

DOI: 10.11829/j.issn.1001-0629.2021-0125

胡文静, 杨亚鹏, 阿斯亚姆·阿布都克依木, 葛瑞云, 马建晖, 李克梅. 40 个苜蓿品种对炭疽病的苗期抗性评价. 草业科学, 2021, 38(8): 1579-1586.

HU W J, YANG Y P, A A, GE R Y, MA J H, LI K M. Evaluation of resistance to *Colletotrichum trifolii* in seedlings of 40 alfalfa cultivars. Pratacultural Science, 2021, 38(8): 1579-1586.

40 个苜蓿品种对炭疽病的苗期抗性评价

胡文静¹, 杨亚鹏², 阿斯亚姆·阿布都克依木¹,
葛瑞云¹, 马建晖¹, 李克梅¹

(1. 新疆农业大学农学院 / 农林有害生物监测与安全防护重点 实验室, 新疆 乌鲁木齐 830052;

2. 新疆维吾尔自治区林业和草原局, 新疆 乌鲁木齐 830000)

摘要: 三叶草炭疽菌 (*Colletotrichum trifolii*) 是引起苜蓿炭疽病的重要致病菌, 发生严重时可导致苜蓿毁灭性危害。采用孢子悬浮液喷雾接种法, 以发病率和病情指数为指标, 对 40 个苜蓿品种开展抗三叶草炭疽菌的苗期抗性评价。结果表明, 供试品种中, 威纳尔、阿尔冈金、巨能 2 表现高抗, WL363HQ、巨能 7、拉迪诺、4030、4010、润布勒、亮牧表现中抗, 新牧 4 号、甘农 4 号、驯鹿等 15 个品种表现中感, 新疆大叶、甘农 6 号、甘农 9 号等 15 个品种表现高感。抗性品种占供试品种的 25%, 感病品种占 75%, 高抗与高感品种间抗性差异显著 ($P < 0.05$)。

关键词: 紫花苜蓿; 炭疽病; 三叶草炭疽菌; 抗病性鉴定; 病情指数; 发病率; 抗病性评价

文献标志码: A 文章编号: 1001-0629(2021)08-1579-08

Evaluation of resistance to *Colletotrichum trifolii* in seedlings of 40 alfalfa cultivars

HU Wenjing¹, YANG Yapeng², Abudukeyimu·Asiyamu¹, GE Ruiyun¹, MA Jianhui¹, LI Kemei¹

(1. College of Agronomy, Xinjiang Agricultural University / Key Laboratory of Agricultural and Forestry Pest Monitoring and Safety Control, Xinjiang Autonomous Region, Urumqi 830052, Xinjiang, China;

2. Forestry and Grassland Bureau, Xinjiang Autonomous Region, Urumqi 830000, Xinjiang, China)

Abstract: *Colletotrichum trifolii* is an important pathogen that causes anthracnose in alfalfa. In severe cases, it can cause devastating damage to alfalfa crops. A spore suspension spray inoculation method was used to evaluate seedling resistance to *C. trifolii* in 40 alfalfa cultivars, using incidence and disease index as indicators. Among the tested cultivars, Magnum 2, Vinal, and Algonquin showed high resistance, and WL363HQ, Magnum 7, Ladinuo, 4030, 4010, Rembler, and Liangmu, showed moderate resistance. Fifteen cultivars, including Xinmu No.4, Gannong No.4 and Xunlu showed moderate susceptibility, and 15 cultivars, including Xinjiang Daye, Gannong No.6, and Gannong No.9 showed high susceptibility. Twenty-five percent of tested cultivars displayed resistance. Seventy five percent of cultivars were susceptible. There was a significant difference in resistance between highly resistant and highly susceptible cultivars ($P < 0.05$).

Keywords: *Medicago sativa*; anthracnose; *Colletotrichum trifolii*; disease resistance identification; disease index; incidence rate; evaluation of disease resistance

Corresponding author: LI Kemei E-mail: likemei@xjau.edu.cn

收稿日期: 2021-03-06 接受日期: 2021-05-11

基金项目: 国家自然科学基金 (31760708); 新疆维吾尔自治区人才、基地建设专项 (PT1911)

第一作者: 胡文静 (1996-), 女, 河南夏邑人, 在读硕士生, 研究方向为牧草病害及防治。E-mail: 14244832732qq.com

通信作者: 李克梅 (1972-), 女, 江苏如皋人, 副教授, 博士, 研究方向为牧草病害及防治。E-mail: likemei@xjau.edu.cn

苜蓿炭疽病在世界各苜蓿种植区普遍发生,美国^[1]、意大利^[2]、澳大利亚^[3]、日本^[4]、塞尔维亚^[5]、巴基斯坦^[6]、沙特阿拉伯^[7]、伊朗^[8]、阿根廷^[9]、非洲南部^[10]均有分布。我国主要分布在东北、西北、华北和西南(包括5个行政区和14个省)^[11-12]等地。据国内外学者报道,目前引起苜蓿炭疽病的病原菌有11种,分别为三叶草炭疽菌(*Colletotrichum trifolii*)、毁灭炭疽菌(*C. destructivum*)、平头炭疽菌(*C. truncatum*)、束状炭疽菌(*C. dematium*)、球炭疽菌(*C. coccodes*)^[10]、菜豆炭疽菌(*C. incanum*)^[12]、北美炭疽菌(*C. americanae-borealis*)^[13]、亚麻炭疽菌(*C. linicola* = *C. lini*)^[14]、禾生炭疽菌(*C. graminicola*)^[15]、菠菜炭疽菌(*C. spinaciae*)^[16]和盘长孢炭疽菌(*C. gloeosporioides*)^[17]。其中,国内报道的有6种,分别为亚麻炭疽菌^[11]、三叶草炭疽菌、毁灭炭疽菌、平头炭疽菌、北美炭疽菌和菜豆炭疽菌^[12]。

三叶草炭疽菌(*C. trifolii*)是西瓜炭疽病菌复合种之一,病菌孢子萌发穿透角质层或皮层侵入寄主细胞,引起寄主植物发生炭疽病^[12]。该菌于1906年首次被发现侵染美国田纳西州的三叶草(*Trifolium*)和苜蓿(*Medicago*)引起炭疽病^[18],我国最早于1966年报道在吉林该菌侵染紫花苜蓿(*M. sativa*)引起炭疽病^[19]。三叶草炭疽菌侵染紫花苜蓿,可使感病苜蓿品种草产量降低25%~30%,严重时造成毁灭性危害^[20]。徐杉^[12]测定了三叶草炭疽菌、平头炭疽菌、毁灭炭疽菌、北美炭疽菌和菜豆炭疽菌5种炭疽菌对紫花苜蓿种子、幼苗、植株的致病性,表明三叶草炭疽菌表现致病性最强,是引起紫花苜蓿炭疽病最为重要的病原菌。因此,抗三叶草炭疽菌的优质苜蓿品种筛选和推广,是防治苜蓿炭疽病的有力措施。

炭疽菌的寄主范围广,侵染寄主发病后会造成产量损失、品质下降等问题,国内关于各种作物对炭疽菌的抗病性评价做了大量研究。有学者开展了山药(*Dioscorea opposita*)^[21]、梨(*Pyrus spp*)^[22]、芒果(*Mangifera indica*)^[23]、柑橘(*Citrus reticulata*)^[24]、辣椒(*Capsicum annuum*)^[25]、核桃(*Juglans regia*)^[26]、茶树(*Camellia sinensis*)^[27]、草莓(*Fragaria ananassa*)^[28]、菜豆(*Phaseolus vulgaris*)^[29]、亚麻(*Linum usitatissimum*)^[30]等作物对炭疽病的抗性研究,得出不同作物品种之间对炭疽病的抗性存在差异,并据此筛选出相对抗病的品种资源。国内外一些学者针对苜蓿对炭疽菌

的抗病性方面也开展了相应的研究工作,得到了系列抗炭疽病的苜蓿品种及种质材料。采用室内抗性测定法,郑芳芳等^[31]鉴定了20个紫花苜蓿品种对平头炭疽菌(*C. truncatum*)的抗性,得到2个高抗苜蓿品种 ProINTA Patricia 和 Victoria SPI, 5个中抗苜蓿品种 Monarca SPI、SIMA593、13RSuperme、Victoria 和 CW701。马甲强等^[32]和辛宝宝等^[33]分别测定了50个苜蓿种质材料对亚麻炭疽菌的抗性,筛选出兰热来恩德、吐鲁番、霍纳伊、阿尔贡奎因、龙牧801、西奎尔、敖汉、沙湾、淮阴、咸阳、运城、博维和日本共13个高抗苜蓿种质材料。采用田间抗性测定法,张梨梨等^[34]开展了44个紫花苜蓿品种对沙尔沁地区北美炭疽菌的抗性研究,筛选出14个抗病品种,其中WL343表现高抗,中苜2号、准格尔、中草3号等13个品种表现中抗。Barnes等^[20]比较了MSHp6、Cherokee、Vernal、Saranac、Iroquois共5种苜蓿材料对三叶草炭疽菌的抗性,得出MSHp6、Cherokee和Vernal对该菌抗性最好。国内尚未见紫花苜蓿品种及种质材料对三叶草炭疽菌的抗病性评价的相关报道。本研究对来自国内外40个紫花苜蓿品种开展抗三叶草炭疽菌的苗期抗性评价,旨在为苜蓿炭疽病科学防治及抗炭疽病育种工作提供参考依据。

1 材料与方法

1.1 材料

1.1.1 供试菌株

供试菌株为HTB-2019-3,系新疆农业大学牧草病害研究室从采自新疆呼图壁县紫花苜蓿田间病株分离获得,描述其形态并分别扩增了该菌株的核糖体核苷酸内转录间隔区ITS、肌动蛋白ACT、 β -微管蛋白TUB2、组蛋白HIS3基因片段序列,经形态特征比较结合联合系统发育分析鉴定该菌株为三叶草炭疽菌(另文发表)。运用孢子悬浮液喷雾接种法确定其对紫花苜蓿具有致病性,将菌株保存备用。

1.1.2 供试苜蓿品种

40个紫花苜蓿品种由兰州大学草地农业科技学院李彦忠教授、河北加润草业有限公司李力争总经理、新疆农业大学草业与环境工程学院陈述民老师惠赠。其中,国外品种23个,国内品种17个(表1)。

表 1 供试苜蓿品种及来源
Table 1 Alfalfa cultivars and their sources

序号 No.	苜蓿品种 Alfalfa cultivars	来源 Source
1	威纳尔 Vinal	加拿大 Canada
2	阿尔冈金 Algonguin	加拿大 Canada
3	巨能2 Magnum 2	美国 USA
4	WL363HQ	美国 USA
5	巨能7 Magnum 7	美国 USA
6	拉迪诺 Ladinuo	加拿大 Canada
7	4030	加拿大 Canada
8	4010	加拿大 Canada
9	润布勒 Rambler	加拿大 Canada
10	亮牧 Liangmu	新疆 Xinjiang
11	新牧4号 Xinmu No.4	新疆 Xinjiang
12	甘农4号 Gannong No.4	甘肃 Gansu
13	驯鹿 Xunlu	加拿大 Canada
14	肇东 Zhaodon	东北 Dongbei
15	甘农5号 Gannong No.5	甘肃 Gansu
16	3010	美国 USA
17	WL354HQ	美国 USA
18	三得利 Sanditi	荷兰 Holand
19	龙牧803 Tumu 803	黑龙江 Heilongjiang
20	中苜一号 Zhongmu No.1	北京 Beijing
21	金皇后 Golden empress	美国 USA
22	甘农1号 Gannong No.1	甘肃 Gansu
23	4020	加拿大 Canada
24	游侠 Ranger	加拿大 Canada
25	冲击波 Shockwave BR	美国 USA
26	熬汉苜蓿 Aohan	内蒙古 Neimenggu
27	超音速 Supersonic	澳大利亚 Australian
28	新牧1号 Xinmu No.1	新疆 Xinjiang
29	巨能6 Magnum 6	美国 USA
30	北方 SLT Northern SLT	中国 China
31	德宝 Derby	法国 France
32	擎天柱 Optimus	美国 USA
33	北极熊 Gibraltar	美国 USA
34	新牧2号 Xinmu No.2	新疆 Xinjiang
35	甘农3号 Gannong No.3	甘肃 Gansu
36	WL343HQ	美国 USA
37	甘农9号 Gannong No.9	甘肃 Gansu
38	陇东苜蓿 Longdong	甘肃 Gansu
39	甘农6号 Gannong No.6	甘肃 Gansu
40	新疆大叶 Xinjiang Daye	新疆 Xinjiang

1.2 试验方法

1.2.1 苜蓿幼苗的培育

将园土、营养土和蛭石按照 1 : 3 : 1 比例混合, 装入 23 cm × 16 cm (花盆高度 × 花盆口径) 的花盆, 浇水使之浸透, 备用。挑选颗粒圆润饱满、色泽鲜亮的苜蓿种子于培养皿中晾晒 12 h, 各材料做好标记, 用 2% 的次氯酸钠将其浸泡 2 min, 再用无菌水清洗 3 次, 均匀置于铺有一层无菌湿滤纸的培养皿中, 置于温度 20 ℃、相对湿度 60% 的恒温培养箱中催芽。48 h 后移植于湿润的土壤中, 土层厚度约 1 cm^[35-36]。培育至第 2 周时定苗, 每盆留 20 株生长健康的苜蓿幼苗。每个品种 4 次重复。

1.2.2 菌种培养及接种

取新疆农业大学牧草病害研究室保存的三叶草炭疽菌菌株 HTB-2019-3, 接种至 PDA 培养平板, 于 25 ℃ 恒温箱中培育 14 d。待其产孢后, 用玻片刮下培养基表层孢子, 置无菌水中配制成浓度 1 × 10⁶ spore·mL⁻¹ 的孢子悬浮液, 喷雾接种 40 d 苗龄的紫花苜蓿植株^[37], 每盆喷洒 5 mL, 使叶片完全湿润, 25 ℃ 黑暗保湿培养 24 h, 后转为 12 h/12 h 光暗交替正常培育, 每天观察是否发病。每个苜蓿品种重复 3 次, 以接种等量无菌水处理为对照。

1.2.3 病情分级与抗性评价

待供试苜蓿品种中感病品种最高发病率达 100% 时, 统计发病率和病情指数。病情分级标准参照李彦忠和南志标^[38]的方法并稍加修改: 0 级, 无病斑; 1 级, 仅有小型水渍状斑点; 2 级, 病斑狭长形, 无或有少数分生孢子盘, 但无成熟孢子; 3 级, 病斑长、宽, 无环剥, 通常具有分生孢子盘; 4 级, 病斑大型, 相互交汇, 含大量分生孢子盘, 茎秆最终环剥; 5 级, 死亡。

$$\text{发病率} = \frac{\text{病株数}}{\text{调查总株数}} \times 100\%; \tag{1}$$

$$\text{病情指数} = \frac{\sum(\text{各级病株数} \times \text{各级代表值})}{\text{调查总株数} \times \text{最高一级代表值}} \times 100. \tag{2}$$

抗性级别的划分参照辛宝宝等^[33]对苜蓿炭疽病抗性分级标准判定。病情指数小于 11 为高抗, 在 11~25 为中抗, 在 25~35 为中感, 大于 35 为高感。

1.3 数据处理

采用 Excel 2017 统计测得的数据, 以发病率和

病情指数表示测定结果,利用 SPSS 20.0 统计分析软件对同一接种条件下的不同品种苜蓿发病率和病情指数进行单因素方差分析。

2 结果与分析

2.1 苜蓿品种对炭疽病的抗性评价

经室内喷雾接种后第 8 天,40 份供试苜蓿品种幼苗均感染炭疽病(表 2)。植株发病率在 6.67%~100.00%,病情指数在 4.17~80.00。根据病情指数可分为高抗、中抗、中感、高感 4 个抗病级别,高抗品种与高感品种间差异显著($P < 0.05$)。病情指数小于 11 的高抗品种有 3 个,占比 7.50%,发病率在 6.67%~10.00%,抗性高低依次为威纳尔、阿尔冈金和巨能 2。病情指数在 11~25 的中抗品种有 7 份,占比 17.50%,发病率在 23.23%~36.67%的品种分别为, WL363HQ、巨能 7、拉迪诺、4030、4010、润布勒、亮牧。病情指数在 25~35 的中感品种有新牧 4 号、甘农 4 号、驯鹿等 15 份,占比 37.50%,发病率

在 36.67%~63.33% 的品种有 21 个,例如甘农 4 号, 3010 等。病情指数大于 35 的高感品种有新疆大叶、甘农 6 号、甘农 9 号等 15 份,占比 37.50%;其中,新疆大叶发病率高达 100.00%,病情指数达 80。

2.2 接菌后不同发病程度炭疽病症状描述

苗龄 40 d 的紫花苜蓿接种三叶草炭疽菌后第 6 天,30.1% 的供试苜蓿植株茎秆出现 1~40 mm 大小不等的淡褐色水渍状病斑。接种后第 8 天,所有供试品种均被侵染,表现不同程度发病症状,重者茎秆折断,甚至枯死,整体发病率为 47.5%。其中,高感品种症状多表现为茎秆上出现褐色棱形至长条形病斑,上生褐色(分生孢子盘)至黑色(微菌核)小点,病斑绕茎一周,导致茎秆折断呈“牧羊杖”状,茎秆上部枯死(图 1A、B),如品种新疆大叶(图 2A)。中感品种症状多表现为茎秆和叶柄有褐色卵圆形病斑,叶柄干枯,叶片脱落,少数病斑有分生孢子盘(图 1C),如品种冲击波(图 2B)。中抗品种症状多表现为在茎秆或叶柄处有淡褐色、无分生孢子盘的圆



图 1 不同发病程度植株症状图

Figure 1 Symptoms of plants with different disease severity

A, B: 高感植株; C: 中感植株; D: 中抗植株; E: 高抗植株; F: 健康植株。
A, B: highly susceptible plants; C: moderately susceptible plants; D: moderately resistant plants; E: highly resistant plants; F: healthy plants.

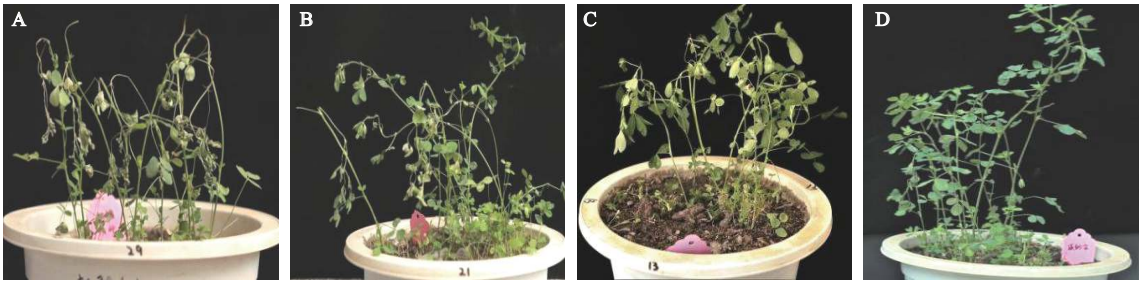


图 2 四类不同抗病性的代表性苜蓿品种发病症状

Figure 2 Symptoms in four representative alfalfa cultivars with different disease resistance levels

A: 高感品种(新疆大叶); B: 中感品种(冲击波); C: 中抗品种(WL363HQ); D: 高抗品种(威纳尔)。
A: a highly susceptible cultivar (Xinjiang Daye); B: a moderately susceptible cultivar (Shockwave); C: a moderately resistant cultivar (WL363HQ); D: a highly resistant cultivar (Vinal).

表 2 苜蓿品种对三叶草炭疽菌抗性的室内鉴定结果
Table 2 Results of alfalfa varieties *Colletotrichum trifolii* resistance assays performed in a greenhouse

苜蓿品种 Alfalfa cultivars	发病率 Disease incidence/%	病情指数 Disease index	抗性分级 Resistant level
新疆大叶 Xinjiang Daye	100.00 ± 0.00a	80.00 ± 2.83a	HS
甘农6号 Gannong No.6	86.67 ± 4.71abc	72.22 ± 4.16ab	HS
陇东苜蓿 Longdong	80.00 ± 16.33bc	59.17 ± 16.38bc	HS
甘农9号 Gannong No.9	90.00 ± 8.16ab	54.17 ± 14.77bcd	HS
WL343HQ	66.67 ± 26.25bcde	46.67 ± 14.34cde	HS
甘农3号 Gannong No.3	63.33 ± 4.71bcdef	44.44 ± 4.16cdef	HS
新牧2号 Xinmu No.2	50.00 ± 32.6defghi	42.78 ± 18.41cdefg	HS
北极熊 Gibraltar	63.33 ± 9.43bcdef	42.50 ± 2.04cdefg	HS
擎天柱 Optimus	73.33 ± 20.55bcd	38.89 ± 3.14defgh	HS
德宝 Derby	56.67 ± 4.71cdefgh	37.50 ± 2.04defghi	HS
北方 SLT Northern SLT	53.33 ± 17.00defgh	37.22 ± 9.06defghi	HS
巨能6 Magnum 6	60.00 ± 14.14bcdefg	37.00 ± 5.72defghi	HS
新牧1号 Xinmu No.1	50.00 ± 8.16defghi	36.50 ± 4.42defghij	HS
超音速 Supersonic	66.67 ± 4.71bcde	36.00 ± 6.98defghij	HS
敖汉苜蓿 Aohan	40.00 ± 16.33fghijk	35.28 ± 18.03efghij	HS
冲击波 Shockwave	50.00 ± 0.00defghi	35.00 ± 4.08efghijk	S
游侠 Ranger	60.00 ± 24.49bcdefg	34.44 ± 4.16efghijk	S
4020	40.00 ± 29.44fghijk	34.44 ± 25.72efghijk	S
甘农1号 Gannong No.1	63.33 ± 18.86bcdef	33.33 ± 4.71efghijkl	S
金皇后 Golden empress	50.00 ± 0.00defghi	32.22 ± 3.14efghijkl	S
中苜一号 Zhongmu No.1	43.33 ± 9.43fghijk	31.67 ± 4.25efghijkl	S
龙牧803 Tumu 803	56.67 ± 9.43cdefgh	31.11 ± 1.57efghijkl	S
三得利 Sanditi	40.00 ± 8.16fghijk	31.11 ± 4.16efghijkl	S
WL354HQ	26.67 ± 9.43hijkl	26.67 ± 5.44efghijkl	S
3010	36.67 ± 17.00ghijkl	30.00 ± 8.16efghijkl	S
甘农5号 Gannong No.5	53.33 ± 12.47defgh	28.61 ± 6.32efghijkl	S
肇东 Zhaodon	30.00 ± 16.33hijkl	26.67 ± 12.47fghijklm	S
驯鹿 Xunlu	56.67 ± 12.47cdefgh	25.56 ± 4.16ghijklm	S
甘农4号 Gannong No.4	36.67 ± 12.47ghijkl	25.56 ± 4.16ghijklm	S
新牧4号 Xinmu No.4	30.00 ± 14.14hijkl	25.50 ± 10.98ghijklm	S
亮牧 Liangmu	23.33 ± 4.71ijkl	23.33 ± 4.71hijklm	R
润布勒 Rembler	23.33 ± 12.47ijkl	22.22 ± 12.87hijklmn	R
4010	36.67 ± 9.43ghijkl	20.28 ± 2.39ijklmn	R
4030	26.67 ± 4.71hijkl	20.00 ± 0.00ijklmn	R
拉迪诺 Ladinuo	23.33 ± 12.47jkl	18.33 ± 6.24jklmn	R
巨能7 Magnum 7	23.33 ± 20.55jkl	16.67 ± 12.47jklmn	R
WL363HQ	23.33 ± 12.47jkl	15.00 ± 4.08lmn	R
巨能2 Magnum 2	10.00 ± 0.00kl	10.00 ± 0.00mn	HR
阿尔冈金 Algonguin	10.00 ± 14.14kl	8.89 ± 12.58mn	HR
威纳尔 Vinal	6.67 ± 9.43l	4.17 ± 5.89n	HR

同列不同小写字母表示不同材料间差异显著($P < 0.05$); HR: 高抗; R: 中抗; S: 中感; HS: 高感。

Different lowercase letters within the same column indicate significant differences between different alfalfa cultivars at the 0.05 level. HR: high resistance; R: moderate resistance; S: moderate susceptibility; HS: high susceptibility.

形至卵圆形病斑,完全健康和死亡的植株很少(图 1D),如品种 WL363HQ(图 2C)。高抗品种症状大多表现为无病斑或仅有水渍状斑点,未见分生孢子盘,生长状况良好(图 1E),如品种威纳尔(图 2D)。健康植株无病斑(图 1F)。

3 讨论与结论

选用和推广抗病品种是防治苜蓿炭疽病最经济有效的措施,开展苜蓿品种对炭疽病的抗性评价研究对苜蓿炭疽病的防治有重要的应用价值。不同炭疽病菌侵染苜蓿的主要部位有差异,平头炭疽菌^[31]和亚麻炭疽菌^[32-33]主要侵染苜蓿叶片,北美炭疽菌和三叶草炭疽菌主要侵染苜蓿茎秆^[12]。本研究采用三叶草炭疽菌菌株 HTB-2019-3 接种 40 个苜蓿品种,发现该菌可侵染苜蓿茎秆和叶柄,与徐杉^[12]测定的三叶草炭疽菌新疆菌株 XJLYZ15 和 XJLYZ16 仅染茎秆的研究结果略有差异,这可能是由于不同菌株间存在致病性差异导致。张梨梨等^[34]开展 44 个苜蓿品种对北美炭疽菌的抗性评价结果表明,在接种后 14 d,全部苜蓿品种感染炭疽病,高感品种新疆大叶的发病率为 47.31%。本研究开展 40 个苜蓿品种对三叶草炭疽菌的抗性评价,在接种第 6 天,大约 30% 的苜蓿品种出现病斑,接种第 8 天,供试苜蓿品种全部感染炭疽病,高感品种新疆大叶发病率高达 100%。据此推测,三叶草炭疽菌或许比北美炭疽菌侵染力更强,病情发展更快,扩散更迅

速,严重时导致苜蓿死亡。

在美国东部、中部、西部苜蓿种植区中,种植抗三叶草炭疽菌苜蓿品种 Beltsville 1-An4、Beltsville 2-An4、Beltsville 3-An4 和 Arc 能够显著提高苜蓿草年产量^[39],其中,有 24 个地区苜蓿草年平均产量提高 7%,有 15 个地区苜蓿草年平均产量提高 10%。因此,在炭疽病发生严重的地区种植抗病品种可经济安全地减少产量损失,从而提高经济效益。

苗期抗性鉴定法省工省时,可在较短时间内进行大量植物材料的比较和筛选,且在室内进行,不受生长季节和自然条件的限制,但不利于测定不同发育阶段的抗性变化^[40]。本研究采用苗期鉴定法开展了 40 份苜蓿品种对炭疽病的苗期抗病性评价,研究结果尚不能完全准确反映苜蓿整个生育期对三叶草炭疽菌的抗性,后续将进一步开展田间抗性评价以便更好地服务生产。

本研究筛选出威纳尔、巨能 2、阿尔冈金、WL363HQ、巨能 7、拉迪诺、4030、4010、润布勒、亮牧 10 个抗病品种;且发现,三叶草炭疽菌新疆菌株 HTB-2019-3 仅侵染苜蓿茎秆和叶柄引起炭疽病,且该菌致病力极强,扩散迅速,说明新疆具备苜蓿炭疽病发生和流行的有力条件。应尽快开展针对三叶草炭疽菌新疆菌株的抗炭疽病苜蓿育种及苜蓿炭疽病绿色防控技术研发,助力新疆畜牧业健康有序发展。本研究结果在以三叶草炭疽菌为主的地区推广抗炭疽病苜蓿品种以防苜蓿炭疽病提供了参考依据。

参考文献 References:

- [1] DAMM U, O'CONNELL R J, GROENEWALD J Z, CROUS P W. The *Colletotrichum destructivum* species complex-hemibiotrophic pathogens of forage and field crops. *Studies in Mycology*, 2014, 79: 49-84.
- [2] LAVIOLA C. Osservazioni sull'antracnosi dell'erba alfalfa (*Medicago sativa* L.) in Puglia. *Annali Della Facoltà Agricultural University Bari (Italy)*, 1963, 17: 337-346.
- [3] IRWIN J A G. Crown rot of lucerne in Queensland caused by *Colletotrichum trifolii*. *Australian Journal of Experimental Agriculture and Animal Husbandry*, 1974, 14(67): 197-200.
- [4] WATANABE K, NAKAJIMA K, HORIUCHI S. Adaptability test of alfalfa varieties for the warmer region of Japan. *Journal of Japanese Society of Grassland Science*, 1969, 15(2): 112-200.
- [5] VASIĆ T, RADOČIĆ J, LUGIĆ Z. Occurrence of *Colletotrichum trifolii* (Bain et Essary), the inducer of alfalfa anthracnose in Serbia. *Sustainable Use of Genetic Diversity in Forage and Turf Breeding*, 2010, 9: 368-374.
- [6] CHAFOOR A S, JAMIKHAM A. Record of *Colletotrichum truncatum* on *Medicago sativa* in Pakistan. *Pakistan Agriculture*, 1996, 17: 299-300.
- [7] AL-ASKAR A A, GHONEEM K M, RASHAD Y M. Management of some seed-borne pathogens attacking alfalfa plants in Saudi

- Arabia. *African Journal of Microbiol Research*, 2013, 7(14): 1197-1206.
- [8] ZAFARI D, HAMADANI S T. Charactrization of *Colletotrichum* species from legumes crop plants in Iran. *Applied Entomology and Phytopathology*, 2009, 77(1): 37-57.
- [9] FRAYSSINET S. *Colletotrichum destructivum*: A new lucerne pathogen in Argentina. *Australasian Plant Disease Notes*, 2008, 3(1): 68.
- [10] KOCH S H, BAXTER A P, KNOX-DAVIES P S. Identity and pathogenicity of *Colletotrichum* species from *Medicago sativa* in South Africa. *Phytophylactica*, 1989, 21(1): 69-78.
- [11] 马甲强. 苜蓿炭疽病病原学及防治研究. 兰州: 甘肃农业大学硕士学位论文, 2016.
MA J Q. Studies on etiology and control of alfalfa anthracnose. Master Thesis. Lanzhou: Gansu Agricultural University, 2016.
- [12] 徐杉. 紫花苜蓿炭疽病的病原及其致病性研究. 兰州: 兰州大学博士学位论文, 2019.
XU S. Study of the pathogen and pathogenicity of alfalfa anthracnose. PhD Thesis. Lanzhou: Lanzhou University, 2019.
- [13] ALIZADEH A, NIKKHAH M J, ATGHIA O, ZARE R, FOTOUHIFAR K B, DAMM U, STUKENBROCK E H. Contribution to the systematic study on the genus *Colletotrichum* in Northern Iran. University of Tehran, Karaj, Iran: 2nd Iranian Mycological Congress, 2015.
- [14] VASIĆ T, BULAJIĆ A, KRNJAJA V, JEVREMOVIĆ D, ŽIVKOVIĆ S, ANDJELKOVIĆ B. First report of anthracnose on alfalfa caused by *Colletotrichum linicola* in Serbia. *Plant Disease*, 2014, 98(9): 1276.
- [15] TIFFANY L H, GILMAN J C. Species of *Colletotrichum* from legumes. *Mycologia*, 1954, 46: 52-75.
- [16] DAMM U, WOUTENBERG J H C, CANNON P F, CROUS P W. *Colletotrichum* species with curved conidia from herbaceous hosts. *Fungal Diversity*, 2009, 39: 45-87.
- [17] O'NEILL N R. Pathogenic variability and host resistance in the *Colletotrichum trifolii*/*Medicago sativa* pathosystem. *Plant Disease*, 1996, 80: 450-457.
- [18] BAIN S M, ESSARY S H. A new anthracnose of alfalfa and red clover. *The Journal of Mycology*, 1906, 12(5): 192-193.
- [19] 戚佩坤, 白金铠, 朱桂香. 吉林省栽培植物真菌病害志. 北京: 科学出版社, 1966.
QI P K, BAI J K, ZHU G X. History of Fungal Diseases of Cultivated Plants in Jilin Province. Beijing: Science Press, 1966.
- [20] BARNES D K, OSTAZESKI S A, SCHILLINGER J A, HANSON C H. Effect of anthracnose (*Colletotrichum trifolii*) infection on yield, stand, and vigor of alfalfa. *Crop Science*, 1969, 9(3): 344-346.
- [21] 钟步飞. 南方山药炭疽病菌致病力研究及抗炭疽病山药种质抗性评价. 海口: 海南大学博士论文, 2014.
ZHONG B F. Study of the pathogenicity of anthracnose pathogen and evaluation of disease resistance of anthracnose in southern yam in China. PhD Thesis. Haikou: Hainan University, 2014.
- [22] 孙洁莹, 陈出新, 谷超, 殷豪, 齐开杰, 张绍铃, 吴俊. 梨品种资源抗炭疽病鉴定与筛选. *果树学报*, 2016, 33(S1): 184-195.
SUN J Y, CHEN C X, GU C, YIN H, QI K J, ZHANG S L, WU J. Identification and screening of resistance to anthracnose of pear varieties. *Journal of Fruit Science*, 2016, 33(S1): 184-195.
- [23] 刘羽, 刘增亮, 高爱平, 朱敏, 蒲金基, 张欣, 谢艺贤. 芒果种质对炭疽病的抗病性评价. *热带作物学报*, 2009, 30(7): 1000-1004.
LIU Y, LIU Z L, GAO A P, ZHU M, PU J J, ZHANG X, XIE Y X. Evaluation of resistance of mango germplasm to anthracnose. *Acta Tropical Crops*, 2009, 30(7): 1000-1004.
- [24] 王雪莲. 柑橘对胶孢炭疽菌的抗性研究. 重庆: 西南大学博士学位论文, 2015.
WANG X L. Study on the resistance of citrus to *Colletotrichum gloeosporioides*. PhD Thesis. Chongqing: Southwest University, 2015.
- [25] 易兰. 辣椒炭疽病病原菌的分离鉴定和辣椒抗炭疽病材料的筛选. 雅安: 四川农业大学博士学位论文, 2019.
YI L. Isolation and identification of the pathogen of pepper anthracnose and screening of pepper anthracnose resistance materials. PhD Thesis. Yaan: Sichuan Agricultural University, 2019.
- [26] 赵梓岑, 徐士忠, 季梅, 赵宁, 杨斌. 云南主栽核桃品种对炭疽病的抗性评价. *贵州农业科学*, 2018, 46(5): 41-45.
ZHAO Z C, XU S Z, JI M, ZHAO N, YANG B. Evaluation on resistance of main walnut varieties in Yunnan to anthracnose. *Guizhou Agricultural Sciences*, 2018, 46(5): 41-45.
- [27] 施云龙. 茶树抗炭疽病和抗冻机制及评价研究. 杭州: 浙江大学博士学位论文, 2020.

- SHI Y L. Study of the freezing mechanism and evaluation of resistance to anthracnose of tea plant. PhD Thesis. Hangzhou: Zhejiang University, 2020.
- [28] 黄金凤. 野生草莓种质资源对胶孢炭疽菌的抗性研究. 南京: 南京农业大学博士学位论文, 2012.
HUANG J F. Study on the resistance of wild strawberry germplasm resources to *Colletotrichum gloeosporioides*. PhD Thesis. Nanjing: Nanjing Agricultural University, 2012.
- [29] 张婷, 胡国富, 肖子恒, 李鹤春, 詹云. 菜豆(油豆角)炭疽病菌的分离鉴定及抗病资源筛选. 中国蔬菜, 2012(22): 75-80.
ZHANG T, HU F G, XIAO Z H, LI H C, ZHAN Y. Isolation and identification of anthracnose pathogen of kidney bean (carob) and screening of disease-resistant resources. Chinese Vegetables, 2012(22): 75-80.
- [30] 王晓宇. 亚麻炭疽病发生条件研究及抗病种质资源筛选. 哈尔滨: 东北农业大学硕士学位论文, 2013.
WANG X Y. Study on occurrence condition of flax *Colletotrichum* disease and the screening of resistant sources of flax. Master Thesis. Harbin: Dongbei Agricultural University, 2013.
- [31] 郑芳芳, 贺伟, 尹淑霞. 20 个苜蓿品种对炭疽病 (*Colletotrichum truncatum*) 的抗性测定. 植物保护, 2008(6): 99-101.
ZHENG F F, HE W, YI S X. Determination of 20 alfalfa cultivars for their resistance to *Colletotrichum truncatum*. Plant Protection, 2008(6): 99-101.
- [32] 马甲强, 袁庆华, 王瑜, 苗丽宏. 苜蓿种质材料对亚麻刺盘孢的室内抗性评价. 草地学报, 2017, 25(3): 604-611.
MA J Q, YUAN Q H, WANG Y, MIAO L H. Evaluation of the resistance of alfalfa germplasm to *Colletotrichum linicola*. Acta Agrestia Sinica, 2017, 25(3): 604-611.
- [33] 辛宝宝, 王瑜, 袁庆华. 苜蓿种质材料对炭疽病的抗性评价研究. 草地学报, 2017, 39(4): 111-115.
XIN B B, WANG Y, YUAN Q H. Evaluation on resistance of different germplasms of alfalfa to *Colletotrichum linicola*. Acta Agrestia Sinica, 2017, 39(4): 111-115.
- [34] 张梨梨, 史敏, 李彦忠. 炭疽病对沙尔沁地区苜蓿产量和品质的影响. 草业学报, 2020, 29(6): 117-126.
ZHANG L L, SHI M, LI Y Z. Effect of an thracnose infection on alfalfa yeild and quality in the Shaerqin area. Acta Prataculturae Sinica, 2020, 29(6): 117-126.
- [35] 周玉雷, 成启明, 都帅, 朱月, 赵雪梅, 郭鹏飞, 蔡文静, 贾玉山. 不同处理方法对紫花苜蓿种子萌发的影响. 中国饲料, 2020(14): 16-23.
ZHOU Y L, CHENG Q M, DU S, ZHU Y, ZHAO X M, GUO P F, CAI W J, JIA Y S. Effects of different treatment methods on the germination of alfalfa seeds. China Feed, 2020(14): 16-23.
- [36] 王丽, 刘雅宁, 程爽, 胥志文. 西北地区紫花苜蓿高效栽培技术. 农业科技通讯, 2019(12): 296-298.
WANG L, LIU Y N, CHENG S, XU Z W. High-efficient cultivation techniques of alfalfa in northwest China. Agricultural Technology Newsletter, 2019(12): 296-298.
- [37] 方中达. 植病研究方法. 北京: 中国农业出版社, 2001.
FANG Z D, Plant Disease Research Methods. Beijing: China Agriculture Press, 2001.
- [38] 李彦忠, 南志标. 牧草病害诊断调查与损失评定方法. 南京: 江苏凤凰科学技术出版社, 2015.
LI Y Z, NAN Z B. Forage Disease Diagnosis Investigation and Loss Assessment Methods. Nanjing: Jiangsu Phoenix Science and Technology Press, 2015.
- [39] ELGIN J H, BARNES D K, BUSBICE T H, BUSS G R, CLSRK N A, CLEVELAND R W, DTTERLINE R L, EVANS D W, FRANSEN S C, HORROCKS R D, HUNT O J, KEHR W R, LOWE C C, MILLKER D A, OFFUTT M S, PIKETT R C, SORENSEN E L, TALIAFERRO C M, TESAR M B, VAN KEUREN R W. Anthracnose resistance increases alfalfa yields. Crop Science, 1981, 21(3): 457-460.
- [40] 许志刚. 普通植物病理学. 北京: 高等教育出版社, 2009.
XU Z G. General Plant Pathology. Beijing: Higher Education Press, 2009.

(责任编辑 张瑾)