

文章编号: 1003-8701(2015)03-0073-03

# 不同玉米品种抗感粗缩病与过氧化物酶关系的研究

穆西玉<sup>1</sup>, 张海艳<sup>1,2\*</sup>

(1. 青岛农业大学农学与植物保护学院/山东省旱作农业技术重点实验室, 山东 青岛 266109;  
2. 山东省小麦玉米周年高产高效生产协同创新中心, 山东 泰安 271018)

**摘要:**以6个对玉米粗缩病(MRDV)表现不同抗性的玉米品种为材料,分析抽雄期健株和病株叶片过氧化物酶(POD)活性及其同工酶谱的差异。结果表明,品种间比较,POD活性表现为感病品种>中抗品种>抗病品种;感病后,POD活性显著增加,且增加幅度表现为抗性品种>中抗品种>感病品种。说明品种抗性越强,POD活性越低,感病后POD活性增加幅度越大。不同抗性玉米品种POD同工酶的表达存在一定的差异,Rf 0.93酶带的表达与品种的抗病性有关,感病后Rf 0.28酶带表达强度的增强与品种诱导抗病性有关。因此,品种抗性越强,Rf 0.93酶带的表达越强,感病后Rf 0.28酶带表达的增强幅度越大。

**关键词:**玉米;粗缩病;POD活性;POD同工酶

中图分类号:S435.131

文献标识码:A

DOI:10.16423/j.cnki.1003-8701.2015.03.019

## Studies of the Relationship between Resistance to Maize Rough Dwarf Virus (MRDV) and POD in Different Maize Varieties

MU Xi-yu<sup>1</sup>, ZHANG Hai-yan<sup>1,2\*</sup>

(1. College of Agronomy and Plant Protection, Qingdao Agricultural University /Shandong Key Laboratory of Dry Farming Technique, Qingdao 266109; 2. Cooperative Innovation Center of Efficient Production with High Annual Yield of Wheat and Corn, Tai'an 271018, China)

**Abstract:** Six maize (*Zea mays* L.) varieties with different resistance to maize rough dwarf virus (MRDV) were used to analyze POD activity and isozyme pattern of healthy and diseased leaves in the tasseling stage. The results indicated that POD activity appeared susceptible varieties > moderate resistant varieties > resistant varieties. POD activity increased after the plants were infected by MRDV and the increasing extent showed resistant varieties > moderate resistant varieties > susceptible varieties. So, the stronger resistance, the less POD activity, and the greater increase of POD activity. POD isozyme was different in resistant and susceptible varieties. The band of Rf 0.93 was related to the resistance to MRDV. The increasing extent of Rf 0.28 expression after MRDV infection was related to the inductive resistance. Therefore, the stronger resistance, the greater Rf 0.93 expression, the greater increasing extent of Rf 0.28 expression after MRDV infection.

**Key words:** Maize; MRDV; POD activity; POD isozyme

玉米粗缩病是由灰飞虱(*Laodelphax striatellus*

Fallen)传播的病毒病,病原为水稻黑条矮缩病毒(*Rice black-streaked dwarf virus*, RBSDV)<sup>[1]</sup>。病毒在与寄主的互作中,通过侵入、增殖、复制以及装配等过程完成侵染致病过程,寄主植物也会表现出一定的生理生化反应以防御外来病原物的侵袭。

过氧化物酶(POD)在抵御各种病原物的入侵方面起着重要的作用,如参与活性氧的代谢、木质素和木栓质等的形成、生长素的降解及其他物质的氧化等过程<sup>[2-3]</sup>。POD同工酶是植物体适应

收稿日期:2014-12-26

基金项目:青岛市科技计划项目[11-2-4-5-(8)-jch];山东省科技发展计划(2014GNC111001);山东省农业良种工程泰山学者种业人才团队支撑计划培养对象项目(20140701);山东省旱地作物水分高效利用科研创新团队(6212n2)

作者简介:穆西玉(1987-),男,在读硕士,主要从事玉米生理研究。

通讯作者:张海艳,女,博士,副教授,E-mail:hyzhang608@126.com

环境变化并做出灵敏反应的一类酶,其与植物不同组织、器官的分化形成及特定的生理状态等均有密切关系<sup>[4-5]</sup>。

目前,关于POD与寄主植物抗感病性的关系及相关机理众说纷纭。梁琼等<sup>[6]</sup>研究认为,玉米粗缩病感病品种POD活性大于抗病品种,感病后POD活性升高、POD同工酶存在差异表达。杨春平等<sup>[7]</sup>研究认为,POD活性变化程度与玉米丝黑穗病的抗性密切相关,POD活性下降程度越大,玉米品种抗性水平越低。徐建龙等<sup>[8]</sup>研究认为细菌性条斑病对不同抗性水稻品种叶片POD活性的影响不同,细菌性条斑病菌能诱导POD某些等位基因的表达。本研究以对玉米粗缩病表现不同抗性的玉米品种为材料,自然条件下感病,分析玉米抽雄期健株和病株叶片POD活性及其同工酶谱的差异,旨在明确玉米粗缩病抗感病性与POD的关系及感病后的诱导抗病性机理,对于揭示玉米粗缩病的抗病机制及玉米抗粗缩病的遗传育种具有重要的指导意义。

## 1 材料与方 法

### 1.1 材料种植

2012年5月25日,在青岛和丰种业有限公司胶州试验基地网室内、外分别播种不同抗性玉米(*Zea mays* L.)品种,根据病情指数<sup>[9]</sup>,抗病品种为青

农105和青农8,中抗品种为登海3622和农大108,感病品种为先玉335和郑单958。

### 1.2 试验方法

在抽雄期分别取网室内健株和网室外病株,采集其倒数第二片完全展开叶,于-84℃的冰箱中保存,用于POD活性及其同工酶谱的测定。采用愈创木酚法<sup>[10]</sup>测定POD活性。采用非变性不连续聚丙烯酰胺凝胶电泳(PAGE)方法及联苯胺染色法分析POD同工酶谱<sup>[11]</sup>。

### 1.3 数据处理

采用Excel 2007及DPS 7.05软件对数据进行统计和方差分析,SPSS 11.5软件进行相关分析。

## 2 结果与分析

### 2.1 不同玉米品种抗感粗缩病与POD活性的关系

由表1可知,感病前不同品种间比较,POD活性表现为先玉335>郑单958>农大108>登海3622>青农105>青农8,即感病品种>中抗品种>抗病品种。对病情指数与POD活性进行相关分析,发现两者呈显著正相关关系,相关系数为0.904\*(图1)。说明品种对粗缩病的抗感病性与POD活性密切相关,品种抗性强,POD活性则低。

感病后6个品种的POD活性均显著升高,说明病毒的刺激能够激发POD防御酶的表达(表1)。

表1 不同玉米品种健株和病株叶片的POD活性

(U/g·FW·min)

品种	青农105	青农8	农大108	登海3622	先玉335	郑单958
健株	452.5±26.8a	376.0±22.2a	498.3±16.5a	480.5±38.4a	673.3±29.2a	593.3±10.2a
病株	2175.3±124.3b	2344.1±108.9b	2150.5±78.1b	1960.0±102.1b	2321.3±144.0b	1418.7±112.7b

注:数据为平均值±标准差。同一列数据后不同字母表示差异达5%显著水平

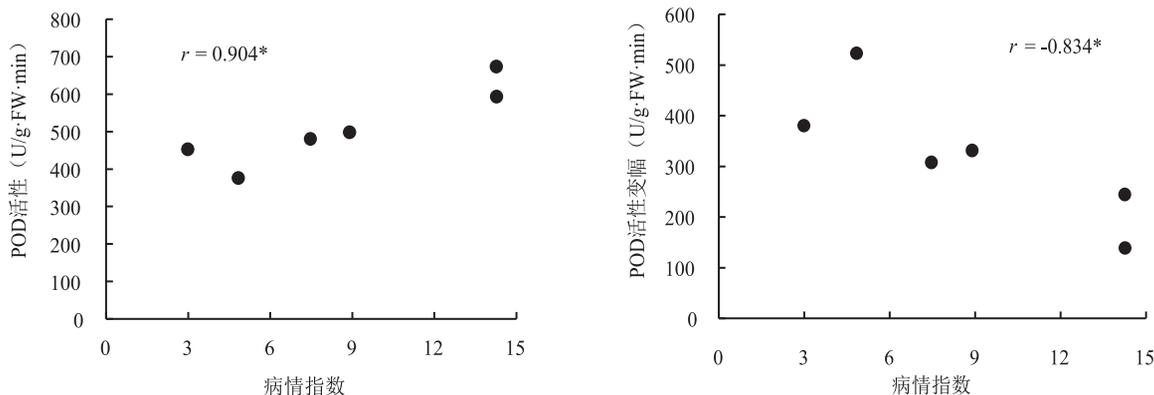


图1 病情指数与POD活性和其变幅的关系

感病后POD活性增加幅度表现为抗性品种>中抗品种>感病品种。对病情指数和POD活性增加幅

度进行相关分析,发现两者呈显著负相关关系,相关系数为-0.834\*(图1)。因此,品种对粗缩病

的抗感病性与感病后 POD 活性变化幅度密切相关,品种抗性越强,感病后 POD 活性增加幅度越大,机体适应和防御能力越强。

## 2.2 不同玉米品种抗感粗缩病与 POD 同工酶的关系

不同玉米品种的健株比较,抗病品种青农 105 和青农 8 及中抗品种登海 3622 的 Rf 0.93 酶带为感病品种所没有,表明此酶带的表达与品种抗病性相关。对于 Rf 0.28 酶带,感病品种中此酶带

表达强度比抗病品种和中抗品种强,表明此酶带较高的表达强度与品种感病性相关。

由图 2 可以看出,感病后抗病品种 Rf 0.28 酶带颜色均较健株显著变深,而中抗品种和感病品种中此酶带颜色较健株浅。表明 Rf 0.28 酶带表达强度的增强与品种诱导抗病性相关。抗病品种 Rf 0.57 酶带颜色变化不明显,而中抗品种和感病品种此酶带颜色均较健株浅。表明 Rf 0.57 酶带表达强度的减弱与品种诱导感病性相关。

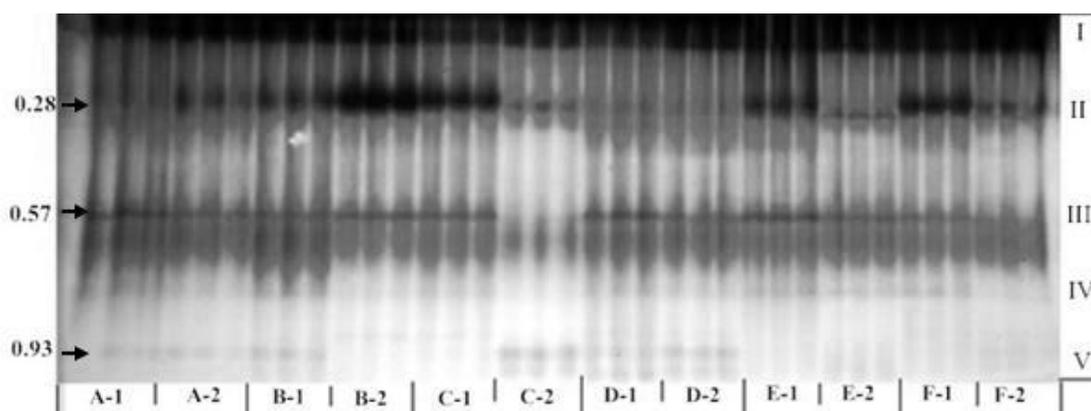


图 2 6 个玉米品种健株和病株叶片 POD 同工酶酶谱

注:A-1:青农 105 健株,A-2:青农 105 病株;B-1:青农 8 健株,B-2:青农 8 病株;C-1:农大 108 健株,C-2:农大 108 病株;D-1:登海 3622 健株,D-2:登海 3622 病株;E-1:先玉 335 健株,E-2:先玉 335 病株;F-1:郑单 958 健株,F-2:郑单 958 病株。每个处理对应 3 条泳道

## 3 讨论

### 3.1 不同玉米品种抗感粗缩病与 POD 活性的关系

过氧化物酶是广泛存在于植物体内的一类氧化酶,在活性氧代谢过程中发挥着重要的作用<sup>[1]</sup>。本研究中,品种抗性越强,其叶片 POD 活性越低,感病后 POD 活性的增加幅度越大。这与梁琼等<sup>[6,12]</sup>对 MRDV 的研究结果一致。因此,POD 活性可作为初步评价抽雄期玉米抗病性的一个生理指标,RBSDV 的刺激能够诱导 POD 的表达。究其原因,一方面 POD 活性增加能用以清除体内 H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 等有害物质,有利于保持植株体内活性氧的平衡,使植株免受伤害;另一方面,RBSDV 侵染后,植株体内含有相应的病原物,而 POD 可氧化植株体内的酚氧化酶,使酚类物质变为具有高毒性的醌类物质,从而抑制病原物的转氢酶、磷酸化酶的活性,防止病原物对机体的损伤;再者,植株被 RBSDV 侵染后,POD 活性增加用于植株过敏性反应的信息传递,利于植物体对病原入侵做出防卫反应。

### 3.2 不同玉米品种抗感粗缩病与 POD 同工酶的关系

本研究发现,Rf 0.93 酶带的表达与品种抗病性相关,可作为评价品种抗病性的一项指标;Rf 0.28 酶带的高强度表达与品种感病性相关,可作为评价品种感病性的一项指标;而 Rf 0.28 酶带表达强度的增强与品种诱导抗病性相关,Rf 0.57 酶带表达强度的减弱与品种诱导感病性相关。洪建等<sup>[13]</sup>研究发现,在纯化的水稻黑条矮缩病毒电泳中可检测到 3 个主要多肽和 3 个含量较少的多肽。许仁林等<sup>[14]</sup>对不同抗性番茄品种感染烟草花叶病毒后可溶性蛋白组成的变化研究表明,一些新增的蛋白带为病毒的外壳蛋白。因此,本研究病株表现的一些特异性酶带可能是寄主自身诱导表达的蛋白质酶类,也可能是病毒复制中的外壳蛋白,其具体蛋白特性有待进一步研究。

#### 参考文献:

- [1] 孔晓民,韩成卫,曾苏明,等.玉米粗缩病发生规律与防控对策[J].吉林农业科学,2010,35(5):31-33.
- [2] 田国忠,李怀方,裘维蕃.植物过氧化物酶研究进展[J].武汉植物学研究,2001,19(4):332-344. (下转第 102 页)

量上,而促进植物对磷素营养的吸收,主要体现在根的磷含量上。本研究发现,接种Gm后,总体上能够促进葡萄对大量元素和微量元素的吸收,其中,对促进大量元素的吸收效果优于微量元素,主要表现在接种后几乎所有参试品种根、茎和叶中的大量元素含量均显著高于CK;但对促进微量元素吸收的效果较差,如接种后,有部分品种表现出微量元素含量低于CK的情况,其中以茎最为典型;接种后,Gm对无机营养吸收的贡献率各品种表现各异,相对而言弱生长势品种的贡献率要大于强生长势品种,因此接种Gm对弱生长势品种的生长势调控效果优于强生长势品种。

#### 参考文献:

- [ 1 ] Smith S E, Read D J. Mycorrhizal symbiosis (3rd. Edition)[M]. New York: Academic Press, 2008 .
- [ 2 ] Aysan E, Demir S. Using arbuscular mycorrhizal fungi and rhizobium leguminosarum biovar phaseoli against Sclerotinia sclerotiorum (Lib.) de Bary in the common bean (Phaseolus vulgaris L.)[J]. Plant Pathology Journal, 2009, 8(2): 74-78 .
- [ 3 ] Dodd J C, Dougall T A, Clapp J P. The role of arbuscular mycorrhizal fungi in plant community establishment at samphire Hoe, Kent, UK—the reclamation platform created during the building of the Channel tunnel between France and the UK[J]. Biodiversity and Conservation, 2002(11): 39-58 .
- [ 4 ] Al-Askar A A, Rashad Y M. Arbuscular mycorrhizal fungi: a biocontrol agent against common bean Fusarium root rot disease [J]. Plant Pathology Journal, 2010, 9(1): 31-38.
- [ 5 ] 王曙光,林先贵,董元华,等.丛枝菌根对无性繁殖茶苗生长及茶叶品质的影响[J].植物学通报,2002,19(4):462-468 .
- [ 6 ] Kong P P, Yang S H, Jia R D, et al. Effect of difference arbuscular mycorrhizal fungi strains on mineral nutrition and antioxidant enzymes of Chrysanthemum morifolium[J]. Agricultural Science & Technology, 2011, 12(10): 1477-1480 .
- [ 7 ] 王明元,夏仁学,王幼珊,等.缺铁和过量重碳酸盐胁迫下丛枝菌根真菌对枳生长的影响[J].园艺学报,2008,35(4):469-474 .
- [ 8 ] Jones O P. Endogenous growth regulators rootstock /scion interactions in apple and cherry trees[J]. Acta Horticulturae, 1986 (179): 177-184 .
- [ 9 ] 张永福,卢博彬,潘丽佳,等.荔枝矮化品种的相关机制研究[J].果树学报,2011,28(4):624-629 .
- [ 10 ] Tisserant B, Gianinazzi-Pearson V, Gianinazzi S, et al. In planta histochemical staining of fungal alkaline phosphatase activity for analysis of efficient arbuscular mycorrhizal infections[J]. Mycological Research, 1993, 97(2): 245-250 .
- [ 11 ] 赵斌,董昌金.几种玉米大田除草剂对AM真菌侵染及其酶活性的影响[J].土壤学报,2004,41(5):750-755 .
- [ 12 ] Phillips J M, Hayman D S. Improve procedures for clearing roots and staining parasitic and vesicular arbuscular mycorrhizal fungi for rapid assessment of infection[J]. Trans Brit Mycol Soc, 1970, 55(1): 158-161 .
- [ 13 ] 吴强盛,夏仁学,胡正嘉.丛枝菌根对枳实生苗抗旱性的影响研究[J].应用生态学报,2005,16(3):459-463 .
- [ 14 ] 毕银丽,丁保健,李晓林.VA菌根真菌对冬小麦养分和水分利用的影响[J].土壤通报,2001,32(3):99-101 .
- [ 15 ] 王维华,李敏,刘润进,等.AM真菌对生姜某些生理指标的影响[J].莱阳农学院学报,2003,20(3):175-177 .
- [ 16 ] 赵昕,阎秀峰.丛枝菌根对喜树幼苗生长和氮、磷吸收的影响[J].植物生态学报,2006,30(6):947-953 .

(上接第75页)

- [ 3 ] 蒋选利,李振岐,康振生.过氧化物酶与植物抗病性研究进展[J].西北农林科技大学学报(自然科学版),2001,29(6):124-128 .
- [ 4 ] 宋志文,曹军,杨光.东北地区野豌豆属植物过氧化物酶同工酶研究[J].植物研究,2001,21(1):131-135 .
- [ 5 ] 邹春静,盛晓峰,韩文卿,等.同工酶分析技术及其在植物研究中的应用[J].生态学杂志,2003,22(6):63-69 .
- [ 6 ] 梁琼,侯明生.玉米不同品种(系)抗感粗缩病(RBSDV)与3种防御酶同工酶关系的研究[J].植物病理学报,2004,34(6):501-506 .
- [ 7 ] 杨春平,田双梅,周苗苗,等.抗玉米丝黑穗病品种鉴定及抗性机制初探[J].西南农业学报,2012,23(3):739-743 .
- [ 8 ] 徐建龙,童富淡,胡家恕,等.水稻细菌性条斑病抗性与过氧化物酶同工酶关系的初步研究[J].农业生物技术学报,2000,8(1):71-75 .
- [ 9 ] 穆西玉,赵延明,张海艳.粗缩病对玉米产量和籽粒品质的影响[J].植物生理学报,2013,49(11):1233-1237 .
- [ 10 ] 李合生.植物生理生化实验原理和技术[M].北京:高等教育出版社,2000 .
- [ 11 ] 王世华,高双成,施江,等.10个玉米品种间过氧化物同工酶的研究[J].河南科技大学学报(自然科学版),2011,32(2):60-62 .
- [ 12 ] 梁琼,侯明生.玉米品种抗感玉米粗缩病毒与过氧化物酶关系的研究[J].云南农业大学学报,2004,19(5):546-549 .
- [ 13 ] 洪健,李德葆,周雪平.植物病毒分类图谱[M].北京:科学出版社,2001 .
- [ 14 ] 许仁林,易琼华.接种烟草花叶病毒后不同抗性番茄品系叶片可溶性蛋白组成的变化[J].植物病理学报,1989,19(2):79-84 .