

## 不同诱导处理对番茄植株保护酶及西花蓟马体内消化酶活性的影响

Effects of different induction treatments on protective enzyme activities of tomato plants and digestive enzyme activities in western flower thrips *Frankliniella occidentalis* (Pergande)蒲恒浒<sup>1,2</sup> 鄧军锐<sup>1\*</sup> 曾 广<sup>1</sup> 岳文波<sup>1</sup>

(1. 贵州大学昆虫研究所, 贵州省山地农业病虫害重点实验室, 贵阳 550025; 2. 贵州省林业厅, 贵阳 550001)

Pu Henghu<sup>1,2</sup> Zhi Junrui<sup>1\*</sup> Zeng Guang<sup>1</sup> Yue Wenbo<sup>1</sup>

(1. Guizhou Provincial Key Laboratory for Agricultural Pest Management of the Mountainous Regions, Institute of Entomology, Guizhou University, Guiyang 550025, Guizhou Province, China; 2. Forestry Department of Guizhou Province, Guiyang 550001, Guizhou Province, China)

西花蓟马 *Frankliniella occidentalis* (Pergande) 对我国多种农作物造成严重危害, 探讨其与寄主的相互关系十分必要。植株被昆虫为害后, 保护酶活性会发生变化以适应外界不利环境, 如从春蕾等 (2013) 研究认为西花蓟马取食可诱导其适宜寄主菜豆叶片的超氧化物歧化酶 (superoxide dismutase, SOD)、过氧化物酶 (peroxidase, POD) 和过氧化氢酶 (catalase, CAT) 活性升高; 昆虫取食被诱导处理的植物后, 可通过调节消化酶活性进行反防御。目前, 关于西花蓟马的非嗜食寄主番茄受其为害后的防御反应以及其取食诱导处理番茄后的适应性尚未见报道。因此, 本试验以西花蓟马取食、机械损伤、喷洒茉莉酸和水杨酸甲酯诱导番茄植株, 研究各处理下番茄叶片保护酶活性变化, 以及西花蓟马取食不同诱导的番茄后体内保护酶、消化酶活性的变化, 揭示昆虫与非嗜食寄主间的相互关系, 以期更有效控制西花蓟马为害提供理论依据。

## 1 材料与方法

## 1.1 材料

供试昆虫及植物: 西花蓟马采自贵阳市花溪区, 在人工气候室用菜豆豆荚饲养。番茄品种为合作 903, 将番茄种子播种于营养钵, 以单株进行培育, 置于温室大棚, 长至 9 片真叶时备用。

试剂及仪器: SOD、POD、CAT、胰蛋白酶、胰凝乳蛋白酶、淀粉酶等试剂盒, 南京建成生物工程研究所; 茉莉酸、水杨酸甲酯, 美国 Sigma-Aldrich 公司。755 型紫外分光光度计, 上海金鹏分析仪器有限公司。

## 1.2 方法

番茄诱导处理方法: (1) 试剂诱导: 用 1 mmol/L

茉莉酸和 5 mmol/L 水杨酸甲酯分别喷洒 2 mL 于 5 片番茄叶上; (2) 机械损伤: 用针头在番茄的 5 片叶上扎孔, 每叶 5 孔, 孔径 0.29 mm; (3) 西花蓟马取食: 将西花蓟马 2 龄若虫接在 5 片番茄叶上, 每叶 10 头, 24 h 时剔除若虫。每处理 4 次重复, 以未处理健康番茄作对照。分别于 24、36、48 h 测定番茄 SOD、POD、CAT 等保护酶活性, 在各处理 24 h 的叶片上接入西花蓟马 2 龄若虫共 100 头, 当取食 6、24、36 h 时测定虫体胰蛋白酶、胰凝乳蛋白酶、淀粉酶等消化酶活性。所有酶活性测定均按试剂盒说明书进行。

## 1.3 数据分析

试验数据采用 Excel 2003 和 SPSS 18.0 软件进行统计分析, 用 Tukey 测验法进行差异显著性检验。

## 2 结果与分析

不同诱导处理及不同时间下, 番茄叶片保护酶活性变化不同。在 24 h 和 36 h 时, 除茉莉酸诱导处理外, 其它诱导处理番茄的 SOD 活性均显著高于对照; 在 48 h 时, 不同诱导处理下 SOD 活性均低于对照, 其中蓟马取食处理的叶片酶活性最低, 为 138.6 U/g, 比对照下降了 67.1%。除机械损伤处理 24 h 和水杨酸甲酯处理 48 h 时外, 其它处理番茄的 POD 活性均显著高于对照。茉莉酸诱导处理 24 h 时, 番茄的 CAT 活性与对照无显著差异, 而其它处理均显著升高, 其中机械损伤处理升高幅度最大, 增加了 493.9%; 不同诱导处理 36 h 和 48 h 时, 番茄的 CAT 活性均显著高于对照 (表 1)。

西花蓟马取食不同处理的番茄后, 其体内消化酶活性也有明显变化。当取食 6 h 和 36 h 时, 除取食机械损伤处理外, 其它处理的胰蛋白酶活性均显著升高, 取食水杨酸甲酯处理 36 h 的胰蛋白酶活性最

大,为146.9 ng/L,比对照增加了112.3%;取食24 h时茉莉酸处理的胰蛋白酶活性最高,为98.3 ng/L。取食6~24 h时,各处理下胰凝乳蛋白酶活性变化均不显著;取食36 h时除茉莉酸处理外,其它处理

的活性均显著高于对照,其中西花蓟马取食处理的活性最高,达到37.6 U/g。取食24 h和36 h时,各处理的淀粉酶活性均显著升高,其中取食处理36 h活性最高,为669.7 U/L(表1)。

表1 不同诱导处理对番茄植株保护酶活性和西花蓟马体内消化酶活性的影响

Table 1 Changes of protective enzyme activity in tomato plants and digestive enzyme activity in *Frankliniella occidentalis* induced by different treatments

| 酶活 Enzyme activity         | 时间(h) Treating time | 健康植株 Healthy plant | 蓟马取食 Damaged by thrips' feeding | 机械损失 Mechanical wounding | 茉莉酸 Jasmonic acid | 水杨酸甲酯 Methyl salicylate |
|----------------------------|---------------------|--------------------|---------------------------------|--------------------------|-------------------|-------------------------|
| SOD (U/g)                  | 24                  | 185.8±2.2 c        | 241.7±2.1 b                     | 311.2±3.9 a              | 143.0±0.4 c       | 330.1±27.9 a            |
|                            | 36                  | 141.6±11.2 d       | 356.8±8.5 b                     | 569.6±44.6 a             | 224.1±15.8 cd     | 242.0±11.0 c            |
|                            | 48                  | 421.3±8.3 a        | 138.6±5.1 c                     | 242.1±14.1 b             | 391.1±2.6 a       | 212.7±1.2 b             |
| POD (U/g)                  | 24                  | 143.0±29.1 d       | 1640.6±50.4 a                   | 267.5±34.2 d             | 517.1±44.9 c      | 873.8±53.6 b            |
|                            | 36                  | 374.5±34.2 d       | 1462.3±35.7 a                   | 535.0±35.7 c             | 1087.8±34.2 b     | 606.3±20.6 c            |
|                            | 48                  | 428.0±29.1 c       | 838.1±73.5 ab                   | 873.8±34.1 a             | 659.8±44.9 b      | 445.8±34.2 c            |
| CAT (U/g)                  | 24                  | 166.1±22.9 d       | 896.7±7.5 b                     | 986.5±22.4 a             | 223.7±11.7 d      | 456.0±22.0 c            |
|                            | 36                  | 193.2±19.5 c       | 620.4±16.3 a                    | 688.2±18.5 a             | 627.2±17.2 a      | 422.1±16.9 b            |
|                            | 48                  | 298.3±10.7 e       | 650.9±10.0 c                    | 945.8±23.6 a             | 833.9±28.1 b      | 567.8±3.3 d             |
| 胰蛋白酶 Trypsin (ng/L)        | 6                   | 64.5±1.4 d         | 76.9±2.1 c                      | 70.8±1.7 cd              | 87.1±2.4 b        | 100.1±1.9 a             |
|                            | 24                  | 64.8±1.1 c         | 77.4±3.9 bc                     | 80.8±4.5 b               | 98.3±2.6 a        | 87.8±1.8 ab             |
| 胰凝乳蛋白酶 Chymotrypsin (ng/L) | 6                   | 28.4±0.2 a         | 26.6±1.1 a                      | 27.0±0.6 a               | 26.5±0.5 a        | 26.9±0.7 a              |
|                            | 24                  | 25.3±0.3 a         | 27.1±1.2 a                      | 24.2±0.5 a               | 25.6±0.9 a        | 26.3±0.7 a              |
| 淀粉酶 Amylase (U/L)          | 6                   | 355.6±10.7 c       | 356.9±12.0 c                    | 530.9±9.9 a              | 437.8±9.1 b       | 369.4±3.7 c             |
|                            | 24                  | 382.2±6.2 c        | 488.8±10.3 b                    | 527.6±7.1 ab             | 568.8±8.3 a       | 490.8±13.7 b            |
|                            | 36                  | 379.6±8.9 d        | 669.7±5.9 a                     | 606.6±11.1 b             | 449.7±8.1 c       | 642.8±10.8 ab           |

表中数据为平均数±标准误。同行不同小写字母表示经 Tukey 测验法检验在  $P<0.05$  水平差异显著。Data are mean±SE. Different letters in the same row indicate significant differences at  $P<0.05$  level by Tukey test.

### 3 讨论

本研究结果显示,除茉莉酸处理外,其它诱导处理后番茄SOD活性在36 h前高于对照,在48 h时低于对照。各处理的番茄叶片POD与CAT活性均呈升高趋势,与段文昌等(2012)的结果不尽相同,这种差异可能是由于茉莉酸诱导处理的防御反应与植物种类有关;王丽艳等(2011)研究发现水稻负泥虫 *Oulema oryzae* 取食后水稻保护酶活性升高,与本试验结果类似。此外,本试验结果显示,取食各种处理植株后西花蓟马体内消化酶活性在大部分情况下升高,与毕明娟等(2010)研究结果相似,但虫体消化酶活性变化不同,这可能是取食的番茄被不同处理诱导后生理应激反应各异所致。综上,非嗜食寄主番茄被各种诱导处理后,可产生诱导防御,且西花蓟马也能产生快速有效的适应,但植物的防御反应与昆虫的反防御反应是一个复杂的过程,还需要进一步的深入研究。

### 参考文献 (References)

Bi MJ, Xue M, Li QL, Wang HT, Liu AH. 2010. Effects of feeding on

tobacco plants preinfested by *Bemisia tabaci* (Homoptera: Aleyrodidae) B-biotype on activities of protective enzymes and digestive enzymes in *B. tabaci* and *Myzus persicae* (Homoptera: Aphididae). *Acta Entomologica Sinica*, 53(2): 139-146 (in Chinese) [毕明娟, 薛明, 李庆亮, 王洪涛, 刘爱红. 2010. 取食B型烟粉虱前侵染的烟草对B型烟粉虱和烟蚜体内保护酶和消化酶活性的影响. *昆虫学报*, 53(2): 139-146]

Cong CL, Zhi JR, Liao QR, Mu F. 2013. Effects of *Frankliniella occidentalis* feeding and mechanical damage on the antioxidant system in bean leaves. *Chinese Journal of Applied Entomology*, 50(6): 1586-1593 (in Chinese) [丛春蕾, 郑军锐, 廖启荣, 牟峰. 2013. 西花蓟马取食与机械损伤对菜豆叶片抗氧化系统的影响. *应用昆虫学报*, 50(6): 1586-1593]

Duan WC, Duan LQ, Li HP, Feng SJ, Zhang Y, Zhang LN. 2012. Defense responses in wolfberry (*Lycium barbarum*) induced by exogenous jasmonic acid and gall mite *Aceria pallida* (Acari: Eriophyidae). *Acta Entomologica Sinica*, 55(7): 804-809 (in Chinese) [段文昌, 段立清, 李海平, 冯淑军, 张颖, 张丽娜. 2012. 外源茉莉酸及枸杞瘿螨危害诱导的枸杞防御反应. *昆虫学报*, 55(7): 804-809]

Wang LY, Zhang HY, Zhu Y, Yu L, Cong B. 2011. Physiological response of rice plants to *Oulema oryzae* feeding. *Chinese Journal of Applied Entomology*, 48(4): 928-933 (in Chinese) [王丽艳, 张海燕, 朱莹, 于磊, 丛斌. 2011. 水稻对稻负泥虫取食的生理响应. *应用昆虫学报*, 48(4): 928-933]

(责任编辑:王璇)