

## 湖南白菜品种根肿病抗性鉴定及评价

黄小莉<sup>a</sup>, 任佐华<sup>a</sup>, 彭沙沙<sup>a</sup>, 刘敏捷<sup>b</sup>, 孙良菲<sup>a</sup>, 刘二明<sup>a\*</sup>

(湖南农业大学 a.植物保护学院; b.信息科学技术学院, 湖南 长沙 410128)

**摘要:**为探究湖南现有白菜栽培品种对根肿病的抗性,分别采用田间自然诱发鉴定、温室和组织培养室内人工接种鉴定等3种方法,对50个白菜品种(另设感病和抗病对照品种各1个)进行了抗性鉴定。结果表明:50个参试栽培品种对根肿病的抗性存在明显差异,经3种方法鉴定均表现高抗的品种有7个,即矮脚小白菜、矮脚白、油青甜菜心、秋绿60、汕头甜白菜、中箕青菜605、德高富贵,占参试品种的14%;抗病品种7个,占14%;耐病品种3个,占6%;感病品种20个,占40%;有13个品种在3种鉴定方法中抗感表现不一致。

**关键词:**白菜;根肿病;抗性鉴定;湖南

中图分类号:S436.34

文献标志码:A

文章编号:1007-1032(2014)01-0043-05

## Identification and evaluation of resistance of Chinese cabbage in Hunan province against clubroot disease

HUANG Xiao-li<sup>a</sup>, RENG Zuo-hua<sup>a</sup>, PENG Sha-sha<sup>a</sup>, LIU Min-jie<sup>b</sup>, SUN Liang-fei<sup>a</sup>, LIU Er-ming<sup>a\*</sup>

(a.College of Plant Protection; b.College of Information Science and Technology, Hunan Agricultural University, Changsha 410128, China)

**Abstract:** The resistances of 50 Chinese cabbage varieties planted in Hunan against the clubroot disease that naturally occurred in fields or induced by artificial inoculation at seeding stage in greenhouse and tissue culture room were investigated with one resistant variety and one susceptible variety as controls. The results showed that there was obvious difference among the tested Chinese cabbage varieties in their ability to resist clubroot disease. Seven varieties, accounting for 14%, that is Aijiaoxiaobaicai, Aijiaobai, Youqingtiancaixin, Qiulv60, Shantoutianbaicai, Zhongqiqingcai 605 and Degaofugui, were highly resistant to clubroot disease; seven varieties, accounting for 14%, were resistant to clubroot disease; three varieties, accounting for 6%, were tolerant to clubroot disease; and 20 varieties, accounting for 40%, were susceptible to clubroot disease as identified both by natural and artificial methods. But for the remaining 13 varieties, the resistances identified by natural methods were not consistent to those by artificial method.

**Key words:** Chinese cabbage; clubroot; resistance identification; Hunan

根肿病是白菜等一系列十字花科作物的土传病害<sup>[1]</sup>。根肿病菌(*Plasmodiophora brassicae* Woron)休眠孢子在土壤中或黏附在种子上越冬,并可在土壤中存活10~15年<sup>[2]</sup>。病菌休眠孢子可借雨水、灌溉水、害虫及农事操作等传播,防治难度大<sup>[3-4]</sup>。自1989年湖南地区报道<sup>[5]</sup>有根肿病害发生以来,该病

对白菜品种的危害愈发严重,仅长沙地区发病面积就达66.7 hm<sup>2</sup>。

对十字花科作物根肿病的综合防治主要以药剂防治为主<sup>[6]</sup>,但由于根肿病是土传性病害,防治所需药剂用量大、成本高,且农药残留将制约绿色蔬菜的生产<sup>[7-11]</sup>。已有研究<sup>[12-13]</sup>表明,种植抗根肿

收稿日期:2012-12-25

基金项目:国家公益性行业(农业)科研专项(201003029)

作者简介:黄小莉(1988—),女,江苏无锡人,硕士研究生,主要从事微生物与植物互作研究, xiaoli0501@sina.com; \*通信作者, emingliu@163.com

病品种是防治根肿病最经济、最安全有效且易于推广的途径。根肿病菌存在致病性分化,抗病品种在同一地区连续多年种植,会出现抗性丧失,或在不同地区种植表现抗性不一<sup>[1-3,6]</sup>,因此,鉴定和发掘新的抗病品种和抗性资源对抗性品种的利用和抗病育种有十分重要的作用。笔者对湖南种植的50个白菜品种,采用田间自然诱发、温室和组织培养室内人工接种鉴定法,进行抗性鉴定及评价,旨在为湖

南抗根肿病白菜品种的发掘和利用提供依据。

## 1 材料与amp;方法

### 1.1 材料

52个白菜品种(表1)均为湖南省售常见白菜品种,感病对照为黄金小白菜,抗病对照为湘南竹筒包,其余50个为参试待鉴定品种。

表1 供试52个白菜品种

Table 1 Fifty-two Chinese cabbage varieties

编号	品种名称	编号	品种名称	编号	品种名称	编号	品种名称
1	矮脚白菜	14	特级上海青	27	536小白菜	40	速生小白菜
2	黄金小白菜(CK <sub>1</sub> )	15	五月慢	28	德高87-114	41	改良秋王
3	清江白	16	油青甜菜心	29	德高16大白菜	42	菊锦大白菜
4	青梗白菜	17	真好吃大白菜	30	德阳01	43	无叶甜菜苔
5	白梗白叶	18	淡青菜心	31	德高青华76	44	苏州青
6	矮脚小白菜	19	高产青菜	32	长江5号快菜	45	和春白菜
7	俊秀青梗菜	20	秋绿60	33	绿星青菜	46	四月慢
8	早白菜苔Ⅲ	21	杂交矮脚白	34	绿领236快菜	47	齐心白45
9	湘南竹筒包(CK <sub>2</sub> )	22	汕头甜白菜	35	JH-510青梗菜	48	奶油小白菜
10	新夏冬青	23	中箕青菜605	36	矮脚黄	49	夏致
11	夏绿小白菜	24	仙苔一号	37	白叶四月黄	50	早熟五号
12	矮脚白	25	夏白一号	38	改良青杂3号	51	高丽金娃娃
13	早白菜苔Ⅳ	26	德高富贵	39	日本新夏阳	52	石排菜心

## 1.2 方法

### 1.2.1 白菜根肿病田间自然诱发抗性鉴定

2011年10—11月,于怀化市溆浦县小横垅乡罗丰村病区前茬白菜根肿病发病重旱地进行自然诱发抗性鉴定。每品种播20穴,每穴留苗3株。3次重复。播种后按高产栽培方式进行管理。35d后,拔出白菜幼苗,观察根部,对照分级标准对每株苗进行调查,记载发病情况。

### 1.2.2 白菜根肿病温室人工接种抗性鉴定

2011年9—10月,在湖南农业大学植物病理学实习基地,对52个白菜品种进行人工接种抗性鉴定。首先利用漂浮盘法育苗,即以多孔聚乙烯泡沫漂浮板为载体,填充菌土(按照每300g灭菌土加15g白菜根部肿瘤组织配制<sup>[14]</sup>)为支撑,以营养液水体为苗床。待幼苗生长至4~5片真叶时,移栽于塑料大棚内。大棚内土壤采自怀化市溆浦县小横垅乡罗丰村根肿病发病区及益阳市桃江县罗家潭红菜根肿病发病区,pH值为5.7。每品种栽20穴,每穴

栽2株,株行距为25cm×25cm。移栽后常规栽培管理。50d后,将苗拔出,洗净根部后进行分级。

### 1.2.3 白菜根肿病组织培养室内人工接种抗性鉴定

2012年7—9月,在湖南农业大学植物病理学实习基地接种室,采用菌土法<sup>[15]</sup>对52个白菜品种进行人工接种。菌土中孢子量达到 $4 \times 10^7$ 个/g,育苗穴盆规格为6cm×6cm。接种后,置于组织培养室内光照培养,日照时数16h,每5d浇灌1次Hoagland营养液(pH 5.5)。每品种播10钵,每钵3株,25~30d后调查对照品种的发病状况,感病对照发病时间即为最佳调查时间。洗根时幼苗带着整穴的土,减少断根,洗净后对菌根进行分级。

## 1.3 调查分级标准

按照农业部公益性行业科研专项“十字花科作物根肿病防控技术与示范”项目组制定的根肿病苗期病害病情分级标准进行,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。

1.4 病情指数计算及抗性类型划分

发病率=(病株数/调查株数)×100%。病情指数=Σ(各级发病株数×级数)×100/(调查总株数×最高病情级数)。抗性类型依据病情指数划分<sup>[16]</sup>:病情指数为 0(免疫 I);0<病情指数<10,高抗(HR);10<病情指数<20,抗病(R);20<病情指数<30,耐病(T);病情指数≥30,感病(S)。

2 结果与分析

2.1 白菜品种的自然诱发抗性

白菜品种在田间病圃经自然诱发抗病性鉴定、抗性类型依据病情指数划分结果如表 2。在 50 个待鉴定品种中对根肿病表现高抗、抗病、耐病和感病的分别有 10、18、10、12 个,分别占参试待鉴定

品种的 20%、36%、20%、24%,病情指数分别为 2.0~6.9、10.7~19.7、21.4~25.4、30.6~44.4。

2.2 白菜温室人工接种抗性

白菜品种人工接种抗性鉴定、病情指数及抗性类型划分结果如表 2 所示。对根肿病表现免疫、高抗、抗病、耐病和感病的品种分别有 3、11、18、11、8 个,分别占待鉴定品种的 4%、22%、36%、22%、16%,病情指数分别为 0、3.7~9.5、10.3~19.9、20.3~28.1、30.0~68.4。

2.3 白菜组织培养室内人工接种抗性

白菜品种在组培室内利用菌土法进行了人工接种抗性鉴定,病情指数及其抗性类型结果如表 2 所示,在 50 个待鉴定品种中对根肿病表现高抗、抗病、耐病、感病的品种分别有 14、18、7、11 个,分别占供试品种的 28%、36%、14%、22%,病情指数分别为 3.7~9.1、10.1~17.9、20.2~28.3、30.2~47.3。

表2 3种鉴定方法鉴定52个白菜品种的抗根肿病表现

Table 2 Resistance identification of 52 varieties against clubroot disease by natural and artificial methods

编号	发病率/%			病情指数			抗感反应		
	自然诱发	温室人工接种	组培室内人工接种	自然诱发	温室人工接种	组培室内人工接种	自然诱发	温室人工接种	组培室内人工接种
1	34.6	12.5	54.5	15.0	12.5	10.1	R	R	R
2	57.1	33.3	72.0	25.4	33.3	45.6	T	S	S
3	35.3	30.8	71.4	14.4	30.8	38.6	R	S	S
4	30.8	33.3	46.7	21.4	33.3	10.4	T	S	R
5	11.1	0.0	23.8	6.2	0	3.7	HR	I	HR
6	6.5	8.7	34.4	4.3	5.7	7.3	HR	HR	HR
7	42.1	18.2	66.7	32.7	12.1	14.8	S	R	R
8	27.8	12.5	42.9	14.8	12.4	14.9	R	R	R
9	0.0	0.0	25.0	0.0	0	8.3	I	I	HR
10	41.9	30.0	27.6	22.6	19.9	4.6	T	R	HR
11	45.5	20.0	58.8	33.3	17.3	22.2	S	R	T
12	4.8	5.9	44.4	3.7	5.8	9.1	HR	HR	HR
13	9.1	0.0	16.7	2.0	0	3.7	HR	I	HR
14	66.7	26.7	50.0	37.8	24.4	11.1	S	T	R
15	39.5	66.7	48.0	24.3	17.8	15.1	T	R	R
16	12.5	21.9	29.4	6.9	7.3	7.2	HR	HR	HR
17	40.0	36.0	60.9	16.4	12.0	16.4	R	R	R
18	38.9	23.8	28.6	17.9	8.9	14.3	R	HR	R
19	9.7	41.7	46.9	5.4	13.9	12.2	HR	R	R
20	14.3	26.1	35.5	4.8	7.7	7.5	HR	HR	HR
21	19.2	13.9	26.1	10.7	4.0	4.8	R	HR	HR
22	14.3	15.6	21.9	4.8	5.9	4.5	HR	HR	HR
23	12.5	15.2	29.2	4.2	3.7	6.0	HR	HR	HR

续 表

编号	发病率/%			病情指数			抗感反应		
	自然诱发	温室人工接种	组培室内人工接种	自然诱发	温室人工接种	组培室内人工接种	自然诱发	温室人工接种	组培室内人工接种
24	28.0	43.3	47.6	21.8	21.9	25.4	T	T	T
25	13.3	25.0	30.0	13.2	9.4	11.5	R	HR	R
26	16.7	33.3	36.0	6.8	9.5	8.4	HR	HR	HR
27	18.2	82.6	55.6	15.7	32.9	30.9	R	S	S
28	50.0	46.7	56.3	24.6	10.4	32.6	T	R	S
29	33.3	21.2	47.6	23.8	7.1	12.7	T	HR	R
30	30.4	90.0	85.3	12.1	27.8	17.9	R	T	R
31	31.8	80.0	35.5	11.6	28.1	6.1	R	T	HR
32	45.8	58.8	37.5	21.8	20.3	6.0	T	T	HR
33	70.4	35.7	94.4	37.4	10.3	22.8	S	R	T
34	56.3	40.0	89.5	34.7	12.1	41.5	S	R	S
35	73.3	41.3	78.3	36.3	27.8	47.3	S	T	S
36	84.2	42.9	46.4	33.9	23.2	20.2	S	T	T
37	76.2	53.1	74.2	34.9	20.4	37.6	S	T	S
38	66.7	60.0	54.2	44.4	37.0	28.3	S	S	T
39	54.5	42.1	63.2	30.6	26.3	14.0	S	T	R
40	16.7	33.3	39.5	15.4	12.4	8.5	R	R	HR
41	60.0	48.1	64.0	37.8	19.0	30.2	S	R	S
42	33.3	41.0	28.6	13.6	16.5	13.5	R	R	R
43	32.0	35.3	47.8	22.2	27.9	24.6	T	T	T
44	32.2	73.7	48.0	21.6	26.9	24.9	T	T	T
45	25.0	31.3	42.9	24.2	16.4	15.1	T	R	R
46	33.3	70.0	66.7	19.7	30.0	32.1	R	S	S
47	13.3	31.7	33.3	13.4	12.2	10.4	R	R	R
48	48.8	100.0	74.2	37.8	56.8	37.6	S	S	S
49	23.3	24.1	55.9	12.2	19.8	14.1	R	R	R
50	26.3	31.0	42.4	13.5	11.1	16.8	R	R	R
51	35.5	100.0	66.7	11.3	68.4	31.3	R	S	S
52	21.1	75.0	68.8	12.5	45.1	39.6	R	S	S

#### 2.4 3种鉴定方法的比较与品种综合抗性评价

基于3种方法对50个待鉴定品种的抗性表现,用3种方法鉴定均表现抗病的品种有15个,即矮脚白菜、矮脚小白菜、早白菜苔III、矮脚白、早白菜苔IV、油青甜菜心、真好吃大白菜、秋绿60、汕头甜白菜、中箕青菜605、德高富贵、菊锦大白菜、齐心白45、夏致、早熟五号。有1种以上方法鉴定表现为感病的品种有22个,即清江白、青梗白菜、俊秀青梗菜、夏绿小白菜、特级上海青、仙苔一号、536小白菜、德高87-114、绿星青菜、绿领236快菜、JH-510青梗菜、矮脚黄、白叶四月黄、改良青杂3号、日本新夏阳、改良秋王、无叶甜菜苔、苏州青、四月慢、奶油小白菜、高丽金娃娃、石排菜

心。其他13个品种在3种方法鉴定中结果不一致,抗性表现不一。

### 3 讨论

经3种方法鉴定50个湖南栽培白菜品种对根肿病的抗性,均表现抗病的有15个,如矮脚小白菜、早白菜苔III、油青甜菜心等,这些品种可以在湖南病区种植。感病的有22个,如清江白、青梗白菜、俊秀青梗菜等,这些品种不宜在病区种植。

国内鉴定十字花科作物对根肿病的抗性采用的方法有菌土接种法<sup>[16]</sup>、田间鉴定法<sup>[17-18]</sup>。笔者采用3种鉴定方法,田间自然诱发、温室及组织培养室内人工接种鉴定,得到的抗病与感病品种之比分别为29/23、32/20、33/19,说明这3种方法鉴

定存在差异性。田间的鉴定结果较之另外 2 种方法表现相对较好,但一种鉴定方法鉴定不能完全反映品种抗性的实际表现,如清江白田间鉴定为抗病,而温室及组培室内鉴定为感病,这 3 种方法各有其优缺点。田间自然诱发鉴定设立在病区田间,在十字花科作物自然生长和病害发生最适宜条件下进行,鉴定结果能反映品种田间抗性表现,该方法是抗性资源筛选和抗病育种常采用的方法<sup>[19]</sup>。但田间作物生长易受气候条件的影响,菌源分布不匀也会导致鉴定结果出现偏差。温室利用漂浮盘法进行育苗,出苗整齐、存活率高,并具有 pH 值易控、节省空间、易于管理的优点。但温室鉴定需要移栽,鉴定时间较长。组织培养室人工接种在温度、湿度、光照皆可控的条件下进行,易形成一套标准化的操作体系。但育苗钵中基质土营养不足,空间狭小等因素影响植株的生长和发育。温室及组织培养室内由于是人工接种,选取的菌源较田间代表性差。本研究将室内及室外试验相结合,大大提高了鉴定结果的可靠性。

自然界中根肿病菌的种群处于生理性多样化分化型混合的状态<sup>[20]</sup>。由于根肿病菌存在致病性分化,即使是同一白菜品种在不同地区其抗感反应也会表现不同。本研究的抗性鉴定利用的仅是 1 个重病区的菌源,所鉴定出的抗感白菜品种在其他地区引种可以作为参考。若病区引种,建议先少量试种,确定在当地表现抗病后方可大面积推广。

#### 参考文献:

- [1] 丁云花,简云才.十字花科蔬菜根肿病菌生理小种及接种方法[J].中国蔬菜,2005(8):29-31.
- [2] Wallenhammar A C. Prevalence of *Plasmodiophora brassicae* in a spring oilseed rape growing area in central Sweden and factors influencing soil infestation levels[J]. Plant Pathol, 1996, 45(4): 710-719.
- [3] 商桑,黄绵佳,田丽波.十字花科蔬菜根肿病生物学特性及分子生物学研究进展[J].吉林农业科学,2009, 34(2): 43-46.
- [4] Donald C, Porter I. Integrated control of clubroot[J]. Plant Growth Regul, 2009, 28: 289-303.
- [5] 肖新平.十字花科蔬菜对根肿病的抗性比较[J].湖北植保,1995(3):9-10.
- [6] 李金萍,柴阿丽,孙日飞,等.十字花科蔬菜根肿病研究新进展[J].中国蔬菜,2012(8):1-4.
- [7] Donald E C, Porter I J, Lancaster R A. Band incorporation of fluazinam (Shirlan) into soil to control clubroot of vegetable brassica crops[J]. Australian Journal of Experimental Agriculture, 2001, 41(8): 1223-1226.
- [8] 孙道旺,杨家鸾,杨明英,等.75%达科宁防治白菜根肿病产量损失测定及残留分析[J].西南农业学报,2004,17(2):189-191.
- [9] 巩文峰,岳海梅,旺姆,等.林芝地区大白菜根肿病的药剂防治试验[J].北方园艺,2012(12):165-166.
- [10] 李妍,谢学文,石延霞,等.防治白菜根肿病的药剂筛选[J].农药学学报,2010,12(1):93-96.
- [11] 刘亚培,王芳展,胡帅,等.十字花科蔬菜根肿病及其综合防治技术[J].浙江农业科学,2012(5):694-697.
- [12] Manzaneres Dauleux M J, Divaret I, Baron F, et al. Evaluation of French *Brassica oleracea* landraces for resistance to *Plasmodiophora brassicae*[J]. Euphytica, 2000, 113: 211-218.
- [13] Diederichsen E, Frauen M, Linders E G A, et al. Status and perspectives of clubroot resistance breeding in crucifer crops[J]. Plant Growth Regul, 2009, 28: 265-281.
- [14] 陈群航,黄建都,陈仁,等.大白菜品种对根肿病抗性鉴定研究[J].现代农业科技,2011(13):116-117.
- [15] 司军,李成琼,肖崇刚,等.甘蓝根肿病接种方法的研究[J].西南农业大学学报,2003,25(3):216-219.
- [16] 胡靖锋,吴丽艳,林良斌,等.用菌土接种法鉴定云南省主要十字花科作物对根肿病的抗性[J].中国蔬菜,2010(14):71-74.
- [17] 刘勇,黄小琴,柯绍英,等.四川主栽油菜品种根肿病抗性研究[J].中国油料作物学报,2009,31(1):90-93.
- [18] 符明联,杨玉珠,李根泽,等.不同油菜品种对根肿病的抗性分析[J].华中农业大学学报,2011,30(4):443-447.
- [19] 司军,李成琼,宋洪元,等.结球甘蓝对根肿病的抗性鉴定及评价[J].西南大学学报,2009,31(6):26-30.
- [20] 李茜,沈向群,耿新翠,等.芸薹根肿菌(*Plasmodiophora brassicae*)单孢分离接种及生理小种鉴定[J].植物保护,2012,38(3):95-101.

责任编辑:罗慧敏  
英文编辑:罗维