

文章编号:1003-8701(2009)05-0035-03

# 甘蓝幼苗感染黑腐病后 SOD、POD 活性的变化

崔瑞峰, 杜娟

(安阳工学院生物与食品工程学院, 河南 安阳 455000)

**摘要:**本试验选取高抗、抗病、耐病和感病 4 种不同抗病性级别的甘蓝材料各 1 份,进行黑腐病病原菌的接种,并测定幼苗的 SOD、POD 指标的变化,分析这些变化与其抗病性的关系。结果表明:幼苗体内 SOD 和 POD 活性变化均随时间的延长呈上升趋势,014 号组合接种的与未接种的植株体内 SOD、POD 活性变化幅度大于其它 3 种材料,而对照品种接种的与未接种的植株体内 SOD、POD 活性变化幅度最小。说明受病原菌感染后,植株体内酶活性的变化程度可反映其抗病性强弱,而且抗病品种比感病品种保持了较高的酶活性。

**关键词:**甘蓝;黑腐病;SOD;POD

中图分类号:S635

文献标识码:A

## Change of Activity of SOD and POD in Cabbage Seedlings Inoculated with Black Rot

CUI Rui-feng, DU Juan

(College of Biology and Food Engineering, Anyang Institute of Technology, Anyang 455000, China)

**Abstract:** Four materials of cabbage that belonged to high-resistant, resistant, tolerant and susceptible were inoculated with black rot in this study. Such physiological and biochemical indexes as the activity of SOD and POD were tested. The relation between changes of SOD and POD and resistance to black rot was studied. The results showed that for resistant materials and susceptible materials, the activity of SOD and POD in seedlings showed an increasing trend with the prolonging of time. The activity change range of SOD and POD in 'NO. 014' between inoculated materials and non-inoculated materials was higher than that of three other materials. The change range of 'Qingfeng' between inoculated materials and non-inoculated materials was the lowest. The change degree of enzyme in plants could reflect the resistance ability. Furthermore the 'resistant' materials had higher enzyme activity than the 'Susceptible' materials.

**Keywords:** Cabbage; Black rot; SOD; POD

甘蓝黑腐病是一种毁灭性病害<sup>[1]</sup>,近年来,这种病害在我国蔬菜生产区普遍发生,造成甘蓝及其他十字花科蔬菜品质和产量的严重下降。

不同甘蓝品种对黑腐病抗病性表现不同,除含有不同抗病基因外,内部的一些物理结构及各种氧化酶的特性也反映了植物的抗性。前人的研究结果表明<sup>[2]</sup>,超氧化物歧化酶(SOD)、过氧化物酶(POD)等能抵御活性氧及氧自由基对细胞膜系统的伤害,增强植物对病害的抵抗能力,但对其在

抗病反应中的变化规律说法不一。

为此,本试验对 4 种不同抗病性级别的甘蓝材料苗期接种甘蓝黑腐病致病菌,测定 SOD、POD 活性进行比较,以期得出苗期抗病性与其生理生化代谢反应的关系,从而为进一步推广甘蓝新品种提供依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 材料

#### 1.1.1 供试材料

本试验选用甘蓝庆丰(感病)品种为对照,以山

收稿日期:2009-05-09

作者简介:崔瑞峰(1977-),女,硕士,讲师,主要从事蔬菜育种研究。

西农业大学园艺学院培育的甘蓝新组合 011 号(耐病)、010 号(抗病)和 014 号(高抗)为鉴定对象,3 个新组合的种子由张光星教授提供。

### 1.1.2 供试菌种

甘蓝黑腐病菌(*Xanthomonas campestris* pv. *campestris* 黄单胞杆菌属,甘蓝黄色杆菌),由中国农业科学院蔬菜花卉所提供。

## 1.2 方法

试验采用单因素随机区组设计,分别进行接种与未接种(喷蒸馏水)处理,每个处理 20 株苗,3 次重复。种子于 8 月份播种,温室育苗,随后调查发病情况。

### 1.2.1 甘蓝幼苗培育

试验对育苗所用的种子、土壤、器具等都进行消毒,苗期栽培管理同一般,幼苗生长期间不使用

任何杀菌剂。

### 1.2.2 病原菌接种

接种液制备<sup>[3]</sup>:用常规配制法,接种方法参考蔡岳松、龚静、李永镐等的方法<sup>[4-5]</sup>。

### 1.2.3 生理生化指标测定

#### 1.2.3.1 SOD 活性测定

参照王金胜<sup>[6]</sup>的方法。

#### 1.2.3.2 POD 活性测定

POD 采用愈创木酚法<sup>[7]</sup>。

## 2 结果与分析

### 2.1 SOD 活性变化

对苗龄为 4~6 片真叶的甘蓝苗以  $1 \times 10^8$  cfu/mL 浓度进行病原菌喷雾接种,第 1 d、3 d、5 d、10 d、13 d、16 d 测定 SOD 的活性,结果如表

表 1 不同甘蓝材料黑腐病菌接种后与未接种 SOD 活性

umol/(g·min)

材料	处理	处理后天数(d)					
		1	3	5	10	13	16
014	接种后	222.6	265.7	358.4	463.5	466.1	496.7
	未接种	220.5	261.6	317.5	376.7	318.3	385.3
010	接种后	231.4	231.9	324.1	331.6	366.2	405.3
	未接种	227.7	230.6	303.6	289.9	324.7	335.3
011	接种后	242.5	305.1	329.8	389.5	432.6	438.4
	未接种	231.5	291.7	315.7	369.7	410.7	369.4
庆丰	接种后	239.1	309.1	243.3	418.3	421.4	457.6
	未接种	235.1	301.1	227.7	391.7	379.7	395.6

1 所示。

由表 1 可知,在接种甘蓝黑腐病原菌后,014 号、010 号、011 号新组合和庆丰对照品种 4 个材料的 SOD 活性均随时间的推移而上升。一般认为,SOD 活性的增强,有利于植株形成抗体,增加抗逆性。

由表 1 还可看出,不同的品种材料,病原菌感染后的 SOD 活性增高的幅度不同,014 号 > 010 号 > 011 号 > 庆丰,抗病性强的材料,其 SOD 活性增高的幅度较大,而抗病性较弱的材料,其 SOD 活性增高的幅度较小。也就是说 SOD 活性增高的幅度与材料本身的抗病性具有一定的相关性,呈正相关关系。

表 1 还表示,未接种处理的材料,随着植株的生长发育,SOD 活性也呈现增加的趋势,但增加的幅度远小于病菌接种处理的。

图 1 是 4 个甘蓝材料接种后的一段时期内,某一时间接种处理的和未接种处理的 SOD 活性比较结果。该图采用“增减比”指标表示接种处理与未接种处理植株体内 SOD 活性变化。

增减比 = [(接种后酶活性 - 未接种酶活性) /

未接种酶活性] × 100%

增减比值实质是接种处理后增加或减少的酶值占未接种处理酶值的百分率。利用该指标,可反映接种处理后某一时间的酶活性增加或减少的幅度。

由图 1 可以看出,4 个甘蓝材料接种后增减比均为正值,这说明接种处理后的 SOD 活性均比

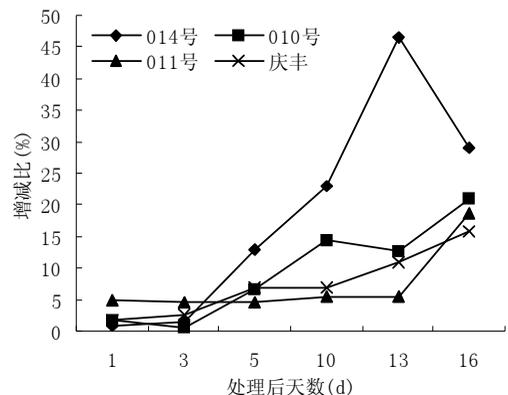


图 1 黑腐病菌处理后 SOD 活性增减比

未接种处理的酶活性增加。图 1 所示,4 个甘蓝材料第 1 d 到第 3 d 的增减比均很小,说明接种处理的植株与未接种处理的植株变化不大;但到接

种后第 5 d, 各个材料表现明显的不同, 014 号的增减比急剧上升, 第 13 d 表现为最大, 庆丰与 011 号则变化缓慢, 4 个材料的 SOD 活性增减比的顺序为: 014 号新组合 > 010 号 > 011 号 > 庆丰品种。由此可见, SOD 活性增减比值与各个材料的抗病性强弱的结果相一致, 这一方面说明, 酶活性的增减比与抗病性相关, 可用该指标表示不同材

料的抗病性强弱, 另一方面说明, 酶活性的增减比反映了不同材料被病菌侵染后植株体内的生理变化及其抗病性差异的理论依据。

## 2.2 POD 活性变化

本试验测定了 POD 活性, 测定和处理方法等与上述 SOD 相似, 测定结果见表 2 和图 2。

由表 2 可知, 经黑腐病菌液接种后, 4 个甘蓝

表 2 甘蓝材料接种后与未接种 POD 活性变化

材料	处理	处理后天数						u/g
		1 d	3 d	5 d	10 d	13 d	16 d	
014	接种后	480.3	607.2	765.3	836.1	1214.6	1443.8	
	未接种	470.5	511.7	565.9	510.9	717.8	772.7	
010	接种后	467.5	539.6	635.7	843.6	941.1	1124.1	
	未接种	456.7	507.1	575.9	605.4	633.4	721.1	
011	接种后	405.6	432.3	622.1	734.5	784.3	841.3	
	未接种	399.6	407.6	499.8	615.9	605.1	693.2	
庆丰	接种后	369.6	410.5	477.1	511.2	631.1	633.2	
	未接种	365.8	380.7	449.6	415.1	515.1	508.7	

材料的 POD 活性均比未接种的增加, 且酶活性变化均呈上升趋势。这说明, 甘蓝植株受病原菌侵染后作为保护酶的 POD 被激活, 且酶活性不断增强, POD 活性的增强, 对植株增加抗逆性有一定的影响, 而且 POD 活性也是到叶片外部表现病害症状(接种后 13 d)之后达到最高。

由表 2 可看出, 接种处理后, 同一材料的同一时期相比, POD 的活性总是接种植株高于未接种植株。就未接种植株而言, 随着植株的生长, POD 的活性也在逐渐增加。这一点也与 SOD 的变化规律相似。

表 2 所示, POD 活性增加的幅度为 014 号新组合 > 010 号 > 011 号 > 庆丰品种, 说明 POD 活性也与不同材料的抗病性具有一定的关系, 也解释了 4 个材料抗病程度不同的原因所在。表 2 的结果也表明了这几个甘蓝材料对黑腐病的抗性程度依次为 014 号 > 010 号 > 011 号 > 庆丰品种。

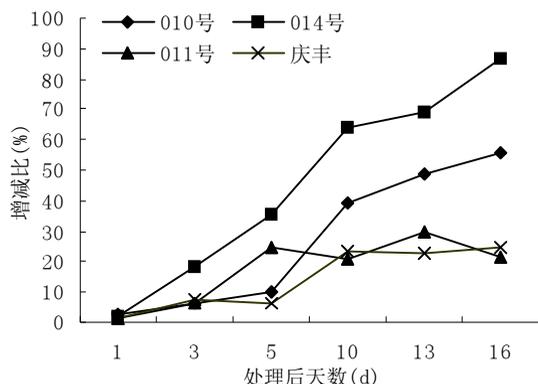


图 2 黑腐病菌处理后 POD 活性增减比

图 2 为 4 个甘蓝材料接种后的一段时期内,

某一时间接种处理的和未接种处理的 POD 活性比较结果。

由图 2 可知, 甘蓝幼苗经甘蓝黑腐病细菌液接种后, 各个材料 POD 活性增减比不同。010 号的 POD 活性增减比变化较缓慢, 到接种后 10 d, 植株开始发病, POD 的活性增减比明显增大, 达 39.35%, 到处理后第 16 d 增减比最大为 55.89%。

011 号在接种后第 3 d 到第 10 d 期间, POD 活性增减比从 6.06% 增至 24.47%, 增幅较大, 但随后增减比不是太大。010 号的增减比变化大于 011 号, 这种变化趋势与抗病性高低相一致, 说明材料的抗病性高, 则酶活性变化幅度就大。

014 号在处理第 1 d 到第 3 d, POD 活性增减比从 2.08% 迅速上升到 18.66%, 随着时间的延长, 增减比一直很大, 到第 16 d 达 86.85%, 这与 014 号的高抗材料特性相符合; 庆丰在处理前后 10 d, POD 活性增减比较小, 但到发病后, POD 的活性增强很快, 随后逐渐增大, 这与庆丰是感病材料的特性相一致。

总之, 抗病、感病材料接种后, 各材料接种处理与未接种处理的酶含量变化均表明抗病性材料在受到病菌侵染后体内 POD 含量变化大于感病材料, 说明抗病材料植株体内的自我调节和保护能力较强。

## 3 结论与讨论

本试验对不同抗病性品种, 进行甘蓝黑腐病病原菌接种处理和未接种(蒸馏水)处理后, 分别测定其 SOD、POD 活性。结果表明, (下转第 40 页)

膜,32.0~78.0×4.0~6.0μm。基脐明显。

益母草 *Leonurus artemisia* (Lour.) S. Y. Hu : 吉林蛟河前进林场(HMJAU 31845);吉林长春市郊大顶山(HMJAU 35015)。

中国分布 :四川。

讨论 :所观察的标本与中国已报道种<sup>[1]</sup>区别在于后者分生孢子梗略长而宽 (13.0~136.0×4.3~6.5 μm),分生孢子颜色略深(青黄褐色),且较长(40.0~140.0)。

### 4 葡萄菌绒孢(图 4)

*Mycovellosiella vitis* Y. L. Guo & X. J. Liu, Acta Mycol. Sinica Suppl. 1 :338, 1986

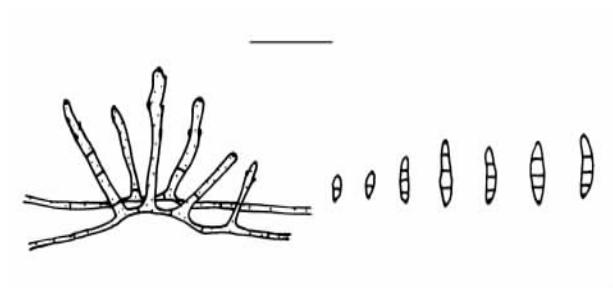


图 4 葡萄菌绒孢(比例尺长度为 40 μm)

斑点生于叶的正背两面,形状不规则,直径1.0~5.0 mm,常多斑愈合成大型斑块,有的半个叶片褪绿变褐,叶面斑点褐色、黄褐色,叶背斑点灰褐色。子实体叶两面生。初生菌丝体内生;次生菌丝体表生;菌丝近无色至非常浅的褐色,分枝,具隔膜,宽2.0~3.0 μm,常形成菌丝绳并攀缘叶毛。无

(上接第 37 页)各材料植株体内 SOD 和 POD 值变化均随着时间的延长呈上升趋势,014 号组合接种与未接种植株体内 SOD、POD 活性变化幅度大于其它 3 种材料,而庆丰品种接种与未接种植株体内 SOD、POD 活性变化幅度最小。说明受病原菌感染后,植株体内酶活性含量的变化程度可反映其抗病性强弱,而且抗病品种比感病品种保持了较高的酶活性。

前人的研究表明,SOD、POD 等能防御活性氧及过氧化自由基对细胞膜系统的伤害,增强植物对不同环境的抵抗能力<sup>[8]</sup>。可有关甘蓝黑腐病抗性与酶的关系研究国内还少见报道。酶类与甘蓝对黑腐病抗性的关系还有待于进一步探讨。

参考文献:

[1] 阿久津美惠,等. 甘蓝黑腐病解明[J]. 日本植物病理学会报,

子座。分生孢子梗从气孔伸出、顶生或作为侧生分枝单生在表生菌丝上,近无色至浅青黄色,色泽均匀,宽度不规则,有的甚至上部宽下部窄,直立或弯曲,不分枝,多个曲膝状折点,顶部圆锥形至圆锥形平截,1~4 个隔膜,26.0~81.0×2.5~4.5 μm。孢痕疤明显加厚,稍突出,宽1.3~3.0 μm。分生孢子圆柱形、倒棍棒形,近无色至青黄褐色,链生并具分枝的链,直立或稍弯曲,顶部钝至圆锥形平截,基部倒圆锥形平截,0~3 个隔膜,12.0~45.0×2.6~4.5 μm。基脐明显。

五叶地锦 *Parthenocissus quiquefolia* (L.) Planch. 吉林长春净月潭(HMJAU 35061,35066)。

中国分布 :湖北。

讨论 :所观察的标本与中国已报道种<sup>[1]</sup>区别在于后者造成的斑点近圆形至不规则形,直径2.0~15.0 mm,常多斑愈合成大的斑块,叶面斑点浅褐色、褐色至几乎呈黑色,具1~6 条轮纹圈。此外后者子实体叶背生,分生孢子梗分枝,孢痕疤较窄(宽1.0~1.7 μm),分生孢子圆柱形、倒棍棒形至棍棒形,色泽略浅(近无色至非常浅的青黄褐色)。

参考文献:

[1] 郭英兰,刘锡进.《中国真菌志 菌绒孢属 钉孢属 色链隔孢属》[M].北京:科学出版社,2003,1-189.

[2] Kirk PM, Cannon PF, David JC, et al. Stalpers JA. Ainsworth & Bisby's dictionary of the fungi. 9th Edition[M]. CAB International, Wallingford. 2001, 1-655.

[3] Carmichael J.W., Kendrick W.B., Connors I.L., et al. Genera of Hyphomycetes. University of Alberta Press, 1980, 1-396.

1978, 44 :499-502.

[2] 王建明,张作刚,郭春绒,等.枯萎病菌对西瓜不同抗感病品种丙二醛含量及某些保护酶活性的影响[J].植物病理学报,2001,31(2):152-156.

[3] 蔡岳松,童南奎,曲竹蓉,等.甘蓝品种(系)对芜菁花叶病毒和甘蓝黑腐病的抗性鉴定[J].西南农业大学学报,1990,12(1):19-21.

[4] 龚静,朱玉英,吴晓光.甘蓝黑腐病抗性材料筛选及接种方法的研究[J].上海农业科技,2001,4:77-87.

[5] 李永镛,等.甘蓝黑腐病苗期抗病性鉴定方法的研究[J].东北农学院学报,1990,21(2):125-129.

[6] 王金胜.农业生物化学技术[M].太原:山西科学出版社,1997,221-222.

[7] 上海植物生理学会编.植物生理学实验手册[M].上海:上海科学技术出版社,1985,200-201.

[8] Bera, S. C. Control of black rot disease of cauliflower by chemical[J]. Pesticides, 1986, 20(9): 51-52.