云南主栽核桃品种对 *Alternaria alternata* 叶枯病的抗病性评价

贺占雪[1]， 马建鹏[2]， 杨 斌[1]， 赵 宁[1*]

（1. 西南林业大学，云南省森林灾害预警与控制重点实验室，昆明 650224；
2. 云南大理州林业有害生物防治检疫局，大理 671000）

摘要 为了解云南地区不同核桃品种对叶枯病的抗性，从而为核桃抗病品种选育和叶枯病的防治提供依据，试验采用田间调查和离体叶片接种法获得病斑面积和病情指数，采用聚类分析的方法对田间调查和离体接种的病斑面积进行聚类分析，并结合病害分级标准，综合评价云南主栽37个核桃品种对 *Alternaria alternata* 的抗病性。结果表明：‘大泡核桃1’叶片上未出现病斑，‘小圆果’病斑面积最小，为5.05 mm^2，而‘圆菠萝2’病斑面积最大，达到887.68 mm^2；采用Ward最小偏差平方和法和欧式距离进行聚类分析，其聚类效果与接种结果和田间调查结果的吻合度最好。通过田间调查和离体接种综合评价，将37个核桃品种分为13个抗病品种、15个中抗品种、7个中感品种和2个感病品种。

关键词 核桃； 叶枯病； *Alternaria alternata*； 抗性评价

中图分类号： S 436.6 **文献标识码：** A **DOI：** 10.16688/j.zwbh.2018345

Evaluation of the resistance of main walnut varieties in Yunnan province to *Alternaria alternata*

HE Zhanxue[1]， MA Jianpeng[2]， YANG Bin[1]， ZHAO Ning[1]

（1. *Key Laboratory of Forest Disaster Warning and Control in Yunnan Province, Southwest Forestry University, Kunming* 650224, *China*; 2. *Dali Forestry Pest Control and Quarantine Bureau, Yunnan Province, Dali* 671000, *China*）

Abstract In order to provide the basis for breeding of resistant varieties and controlling of leaf blight disease of walnut. In the experiments, the disease spot area and disease index were obtained by field investigation and *in vitro* evaluation inoculum method, then cluster analysis was used to analyze the disease spot area data of field investigation and *in vitro* evaluation. Combined with the disease classification standard, the disease resistance of 37 walnut varieties planted in Yunnan to *Alternaria alternata* was comprehensively evaluated. The results showed that the lesion did not appear on the leaves of ‘Hickory walnut 1’, and ‘Xiaoyuanguo walnut’showed the minimum lesion area of 5.05 mm^2, while the ‘Yuanboluo walnut 2’ had the largest lesion area of 887.68 mm^2. Cluster analysis by Ward least deviation square sum method and Euclidean distance indicated that the results of clustering were in good agreement with the results of inoculation and field investigation. By component analysis of field investigation and *in vitro* leaf-inoculation, the 37 walnut varieties can be divided into 13 resistant varieties, 15 middle resistant varieties, 7 middle susceptible varieties, and 2 susceptible varieties.

Key words walnut； leaf blight； *Alternaria alternata*； resistance evaluation

云南核桃栽培范围广、面积大、产量产值高，是云南林业产业的重要组成部分。云南全省核桃种植面积达288万hm^2，其中约有67万hm^{2}挂果，年核桃干果产量达100多万t，产值超过380亿元，是云南省林业产业中产值最高、效益最好、农民得益最多的产业[1-2]。随着人工栽培面积的扩大，加之高效管理技术不到位，病虫害发生也逐渐增加。据云南省林业有害生物防治检疫局统计，截至2013年底，全省核桃病虫害发生面积1.3万hm^2，其中虫害发生面积0.7万hm^2、病害发生面积0.6万hm^2；2016年全国森林有害生物普查，发现云南核桃病虫害发生面积已经超过7万hm^2，其中病害发生4.7万hm^2，这显

收稿日期： 2018-08-06 **修订日期：** 2018-11-21
基金项目： 云南省林业科技创新项目[(2014)CX05]；西南林业大学科研基金(XL21602)
* 通信作者 E-mail：lijiangzhn@163.com

示核桃病虫害发展速度十分迅猛。核桃叶枯病是由 *Alternaria alternata* 引起的核桃叶部常见病害，是核桃产业发展中面临的一个重要病害。该病害会降低核桃的结实量和果实饱满度，给当地核桃生产和农民的经济收入带来损失，严重制约核桃产业的发展。

链格孢属真菌是引起植物叶枯病的主要病原菌[3-5]，1999 年 Belisario 等首次报道了由 *Alternaria alternata* 引起的核桃叶斑病[6]，2004 年 Belisario 等再次报道了引起榛子和核桃叶枯病的病原是 *A. alternata*[7]，2006 年 Hong 等报道了 *A. alternata* 是引起欧榛和核桃叶枯病的病原[8]，2010 年徐阳等报道了新疆南疆和田墨玉县托乎拉乡的核桃叶枯病是由 *A. alternata* 引起[9]，2012 年曲文文等明确危害核桃的链格孢菌是 *A. alternata*[10]，2015 年韩敏从新疆喀什地区分离到核桃叶枯病病原 *A. alternata*[11]。项目组前期对云南省核桃病害研究时发现 *A. alternata* 同样是引起核桃叶枯病的主要病原。

应用抗病品种是防治植物病害最经济安全的方法，而抗病性鉴定和抗病种质资源的筛选是品种合理利用和抗病育种工作的基础[12]。余仲东等[13]采用针刺接种法对核桃枝条进行接种试验评价了 12 个核桃品种对 *Botryosphaeria* 引起的溃疡病的抗性；牛亚胜等[14]采用标准差法研究了 20 个核桃品种对黑腐病的抗病性，石进昌等[15]采用田间试验法对核桃细菌性黑斑病进行了抗性调查，筛选出抗性较高的品种。笔者对云南主栽的 37 个核桃品种对叶枯病病原 *Alternaria alternata* 抗性进行了初步测定和评估，以期对核桃品种的引种栽培提供理论依据。

1 材料和方法

1.1 材料

供试菌株：供试链格孢 *Alternaria alternata* 由西南林业大学云南省森林灾害预警与控制重点实验室分离并保存。

接种材料：接种用核桃树叶片采自大理白族自治州林业科学研究所核桃种质资源圃不同品种的嫩叶。每一供试品种选取生长良好、树势相对一致的核桃树，采集树冠外围中部健壮的发育枝中部复叶，采摘第 3～4 片小叶，叶宽 4～5 cm，长 10～12 cm。种质资源圃于 2010 年建成，所采集的 37 个核桃的品种信息如表 1。

表 1 云南主栽核桃品种信息

Table 1 Information of main walnut varieties in Yunnan province

序号 Number	品种 Variety	树龄/年 Age	序号 Number	品种 Variety	树龄/年 Age
1	大泡核桃 1	12	20	圆菠萝 1	12
2	大泡核桃 2	15	21	圆菠萝 2	11
3	大泡核桃 3	10	22	桐子果	11
4	大泡核桃 4	13	23	夹棉大麻	11
5	青皮大泡	15	24	夹棉小麻	11
6	小泡核桃	13	25	漾杂一号	15
7	纸皮核桃	10	26	漾杂二号	15
8	细皮核桃	14	27	漾杂三号	15
9	小胖若核桃	13	28	漾江一号	15
10	三台核桃 1	12	29	云新云林 1	14
11	三台核桃 2	11	30	云新云林 2	12
12	方壳核桃	11	31	云新高原	13
13	娘青核桃	13	32	云新 90301	10
14	大木瓜核桃	11	33	云新 90303	10
15	扎 343	10	34	云新 90306	10
16	新翠丰	10	35	大包壳	11
17	新新 2 号	10	36	大尖嘴	13
18	新早丰	10	37	四方果	12
19	小圆果	12			

1.2 方法

1.2.1 田间调查

2017 年、2018 年于核桃叶部病害发病初期、盛发期和盛发后期，在云南大理、楚雄、昌宁、临沧等地的核桃种植基地进行核桃叶枯病田间自然发病调查。每个品种选取具有代表性的 10 株，每株分别从东西南北 4 个方向各选择 10 片叶，调查叶枯病病叶的生长状况、病斑面积、病斑形状、大小、颜色、数量等，采用十字交叉法测量病斑直径，统计相关数据，计算相应的病斑面积均值和病情指数。

$$病情指数=\frac{\sum(病级\times该级叶片数)}{总叶片数\times最高病级}\times 100。$$

病害分级标准参照苜蓿匍柄霉叶斑病的分级标准，稍有改进[16]。

表 2 核桃叶枯病田间调查分级标准

Table 2 Classification standard of walnut leaf blight disease by field investigation

级别 Grade	症状 Symptom
0 级 0 grade	无病斑出现，叶片呈现正常绿色
1 级 1st grade	1 个病斑，病斑面积占叶面积 6%以下
2 级 2nd grade	1～3 个病斑，病斑面积占叶面积 6%～20%，叶片开始褪绿
3 级 3rd grade	3～10 个病斑，病斑面积占叶面积 21%～50%，病斑坏死，叶片发黄
4 级 4th grade	10 个以上病斑，病斑面积占叶面积 50%以上，叶片发黄，脱叶

以病情指数为基础，采用相对抗病性评价不同品种的抗性程度，根据病情指数并参照王瑜等[17]抗性分级研究中划分标准进行抗性划分。抗病：病情指数＜5；中抗：5≤病情指数≤15；中感：15＜病情指数≤25；感病：病情指数＞25。

1.2.2　离体接种

1.2.2.1　菌株培育及接种材料处理

链格孢在 PDA 培养基上于 25℃培养 5 d 后，采用 3 mm 打孔器在菌落边缘打取菌饼，备用。

供试核桃嫩叶用 75%乙醇表面消毒后用无菌水冲洗 3 次，吸干表面水分，用石英砂在叶片正面固定部位摩擦，造成轻微伤口，备用。

1.2.2.2　接种

试验采集的 37 个核桃品种的叶片大小相近。在培养皿底层放入滤纸并加入无菌水使其润湿，将经过处理的叶片放入培养皿内，叶柄基部用浸湿的脱脂棉裹住以保持水分；然后将制好的菌饼反扣在叶片摩擦部位，以接种无菌 PDA 为对照，各处理重复 10 次。每天观察记录接种后叶片的发病情况。3 d 后开始按十字交叉法测量病斑直径，直至第 7 天，采用第 5 天的数据计算病斑面积。

病害分级标准参照黄德芬[18]的分级标准，在此基础上进行改进。将接种后叶片出现的病斑面积分为以下几级(表 3)。

表 3　离体接种条件下核桃叶枯病分级标准

Table 3　Classification standard of walnut leaf blight disease by *in vitro* leaf-inoculation

病级 Grade	症状 Symptom
0 级 0 grade	无病症
1 级 1st grade	病斑面积占叶面积≤5%
2 级 2nd grade	5%＜病斑面积占叶面积≤25%
3 级 3rd grade	25%＜病斑面积占叶面积≤50%
4 级 4th grade	病斑面积占叶面积＞50%

1.2.3　数据处理与分析

所收集的试验数据进行病情指数计算，再用 SPSS 22.0 软件进行聚类分析。根据所测量的直径计算出病斑面积，然后去掉病斑面积数据的最大值和最小值，依次进行以下 6 种处理：不转换、对数转换、平方根转换、中心化转换、规格化转换以及标准化转换；聚类方法采用组间连接法、组内连接法、最近距离法、最远距离法、重心法、中位数法、Ward 最小偏差平方和法等 7 种方法；聚类距离采用欧氏距离。将数据处理方法、聚类方法和聚类距离分别组合进行数据分析，依据接种后的平均病斑面积和聚类分析结果，筛选出最适合的聚类分析方法。

1.3　抗性评价

根据田间调查和离体接种的结果进行系统聚类分析，结合病情指数分级，对 37 个核桃品种对 *Alternaria alternata* 的抗性进行划分。

2　结果与分析

2.1　田间调查抗性评价

由表 4 可以看出，37 个核桃品种的病情指数在 2.5～32.6 范围内。病情指数是反映不同核桃品种抗病性的一项重要指标，根据病情指数划分 37 个核桃品种的抗病性：抗病品种 13 个，占 35.13%；中抗品种 16 个，占 43.24%；中感品种 6 个，占 16.22%；感病品种 2 个，占 5.40%。

表 4　不同核桃品种对叶枯病的田间抗性

Table 4　Filed resistance of different walnut varieties to leaf blight by field investigation

序号 Number	品种 Variety	病情指数 Disease index	抗性等级 Resistance grade
1	大泡核桃 1	2.5	抗病 R
2	三台核桃 1	2.5	抗病 R
3	漾杂一号	2.5	抗病 R
4	大泡核桃 3	2.8	抗病 R
5	夹棉小麻	2.9	抗病 R
6	大泡核桃 4	3.4	抗病 R
7	小胖若核桃	3.6	抗病 R
8	圆菠萝 1	3.7	抗病 R
9	夹棉大麻	3.9	抗病 R
10	新新 2 号	4.0	抗病 R
11	纸皮核桃	4.2	抗病 R
12	小圆果	4.4	抗病 R
13	桐子果	4.5	抗病 R
14	大木瓜核桃	7.3	中抗 MR
15	云新 90303	7.5	中抗 MR
16	三台核桃 2	7.9	中抗 MR
17	方壳核桃	8.0	中抗 MR
18	大泡核桃 2	8.2	中抗 MR
19	小泡核桃	8.5	中抗 MR
20	新翠丰	8.8	中抗 MR
21	云新云林 2	9.1	中抗 MR
22	青皮大泡	9.3	中抗 MR
23	四方果	9.5	中抗 MR
24	云新云林 1	9.8	中抗 MR
25	大包壳	10.1	中抗 MR
26	细皮核桃	10.3	中抗 MR
27	漾杂三号	10.4	中抗 MR
28	娘青核桃	11.1	中抗 MR
29	漾杂二号	11.4	中抗 MR

续表 4 Table 4(Continued)

序号 Number	品种 Variety	病情指数 Disease index	抗性等级 Resistance grade
30	扎 343	18.3	中感 MS
31	新早丰	18.4	中感 MS
32	漾江一号	19.2	中感 MS
33	云新高原	19.7	中感 MS
34	云新 90306	20.4	中感 MS
35	大尖嘴	21.2	中感 MS
36	圆菠萝 2	30.8	感病 S
37	云新 90301	32.6	感病 S

按病斑面积均值，对 37 个品种进行系统聚类分析，结果显示，将各重复病斑平均面积原始数值不作转换、聚类方法采用 Ward 最小偏差平方和法、聚类距离采用欧式距离，所得聚类结果与田间调查病情指数划分结果吻合度最好，符合田间调查病斑大小的分布规律。据此，以欧式距离 5 作为聚类分割点，将 37 个核桃品种分为 4 类，第 1 类 13 个抗病品种；第 2 类 16 个中抗品种；第 3 类 6 个中感品种；第 4 类 2 个感病品种(图 1)。

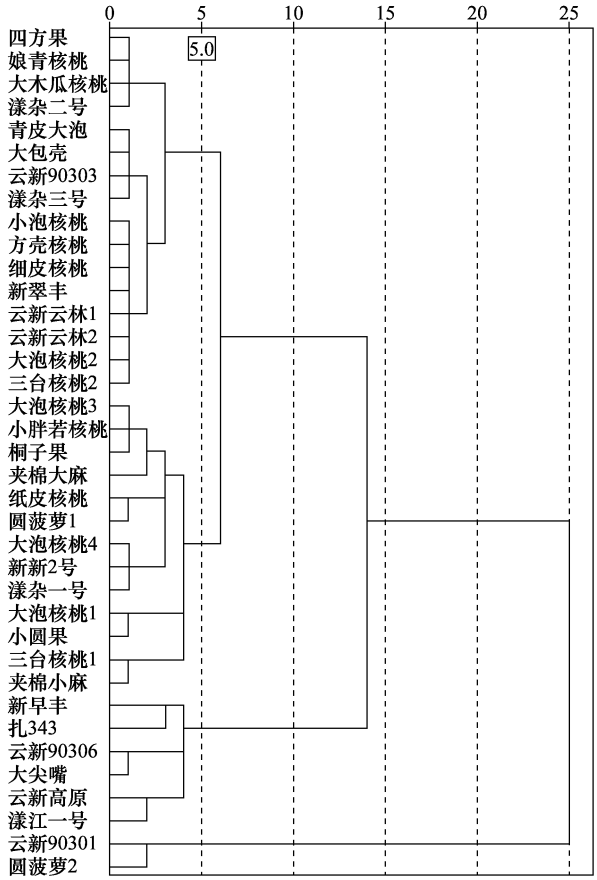


图 1 基于田间调查病斑面积的不同核桃品种对叶枯病抗性的聚类分析

Fig. 1 Cluster analysis of resistance of different walnut varieties to leaf blight in field based on lesion area

2.2 离体鉴定抗性评价

将链格孢接种在 37 个核桃品种叶片上，测量病斑直径，计算 5 d 后病斑面积，按照病害分级标准，将 37 个核桃品种分为 4 类抗性等级：第 1 类有 16 个抗病品种，病斑面积在 0～40.14 mm^2 范围内；第 2 类有 12 个中抗品种，病斑面积在 52.48～124.96 mm^2 范围内；第 3 类有 7 个中感品种，病斑面积在 174.76～327.44 mm^2 范围内；第 4 类有 2 个感病品种，病斑面积大于 840 mm^2(表 5)。

表 5 不同核桃品种接种链格孢后的抗病性反应

Table 5 Disease resistance of different walnut varieties to leaf blight by using leaf-inoculation

序号 Number	品种 Variety	病斑面积均值/mm^2 Mean lesion area	抗性等级 Resistance grade
1	大泡核桃 1	0.00	抗病 R
2	小圆果	5.05	抗病 R
3	三台核桃 1	7.19	抗病 R
4	夹棉小麻	8.33	抗病 R
5	纸皮核桃	11.43	抗病 R
6	圆菠萝 1	11.73	抗病 R
7	大泡核桃 4	12.08	抗病 R
8	新新 2 号	14.66	抗病 R
9	漾杂一号	20.00	抗病 R
10	新翠丰	21.62	抗病 R
11	大泡核桃 3	23.82	抗病 R
12	云新高原	24.50	抗病 R
13	夹棉大麻	24.73	抗病 R
14	云新云林 1	31.24	抗病 R
15	桐子果	33.60	抗病 R
16	小胖若核桃	40.14	抗病 R
17	小泡核桃	52.48	中抗 MR
18	方壳核桃	55.94	中抗 MR
19	云新云林 2	60.60	中抗 MR
20	大泡核桃 2	61.87	中抗 MR
21	漾杂三号	68.18	中抗 MR
22	青皮大泡	92.05	中抗 MR
23	云新 90303	100.27	中抗 MR
24	四方果	105.86	中抗 MR
25	大木瓜核桃	106.48	中抗 MR
26	三台核桃 2	110.55	中抗 MR
27	大包壳	114.43	中抗 MR
28	漾杂二号	124.96	中抗 MR
29	娘青核桃	174.76	中感 MS
30	云新 90306	178.49	中感 MS
31	漾江一号	196.94	中感 MS
32	细皮核桃	222.59	中感 MS
33	大尖嘴	281.35	中感 MS
34	新早丰	316.09	中感 MS
35	扎 343	327.44	中感 MS
36	云新 90301	843.72	感病 S
37	圆菠萝 2	887.68	感病 S

用离体接种叶片的病斑面积进行聚类分析，将 37 个核桃品种分为 4 类，第 1 类 16 个抗病品种占 43.24%；第

2 类 12 个中抗品种占 32.43%；第 3 类 7 个中感品种占 18.91%；第 4 类 2 个感病品种占 5.40%（图 2）。

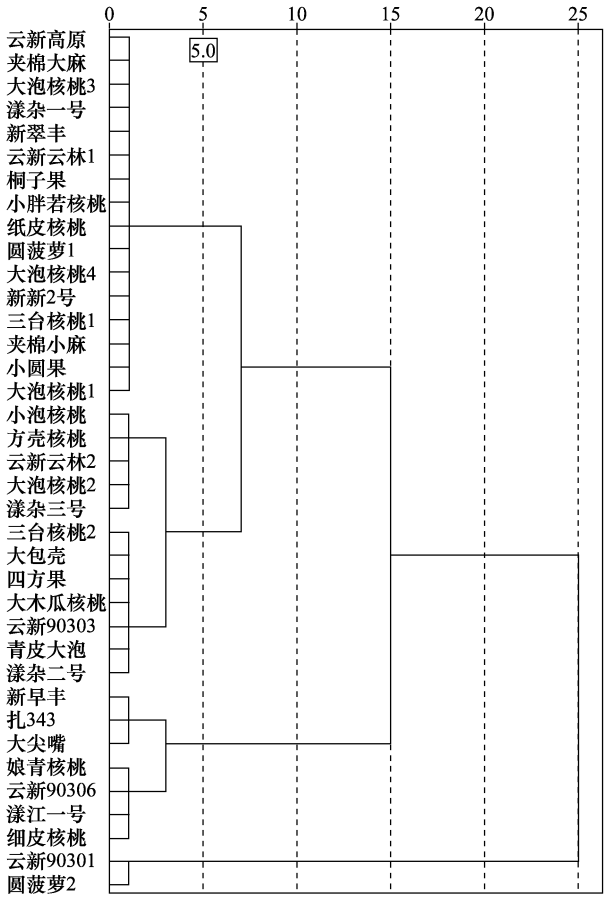


图 2　基于离体接种叶片上病斑面积的不同核桃品种对叶枯病抗性的聚类分析

Fig. 2　Cluster analysis of resistance of different walnut varieties to leaf blight based on lesion area on inoculated leaf *in vitro*

2.3　田间调查与离体接种抗病性综合评价

表 6 结果显示，两种方法的抗病性评价结果吻合度较高，有 33 个品种对 *Alternaria alternata* 的抗性结果一致，占测试品种的 89.2%。综合评价后，将测试的 37 个品种对 *Alternaria alternata* 抗性分为 4 类。第 1 类 13 个抗病品种（R）：‘大泡核桃 1’、‘小圆果’、‘三台核桃 1’、‘夹棉小麻’、‘纸皮核桃’、‘圆菠萝 1’、‘大泡核桃 4’、‘新新 2 号’、‘漾杂一号’、‘大泡核桃 3’、‘夹棉大麻’、‘桐子果’、‘小胖若核桃’；第 2 类 15 个中抗品种（MR）：‘新翠丰’、‘云新云林 1’、‘小泡核桃’、‘方壳核桃’、‘云新云林 2’、‘大泡核桃 2’、‘漾杂三号’、‘青皮大泡’、‘云新 90303’、‘四方果’、‘大木瓜核桃’、‘三台核桃 2’、‘大包壳’、‘漾杂二号’、‘娘青核桃’；第 3 类 7 个中感品种（MS）：‘云新高原’、‘云新 90306’、‘漾江一号’、‘细皮核桃’、‘大尖嘴’、‘新早丰’、‘扎 343’；第 4 类 2 个感病品种（S）：‘云新 90301’、‘圆菠萝 2’。

3　结论与讨论

抗病性评价是植物病害防治的重要途径，是作物抗病育种的重要基础，从抗原筛选、后代选择、直到品种推广的全过程都离不开抗病性评价。抗性是寄主、病原物和环境三者之间相互作用的综合表现，抗病或感病是相对于特定的菌株和特定环境条件下品种的表现型[19-22]。而聚类分析法是多种植物抗性评价方法之一，作为数据分析工具，聚类的结果满足相同组中数据对象的差距尽可能的小，不同组中的数据差距尽可能大的鉴定方法，在各个领域都得到广泛的应用[23-25]。在本次试验研究中使用聚类分析法，可以将试验样品在抗病性方面的数量性状按其性质的亲疏度进行分类，从而得出不同品种的抗性分级。试验过程中采用 SPSS 23.0 软件对室内离体接种后的叶片病斑面积进行聚类分析，将 37 个核桃品种分为抗病、中抗、中感、感病 4 类，并且试验结果与田间调查的抗病性评价结果高度吻合。陈永芳等应用关联分析法，对橘类 18 个品种和其果实品质进行了综合评价，明确了最优品种，试验结果证实了聚类分析可以作为选择优良品种的评价方法[26]。

核桃叶枯病是一种较大程度影响核桃产业可持续发展的植物病害，目前主要采用化学防治，不仅污染环境，还容易产生抗药性，选育和栽培抗病品种成为生产中防治该病安全而长效的方法。本研究采用田间调查和离体接种方法评价了云南主栽的 37 个核桃品种对 *A. alternata* 引起的叶枯病的抗性，离体接种的结果与田间调查的结果吻合度较高，经过综合评价将 37 个核桃品种对叶枯病的抗性反应划分为抗病、中抗、中感、感病 4 个类别，其中 13 个品种抗病，15 个品种中抗，7 个品种中度感病，2 个品种感病。这种方法适合于人工接种条件下核桃品种对叶枯病的抗病反应分类。本研究结果显示，同一核桃品种不同树龄表现出了对叶枯病的不同抗性，在相同的环境因子下，随着树势增强，抗性也相应增强。本研究为今后核桃种植过程中筛选抗病基因，选育新的抗病种质资源，进一步优化抗病育种和叶枯病的防治等方面提供了基础数据，并为今后核桃新品种培育和核桃产业的健康发展提供了科学依据。

表 6 田间调查与离体接种抗病性评价结果比较

Table 6 Comparison of resistance evaluation by field investigation and *in vitro* inoculation

序号 Number	品种 Variety	抗性等级划分 Resistance classification			
		病情分级 Disease classification		聚类分级 Cluster classification	
		田间调查 Field investigation	离体鉴定 *In vitro* evaluation	田间调查 Field investigation	离体鉴定 *In vitro* evaluation
1	大泡核桃 1	抗病 R	抗病 R	抗病 R	抗病 R
2	小圆果	抗病 R	抗病 R	抗病 R	抗病 R
3	三台核桃 1	抗病 R	抗病 R	抗病 R	抗病 R
4	夹棉小麻	抗病 R	抗病 R	抗病 R	抗病 R
5	纸皮核桃	抗病 R	抗病 R	抗病 R	抗病 R
6	圆菠萝 1	抗病 R	抗病 R	抗病 R	抗病 R
7	大泡核桃 4	抗病 R	抗病 R	抗病 R	抗病 R
8	新新 2 号	抗病 R	抗病 R	抗病 R	抗病 R
9	漾杂一号	抗病 R	抗病 R	抗病 R	抗病 R
10	新翠丰	中抗 MR	抗病 R	中抗 MR	抗病 R
11	大泡核桃 3	抗病 R	抗病 R	抗病 R	抗病 R
12	云新高原	中感 MS	抗病 R	中感 MS	抗病 R
13	夹棉大麻	抗病 R	抗病 R	抗病 R	抗病 R
14	云新云林 1	中抗 MR	抗病 R	中抗 MR	抗病 R
15	桐子果	抗病 R	抗病 R	抗病 R	抗病 R
16	小胖若核桃	抗病 R	抗病 R	抗病 R	抗病 R
17	小泡核桃	中抗 MR	中抗 MR	中抗 MR	中抗 MR
18	方壳核桃	中抗 MR	中抗 MR	中抗 MR	中抗 MR
19	云新云林 2	中抗 MR	中抗 MR	中抗 MR	中抗 MR
20	大泡核桃 2	中抗 MR	中抗 MR	中抗 MR	中抗 MR
21	漾杂三号	中抗 MR	中抗 MR	中抗 MR	中抗 MR
22	青皮大泡	中抗 MR	中抗 MR	中抗 MR	中抗 MR
23	云新 90303	中抗 MR	中抗 MR	中抗 MR	中抗 MR
24	四方果	中抗 MR	中抗 MR	中抗 MR	中抗 MR
25	大木瓜核桃	中抗 MR	中抗 MR	中抗 MR	中抗 MR
26	三台核桃 2	中抗 MR	中抗 MR	中抗 MR	中抗 MR
27	大包壳	中抗 MR	中抗 MR	中抗 MR	中抗 MR
28	漾杂二号	中抗 MR	中抗 MR	中抗 MR	中抗 MR
29	娘青核桃	中抗 MR	中感 MS	中抗 MR	中感 MS
30	云新 90306	中感 MS	中感 MS	中感 MS	中感 MS
31	漾江一号	中感 MS	中感 MS	中感 MS	中感 MS
32	细皮核桃	中感 MS	中感 MS	中抗 MR	中感 MS
33	大尖嘴	中感 MS	中感 MS	中感 MS	中感 MS
34	新早丰	中感 MS	中感 MS	中感 MS	中感 MS
35	扎 343	中感 MS	中感 MS	中感 MS	中感 MS
36	云新 90301	感病 S	感病 S	感病 S	感病 S
37	圆菠萝 2	感病 S	感病 S	感病 S	感病 S

参考文献

[1] 柏斌. 云南核桃已成为云南第一特色经济林果[J]. 中国果业信息，2015，32(11)：33.

[2] 马婷. 云南核桃林下经济发展模式参考[J]. 致富天地，2016(1)：11.

[3] 刘新伟，陈岩，宋福，等. 我国梨和部分国外梨果实上链格孢菌的鉴定研究[J]. 植物检疫，2009(5)：1－5.

[4] PEEVER T L，CANIHOS L Y，OLSEN L，et al. Population genetic structure and host specificity of *Alternaria* spp. causing brown spot of Minneola tangelo and rough lemon in Florida [J]. Phytopathology，1999，89(10)：851－860.

[5] PEEVER T L，SU G，CARPENTER-BOGGS L，et al. Molecular systematic of citrus-associated *Alternaria* species [J]. Mycologia，2004，96(1)：119－134.

[6] BELISARIO A，FORTI E，CORAZZE L，et al. First report *Alternaria alternate* causing leaf spot on English walnut[J]. Plant Disease，1999，83(7)：696.

[7] BELISARIO A，MACCARONI M，CORAMUSI A，et al. First report of *Alternaria* species groups involved in disease complexes of hazelnut and walnut fruit [J]. Plant Disease，2004，88(4)：426.

(下转 235 页)

‘WL298HQ’>‘龙牧 806’>‘北极星’>‘皇后’>‘北极熊’>‘CW2000’>‘敖汉’。

参考文献

[1] 赵燕梅,钟华,崔志文,等. 不同品种、刈割时期苜蓿的营养特性[J]. 草业与畜牧,2015(1):17 - 22.

[2] 孟悦,徐博,陈晶晶,等. 紫花苜蓿根腐病及其防治方法的研究进展[J]. 江西农业,2017(23):30.

[3] 丛丽丽,康俊梅,张铁军,等. 苜蓿镰刀菌根腐病病原菌的分离鉴定与致病性分析[J]. 草地学报,2017,25(4):857 - 865.

[4] 李万苍,李文明,孟有儒. 苜蓿根腐病菌(*Fusarium solani*)生物学特性研究[J]. 草业学报,2005(4):106 - 110.

[5] 郭玉霞,管永卓,张金锋,等. 根腐病原镰刀菌-苜蓿品种-土壤水分互作对种苗生长的影响[J]. 草地学报,2015,23(3):623 - 631.

[6] 铁男. 苜蓿根腐病如何防治[J]. 农药市场信息,2018(17):48.

[7] 李敏权. 苜蓿根和根颈腐烂病病原致病性及品种抗病性研究[J]. 中国草地,2003(1):40 - 44.

[8] WU Hongsheng, ZHOU Xiaodong, SHI Xue, et al. *In vitro* responses of *Fusarium oxysporum* f. sp. *niveum* to phenolic acids in decaying watermelon tissues [J]. Phytochemistry Letters, 2013, 8: 171 - 178.

[9] BOOTH C. 镰刀菌属[M]. 陈其焕译. 北京:农业出版社,1988.

[10] 辛宝宝, 袁庆华, 王瑜, 等. 不同苜蓿材料对木贼镰刀菌根腐病的抗病性评价[J]. 植物保护, 2016, 42(5): 158 - 164.

[11] SAMPIETRO D A, MARIN P, IGLESIAS J, et al. A molecular based strategy for rapid diagnosis of toxigenic Fusarium-species associated to cereal grains from Argentina [J]. Fungal Biology, 2010, 114: 74 - 81.

[12] SCHOCH C L, SEIFERT K A, HUHNDORF S, et al. Nuclear ribosomal internal transcribed spacer (rDNA-ITS) region as a universal DNA barcode marker for fungi [J]. Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America, 2012, 109(16): 6241 - 6246.

[13] 刘晓倩,祁建民,陈玉森,等. 中国红麻炭疽病病原菌的分离鉴定及 rDNA-ITS 序列分析[J]. 中国农业科学,2012,45(17):3515 - 3521.

[14] 黄宁,孙鑫博,王铁梅,等. 62 个苜蓿品种抗根腐病评价及抗病评价标准品种的筛选[J]. 中国草地学报,2013,35(1):12 - 17.

[15] 辛宝宝,袁庆华,王瑜,等. 紫花苜蓿对尖孢镰刀菌的抗性评价[J]. 中国草地学报,2016,38(1):74 - 80.

[16] 潘龙其,张丽,田进山,等. 紫花苜蓿不同品种对拟枝孢镰刀菌的抗性评价[J]. 草业学报,2016,25(5):95 - 101.

[17] 郭玉霞,郭志鹏,张靖雪,等. 锐顶镰孢致病性及苜蓿品种间的抗病性研究[J]. 植物病理学报,2018,48(2):213 - 222.

[18] 孔前前,秦丰,张雨竹,等. 苜蓿镰孢菌根腐病病原致病性和毒素化学型测定[J]. 中国农业大学学报,2018,23(5):74 - 85.

(责任编辑: 杨明丽)

(上接 200 页)

[8] HONG S G, MACCARONI M, FIGULI P J, et al. Polyphasic classification of *Alternaria* isolated from hazelnut and walnut fruit in Europe[J]. Mycological Research, 2006, 110(11): 1290 - 1300.

[9] 徐阳,刘雪峰,蒋萍,等. 和田地区核桃叶枯病病原菌的鉴定[J]. 西部林业科学,2012,41(3):102 - 105.

[10] 曲文文,刘霞,杨克强,等. 山东省危害核桃的链格孢属真菌鉴定及其系统发育[J]. 植物保护学报,2012,39(2):121 - 128.

[11] 韩敏,蒋萍. 核桃叶斑病病原菌的分子鉴定[J]. 新疆农业科学,2015,52(1):91 - 96.

[12] 陈红梅,李金花,柴兆祥,等. 35 个马铃薯品种对镰刀菌干腐病优势病原的抗病性评价[J]. 植物保护学报,2012,39(4):308 - 314.

[13] 余仲东,李涛,王兴旺,等. 5 个核桃主栽品种对 *Botryosphaeria* 溃疡病的抗性评估[J]. 中国南方果树,2016,45(4):123 - 125.

[14] 牛亚胜,谢鸣,汪恒兴,等. 核桃品种对黑斑病抗性的研究[J]. 北方果树,2010(4):5 - 7.

[15] 石进昌,马玉林. 不同核桃品种对核桃细菌性黑斑病的抗性调查[J]. 中国园艺文摘,2017,33(2):66.

[16] 张静妮. 不同秋眠等级苜蓿匍柄霉叶斑病抗性评价及抗病机理研究[D]. 北京:北京林业大学,2008.

[17] 王瑜,刘怡,周彬彬,等. 苜蓿对匍柄霉叶斑病与茎点霉叶斑病的抗性评价研究[J]. 草业学报,2015,24(7):155 - 162.

[18] 黄德芬. 甘蓝黑腐病的离体抗性鉴定及相关生理生化指标分析[D]. 重庆:西南大学,2011.

[19] 玄立春,王红霞,孙晓丽,等. 核桃青皮单宁测定方法的研究[J]. 河北果树,2013(4):4 - 6.

[20] 寿园园,李春敏,赵永波,等. 苹果抗褐斑病离体鉴定的方法[J]. 果树学报,2009,26(6):912 - 914.

[21] 高润蕾. 哈密瓜细菌性叶斑病病原鉴定及不同品种抗病性测定[D]. 呼和浩特:内蒙古农业大学,2009.

[22] 姜琬. 重庆枇杷灰斑病菌鉴定、抗性评价及防控研究[D]. 重庆:西南大学,2014.

[23] 刘天明,李华,张振文. 鲜食葡萄品种对霜霉病的抗性及抗病机理研究[J]. 植物保护学报,2001,28(2):118 - 122.

[24] 殷辉,周建波,吕红,等. 36 个苹果树品种对腐烂病菌的抗病性评价[J]. 山西农业科学,2017,45(6):998 - 1001.

[25] 施丽丽. 河北省太行山区核桃主要栽培品种综合性状评价研究[D]. 保定:河北农业大学,2012.

[26] 陈永芳,弓成林,程昌凤. 18 个桔类品种果实品质的灰色关联分析[J]. 四川农业大学学报,2000,18(2):157 - 159.

(责任编辑: 杨明丽)