

陕西省大白菜主产区黑腐病菌致病型的研究

芦 燕,张鲁刚,惠麦侠,张明科

(西北农林科技大学 园艺学院, 农业部西北园艺植物种质资源与遗传改良重点开放实验室,陕西 杨凌 712100)

【摘 要】 【目的】了解陕西省大白菜主产区黑腐病菌致病型的分化情况,为大白菜抗病性鉴定和育种工作奠定基础,并为大白菜不同类型品种的合理布局提供依据。【方法】采集陕西渭南、泾阳、临潼和杨凌 4 个大白菜主产区的典型黑腐病病样,进行病菌分离、纯化及形态学特征和柯赫氏法则鉴定,获得有代表性的 35 个大白菜黑腐病菌株。在对各菌株进行革兰氏、夹膜、鞭毛染色检验以及淀粉水解能力和明胶液化程度测定的基础上,用 7 个不同抗性大白菜品种作为鉴别寄主,采用喷雾法进行交叉接种,对 35 个菌株的致病类型进行了划分,并对各致病类型的分布进行了统计。【结果】根据抗、感反应的一致性,将 35 个大白菜黑腐病菌株划分为 I、II、III、IV、V、VI 6 类致病型,其中 III 型致病力最强,II 型为典型的致病型,I、IV、V 型的致病专化性强,品种间抗感差异最大,I、V 型的致病力相当,VI 型的致病力与其他菌株差异最大;6 类黑腐病致病型在陕西省大白菜主产区发生情况有明显差异,其中 I、V 致病型在陕西省 4 个大白菜主产区均有发生,I 致病型是陕西省大白菜黑腐病的主要菌原;病菌致病力与淀粉水解能力和明胶液化程度呈正相关。【结论】陕西省大白菜黑腐病病原菌的致病性分化明显,目前的主要病原菌是 I 致病型。

【关键词】 大白菜;黑腐病;致病型
【中图分类号】 S436.341.1⁺3 【文献标识码】 A 【文章编号】 1671-9387(2008)10-0132-07

Pathogenesis division of black rot bacteria of Chinese cabbage in Shaanxi central productive area

LU Yan,ZHANG Lu-gang,HUI Mai-xia,ZHANG Ming-ke
(College of Horticulture, Northwest A&F University; Key Laboratory of Horticulture Plant Germplasm and Genetic Improvement, Ministry of Agriculture, Yangling, Shaanxi 712100, China)

Abstract: 【Objective】 The study clarified the pathogenesis division of black rot bacteria of Chinese cabbage(*Brassica campestris* L. ssp *penkinsis*) in Shaanxi Province, which will serve as a basis in breeding and indentification of Chinese cabbage and a gist in overall arrangement of various Chinese cabbages culti- vars in Shaanxi Province to restrain black rot. 【Method】 The representative leaves infected by black rot (*Xanthomonas campestris* pv. *campestris* (Pam.) Dowson) were first collected in central Chinese cabbage fields of shaanxi province, then the bacteria were separated, purified and classified with its morphologic characteristics and Koch' postulates physiological target. Then 35 representative bacterium strains were ob- tained and used in cross inoculation and identification with seven different resistance Chinese cabbages. 【Result】 Based on the response consistency with different hosts, the 35 strains were divided into 6 patho- genic types, with different infection characteristics, for instance, Type III had the strongest infection capaci- ty and type II was the typical pathogenic strain. There were special infection capacity and wide response di-

* 【收稿日期】 2007-11-05
 【基金项目】 国家“十一五”科技支撑计划资助项目(2006BAD01A7-1-03);农业公益性行业科研专项(nyhyzx07-007);陕西省 13115 工程资助项目(2007ZDKG-05)
 【作者简介】 芦 燕(1980—),女,山东长清人,在读硕士,主要从事蔬菜植物种质资源研究。E-mail:yz2004aaa@163.com
 【通讯作者】 张鲁刚(1963—),男,陕西岐山人,教授,博士生导师,主要从事蔬菜种质资源创新与新品种选育研究。
 E-mail:lugangzh@163.com

iversity among different hosts with I ,Ⅳ and V strains,and there was similar infection capacity between I and V . However,type Ⅵ was obviously distinguished from other bacteria strains in infection capacity. It was also found that the infection capacity of them was positively related to hydrolysis capacity of amylum and degree of qlutin fluidifying. The ocuurences of the 6 kinds of pathogenesis were obviously different in Chinese cabbage in central productive area in Shaanxi Province. The strain I and V occurred in four main Chinese cabbage production fields in Shaanxi province,and strain I was the predominant bacteria there. 【Conclusion】 Therefore,it indicates that the black rot bacteria of Chinese cabbage have wide pathogenesis division and the predominant bacteria is strain I in Shaanxi Province.

Key words: *Brassica campestris* L. ssp penkinsis;black rot;pathogenic type

已有研究表明,十字花科蔬菜的黑腐病(crucifers black rot)是由野油菜黄单胞杆菌野油菜致病变种(*Xanthomonas campestris* pv. *campestris* (Pam.) Dowson)引起的世界性的重要病害之一^[1-2]。该病 1973 年曾在美国各地流行,造成了严重损失^[3]。20 世纪 90 年代,在非洲的肯尼亚、马拉维、莫桑比克、南非、乌干达、赞比亚和津巴布韦等国,黑腐病也成为十字花科蔬菜的主要病害^[4-5]。我国 20 世纪 70 年代即有该病发生,80 年代全国各地普遍流行,北起黑龙江、南至海南岛均有分布^[2]。1985 年,西安地区大白菜黑腐病害使早熟大白菜产量损失 65%,中晚熟大白菜产量损失 20%,提早采收率达 60%,严重影响了当年的冬贮供应^[6]。近年来,由于国外春大白菜品种的引进,给大白菜黑腐病带来了新的致病病原菌,不仅使黑腐病成为春大白菜的主要病害,而且使夏秋大白菜黑腐病的发病程度和几率也呈现上升趋势。因此,黑腐病已成为我国大白菜的主要病害之一。

国内外在十字花科黑腐病方面进行了许多研究,已筛选出高抗黑腐病的萝卜^[7-8]、甘蓝^[9-10]、白菜^[11]、小白菜^[11]等种质材料,为黑腐病的病菌鉴别

提供了技术和材料。在黑腐病菌致病力分化方面,李经略等^[12]对全国 4 个地区的甘蓝黑腐病菌致病力分化现象进行分析后认为,陕西杨凌地区的黑腐病菌致病力最强;张玉勋等^[13]对萝卜黑腐病 7 个菌株进行致病性测定发现,不同菌株对同一品种幼苗的致病性强弱存在差异;但目前有关大白菜黑腐病菌致病力分化方面的研究尚未见报道。实践证明,在抗病性鉴定中,病菌致病力的强弱对鉴定结果影响很大。因此,必须首先明确病原菌致病力的分化情况,再选择合适的病菌,才能对大白菜品种的抗病性作出客观评价。本研究以陕西省大白菜主产区的典型黑腐病为对象,采用人工喷雾接种法,研究了病菌的致病类型及其分布情况,以期为大白菜不同类型品种的合理布局及抗病育种工作提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 材 料

供试病样于 2006-10 采集自陕西省渭南市(WN)、泾阳县(JY)、临潼区(LT)和杨陵区(YL)等地的大白菜生产田,分离、纯化后从中选择有代表性的 35 个大白菜黑腐病菌株,详见表 1。

表 1 供试大白菜黑腐病病原菌分离物的来源

Table 1 Place where the pathogenic isolate of Chinese cabbage black rot collected

菌株号 Strain	病样采集地点 Place of the sample collected	寄主 Host
JY-2	泾阳白菜产区 Jingyang Productive area	丰抗 78 Fengkang 78
JY-6	泾阳农户 Jingyang Peasant household	秦白 2 号 Qinbai No 2
JY-7	泾阳农户 Jingyang Peasant household	丰抗 78 Fengkang 78
JY-8	泾阳农户 Jingyang Peasant household	鲁白 3 号 Lubai No 3
JY-12	泾阳蔬菜基地 Jingyang vegetables base	05 杂 45 05 za 45
JY-13	泾阳白菜产区 Jingyang Chinese cabbage Productive area	05 杂 45 05 za 45
JY-15	泾阳白菜产区 Jingyang Chinese cabbage Productive area	05 杂 41 05 za 41
JY-23	泾阳蔬菜基地 Jingyang vegetables base	05 杂 16 05 za 16
JY-37	泾阳蔬菜基地 Jingyang vegetables base	06 杂 62 06 za 62
WN-1	渭南白菜产区 Weinan Chinese cabbage Productive area	06 杂 42 06 za 42
WN-9	渭南农户 Weinan Peasant household	秦白 2 号 Qinbai No 2

续表 1 Continued Table 1

菌株号 Strain	病样采集地点 Place of the sample collected	寄主 Host
WN-11	渭南蔬菜基地 Weinan vegetables base	05 杂 57 05 za 57
WN-12	渭南农户 Weinan Peasant household	05 杂 42 05 za 42
WN-13	渭南蔬菜基地 Weinan vegetables base	05 杂 40 05 za 40
WN-17	渭南农户 Weinan Peasant household	05 杂 63 05 za 63
WN-21	渭南蔬菜基地 Weinan vegetables base	05 杂 44 05 za 44
LT-2	临潼白菜产区 Lintong Chinese cabbage Productive area	秦白 2 号 Qinbai No 2
LT-7	临潼白菜产区 Lintong Chinese cabbage Productive area	丰抗 78 Fengkang 78
LT-10	临潼白菜产区 Lintong Chinese cabbage Productive area	丰抗 78 Fengkang 78
LT-11	临潼农户 Lintong Peasant household	丰抗 78 Fengkang 78
LT-17	临潼农户 Lintong Peasant household	丰抗 78 Fengkang 78
LT-19	临潼农户 Lintong Peasant household	鲁白 3 号 Lubai No 3
YL-1	蔬菜研究所 Vegetables research institute	陕秋白 Shanqiubai
YL-3	蔬菜研究所 Vegetables research institute	06S46
YL-5	航天蔬菜基地 Hangtian vegetables base	05 杂 57 05 za 57
YL-6	杨凌新天地 Yangling Xintiandi	陕秋白 Shanqiubai
YL-8	航天蔬菜基地 Hangtian vegetables base	06 杂 121 06 za 121
YL-11	航天蔬菜基地 Hangtian vegetables base	金冠 1 号 Jinguan No 1
YL-12	航天蔬菜基地 Hangtian vegetables base	05 杂 3 05 za 3
YL-13	杨凌新天地 Yangling Xintiandi	陕秋白 Shanqiubai
YL-14	蔬菜研究所 Vegetables research institute	06S1492
YL-17	航天蔬菜基地 Hangtian vegetables base	06 杂 2 06 za 2
YL-22	蔬菜研究所 Vegetables research institute	06S0962
YL-23	杨凌农户 Yangling Peasant household	秦白 2 号 Qinbai No 2
YL-28	杨凌农户 Yangling Peasant household	秦白 2 号 Qinbai No 2

鉴别寄主用不同抗性大白菜品种:秦白 2 号(高抗)、05 杂 67(高抗)、秦白 3 号(抗病)、陕秋白(抗病)、05 杂 42(耐病)、06S1112(高感)和 05 杂 39(高感)。

1.2 方 法

将大白菜种子先置于体积分数 75%酒精中处理 1 min,再于 1 g/L 升汞溶液中处理 10 min,蒸馏水冲洗干净,播种到经体积分数 0.1%甲醛溶液消毒的营养钵内,所用土壤提前用 0.015 mL/L 的甲醛溶液消毒灭菌。在西北农林科技大学园艺学院日光温室内育苗,当幼苗生长至 4~5 片真叶时进行接种鉴定,每个品种处理 30 株,重复 3 次。

黑腐病菌用牛肉膏蛋白胨培养基进行分离、纯化,采用形态学和柯赫氏法鉴定病菌。明胶液化、淀粉酶水解、革兰氏染色、夹膜染色、鞭毛银染等依据《微生物学试验技术》^[14]进行。

抗病性鉴定参考《中国主要蔬菜抗病育种》^[15]并加以改良,具体操作方法为:供试菌在牛肉蛋白胨培养基(pH=7.0)28 ℃培养 48 h,然后配制成浓度为 2×10⁸ cfu/mL 的菌液。接种前,于 25~28 ℃将幼苗保湿培养 24 h,采用喷雾法进行接种,以喷洒蒸馏水为对照,每 30 mL 菌液喷接 50 株。接种后保湿 48 h,进行正常管理,每日傍晚覆膜保湿,次日清

晨揭膜。接种 15 d 时统计发病级别,计算病情指数,并进行抗病性划分。

依据《国家“九五”科技攻关计划项目专题验收报告》^[16]进行病情分级和抗病性归类。

病情指数=[Σ(病级数×该病级发病叶片数)/(最高发病级数×总调查叶片数)]×100。

病情分级标准为:0 级. 无病症;1 级. 水孔处有黑色枯死点,无扩展;3 级. 病斑从水孔向外扩展,占叶面积 5%以下;5 级. 病斑从水孔向外扩展,占叶面积 5%~25%;7 级. 病斑从水孔向外扩展,占叶面积 25%~50%;9 级. 病斑从水孔向外扩展,占叶面积 50%以上。

抗病性归类标准为:免疫(I). 病情指数 0.00;高抗(HR). 病情指数 0.01~11.11;抗病(R). 病情指数 11.12~33.33;耐病(T). 病情指数 33.34~55.55;感病(S). 病情指数 55.56~77.77;高感(HS). 病情指数 77.78~100。

致病型发生率/%=(该地区某致病型的总菌株数/该地区的总菌株数)×100%。

2 结果与分析

2.1 35 个大白菜黑腐病病原菌致病型的划分

2.1.1 病原菌菌株在 7 个鉴别寄主上的抗感反应

由表 2 可见,不同大白菜品种对 35 个黑腐病病原菌菌株的抗感反应呈现明显差异,其中秦白 2 号高抗 26 个菌株,对 9 个菌株表现抗病;05 杂 67 高抗 16 个菌株,对 19 个菌株表现抗病;秦白 3 号高抗 15 个菌株,对 10 个菌株表现抗病,对 10 个菌株表现耐病;陕秋白高抗 9 个菌株,对 26 个菌株表现抗病;05 杂 42 高抗 4 个菌株,对 15 个菌株表现抗病,对 16 个菌株表现耐病;06S1112 对 4 个菌株表现耐病,对

10 个菌株表现感病,对 21 个菌株表现高感;05 杂 39 对 15 个菌株表现耐病,对 11 个菌株表现感病,对 9 个菌株表现高感。以上结果体现出秦白 2 号(高抗)、05 杂 67(高抗)、秦白 3 号(抗病)、陕秋白(抗病)、05 杂 42(耐病)、06S1112(高感)和 05 杂 39(高感)的抗病性特征,说明寄主分布均匀,能够对菌株的致病力进行合理区分。

表 2 35 个大白菜黑腐病病原菌菌株在 7 个鉴别寄主上的抗感反应
Table 2 Response of 35 black rot bacteria strains in 7 Chinese cabbage hosts

材 料 Variety	JY-2	JY-6	JY-7	JY-8	JY-12	JY-13	JY-15	JY-23	JY-37	WN-1	WN-9	WN-11
秦白 2 号 Qinbai No 2	HR	HR	HR	HR	HR	R	HR	HR	HR	HR	HR	HR
05 杂 67 05 za 67	HR	R	HR	R	HR	R	R	HR	HR	HR	R	HR
秦白 3 号 Qinbai No 3	HR	T	R	R	HR	T	T	HR	HR	HR	T	R
陕秋白 Shanqiubai	R	R	HR	R	R	R	R	R	R	R	R	HR
05 杂 42 05 za 42	T	T	R	R	T	R	T	T	T	T	T	R
06S1112	HS	HS	S	S	HS	HS	HS	HS	HS	HS	HS	S
05 杂 39 05 za 39	S	T	HS	T	S	T	T	S	S	S	T	HS

材 料 Variety	WN-12	WN-13	WN-17	WN-21	LT-2	LT-7	LT-10	LT-11	LT-17	LT-19	YL-1	YL-3
秦白 2 号 Qinbai No 2	HR	HR	R	HR	HR	R	R	HR	HR	R	HR	R
05 杂 67 05 za 67	HR	R	R	HR	HR	R	R	HR	HR	R	HR	R
秦白 3 号 Qinbai No 3	HR	R	HR	HR	R	HR	T	HR	HR	HR	R	T
陕秋白 Shanqiubai	R	R	HR	R	HR	HR	R	R	R	HR	HR	R
05 杂 42 05 za 42	T	R	HR	T	R	HR	R	T	T	HR	R	R
06S1112	HS	S	T	HS	S	T	HS	HS	HS	T	S	HS
05 杂 39 05 za 39	S	T	HS	S	HS	HS	T	S	S	HS	HS	T

材 料 Variety	YL-5	YL-6	YL-8	YL-11	YL-12	YL-13	YL-14	YL-17	YL-22	YL-23	YL-28
秦白 2 号 Qinbai No 2	HR	R	HR	HR	HR	HR	R	HR	HR	R	HR
05 杂 67 05 za 67	R	R	R	R	HR	HR	R	HR	R	R	R
秦白 3 号 Qinbai No 3	T	T	R	R	HR	HR	T	R	R	HR	T
陕秋白 Shanqiubai	R	R	R	R	R	R	R	HR	R	HR	R
05 杂 42 05 za 42	T	R	R	R	T	T	R	R	R	HR	T
06S1112	HS	HS	S	S	HS	HS	HS	S	S	T	HS
05 杂 39 05 za 39	T	T	T	T	S	S	T	HS	T	HS	T

注:I. 免疫;HR. 高抗;R. 抗病;T. 耐病;S. 感病;HS. 高感。表 3 同。
Note: I. Immune;HR. High Resistant;R. Resistant;T. tolerance;S. Susceptible;HS. High Susceptible. The table 3 is the same.

2.1.2 黑腐病病原菌致病型的划分 根据抗感反应一致性,可将 35 个菌株划分为Ⅰ~Ⅵ 6 类致病型(表 3),各致病型分别包括了 11,5,5,5,5 和 4 个菌株,说明Ⅰ型发生普遍,Ⅱ、Ⅲ、Ⅳ、Ⅴ型发生相当,Ⅵ型较少。同时可以看出,不同致病型菌株对 7 个寄主的致病力不同,其中Ⅲ型为致病力最强的致病型,4 个寄主表现抗病,2 个为耐病,1 个高感;Ⅱ型的致病性最典型,体现了寄主的不同抗性,其中 1 个寄主表现高抗,2 个表现抗病,3 个为耐病,1 个高感;Ⅰ、Ⅳ、Ⅴ型的致病专化性强,品种间抗感差异最大;Ⅰ、Ⅴ型的致病性相当;Ⅵ型的致病力与其他菌株差异最大。可见,大白菜黑腐病病原菌的致病性分化是多样化的。

2.1.3 黑腐病病原菌菌株在鉴别寄主上抗感反应

的聚类分析 以 35 个大白菜黑腐病病原菌菌株在 7 个鉴别寄主上的病情指数为参数,采用类平均法相似性聚类,结果(图 1)表明,在相似系数为 26.32%~30.21%时,可明显将 35 个菌株分成 7 类,从上到下分别编号为 1~7,其中致病型Ⅲ、Ⅳ、Ⅴ、Ⅵ所包括的菌株与聚类分析的 4、5、6、7 类群完全一致;在 1、3 类群中间细分出由 LT-17 和 WN-9 组成的过渡性 2 类,LT-17 属于致病型Ⅰ,WN-9 属于致病型Ⅱ,说明了分布最广的Ⅰ型有向Ⅱ型转变的可能性,也说明病情指数分析与抗感类型之间略有差异,依据病情指数进行分类更细致准确,而抗病类型的划分在抗病筛选中也同样具有稳定的可操作性。

表 3 陕西省大白菜主产区黑腐病病原菌致病型的划分

Table 3 Pathogenic types differation of black rot bacteria in central Chinese cabbage productive area of Shaanxi Province

致病型 Pathogenic type	鉴别寄主 Test host								菌株号 Strain of Bacteria					
	秦白 2 号 Qinbai No 2	05 杂 67 05 za 67	秦白 3 号 Qinbai No 3	陕秋白 Shanqiubai	05 杂 42 05 za 42	06S1112	05 杂 39 05 za 39							
I	HR	HR	HR	R	T	HS	S	JY-2 JY-12	JY-23 JY-37	WN-1 WN-12	WN-21 LT-11	LT-17 YL-12	YL-13	
II	HR	R	T	R	T	HS	T	JY-6	JY-15	WN-9	YL-5	YL-28		
III	R	R	T	R	R	HS	T	JY-13	LT-10	YL-3	YL-6	YL-14		
IV	HR	R	R	R	R	S	T	JY-8	WN-13	YL-8	YL-11	YL-22		
V	HR	HR	R	HR	R	S	HS	JY-7	WN-11	LT-2	YL-1	YL-17		
VI	R	R	HR	HR	HR	T	HS	WN-17	LT-7	LT-19	YL-23			

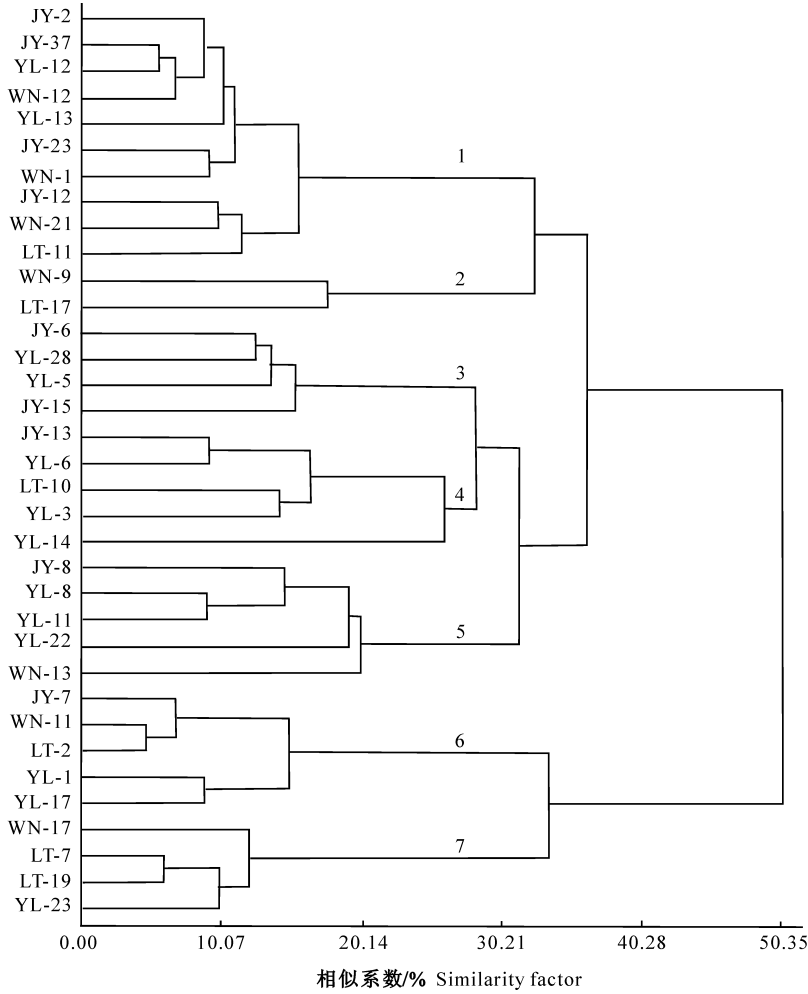


图 1 35 个大白菜黑腐病病原菌菌株在鉴别寄主上抗感反应的聚类分析

Fig. 1 Clustering analysis of 35 Chinese cabbage black rot pathogenic bacteria strains by disease index in test hosts

2.2 6 类黑腐病致病型在陕西省大白菜主产区的分布

从表 4 可以看出,大白菜黑腐病致病型 I、V 菌株在陕西省 4 个大白菜主产区均有发生,其平均发生率分别为 34.0%和 14.4%,其中 I 型菌株在渭南市、泾阳县和临潼区 3 个地区的发生率在 33%以上,是目前引起大白菜黑腐病的主要菌原。大白菜

黑腐病 III、IV 致病型在杨陵区发生率最高,但 III 型在渭南未发现,VI 型在泾阳未发现,II、IV 型在临潼区未发现。杨凌地区 6 个大白菜黑腐病致病型都有分布,是致病性分化最大的地区,这与杨凌地区种植大白菜品种多、与外界种质资源交流频繁有关;临潼区致病型最少,表明致病力类型组成情况可能与当地的大白菜品种类型少及气候有关,这从一个侧面反

映出合理更换品种可能是减轻大白菜黑腐病发生的途径之一。

表 4 6 类黑腐病致病型在陕西省大白菜主产区的分布

Table 4 Distribution of six pathogenic types of black rot bacteria in Shaanxi Province

地区 District	各致病型发生率/% Occurance rate of various black rot bacteria type					
	I	II	III	IV	V	VI
泾阳 Jingyang	44.4	22.2	11.1	11.1	11.1	0.0
渭南 Weinan	42.9	14.3	0.0	14.3	14.3	14.3
临潼 Lintong	33.3	0.0	16.7	0.0	16.7	33.3
杨凌 Yangling	15.4	15.4	23.1	23.1	15.4	7.7
平均 Average	34.0	13.0	12.7	11.4	14.4	13.8

2.3 6 类大白菜黑腐病病原菌菌系的一般特性

6 类大白菜黑腐病病原菌系经过革兰氏、夹膜和鞭毛染色检验,结果革兰氏均呈阴性反应,有夹

膜,极生单鞭毛(图 2),菌落为浅黄色、黄色或蜡黄色,圆形中凸,表面光滑,有湿润光泽。

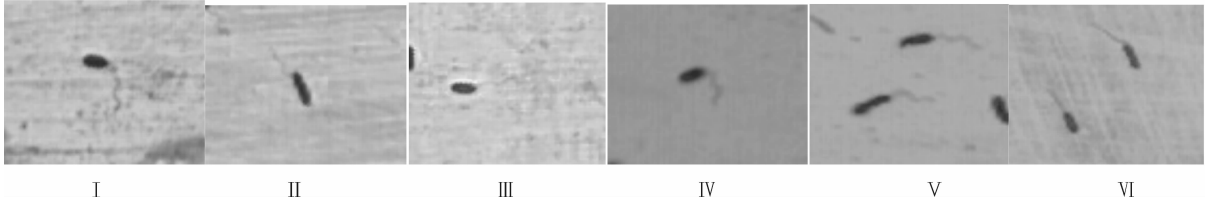


图 2 6 类大白菜黑腐病致病型菌系的鞭毛银染结果(10×100 倍)

Fig. 2 Results of the flagella silver dyes in six pathogenic types of Chinese cabbage black rot(10×100)

由表 5 可知,Ⅱ、Ⅴ型菌系的菌体较大,而其他各类型间大小差别不大;Ⅲ型菌系的菌落颜色最浅,Ⅰ、Ⅴ型颜色最深;从各致病型黑腐病菌对淀粉水解的透明区宽度看,Ⅲ型菌系淀粉水解能力最强,Ⅵ型次之,Ⅰ、Ⅱ型菌系相对最弱;从各黑腐病菌对明胶

液化的能力看,Ⅲ、Ⅵ型菌系液化程度最强,Ⅰ型菌系最弱。可见致病力与淀粉水解能力和明胶液化程度呈正相关,菌落颜色相对较浅的致病力相对较强,菌体大小与致病力没有明显关联。

表 5 6 类致病型的细菌特性

Table 5 Characteristics of 6 pathogenesis types of black rot bacteria

特性 Characteristic	I	II	III	IV	V	VI
菌体大小/μm Size	(2.51~3.17)× (0.82~1.14)	(3.29~4.64)× (0.58~1.19)	(2.10~3.30)× (0.40~0.52)	(2.31~2.87)× (0.77~0.79)	(3.19~4.02)× (0.82~1.30)	(2.21~3.29)× (0.82~1.45)
菌落颜色 Color	腊黄 Wax yellow	黄 Yellow	浅黄 Faint yellow	黄 Yellow	腊黄 Wax yellow	黄 Yellow
透明区宽度/cm Width	0.4~0.9	0.5~0.9	1.0~2.5	0.5~1.2	0.4~1.0	0.8~1.9
明胶液化程度 Liquefied degree	弱 Weak	中 Middle	强 Strong	中 Middle	中 Middle	强 Strong

3 讨 论

在黑腐病菌致病力分化方面,李经略等^[12]发现,陕西杨凌、黑龙江哈尔滨、北京和重庆 4 地的甘蓝黑腐病菌致病力有明显分化现象,以杨凌地区的黑腐病菌致病力最强;张玉勋等^[13]对萝卜黑腐病 7 个菌株的致病性分化进行研究后认为,同一品种的幼苗对不同菌株存在致病性强弱的差异。本试验将陕西省大白菜黑腐病病菌依据在鉴别寄主上抗感反应的一致性,划分为 6 类致病型。所划分出的致病型及其发生率与其在陕西大白菜主产区的实际分布情况一致。这说明本试验划分的致病型是可靠的,

具有鉴别力,能够为大白菜抗黑腐病育种服务。对 6 类大白菜黑腐病病原菌菌系的形态、生理特性分析后发现,菌体大小与致病力没有明显关联,致病力与淀粉水解能力、明胶液化程度呈正相关。

近年来,春大白菜生产量增加,黑腐病发生逐年加重,因此,春季大白菜黑腐病菌与秋季是否一致值得探讨。本研究对大白菜黑腐病菌的致病力分析中,由于条件限制,供试菌仅限于陕西省内,而对全国范围内的大白菜黑腐病致病性分析还有待进一步研究,只有这样才能使抗病筛选工作具有普遍性。而在对 6 类菌系的基本特性分析中,较少涉及到形态、生理生化指标的分析,因此致病力与相关形态和

生理生化指标特性的相互关系、及生理小种的鉴定等需要进一步研究。

4 结 论

本研究以陕西省大白菜主产区的典型黑腐病为对象,划分了 6 类黑腐病致病型,通过研究病菌的致病类型在陕西省大白菜主产区的分布情况和存在的差异,说明大白菜黑腐病菌株致病性分化是客观存在的,6 类黑腐病致病型的生理特性与致病力存在一定的相关性,而且表明合理更换品种是减轻大白菜黑腐病发生的途径之一,可为大白菜不同类型品种的合理布局及抗病育种工作提供理论依据。

[参考文献]

[1] Williams P H, Staub T. Inheritance of resistance in cabbage to black rot [J]. *Phytopathology*, 1972, 62: 247-252.

[2] 李明远. 十字花科蔬菜黑腐病的发生与防治 [J]. *当代蔬菜*, 2004, 11: 36.

Li M Y. The commence and defence of crucifers black rot [J]. *Modern Vegetable*, 2004, 11: 36. (in Chinese)

[3] Williams P H. Black rot: a continuing threat to world crucifers [J]. *Plant Dis*, 1980, 64: 736-742.

[4] Massomo S M S, Mortensen C N, Mabagala R B, et al. Biological control of black rot (*Xanthomonas campestris* pv. *campestris*) of cabbage in Tanzania with *Bacillus strains* [J]. *Journal of Phytopathology*, 2004, 152(2): 98-105.

[5] Mguni C M. Bacterial black rot (*Xanthomonas campestris* pv. *campestris*) of vegetable brassicas in Zimbabwe [D]. Copenhagen, Denmark: The Royal Veterinary & Agricultural University, 1996: 144.

[6] 李省印. 西安地区大白菜主要病害发生原因调查 [J]. *北方园艺*, 1989(9): 10.

Li S Y. The study of causts for main Chinese cabbage disaster in Xi'an area [J]. *Northern Horiculture*, 1989(9): 10. (in Chinese)

[7] 曲士松, 张炎光, 张玉勋, 等. 萝卜优异种质资源的鉴定与评价 [J]. *黑龙江农业科学*, 2002(2): 16-18.

Qu S S, Zhang Y G, Zhang Y X, et al. The evaluation and identification of outstanding germplasm resources on radish (*Raphanus sativus*) [J]. *Heilongjiang Agricultural Science*, 2002(2): 16-18. (in Chinese)

[8] 张玉勋, 曲士松, 黄宝勇, 等. 萝卜种质资源抗黑腐病鉴定 [J]. *山东农业科学*, 2000(6): 33-34.

Zhang Y X, Qu S S, Huang B Y, et al. Identification of germplasm resources on radish (*Raphanus Sativus*) [J]. *Shandong Agricultural Sciences*, 2000(6): 33-34. (in Chinese)

[9] 张恩慧, 许忠民, 程永安, 等. 甘蓝多抗性抗源筛选及抗病品种选配鉴定分析 [J]. *中国农学通报*, 2005(10): 259-260.

Zhang E H, Xu Z M, Cheng Y A, et al. Screening of resistant sources to more diseases and identification of breeding resistant variety in the cabbage [J]. *Chinese Agricultural Science Bulletin*, 2005(10): 259-260.

[10] 张恩慧, 程永安, 许忠民, 等. 甘蓝 3 种病害抗源筛选及抗病品种选育研究 [J]. *西北农林科技大学学报: 自然科学版*, 2001, 29(6): 30-33.

Zhang E H, Cheng Y A, Xu Z M, et al. Screening of resistant sources to three diseases and studies on breeding resistant variety in the cabbage [J]. *Journal of Northwest Sci-Tech University of Agriculture and Forestry: Natural Science Edition*, 2001, 29(6): 30-33.

[11] 张凤兰. 白菜对黑腐病抗性的室内鉴定方法及抗原筛选 [J]. *北京农业科学*, 1994, 12(4): 28-29.

Zhang F L. Identification of germplasm resources and medthod in Chinese cabbage [J]. *Beijing Agricultural Sciences*, 1994, 12(4): 28-29. (in Chinese)

[12] 李经略, 赵晓明, 李惠兰. 甘蓝苗期黑腐病病菌致病力分化研究 [J]. *陕西农业科学*, 1990(3): 26-28.

Li J L, Zhao X M, Li H L. Study on pathogenesis division in pathogenic type of black rot bacteria in cabbage in Shaanxi Province [J]. *Shaanxi Journal of Agricultural Sciences*, 1990(3): 26-28. (in Chinese)

[13] 张玉勋, 徐月军, 张炎光, 等. 萝卜黑腐病菌致病性测定及苗期抗性鉴定方法的初步研究 [J]. *山东农业科学*, 1999(2): 34-35.

Zang Y X, Xu Y J, Zhang Y G, et al. Identification of germplasm resources on infancy radish (*Raphanus Sativus*) [J]. *Shandong Agricultural Sciences*, 1999(2): 34-35. (in Chinese)

[14] 程丽娟, 薛泉宏. 微生物学实验技术 [M]. 西安: 兴图图书出版公司, 2000: 24, 29-30.

Cheng L J, Xue Q H. The experiment technology of microbiology [M]. Xian: Xingguo Publishing Corporation, 2000: 24, 29-30. (in Chinese)

[15] 李树德. 中国主要蔬菜抗病育种 [M]. 北京: 科学出版社, 1995: 80-81.

Li S D. Advances in main vegetable crops breeding for dieases resistance in Chinese [M]. Beijing: Science Press, 1995: 80-81. (in Chinese)

[16] 国家“九五”攻关白菜专题组. 国家“九五”科技攻关计划项目专题验收报告 [R]. 北京: 北京市农林科学院, 2000: 16.

“95” key Thematic Group of Cabbage. “95” science and technology research projects thematic inspection reports [R]. Beijing: Beijing Academy of Agriculture & Forestry Scientific Research, 2000: 16. (in Chinese)