	0
1	≤5%
2	5%~≤15%
3	15%~≤25%
4	25%~≤50%
5	50%~≤75%
6	75%~100%

1.2.2 病情指数 按下列公式将普通油茶各无性系的发病级别换算成病情指数(DI)。

$$DI = \sum (S_i \times n_i) / 6N \times 100$$

式中:*S*为发病级别,*n*为相应发病级别的样本数目,*i*为各病情对应的病级,6为最高病级,*N*为调查样本总数目。

1.2.3 抗病评价标准 110个普通油茶无性系对炭疽病的抗性以调查的病情指数分为7级,详见表2。

表2 病情指数分级

Table 2 Grading of disease index

级别 Grade	抗性水平 Resistance level	病情指数范围 Range of disease index
1	免疫(I)	0
2	高抗(HR)	0 < DI ≤ 16.7
3	抗病(R)	16.7 < DI ≤ 33.3
4	中抗(MR)	33.3 < DI ≤ 50.0
5	中感(MS)	50.0 < DI ≤ 66.7
6	感病(S)	66.7 < DI ≤ 83.3
7	高感(HS)	83.3 < DI ≤ 100

1.3 数据统计和分析

采用SPSS19.0和Office2013软件进行相关数

据处理和分析。

2 结果与分析

2.1 不同年份普通油茶无性系抗病情况

不同普通油茶无性系的抗病性调查结果详见表

3。据 2014 年调查,110 个无性系的病情指数变幅为 13.64~70.45,表现为高抗的有 9 号、27 号、40 号等 5 个无性系,占参试无性系的 4.55%;表现为抗病的有 21 号、26 号、45 号等 72 个无性系,占参试无性系的 65.45%;表现为中抗的有 11 号、12 号、16 号等

表 3 2014、2016 年不同普通油茶无性系抗病性表现

Table 3 Performance of diseased resistance to anthracnose for different Varieties in 2014 and 2016

无性系 Clones	年份 Year				平均数 Average	综合评价 Sum evaluation
	2014		2016			
	病情指数 Disease index	抗性水平 Resistance level	病情指数 Disease index	抗性水平 Resistance level		
3	28.40	R	38.89	MR	33.64	MR
4	23.02	R	48.41	MR	35.71	MR
8	26.19	R	59.52	MS	42.86	MS
9	15.15	HR	36.51	MR	25.83	R
10	43.65	MR	69.05	S	56.35	S
11	38.89	MR	56.35	MS	47.62	MS
12	44.70	MR	51.52	MS	48.11	MS
15	26.52	R	50.00	MR	38.26	MR
16	50.00	MR	52.38	MS	51.19	MS
17	33.33	R	51.19	MS	42.26	MS
18	42.86	MR	54.76	MS	48.81	MS
20	25.00	R	61.11	MS	43.06	MS
21	17.46	R	33.33	R	25.40	R
23	26.98	R	54.17	MS	40.58	MS
24	37.30	MR	65.08	MS	51.19	MS
26	22.22	R	51.59	MS	36.90	MS
27	15.87	HR	40.83	MR	28.35	R
29	27.27	R	49.24	MR	38.26	MR
30	34.13	MR	69.84	S	51.98	S
31	28.57	R	57.14	MS	42.86	MS
34	35.71	MR	52.38	MS	44.05	MS
39	50.00	MR	51.75	MS	50.88	MS
40	15.17	HR	31.14	R	23.16	R
42	29.55	R	50.76	MS	40.15	MS
43	25.00	R	59.85	MS	42.42	MS
45	20.03	R	39.68	MR	29.86	R
46	40.15	MR	55.88	MS	48.02	MS
49	34.92	MR	49.21	MR	42.06	MR
52	42.86	MR	60.32	MS	51.59	MS
53	24.63	R	46.03	MR	35.33	MR
54	25.40	R	60.32	MS	42.86	MS
55	27.78	R	46.03	MR	36.90	MR
56	32.54	R	66.67	MS	49.60	MS
58	37.30	MR	44.44	MR	40.87	MR
59	43.65	MR	53.33	MS	48.49	MS
60	32.58	R	62.50	MS	47.54	MS
61	23.02	R	55.56	MS	39.29	MS
63	31.82	R	46.97	MR	39.39	MR
64	22.24	R	46.43	MR	34.33	MR
65	28.03	R	53.03	MS	40.53	MS
66	23.81	R	39.29	MR	31.55	R
67	52.38	MS	52.38	MS	52.38	MS
69	34.92	MR	52.50	MS	43.71	MS
70	25.00	R	51.59	MS	38.29	MS
71	16.67	HR	49.24	MR	32.95	MR
72	19.05	R	48.81	MR	33.93	MR
73	26.92	R	61.54	MS	44.23	MS
76	70.45	S	68.13	S	69.29	S
77	38.64	MR	60.61	MS	49.62	MS
78	44.44	MR	57.94	MS	51.19	MS

续表3

无性系 Clones	年份 Year				平均数 Average	综合评价 Sum evaluation
	2014		2016			
	病情指数 Disease index	抗性水平 Resistance level	病情指数 Disease index	抗性水平 Resistance level		
81	27.78	R	51.59	MS	39.68	MS
82	18.25	R	59.17	MS	38.71	MS
86	21.21	R	60.32	MS	40.76	MS
87	25.00	R	52.56	MS	38.78	MS
88	49.21	MR	57.94	MS	53.57	MS
89	27.78	R	60.71	MS	44.25	MS
90	40.48	MR	48.41	MR	44.44	MR
91	18.33	R	49.17	MR	33.75	MR
94	34.13	MR	61.11	MS	47.62	MS
95	21.21	R	47.62	MR	34.42	MR
96	20.51	R	54.76	MS	37.64	MS
97	23.33	R	49.17	MR	36.25	MR
98	19.05	R	40.48	MR	29.76	MR
99	29.37	R	58.73	MS	44.05	MS
100	18.42	R	48.41	MR	33.42	MR
101	25.00	R	57.14	MS	41.07	MS
102	54.55	MS	56.35	MS	55.45	MS
106	31.06	R	53.33	MS	42.20	MS
119	19.05	R	50.79	MS	34.92	MS
145	30.00	R	45.24	MR	37.62	MR
150	17.42	R	31.06	R	24.24	R
151	38.10	MR	50.00	MR	44.05	MR
152	19.84	R	47.62	MR	33.73	MR
153	26.19	R	49.21	MR	37.70	MR
155	29.76	R	64.29	MS	47.02	MS
161	45.24	MR	55.95	MS	50.60	MS
162	25.40	R	55.83	MS	40.62	MS
163	34.13	MR	64.29	MS	49.21	MS
164	18.94	R	38.10	MR	28.52	R
165	20.84	R	46.83	MR	33.83	MR
166	31.67	R	71.43	S	51.55	S
167	25.40	R	50.00	MS	37.70	MS
168	27.78	R	62.70	MS	45.24	MS
172	22.22	R	57.94	MS	40.08	MS
173	25.76	R	56.82	MS	41.29	MS
175	28.03	R	46.21	MR	37.12	MR
177	13.64	HR	40.48	MR	27.06	R
178	36.36	MR	63.64	MS	50.00	MS
180	38.10	MR	61.90	MS	50.00	MS
182	24.24	R	43.18	MR	33.71	MR
185	31.82	R	65.91	MS	48.86	MS
186	21.05	R	46.24	MR	33.65	MR
212	25.00	R	48.48	MR	36.74	MR
213	34.85	MR	67.42	S	51.14	S
214	17.50	R	50.88	MS	34.19	MS
217	39.68	MR	51.59	MS	45.63	MS
219	19.05	R	34.52	MR	26.79	R
220	26.98	R	56.35	MS	41.67	MS
222	26.19	R	58.97	MS	42.58	MS
226	30.83	R	54.76	MS	42.80	MS
227	33.33	R	53.79	MS	43.56	MS
228	22.22	R	59.17	MS	40.69	MS
229	20.63	R	40.48	MR	30.56	MR
232	17.42	R	56.06	MS	36.74	MS
233	21.43	R	51.19	MS	36.31	MS
297	21.21	R	47.73	MR	34.47	MR
164-1	23.81	R	53.33	MS	38.57	MS
213-1	23.48	R	60.71	MS	42.10	MS
无	22.05	R	45.24	MR	33.65	MR
无-1	48.41	MR	57.94	MS	53.17	MS

30个无性系,占参试无性系的27.27%;表现为中感的有67号、102号等2个无性系,占参试无性系的1.82%;表现为感病的有76号无性系,占参试无性系的0.91%。

2016年调查结果,普通油茶无性系的病情指数变幅为31.06~71.43,表现为抗病的有150号、40号、21号3个无性系,占参试无性系的2.73%;表现为中抗的有3号、4号等38个无性系,占参试无性系的34.54%;表现为中感的有8号、11号等64个无性系,占参试无性系的58.18%;表现为感病的有10号、30号等5个无性系,占参试无性系的4.55%。对比两年的病情指数可以看出,大部分普通油茶无性系在两年中炭疽病抗性差异较大,这可能与两年的天气因素和油茶冠幅进一步扩大有关,两年的病情指数变幅都较大,进一步说明在自然生长中存在抗性差异大的无性系。

2.2 不同普通油茶无性系的抗病评价

根据对两年的病情指数分析(表3),两年中都表现为抗病则以平均数评价抗病性,两年中若有一年感病则以感病作为抗性评价。2016年相较于

2014年大部分普通油茶无性系炭疽病感病程度进一步加深,参试的110个普通油茶无性系中,未发现免疫(I)、高抗(HR)、高感(HS)无性系,表现为抗病的有21号、27号、40号等10个无性系,占参试无性系的9.09%;表现为中抗的有3号、4号、15号等30个无性系,占参试无性系的27.27%;表现为中感的有8号、11号、12号等65个无性系,占参试无性系的59.09%;表现为感病的有10号、30号、76号等5个无性系,占参试无性系的4.55%,大部分无性系表现为中抗和中感。其中长林3号、4号、18号、21号、23号、27号、40号、53号、55号等无性系为国家审定优良品种,166号无性系为浙江省审定优良品种。在本次抗性评价中,长林21号、27号、40号为抗病无性系,长林3号、4号、53号、55号为中抗无性系,长林18号、23号为中感无性系。

对2014年和2016年调查的110个普通油茶无性系的病级进行方差分析(表4),其中 $F_{2014} = 9.88 > F_{0.01}$, $F_{2016} = 9.58 > F_{0.01}$,表明110个普通油茶无性系之间的炭疽病抗性差异极显著。由此可见,年份和无性系之间存在较大的差异。

表4 普通油茶无性系不同年份抗病性的方差分析

Table 4 Variance analysis for diseased resistance to anthracnose of *C. oleifera* clones in different years

项目 Item	变异来源 Variance source	SS	df	MS	F	$F_{0.05}$	$F_{0.01}$
2014	无性系 clones	814.83	109	7.48	9.88 **	1.24	1.35
	误差 Error	1 525.98	2 016	0.76			
2016	无性系 Varieties	521.05	109	4.78	9.58 **	1.24	1.36
	误差 Error	976.32	1 956	0.50			
总体 Total	年份 Years	1 748.41	1	1 748.41	1 587.31 **	3.84	6.64
	无性系间 Between clones	1 929.84	109	17.70	16.07 **	1.24	1.35
	年份×无性系 Years×clones	434.66	109	3.99	3.62 **	1.24	1.35
	误差 Error	5 088.86	4 620	1.10			

注: ** 表示在0.01水平上差异极显著。

Note: ** means the significant difference at 0.01 level.

3 讨论

长林系列普通油茶品种是中国林业科学研究院亚热带林业研究所在全国收集的293个优良无性系中,通过每年对其产量、抗性、适应性等方面的测定,选育出的多个高产稳产、含油率高、抗病性强的优良无性系,广泛栽植于浙江、江西、湖南、湖北、安徽等省份。其中长林3、4、18、21、23号等国家审定良种已在多个地区推广应用^[17-19]。

普通油茶炭疽病抗病性鉴定有两种方法,一种是大田鉴定法,每年春夏病害流行期间根据大田病情来选择抗病种质,另一种是室内离体叶片鉴定法,

采集叶片,在室内人工接种评价种质抗病性。通过对自然条件下的炭疽病感病情况的调查可以直观了解各无性系的感病程度,而在室内离体叶片脱离树体且容易衰败,无法鉴定其真实抗性,因此通过大田鉴定法来评价抗病性是较优的选择。本研究首次将生产上栽植的长林系列无性系放在同一林分中比较抗病性,利用病情指数法来评价110个普通油茶无性系的炭疽病抗性。筛选出9号、21号、27号、40号、45号、66号、150号、164号、177号、219号10份抗病无性系,3号、4号、29号等30份中抗无性系,8号、11号、12号、15号等65份中感无性系,10号、30号、76号、166号、213号5份感病无性系。调查结果

表明,普通油茶无性系在不同年份和不同无性系之间都存在显著性差异,这可能与两年中不同的降雨量和温度有关^[14],因此,油茶种质对炭疽病的抗性评价可作为种质资源抗病筛选的主要参考依据,但也应适当考虑其它的影响因素。同时仍有一些品种保持了高抗和易感特性,说明自然界中存在对炭疽病抗性相差极显著的无性系,这为后续抗病机制的研究和抗病育种提供了珍贵的材料。另外,由110个普通油茶无性系炭疽病抗性表型看,中感无性系所占比例较大,说明在选育优良品种追求高产、高含油率的同时,应加大对普通油茶抗炭疽病的关注度。

4 结论

本研究采用病情指数法来评价110个普通油茶无性系的炭疽病抗性,发现两年中110个普通油茶无性系之间的抗病性存在显著性差异,筛选出30份中抗材料,65份中感材料,5份易感材料,其中10份抗病无性系分别为9号、21号、27号、40号、45号、66号、150号、164号、177号、219号,这10份无性系为深入研究普通油茶抗炭疽病机制和抗病育种提供了育种基础材料和参考依据。

参考文献:

- [1] 庄瑞林. 中国油茶[M]. 2版. 北京:中国林业出版社,2008.
- [2] 罗万周, 罗万业. 油茶炭疽病及其防治方法[J]. 农技服务, 2007, 24(6):70.
- [3] Cai L, Hyde K D, Taylor P, *et al.* A polyphasic approach for studying *Colletotrichum*. *Fungal Divers*[J]. *Fungal Diversity*, 2009, 39(2):183-204.
- [4] 李杨, 李河, 周国英, 等. 油茶新炭疽病原 *Colletotrichum camelliae*

- 鉴定及致病性测定[J]. *生物技术通报*, 2016, 32(6):96-102.
- [5] 朱英芝, 廖旺姣, 邹东霞, 等. 广西油茶炭疽病原菌鉴定及生物学特性[J]. *植物保护学报*, 2015, 42(3):382-389.
- [6] 李杨, 李河, 周国英, 等. 海南省3种油茶炭疽病菌的致病力及其生物学特性研究[J]. *热带作物学报*, 2016, 37(10):1956-1961.
- [7] Jacob I, Feuerstein U, Heinz M, *et al.* Evaluation of new breeding lines of white lupin with improved resistance to anthracnose [J]. *Euphotic*, 2017, 213(10):236
- [8] 张蕊, 杨石有, 刘晓妹, 等. 芒果炭疽菌致病力室内快速测定方法研究[J]. *黑龙江农业科学*, 2016, (8):51-54.
- [9] 刘波微, 彭化贤, 席亚东, 等. 四川马铃薯晚疫病生理小种鉴定及品种抗病评价[J]. *西南农业学报*, 2010, 23(3):747-751.
- [10] 王泽平, 段维兴, 李毅杰, 等. 甘蔗梢腐病田间抗性评价体系的建立[J]. *华南农业大学学报*, 2016, 37(3):67-72.
- [11] 戚英鹤. 普通油茶抗炭疽病选种[J]. *浙江林业科技*, 1980, (1):7-10.
- [12] 陈彧, 周国英, 宋光桃, 等. 油茶抗炭疽病优良单株筛选及抗病机理研究[J]. *湖南农业大学学报:自然科学版*, 2010, 36(4):426-429.
- [13] 杨华, 赵丹阳, 秦长生, 等. 不同油茶种和无性系对炭疽病的抗性观察[J]. *植物保护*, 2015, 41(2):195-199.
- [14] 沈万芳. 油茶炭疽病发生与林分和气候因素的关系及叶片结构抗病机理的研究[D]. 合肥:安徽农业大学, 2008.
- [15] 杨光道, 束庆龙, 段琳, 等. 主要油茶品种对炭疽病的抗性研究[J]. *安徽农业大学学报*, 2004, 31(4):480-483.
- [16] 匡蓉琳, 冯皓, 孙思, 等. 油茶品种对炭疽病的抗性及其与生理活动的关系[J]. *中国森林病虫*, 2015, 34(3):1-4.
- [17] 杜洋文, 邓先珍, 周伟国, 等. 油茶长林品种引进及综合评价[J]. *林业科技开发*, 2014, 28(3):96-100.
- [18] 姚小华, 王开良, 任华东, 等. 油茶资源与科学利用研究[M]. 北京:科学出版社, 2012.
- [19] 林萍, 姚小华, 王开良, 等. 油茶长林系列良种分类系统检索表[J]. *林业实用技术*, 2009, (10):24-25.

(责任编辑:金立新)