



王冬梅,张雁东,冯小飞,等. 11个核桃品种嫁接苗对炭疽病的抗性评价与分析[J]. 黑龙江农业科学,2022(10):55-61.

# 11个核桃品种嫁接苗对炭疽病的抗性评价与分析

王冬梅<sup>1,2</sup>,张雁东<sup>2</sup>,冯小飞<sup>1</sup>,赵 宁<sup>1</sup>,韩晓磊<sup>3</sup>,杨 斌<sup>1</sup>

(1. 西南林业大学 云南省森林灾害预警与控制重点实验室,云南 昆明 650224; 2. 大理州林业和草原科学研究所,云南 大理 671000; 3. 湖南省农业科学院 农产品加工研究所,湖南 长沙 410125)

**摘要:**为筛选出云南地区抗炭疽病的优良核桃品种,以 11 个云南主栽核桃品种 1 年生苗(嫁接苗)为研究对象,采用田间活体叶片接种的方法,研究了 11 个核桃品种对胶孢炭疽菌的抗性。结果表明,接种后第 8 天,‘圆菠萝’和‘大泡’品种病斑面积较小,分别为 0.42 和 0.55 mm<sup>2</sup>,且发病率均小于 10%;‘云新 14’和‘铁核桃’病斑面积较大,分别为 3.53 和 3.23 mm<sup>2</sup>,二者发病率均大于 75%。通过抗性分级和聚类分析,将 11 个核桃品种划分为 2 个抗病品种、2 个中抗品种、3 个中感品种、4 个感病品种,即‘圆菠萝’和‘大泡’为抗病品种,‘新疆核桃’和‘桐子果’为中抗品种,‘三台’‘龙佳’和‘娘青’为中感品种,‘云新 227’‘云新 306’‘云新 14’和‘铁核桃’为感病品种。

**关键词:**核桃;胶孢炭疽菌;抗性评价

核桃炭疽病是由胶孢炭疽菌(*Colletotrichum gloeosporioides* Penz.)引起的一种真菌性病害,主要

危害未成熟的核桃果实,引起果实腐烂或早期落果<sup>[1-2]</sup>,发病严重时可导致产量损失 50% 以上<sup>[3]</sup>,同时该病原菌也能侵染核桃叶片、芽及嫩梢<sup>[2,4]</sup>,造成叶片、嫩梢大面积坏死,严重影响了核桃的产量及质量。据武红霞<sup>[5]</sup>调查发现,2017—2019 年我国核桃炭疽病发病率约为 50%~80%,仅有防控及时的核桃园发病率较低,因此,核桃炭疽病已然成为了核桃生产中的灾难性病害。云南省是中国核桃种植

收稿日期:2022-08-01

基金项目:云南省林业科技创新项目([2014]CX05);云南省教育厅科学研究基金项目(2022J0506)。

第一作者:王冬梅(1986—),女,硕士,林业工程师,从事农业有害生物综合防控研究。E-mail:565206601@qq.com。

通信作者:杨斌(1971—),男,博士,教授,博导,从事森林有害生物综合调控研究。E-mail:yangbin48053@163.com。

## Effects of Tree Chemicals on Germination and Emergence of Potato

LI He-peng<sup>1</sup>, YU Hong-tao<sup>1</sup>, DING Jun-jie<sup>2</sup>, YANG Xin-chun<sup>1</sup>, FU Qiang<sup>1</sup>, GAO Xue-dong<sup>2</sup>, SHI Yun-qiang<sup>1</sup>, SHEN Hai-jun<sup>1</sup>

(1. Suihua Branch, Heilongjiang Academy of Agricultural Sciences, Suihua 152052, China; 2. Jiamusi Branch, Heilongjiang Academy of Agricultural Sciences, Jiamusi 154007, China)

**Abstract:** Gibberellin is often used to promote germination in the process of potato planting, but the concentration of gibberellin is controversial, and it is easy to cause problems such as plant overgrowth and seed potato rot. To solve this problem, experiments were carried out to evaluate the effects of sodium borate, Bihu and harpin on potato from germination to seedling stage, and to explore the feasibility of replacing gibberellin. The results showed that sodium borate inhibited seedling emergence and seedling growth, but increased the number of main stems and fresh weight. The appropriate concentration was 0.7 mg·L<sup>-1</sup>; Harpin had a relatively small promoting effect on seedling emergence and growth, can increased the fresh weight of plants, and had a certain potential to prevent and control diseases from germination to seedling stage. The appropriate concentration was 670 mg·L<sup>-1</sup>; Bihu had a relatively good effect of promoting shoot growth, increased the number of main stems and strengthening plants, and the appropriate concentration was 145 mg·L<sup>-1</sup>. Spraying potato blocks with 145 mg·L<sup>-1</sup> Bihu solution until the surface was wet and then drying and sowing can increase the number of main stems of potato, and increased the stem diameter, plant growth speed and aboveground and underground fresh weight at seedling stage, it has potential value to replace gibberellin.

**Keywords:** potato; growth; sodium borate; Bihu; harpin

的第一大省,全省有 120 多个县(市)种植核桃<sup>[6]</sup>。截至 2020 年底,全省核桃种植面积约  $2.87 \times 10^6 \text{ hm}^2$ ,年产量  $1.48 \times 10^6 \text{ t}$ ,年产值达到 412 亿元,且种植面积、产量、产值均居全国第一<sup>[7]</sup>。同时,核桃已成为云南省山区、半山区林农增收的主导产业,为该地区经济增长及生态保护发挥了重要作用。但是随着核桃产业的不断发展,云南部分地区核桃病害发生日趋严重,其中,由胶孢炭疽菌引起的核桃炭疽病是云南地区重要的核桃真菌病害之一<sup>[[8-11]]</sup>,张知晓等<sup>[12]</sup>对云南省 10 个核桃主产区核桃果实病害进行调查发现,盘长孢状刺盘孢(*C. gloeosporioides*)出现率最高,为 16.33%,核桃炭疽病发生普遍,危害面积大,已成为制约全省核桃产业发展的重要瓶颈。

目前,化学防治仍然是核桃炭疽病的重要防治手段,广谱性抑菌农药的使用虽在田间防治过程中取得了一定效果,但长期单一、频繁使用化学农药会引起病原菌产生抗药性,危害非靶标生物。相较于化学防治使用过程中带来的环境和生态问题,通过抗病品种的筛选获得抗性较强的核桃品种则更安全可靠<sup>[13-14]</sup>。近年来,国内开展了大量的核桃抗性评价工作,筛选出了多个抗病核桃品种,如‘强特勒’‘霍华德’‘辽宁 1 号’‘辽宁 2 号’‘辽核 1 号’‘辽核 3 号’‘大泡核桃’‘川早 1 号’

‘蜀江 1 号’‘无性系 86 号’‘200 号’等品种,上述研究作为核桃品种的选育和栽种提供了较好的借鉴和参考<sup>[10,15-20]</sup>。大理州是云南省核桃主产区之一,目前针对大理州核桃品种抗炭疽病的研究相对较少,特别是缺少针对该地区幼龄核桃嫁接苗抗病品种的筛选。因此,本研究采用活体接种的方法,对 11 个大理州主栽核桃品种嫁接苗进行了抗胶孢炭疽菌品种的筛选和评价,旨在筛选出抗病性强的优良品种,为该地区抗炭疽病核桃品种选育提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 材料

田间试验于 2021 年 2—6 月在大理州林业和草原科学研究所科研试验基地阳光板温室大棚进行。

接种材料为 11 个核桃品种,具体信息如表 1 所示。10 个核桃品种嫁接苗和 1 个铁核桃实生苗均选择大理州主栽品种,以该实生苗 1 年生苗为砧木,其余 10 个泡核桃品种穗条嫁接后连同实生苗种植于温室大棚内展叶备用。每个品种选取长势相近的 6 株苗木为供试植株,备用。

供试胶孢炭疽菌由西南林业大学云南省森林灾害预警与控制重点实验室提供,菌株保存于 4℃ 冰箱。

表 1 核桃品种信息

序号	品种	来源/穗条来源
1	铁核桃	漾濞县苍山西镇秀岭村
2	龙佳	漾濞县马厂核桃林场
3	桐子果	云龙县团结乡河东村
4	娘青	漾濞县太平乡太平村
5	圆菠萝	云龙县团结乡河东村
6	大泡	漾濞县马厂核桃林场
7	新疆核桃	云南省林业和草原科学院漾濞核桃研究院
8	云新 14	云南省林业和草原科学院漾濞核桃研究院
9	云新 306	云南省林业和草原科学院漾濞核桃研究院
10	云新 227	云南省林业和草原科学院漾濞核桃研究院
11	三台	祥云县米甸镇怀宝基地

1.2 方法

1.2.1 病原菌孢子悬浮液配制 胶孢炭疽菌于 PDA 平板上,25℃ 培养至产孢,在无菌条件下,挑取孢子,用无菌水稀释至孢子悬浮液浓度

为  $1 \times 10^9 \text{ CFU} \cdot \text{mL}^{-1}$  备用。

1.2.2 接种 本试验采用叶片活体穿刺接种的方法对不同品种核桃叶片进行接种。选取健康,且大小相近的羽状复叶,蒸馏水喷洒清洗 3 次,自

然晾干后在不同叶片相近位置处进行针刺损伤处理,每个针刺点接种 5 μL 菌悬液,菌悬液自然干燥后相同方法重复接种 2 次,接种后的叶片套袋保湿培养,以无菌水处理为对照,每株接种 5 片小叶,每个品种设置 3 个处理组。

1.2.3 测定项目及方法 病害情况统计:接种后每隔 2 d 观察记录叶片发病情况,并用“十字交叉法”及时测量病斑面积<sup>[14,18-19,21]</sup>。计算发病率、病情指数,根据病斑大小制定病害分级标准,具体分级标准详见表 2<sup>[22]</sup>。

发病率(%) =  $\frac{\text{病斑数}}{\text{调查总斑数}} \times 100$ <sup>[23]</sup>

病情指数(%) =

$\frac{\sum(\text{病级代表数值} \times \text{该级病斑数})}{\text{最高病级代表数值} \times \text{调查总斑数}} \times 100$ <sup>[23]</sup>

表 2 田间接种病害分级标准

病级	分级标准/mm <sup>2</sup>	代表值
0	不发病(病斑面积 S=0)	0
1	0<S≤2	1
3	2<S≤5	2
5	5<S≤8	3
7	8<S≤12	4
9	S>12	5

抗性评价:以病情指数计算结果为评价指标,对不同核桃品种的抗病性进行评价,抗性评价标准参照表 3。同时,以 Word 最小偏差平方和法对平均病斑面积进行聚类分析,以欧氏距离 5 为分割点,对评价结果进行验证。

1.2.4 数据分析 使用 SPSS 26.0 进行数据统计分析及作图。

表 4 接种胶孢炭疽菌对核桃苗叶片发病率的影响

品种	发病率/%				
	接种 2 d	接种 4 d	接种 6 d	接种 8 d	接种 10 d
铁核桃	0 aA	18.75±6.25 abA	71.88±16.24 cdB	78.13±19.01 dB	88.54±12.63 dB
龙佳	0 aA	15.28±7.89 abA	23.61±12.73 abA	51.39±27.11 bcdB	70.14±22.28 bcdBC
桐子果	0 aA	1.67±2.89 aA	30.74±16.27 abAB	37.41±31.77 abcAB	44.26±31.60 abAB
娘青	0 aA	11.67±90.21 abA	40.00±8.66 bcB	51.67±10.41 bcdB	80.00±13.23 bcdC
圆菠萝	0 aA	5.00±8.66 aA	5.00±8.66 aA	10.00±8.66 aA	15.00±8.66 aA
大泡	0 aA	0 aA	3.33±5.77 aA	5.00±8.66 aA	15.00±15.00 aB
新疆核桃	0 aA	1.39±2.41 aA	19.79±9.02 abAB	34.10±16.08 abcAB	46.18±22.64 abcB
云新 14	0 aA	33.33±13.29 bAB	75.00±30.41 dB	76.67±31.75 dB	83.33±28.87 cdB
云新 306	0 aA	25.00±0.00 abB	50.00±0.00 bcdC	66.67±15.73 cdD	77.08±3.61 bcdD
云新 227	0 aA	6.67±7.64 aA	40.00±22.91 bcB	58.33±17.56 bcdBC	68.33±20.21 bcdCD
三台	0 aA	14.38±9.74 abA	17.71±12.63 abA	25.42±16.00 abA	57.50±18.87 bcdB

表 3 田间抗性评价标准

抗性级别	抗性水平	分级标准
4	抗病(R)	0<DI≤10
3	中抗(MR)	10<DI≤20
2	中感(MS)	20<DI≤30
1	感病(S)	DI>30

2 结果与分析

2.1 接种胶孢炭疽菌对核桃苗叶片发病率的 影响

如表 4 所示,炭疽病发病率因品种差异和接种时间而呈现不同的结果。接种 2 d 后,所有品种都未发病,‘大泡’核桃接种后第 6 天开始发病,其余品种均为第 4 天发病,核桃炭疽病发病初期叶片组织褐化并逐渐黑化腐烂,11 个品种的发病率均随着接种时间的增长而出现不同程度的升高。通过供试样品不同时段发病率差异性分析可知,接种后 6~10 d 内,不同品种核桃叶片的发病情况变化较大,且发病率升高显著。第 6 天时,‘大泡’发病率最低,仅为 3.33%,‘云新 14’发病率最高,达到了 75.00%,显著高于其他品种的发病率。接种 12 d 以后,11 种核桃叶片的发病率略有升高。‘大泡’发病率最小,接种 20 d 内变化范围在 0%~23.50%,‘铁核桃’最大,变化范围在 0%~91.67%,同时‘铁核桃’与‘云新 14’‘云新 227’‘云新 306’‘龙佳’‘娘青’5 个品种在接种后期(12~20 d)发病率差异均不显著。通过不同品种核桃发病率测定及差异统计分析结果发现,接种后 8~10 d 是发病的一个重要时间节点,能够较好地体现不同品种核桃叶片的发病情况。

表 4(续)

品 种	发病率/%				
	接种 12 d	接种 14 d	接种 16 d	接种 18 d	接种 20 d
铁核桃	88.54±12.63 cB	88.54±12.63 cB	87.50±11.27 cB	91.67±14.43 cB	91.67±14.43 cB
龙佳	77.78±15.64 cBC	81.94±13.56 cC	81.94±13.56 bcC	86.11±10.49 bcC	86.11±10.49 bcC
桐子果	52.96±34.54 abcAB	61.30±29.62 bcB	64.81±32.53 bcB	64.81±32.53 bcB	64.81±32.53 bcB
娘青	81.67±12.58 cC	85.00±13.23 cC	85.00±12.23 bcC	85.00±13.23 bcC	85.00±13.23 bcC
圆菠萝	35.00±13.23 abB	38.33±16.07 abB	46.67±10.41 abB	50.00±15.00 abB	50.00±15.00 abB
大泡	19.04±11.34 aB	19.04±11.34 aB	20.79±14.21 aB	23.50±12.33 aB	23.50±12.33 aB
新疆核桃	55.76±25.78 abcB	57.15±27.71 bcB	58.19±26.09 bcB	58.19±26.09 bcB	58.19±26.09 bcB
云新 14	83.33±28.87 cB	83.33±28.87 cB	83.33±28.87 bcB	85.00±25.98 bcB	85.00±25.98 bcB
云新 306	75.00±12.50 cD	75.00±12.50 bcD	75.00±12.50 bcD	75.00±0.00 bcD	75.00±0.00 bcD
云新 227	81.67±10.41 cCD	83.33±11.55 cD	85.00±8.66 bcD	86.67±10.41 bcD	86.67±10.41 bcD
三台	57.50±18.87 bcB	59.17±19.42 bcB	60.21±17.68 bcB	62.92±18.21 bcB	62.92±18.21 bcB

注:表中纵列不同小写字母表示同一时段不同品种核桃叶片发病率在  $P<0.05$  水平差异显著;横行不同大写字母表示同一品种不同接种时段叶片发病率在  $P<0.05$  水平差异显著。下同。

2.2 接种胶孢炭疽菌对核桃苗叶片病斑大小的影响

不同品种核桃接种胶孢炭疽菌前期(4~6 d)病斑面积较小,统计误差容易影响评价结果,因此对接种 8~20 d 的病斑面积进行测定和分析。由表 5 可知,各品种病斑面积随着时间的推移均呈上升趋势,同一品种不同时段炭疽病病斑面积差异性分析结果显示,接种 8~20 d 病斑面积增加差异不显著。说明该时段内,11 个核桃品种叶片炭疽病病斑面积变化不大。相同接种时间段内,叶片病斑面积因供试核桃品种不同而表现出大小

差异。其中,‘大泡’的病斑面积最小,接种 20 d 内变化范围在 0.55~0.75 mm<sup>2</sup>;‘云新 14’病斑面积最大,变化范围在 3.53~4.09 mm<sup>2</sup>。同时,‘铁核桃’‘云新 14’‘云新 306’‘云新 227’品种病斑面积较大,接种 8 d 时病斑面积就超过了 3.0 mm<sup>2</sup>,且显著大于相同时段其他品种的病斑面积。综合分析 11 个品种的发病率和病斑面积可知,‘铁核桃’‘云新 14’‘云新 227’‘云新 306’4 个品种在接种前期不仅发病率高,同时病斑面积较大,对胶孢炭疽菌的侵染抵抗能力较弱;‘大泡’和‘圆菠萝’发病率和病斑面积均较小,表现出了较强的抗病能力。

表 5 接种胶孢炭疽菌对核桃苗叶片病斑面积大小的影响

品 种	病斑面积/mm <sup>2</sup>						
	接种 8 d	接种 10 d	接种 12 d	接种 14 d	接种 16 d	接种 18 d	接种 20 d
铁核桃	3.23±0.70 bcA	3.31±0.88 bcA	3.38±1.06 bA	2.85±0.93 abcA	2.86±0.89 bcA	3.08±0.97 bcA	3.21±1.00 bcA
龙佳	2.58±1.07 bcA	2.52±0.85 abcA	2.45±0.66 abA	2.55±0.95 abcA	2.28±0.81 abcA	2.69±0.95 abcA	2.79±0.93 abcA
桐子果	1.54±1.40 abA	1.70±1.49 abcA	1.86±1.59 abA	1.98±1.48 abcA	2.39±1.14 abcA	2.10±1.33 abcA	2.15±1.34 abcA
娘青	2.57±0.48 bcA	2.56±0.55 abcA	2.56±0.63 abA	3.03±0.84 bcA	2.98±0.76 bcA	2.98±0.68 bcA	3.09±0.64 bcA
圆菠萝	0.42±0.29 aA	0.57±0.32 aA	0.72±0.35 aAB	0.79±0.38 abAB	0.85±0.17 abAB	1.26±0.41 abB	1.28±0.42 abB
大泡	0.55±0.55 aA	0.58±0.63 aA	0.62±0.71 aA	0.62±0.75 aA	0.52±0.59 aA	0.74±0.80 aA	0.75±0.82 aA
新疆核桃	1.32±0.65 abA	1.46±0.72 abA	1.60±0.80 abA	1.78±0.82 abcA	1.79±0.83 abcA	1.84±0.90 abcA	1.86±0.90 abcA
云新 14	3.53±1.79 cA	3.66±2.06 cA	3.79±2.33 bA	3.62±2.54 cA	3.73±2.43 cA	4.04±2.37 cA	4.09±2.44 cA
云新 306	3.00±0.48 bcA	3.22±0.29 bcA	3.43±0.10 bA	3.09±0.15 cA	3.15±0.28 cA	3.31±0.28 bcA	3.35±0.28 bcA
云新 227	3.08±1.12 bcA	3.32±1.02 bcA	3.55±0.92 bA	3.50±0.94 cA	3.80±1.31 cA	3.57±0.75 cA	3.58±0.76 bcA
三台	2.76±1.42 bcA	2.90±1.45 bcA	3.05±1.51 bA	3.07±1.44 cA	2.81±1.54 bcA	3.62±1.87 cA	3.60±1.88 bcA

2.3 不同核桃品种抗性分析

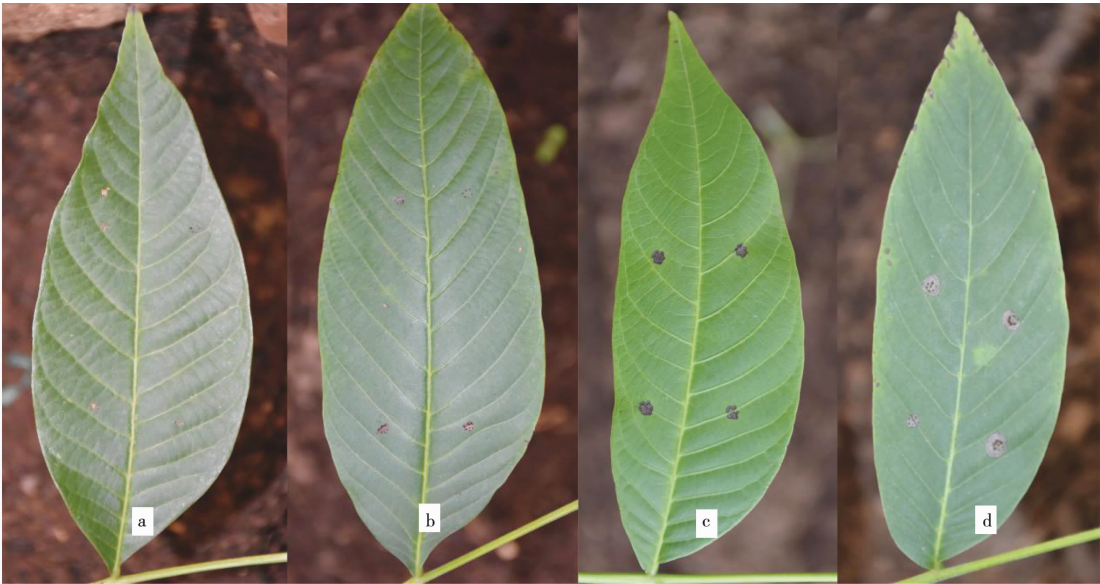
2.3.1 接种胶孢炭疽菌前期发病率、病斑面积分析 以前期发病率和病斑面积分析结果为依据,选取接种 8 d 的统计结果为标准,对各品种进行抗病分析及评价。结果表明,‘云新 14’病斑面积最大(3.53 mm<sup>2</sup>),‘铁核桃’次之(3.23 mm<sup>2</sup>),其次为‘云新 227’‘云新 306’,二者病斑面积分别为 3.08 和 3.00 mm<sup>2</sup>,且上述 4 个品种病斑面积差异不显著;‘圆菠萝’和‘大泡’病斑面积均较小,分别为 0.42 和 0.55 mm<sup>2</sup>,二者病斑面积显著小于其他品种。将 11 个品种病斑面积与发病率进行相关性分析可知,各品种平均发病率和平均病斑面积呈极显著正相关( $R^2$  为 0.889)。说明本研究中以发病率或者病斑面积为评价指标,均能较好地反映不同品种对胶孢炭疽菌的抵抗能力。

2.3.2 抗性评价 为了进一步对供试品种开展抗病性评价,以接种 8 d 的病斑面积计算对应品种的病情指数,结果如表 6 所示,11 个核桃品种病情指数在 4.17~36.04 范围内,根据抗性分级标准将 11 个核桃品种划分为 4 类抗性水平:第 1 类为 2 个抗病品种(‘圆菠萝’和‘大泡’),病情指数为 4.17%和 6.00%;第 2 类为 2 个中抗品种(‘新疆核桃’和‘桐子果’),病情指数为 15.29%和 17.07%;第 3 类为 3 个中感品种(‘三台’‘龙佳’‘娘青’),病情指数为 27.50%~29.67%;第 4 类

有 4 个感病品种(‘铁核桃’‘云新 14’‘云新 306’‘云新 227’),病情指数为 30.33%~36.04%,不同抗病级别具体表现详见图 1。同时,对 11 个核桃品种平均病斑面积进行聚类分析,结果显示当欧氏距离 5.0 时,11 个供试品种聚为 4 类:‘圆菠萝’‘大泡’聚为一类,‘新疆核桃’‘桐子果’聚为一类,‘三台’‘龙佳’‘娘青’聚为一类,‘云新 227’‘云新 306’‘云新 14’‘铁核桃’聚为一类(图 2)。该聚类结果与病情指数计算得出的抗性结果一致,证明本次研究 11 个品种对炭疽病的抗性评价具有一定的可靠性。

表 6 11 个核桃品种田间抗性评价

品种	病情指数/%	抗性级别	抗性水平
铁核桃	36.04±5.91 c	1	感病 S
云新 14	36.00±15.39 c	1	感病 S
云新 306	32.83±5.25 bc	1	感病 S
云新 227	30.33±10.41 bc	1	感病 S
娘青	29.67±5.03 bc	2	中感 MS
龙佳	27.85±10.79 bc	2	中感 MS
三台	27.50±13.14 bc	2	中感 MS
桐子果	17.07±14.64 ab	3	中抗 MR
新疆核桃	15.29±7.31 ab	3	中抗 MR
大泡	6.00±6.00 a	4	抗病 R
圆菠萝	4.17±3.33 a	4	抗病 R



a. 抗病(‘圆菠萝’);b. 中抗(‘桐子果’);c. 中感(‘龙佳’);d. 感病(‘云新 14’)。

图 1 胶孢炭疽菌接种 8 d 不同抗性核桃品种发病表现

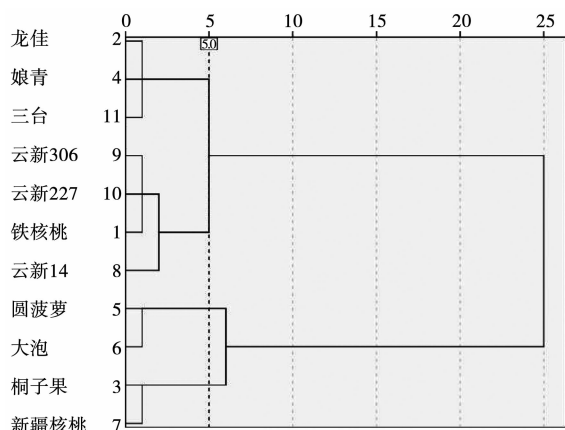


图2 不同抗性核桃品种平均病斑面积聚类分析

### 3 讨论

通过比较接种后 20 d 内各品种发病率、病斑面积变化情况发现,供试的 11 个核桃品种无免疫品种,‘大泡’核桃接种后第 6 天开始发病,其余品种均为第 4 天发病,其发病率和病斑面积都相对较小。接种后第 8 天各品种发病率、病斑面积呈显著正相关,‘大泡’‘圆菠萝’两个品种发病率和病斑面积均较小;‘铁核桃’及‘云新 14’两个品种发病率和病斑面积均较大。综合比较发病率和病斑面积发现,‘铁核桃’及杂交品种‘云新 14’‘云新 227’‘云新 306’相对本地实生选育品种和引进品种新疆核桃更易感病,发病率和病斑面积均比其他品种大。

赵梓岑等<sup>[10]</sup>,贺占雪等<sup>[24]</sup>均对云南主栽核桃进行了抗病性评价研究,其离体接种结果表明,‘大泡’‘桐子果’核桃品种对胶孢炭疽菌和拟盘多毛孢均表现出了较强的抗病性,与本次研究结果具有一定的吻合性。同时,上述研究中,对于‘圆菠萝’‘云新 306’‘娘青’等品种抗性评价结果与本试验结果略有差异。本试验材料均为 1 年生嫁接苗,且采用孢子悬浮液活体接种,由于试验材料树龄、接种方式、抗性评价方法等都有可能影响抗性评价的结果,导致不同研究者对相同品种核桃的抗性评价结果略有不同。曹广黎<sup>[19]</sup>,汪筱雪等<sup>[25]</sup>的研究结果表明,相同的核桃品种在不同的栽种区域抗病性也有差异,说明栽种环境也是影响核桃品种抗病性的重要因素之一。此外,植物的抗病性通常是多方面的、综合性的防御结果,其中植物体表的物理防疫系统、体内次生代谢物的抑菌效果,以及植物应激反应引起的代谢通路调

控均发挥着重要作用<sup>[26]</sup>。因此,若要较为全面、系统地对不同品种核桃开展抗性评价,除了田间抗病性表型观察和记录以外,还应该结物理抗性评价、内含物含量差异、分子调控机制等方面进行分析,综合给出评价结果。所以,针对云南地区不同核桃品种对胶孢炭疽菌的田间抗性还有待于进一步研究。本研究测定的发病率、病斑面积、后期的病情指数评价以及聚类分析结果均获得了较好的一致性,虽然对于该地区不同品种核桃抗炭疽病的评价还有待于继续深入,但本研究过程中选用了相同树龄的核桃苗材料,同时活体接种更能够较为真实地反映接种病原菌后不同品种核桃苗的发病情况。所以,该研究结果也为下一步该地区核桃抗病基因筛选、抗性机制研究奠定了基础。

### 4 结论

本研究对 11 个核桃品种嫁接苗接种胶孢炭疽菌后不同时段叶片的发病率及病斑面积进行分析,通过病情指数计算和聚类分析对供试核桃开展抗性评价。将 11 个核桃品种分为抗病、中抗、中感、感病 4 类:其中,‘圆菠萝’和‘大泡’为抗病品种,‘新疆核桃’和‘桐子果’为中抗,‘三台’‘龙佳’和‘娘青’为中感,‘云新 227’‘云新 306’‘云新 14’和‘铁核桃’为感病品种。同时,病情指数、聚类分析、病斑面积、发病率计算结果与最终的抗病评价结果均表现出较好的相关性。

### 参考文献:

- [1] 时丕坤,宗殿龙.核桃炭疽病发生规律及防治措施[J].河北果树,2017(5):35.
- [2] 曾绍贵.核桃炭疽病及防治方法研究进展[J].四川林业科技,2017,38(1):108-110.
- [3] 祝友朋,韩长志.核桃炭疽病菌侵染核桃叶片的细胞学观察分析[C]//彭友良,王文明,陈学伟.中国植物病理学会 2019 年学术年会论文集.北京:中国农业科学技术出版社,2019:121.
- [4] 黄雄.核桃炭疽病的发生规律及化学防治技术研究[D].成都:四川农业大学,2017:1-47.
- [5] 武红霞.2015—2019 年核桃炭疽病发病情况调研[J].烟台果树,2020(1):49.
- [6] 余红红,李娅,廖灵芝.云南省核桃产业发展策略研究[J].林业经济问题,2019,39(4):427-434.
- [7] 云南省林业和草原局.云南省林草局制定《核桃产业提质增效三年行动方案(2021—2023 年)》[EB/OL].(2021-04-13)[2022-05-30]. <http://lcj.yn.gov.cn/html/2021/zuixin->

dongtai\_0413/62117.html.

[8] 韩长志,霍超. 核桃炭疽病生防菌 yb33 的鉴定及其次生代谢物特性分析[J]. 经济林研究,2015(3):63-67.

[9] 韩长志,霍超. 核桃炭疽病生物防治菌株 YB-4-15 的筛选和鉴定[J]. 经济林研究,2016(1):83-89.

[10] 赵梓岑,徐士忠,季梅,等. 云南主栽核桃品种对炭疽病的抗性评价[J]. 贵州农业科学,2018,46(5):41-45.

[11] 杨晓峰,梁洪萍,刘英,等. 汉源人工核桃林主要病虫害调查[J]. 四川林业科技,2020,41(1):72-78.

[12] 张知晓,季梅,户连荣,等. 云南省核桃果实病害调查及真菌病原形态鉴定[J]. 湖北农业科学,2020,59(20):91-95.

[13] MALIK M T, AMMAR M, RANAN M, et al. Chemical and cultural management of die back disease of mango in Pakistan[J]. Acta Horticulturae,2016,1111:363-368.

[14] 杨汉波,曹广黎,韩珊,等. 核桃对炭疽病菌抗性相关的生理生化响应差异研究[J]. 四川农业大学学报,2020,38(4):463-470.

[15] MCGRANAHAN G H, LESLIE C A. Advances in genetic improvement of walnut at the University of California[J]. Acta Horticulturae,2006,7(5):117-122.

[16] 有祥亮,邢世岩,张友朋,等. 核桃抗病育种研究进展[J]. 山东林业科技,2001(6):35-36.

[17] 徐小文,许秀环,刘星,等. 核桃炭疽病的研究进展[J]. 湖北农业科学,2020,59(S):16-19.

[18] 赵立娟,张红娟,王美琴,等. 胶孢炭疽病菌对不同核桃品种的致病性测定[J]. 中国农学通报,2013,29(28):115-118.

[19] 曹广黎. 四川核桃品种(系)对炭疽病的抗性评价与其叶内含物相关性研究[D]. 成都:四川农业大学,2018:1-43.

[20] 汪志焱. 四川抗病核桃优良无性系的选育[D]. 成都:四川农业大学,2019:1-31.

[21] 任得元,高向倩,王田雨,等. 炭疽病对不同核桃品种抗性生理指标的影响[J]. 西北林学院学报,2020,35(2):137-141.

[22] 王磊,田彦龙,马永强,等. 不同樱桃品种对叶斑病菌刺盘孢属真菌的抗性评价[J]. 北方园艺,2022(4):25-32.

[23] 刘丽,刘长远,王辉,等. 不同葡萄品种对霜霉病的抗性[J]. 植物保护,2017,43(2):177-182.

[24] 贺占雪,马建鹏,杨斌,等. 云南主栽核桃品种对 *Alternaria alternata* 叶枯病的抗病性评价[J]. 植物保护,2019,45(4):195-200.

[25] 汪筱雪,韦继光,杨振德,等. 广西北部核桃真菌性病害调查及核桃炭疽病防治试验[J]. 南方农业学报,2018,49(8):1531-1540.

[26] 殷辉,周建波,吕红,等. 136 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.

# Evaluation and Analysis of Resistance to Anthracnose of Grafted Seedlings of 11 Walnut Cultivars

WANG Dong-mei<sup>1,2</sup>, ZHANG Yan-dong<sup>2</sup>, FENG Xiao-fei<sup>1</sup>, ZHAO Ning<sup>1</sup>, HAN Xiao-lei<sup>3</sup>, YANG Bin<sup>1</sup>

(1. Key Laboratory of Forest Disaster Warning and Control in Yunnan Province, Southwest Forestry University, Kunming 650224, China; 2. Forestry and Grassland Science Institute in Dali Prefecture, Dali 671000, China; 3. Hunan Agricultural Products Processing Research Institute, Hunan Academy of Agricultural Science, Changsha 410125, China)

**Abstract:** In order to screen excellent walnut cultivars resistant to anthracnose in Yunan, the 1-year-old seedlings (grafted seedlings) of 11 main walnut cultivars in Yunnan were used as research objects, the disease resistance of 11 walnut cultivars to *Colletotrichum gloeosporioides* was studied by inoculating leaves in the field. The results showed that the disease spot areas of ‘Yuanboluo’ and ‘Dapao’ were smaller, which were 0.42 and 0.55 mm<sup>2</sup> respectively on the 8<sup>th</sup> day after inoculation, and the incidence rates were both less than 10%; Meanwhile, the lesion areas of ‘Yunxin 14’ and ‘Iron Walnut’ were larger, which were 3.53 and 3.23 mm<sup>2</sup> respectively, the incidence of both were greater than 75%. The mean area of disease spot was analyzed by resistance classification and cluster analysis, 11 walnut cultivars were divided into 2 resistant cultivars, 2 moderately resistant cultivars, 3 moderately susceptible cultivars and 4 susceptible cultivars, namely, ‘Yuanboluo’ and ‘Dapao’ are resistant, ‘Xinjiang Walnut’ and ‘Tongziguo’ are moderately resistant, ‘Santai’ ‘Longjia’ and ‘Niangqing’ are moderately susceptible, and ‘Yunxin 227’ ‘Yunxin 306’ ‘Yunxin 14’ and ‘Iron Walnut’ are the susceptible cultivars.

**Keywords:** walnut; *Colletotrichum gloeosporioides*; resistance evaluation