

盈江县高山大白菜根肿菌生理小种鉴定及抗源筛选

尹俊龙¹ 钱正益² 郑宇峰³ 赵从新³ 岳艳玲^{1*}

(¹ 云南农业大学园林园艺学院, 云南昆明 650201; ² 景东彝族自治县农业试验站, 云南普洱 676299; ³ 德宏州农业技术推广中心, 云南芒市 679300)

摘要: 采用 Williams 鉴别系统对云南省盈江县高山大白菜产区采集的根肿菌进行鉴定, 4 个鉴别寄主均表现为感病, 病情指数分别为 21、33、28、30, 说明该根肿菌为 4 号生理小种。采用菌土法接种盈江根肿菌, 对 18 个抗根肿病大白菜品种进行抗性鉴定, 其中 6 个品种发病率和病情指数均为 0, 对盈江根肿菌表现免疫; 2 个品种病情指数 < 10, 表现抗病, 可以作为该病区大白菜新品种选育的抗性遗传资源。

关键词: 大白菜; 盈江根肿菌; 生理小种; 抗源筛选

大白菜根肿病是由芸薹根肿菌 (*Plasmiodiophora brassicae* Woron.) 侵染所引起的一种世界性土传病害。该病菌最早发现于欧洲, 目前流行于主要十字花科作物产区 (伍文宪等, 2015)。根肿菌的休眠孢子能够在土壤中存活 8 a 以上 (谭翀和岳艳玲, 2013), 一旦被侵染将很难再进行十字花科作物的种植。根肿菌自 20 世纪末传入我国, 不断蔓延, 目前已有多个省市土壤受到污染, 损失惨重 (田雅琳, 2015)。近年来, 随着对根肿病防控方法的深入研究, 发现施用生石灰调节土壤 pH 能够在一定程度上减弱根肿病的为害 (班静洁, 2014), 施用枯草芽孢杆菌 (*Bacillus subtilis*) 生物制剂能够抑制土壤中 90% 的根肿菌孢子萌发 (彭丽莎, 2015), 施用化学农药氟啶胺 (福帅得) 防治效果可以达到 80% 以上 (王昌玉等, 2004)。但最为经济有效的绿色防控方法是使用抗病品种。由于根肿菌在不同的地区以不同致病性和不同类型的生理小种形式存在, 造成抗病品种在不

同地区栽培后所表现出的抗性也存在显著差异 (谭翀和岳艳玲, 2013)。盈江是云南省德宏州高山大白菜的重要产区, 但土壤被根肿菌污染后生产受到严重威胁, 产量损失严重, 几近绝收, 因此筛选适宜盈江地区栽培的抗病品种尤为重要。为了保障该地区大白菜生产的需求, 对该地区根肿菌进行生理小种鉴定和抗源筛选, 以期盈江地区大白菜生产和新品种选育提供理论参考。

1 材料与方法

1.1 试验材料

根肿菌采自云南省德宏州盈江县油松岭大白菜产区。

Williams 鉴别寄主 4 份, 即 2 个结球甘蓝 Jersey Queen、Badger Shipper 和 2 个芜菁甘蓝 Laurentian、Wilhelmsburger, 源自沈阳农业大学。

从国内外引进抗根肿病大白菜品种 18 份, 品种名称及来源见表 2; 对照为感病品种鲁春白 1 号。

1.2 试验方法

试验于 2016 年 8 ~ 10 月在云南农业大学园林园艺学院蔬菜基地进行。利用 Williams 鉴别系统, 采用菌土法 (司军等, 2003) 进行根肿菌生理小种鉴定和大白菜品种抗性鉴定。菌土的孢子浓度为 1×10^7 个 \cdot g⁻¹ (周永红等, 2007), 每个品种接种

尹俊龙, 男, 硕士研究生, 专业方向: 蔬菜作物遗传育种, E-mail: 974578034@qq.com

* 通讯作者 (Corresponding author): 岳艳玲, 女, 教授, 硕士生导师, 专业方向: 蔬菜作物遗传育种, E-mail: yanling-yue@126.com

收稿日期: 2018-03-13; 接受日期: 2018-05-22

基金项目: 公益性行业 (农业) 科研专项 (201003029)

100 株, 40 d 后调查发病情况, 计算发病率和病情指数。

根据十字花科作物根肿菌苗期病害分级标准 (侯明生和蔡丽, 2014) 对不同品种大白菜植株发病情况进行鉴定和分级, 分级标准: 0 级, 根部无肿瘤; 1 级, 侧根有小肿瘤; 3 级, 主根肿大, 其直径小于 2 倍茎基部; 5 级, 主根肿大, 其直径是茎基部的 2~3 倍; 7 级, 主根肿大, 其直径是茎基部的 3~4 倍; 9 级, 主根肿大, 其直径是茎基部的 4 倍以上或肿大的根部变黑。计算病情指数, 病情指数 = 0 记为免疫, 病情指数 < 10 记为抗病, 病情指数 ≥ 10 记为感病。

$$\text{发病率} = \frac{\text{发病株数}}{\text{调查株数}} \times 100\%$$

$$\text{病情指数} = \frac{\sum(\text{各级病株数} \times \text{相对级数值})}{\text{调查总株数} \times 9} \times 100$$

2 结果与分析

2.1 盈江根肿菌生理小种鉴定

Williams 鉴别系统的 4 个寄主接种盈江根肿菌 40 d 后, 病情指数分别为 21、33、28、30, 均大于 10, 且各寄主的发病率均为 100% (表 1)。根据 Williams 鉴别系统的分类标准, 盈江根肿菌为 4 号生理小种。

表 1 盈江根肿菌生理小种鉴定结果

鉴别寄主	总株数/株	感病株数/株	发病率/%	病情指数	抗感反应
Jersey Queen	100	100	100	21	+
Badger Shipper	100	100	100	33	+
Laurentian	100	100	100	28	+
Wilhelmsburger	100	100	100	30	+

注: “+” 代表感病。

2.2 大白菜品种抗性鉴定

从国内外引进的 18 个抗根肿病大白菜品种接种盈江根肿菌后, 发病率和病情指数明显不同 (表 2)。其中尚品、CR 铁甲 1 号、抗根 911、泰能 CR119、倍盛 CR12、新抗根等 6 个品种的发病率和病情指数均为 0, 对盈江根肿菌表现免疫, 占供试品种的 33.3%; 德高 CR117、中华白菜王的发病率分别为 17% 和 11%, 病情指数分别为 9.7 和 7.7, 对盈江根肿菌表现抗病, 占供试品种的 11.1%; 其他 10 个品种和感病对照鲁春白 1 号的发病率均为 100%, 病情指数在 38.8~65.7 之间, 表现感病。

表 2 18 个抗根肿病大白菜品种对盈江根肿菌抗性鉴定结果

品种名称	来源	总株数/株	感病株数/株	发病率/%	病情指数	抗性
尚品	辽宁	100	0	0	0	免疫
韩国优早四	山东	100	100	100	61.1	感病
CR 铁甲 1 号	山东	100	0	0	0	免疫
德高 CR117	山东	100	17	17	9.7	抗病
德高 CR63	山东	100	100	100	42.5	感病
抗根 911	北京	100	0	0	0	免疫
泰能 CR119	山东	100	0	0	0	免疫
靓根 CR1	胶州	100	100	100	42.9	感病
倍盛 CR12	山东	100	0	0	0	免疫
中华白菜王	山东	100	11	11	7.7	抗病
韩春	韩国	100	100	100	51.8	感病
开拓 16 号	韩国	100	100	100	38.8	感病
荣耀	山东	100	100	100	50.4	感病
亚非 4 号	韩国	100	100	100	45.2	感病
秋冠	韩国	100	100	100	53.7	感病
CR 摩根	青岛	100	100	100	57.4	感病
新抗根	山东	100	0	0	0	免疫
韩国春秋王	山东	100	100	100	56.2	感病
鲁春白 1 号 (CK)	青岛	100	100	100	65.7	感病

注: 病情指数=0, 免疫; 病情指数 < 10, 抗病; 病情指数 ≥ 10, 感病。

3 结论与讨论

3.1 盈江根肿菌是更复杂的根肿菌

本试验中, Willimas 鉴别系统的 4 个寄主接种盈江根肿菌后全部发病, 发病率均为 100%; 病情指数分别为 21、33、28、30, 均大于 10, 鉴定盈江根肿菌为 4 号生理小种。但是, 抗 4 号生理小种的大白菜品种荣耀、亚非 4 号和秋冠在接种湖北枝江和山东青岛 2 个地区的 4 号生理小种后均表现抗病 (曾令益等, 2017), 而在本试验中荣耀、秋冠和亚非 4 号接种盈江根肿菌后的发病率均为 100%, 病情指数均大于 10, 表现为感病, 说明盈江根肿菌 4 号生理小种与湖北枝江和山东青岛根肿菌 4 号生理小种不同, 盈江根肿菌致病性更强, 可能是 Willimas 鉴别系统鉴别不到的生理小种, 也可能是含有多个生理小种的混合菌, 具体小种组成还需要进一步进行单孢分离侵染鉴定。

3.2 盈江根肿菌抗病种质资源相对丰富

本试验引进的 18 个抗根肿病大白菜品种接种盈江根肿菌后, 尚品、CR 铁甲 1 号、抗根 911、泰能 CR119、倍盛 CR12、新抗根等 6 个品种的发病率和病情指数均为 0, 对盈江根肿菌表现免疫;

德高 CR117、中华白菜王的发病率分别为 17% 和 11%，病情指数分别为 9.7 和 7.7，对盈江根肿菌表现抗病。说明这 8 个品种可能含有抗盈江根肿菌的抗性基因，可利用这些遗传资源，针对该地区特殊的生理小种，将抗病基因转育到适宜生态类型品系中，培育符合当地栽培园艺性状需求的大白菜抗病新品种。

3.3 筛选符合当地生产需求的大白菜新品种

盈江县是云南省德宏州高山大白菜重要产区，已有 20 a 的栽培历史，大白菜夏秋季生产是当地农民创收的重要项目。随着土壤被根肿菌污染，根肿病发生为害越来越严重，给当地大白菜生产造成了巨大的损失。近几年来，德高 CR117 在该地区进行推广应用，初步取得了较好的防控效果。但是，盈江地区主要是进行夏秋季栽培，温度高、雨水大，德高 CR117 软腐病的发生率为 10%~13%，而且该品种球形偏大，不太符合当地市场需求。本试验筛选出 6 个对盈江根肿菌表现免疫的大白菜品种，可通过进一步试种，对其在当地的表現进行综合评价，以筛选出适宜当地气候条件和市场需求的抗病品种，丰富盈江地区大白菜的品种类型。

参考文献

- 班静洁. 2014. 土壤含水量、pH、Ca²⁺ 浓度对芸薹属根肿菌侵染及发病影响研究 [硕士学位论文]. 武汉: 华中农业大学.
- 侯明生, 蔡丽. 2014. 十字花科蔬菜根肿病. 武汉: 湖北科学技术出版社: 27-29.
- 彭丽莎. 2015. 十字花科作物根肿病生防菌研究进展. 植物保护, 41 (4): 16-22.
- 司军, 李成琼, 肖崇刚, 任雪松, 王小佳. 2003. 甘蓝根肿菌接种方法. 西南农业大学学报, 25 (3): 29-31.
- 谭骞, 岳艳玲. 2013. 不同大白菜品种对根肿病的抗性鉴定. 中国蔬菜, (8): 91-94.
- 田雅琳. 2015. 十字花科根肿病研究现状及未来预测. 天津农业科学, 21 (4): 123-124.
- 王昌玉, 朱建良, 保世森, 陈露萍, 阮石佑, 周金玉. 2004. 百菌清防治大白菜根肿病应用技术研究. 农药科学与管理, 26 (7): 16-18.
- 伍文宪, 刘勇, 张蕾, 黄小琴. 2015. 芸薹属根肿菌致病机理的研究进展. 中国农学通报, 31 (18): 260-265.
- 曾令益, 任丽, 刘凡, 陈旺, 陈坤荣, 徐理, 方小平. 2017. 28 个大白菜品种对根肿菌不同菌株的抗性反应及抗病基因位点检测. 中国油料作物学报, 39 (4): 532-639.
- 周永红, 孙保亚, 沈向群. 2007. 大白菜根肿病抗病接种浓度的研究. 辽宁农业科学, (3): 34-35.

Physiological Race Identification of *Plasmodiophora brassicae* and Screening of Resistant Source in Chinese Cabbage at Yingjiang County

YIN Jun-long¹, QIAN Zheng-yi², ZHENG Yu-feng³, ZHAO Cong-xin³, YUE Yan-ling^{1*}

(¹College of Landscape and Horticulture, Yunnan Agricultural University, Kunming 650201, Yunnan, China;

²Agricultural Experiment Station of Jingdong Yi Autonomous County, Pu'er 676299, Yunnan, China; ³Dehong State

Agricultural Technology Promotion Center, Mangshi 679300, Yunnan, China)

Abstract: The Williams identification system was adopted to identify the *Plasmodiophora brassicae* collected from the Chinese cabbage producing area at the mountainous areas in Yingjiang County, Yunnan Province. The 4 differential hosts all showed that they were susceptible, and the disease index was 21、33、28、30, respectively, indicating that fungus was physiological race No.4. The resistance of 18 Chinese cabbage cultivars from home and abroad was identified by planting on fungal soil method. The results showed that the incidence and disease indexes of 6 varieties were 0, and they were immune to Yingjiang *Plasmodiophora brassicae*. The disease index of 2 varieties were < 10, indicating they were resistant to Yingjiang *Plasmodiophora brassicae*. They could be used as resistant genetic resources for selecting new Chinese cabbage varieties for this disease.

Key words: Chinese cabbage; Yingjiang *Plasmodiophora brassicae*; Physiological race; Screening of resistant source