

烟田常用杀虫剂对烟蚜茧蜂的毒力及其保护酶的影响

朱先志¹, 刘勇¹, 田雷², 刘莉¹, 宗浩², 高强^{1*}, 徐蕊¹, 李兰芬¹, 张伟娜¹

(1. 山东临沂烟草有限公司沂水分公司, 山东 沂水 276400; 2. 山东临沂烟草有限公司, 山东 临沂 276000)

摘要: 为了筛选对烟蚜茧蜂安全性高的药剂并明确烟田常用杀虫剂对烟蚜茧蜂保护酶的影响, 测定了3种烟田常用杀虫剂对烟蚜茧蜂成虫的毒力以及不同浓度的吡虫啉对烟蚜茧蜂成虫体内超氧化物歧化酶、过氧化物酶和过氧化氢酶活性的影响。结果表明, 杀虫剂对烟蚜茧蜂成虫的毒力大小顺序为: 啶虫脒 > 高效氯氟氰菊酯 > 吡虫啉; 从不同浓度的吡虫啉对烟蚜茧蜂生命活动和防御机制的影响来看, 除 LC₁₀ 浓度吡虫啉促进烟蚜茧蜂成虫体内 POD 活性提高和3个浓度处理后12 h 成虫 CAT 活性显著提高外, 其余处理浓度和时间对3种酶的活性呈现抑制作用。此结果为探明烟蚜茧蜂对杀虫剂的防御机制提供了一定的理论依据。

关键词: 杀虫剂; 烟蚜茧蜂; 毒力; 酶活性

中图分类号: S435.72

文章编号: 1007-5119 (2015) 03-0072-05

DOI: 10.13496/j.issn.1007-5119.2015.03.014

Effects of Conventional Insecticides on *Aphidius Gifuensis* Ashmead and Its Protective Enzymes in Tobacco Fields

ZHU Xianzhi¹, LIU Yong¹, TIAN Lei², LIU Li¹, ZONG Hao²,
GAO Qiang^{1*}, XU Rui¹, LI Lanfen¹, ZHANG Weina¹

(1. Linyi Tobacco Company of Shandong Province, Yishui, Shandong 276400, China; 2. Linyi Tobacco Company of Shandong Province, Yishui Branch Linyi, Shandong 276000, China)

Abstract: In order to screen for safer insecticides to *Aphidius gifuensis* Ashmead and know about the effects of conventional insecticides on protective enzymes of *Aphidius gifuensis* Ashmead in tobacco fields, toxicity of three conventional insecticides to *Aphidius gifuensis* Ashmead was determined via the residual film method. Effects of different concentrations of imidacloprid on SOD, POD and CAT activities of *Aphidius gifuensis* Ashmead was also determined. The results showed that the order from high toxicity to low toxicity was: acetamiprid > lambda-cyhalothrin > imidacloprid. In terms of the effects of different concentrations of imidacloprid on the life activities of *Aphidius gifuensis* Ashmead and their defense mechanisms, all the treatments showed inhibition on enzyme activities except that the LC₁₀ concentration of imidacloprid improved POD activities in adults and CAT activities increased significantly in adults after 12h treatment of three concentrations. This result provides theory basis for understanding the defense mechanisms of *Aphidius gifuensis* Ashmead against insecticides.

Keywords: insecticides; *Aphidius gifuensis* Ashmead; toxicity; enzyme activity

烟蚜 *Myzus persicae* (Sulzer) 是全国烟叶生产中的重要害虫之一, 其吸食烟株营养、排泄蜜露诱发煤烟病并传播植物病毒病, 导致烟叶产量下降、品质变劣, 给烟叶生产造成极大损失。目前, 防治烟蚜所采取的主要措施为化学防治。随着化学农药多次使用, 导致烟蚜抗药性越来越强, 亦将烟蚜天敌烟蚜茧蜂 *Aphidius gifuensis* Ashmaed

大量杀伤, 不仅破坏了烟田生态系统的自控能力, 而且给人体健康、生态环境以及烤烟质量都带来了严重的负面影响。

在烟叶生产上, 如何充分保护和发挥天敌对蚜虫的有效控制作用, 尽可能地降低农药使用量, 生产出安全优质的烟草制品, 一直是烟叶生产害虫防治的重大课题。通过人工规模繁殖烟蚜茧蜂

基金项目: 山东省烟草专卖局项目“山东烟区蚜茧蜂防治烟蚜技术推广应用”(KN227)

作者简介: 朱先志, 男, 农艺师, 主要从事烤烟新技术推广工作。E-mail: 13563940038@163.com。*通信作者, E-mail: lyysgq@139.com

收稿日期: 2014-12-25

修回日期: 2015-05-20

可有效控制烟蚜，减少农药使用以及降低生产成本。目前，烟蚜蜂的规模繁殖与释放技术日趋成熟，有利于推广该项生物防治措施^[1-2]。昆虫在长期进化过程中，除形成大量的降解外来有害化合物的解毒酶系外，还存在着超氧化物歧化酶（Superoxide dismutase，简称 SOD）、过氧化物酶（Peroxidase，简称 POD）和过氧化氢酶（Catalase，简称 CAT）等各种保护酶系，其主要功能是清除昆虫体内的自由基，防御活性氧或其他过氧化物自由基对细胞膜系统的伤害^[3-5]。在正常生理状态下，昆虫体内的这 3 种酶和自由基维持在一定的平衡状态，但在受到杀虫剂、病原菌、微孢子虫、极端温度等逆境条件胁迫时，会诱导其含量水平发生改变^[6-9]。本研究基于当前临沂烟区害虫发生与防治的现实情况，拟通过释放天敌烟蚜茧蜂、使用对天敌比较安全的选择性杀虫剂等措施，达到有效控制害虫的天敌种群数量，使之保持相对稳定，并能与化学防治相联合，在烟蚜迁飞高峰期能发挥持续控制害虫危害的作用。本研究旨在最大限度地减少化学农药的使用量，将化学农药对天敌烟蚜茧蜂的影响降到最低，充分发挥天敌的持续控制作用，达到降低农药残留，生产优质安全绿色烟叶的目的。

本文通过药膜法测定了 3 种烟田常用杀虫剂对烟蚜茧蜂成虫的毒力^[10-11]；测定不同浓度的吡虫啉对烟蚜茧蜂成虫体内超氧化物歧化酶、过氧化物酶和过氧化氢酶活性的影响。为深入研究烟蚜茧蜂对杀虫剂的防御机理，更好地利用杀虫剂和天敌联合防治、确定用药安全剂量和浓度提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料

1.1.1 供试昆虫 烟蚜茧蜂由临沂烟草天敌昆虫繁育基地提供，该基地配备温湿度自动控制系统，常年可保持温度 17~27 °C 相对湿度 50%~80%，满足烟蚜茧蜂等天敌昆虫生长与繁殖条件。烟蚜茧蜂采用羽化 24 h 的成蜂供试。

1.1.2 供试药剂 25 g/L 高效氯氟氰菊酯乳油（利尔化学股份有限公司）；200 g/L 吡虫啉可溶液剂（德国拜耳作物科学公司）；5% 啶虫脒乳油（江苏龙灯化学有限公司）。

1.2 试验方法

1.2.1 毒力测定方法 根据农药推荐使用剂量，试验采用药膜法进行，将药剂稀释 5~6 个浓度，以丙酮处理做空白对照，每个浓度组重复 3 次。参照文献^[12]的方法，用移液枪吸取 0.2 mL 药液滴入试管（4 cm × 15 cm）中，塞上试管口，迅速倾斜并转动试管，形成一层均匀的药膜，待丙酮挥发后，试管内壁放入浸有 10% 蜂蜜水的脱脂棉条（饱和，不滴水），随后接入 20 头烟蚜茧蜂成虫，并用脱脂棉条封口，让其爬行充分接触药膜 2 h 后，在人工气候室温度 25 °C、相对湿度 80%、光周期 L/D=12 h//12 h 条件下，于药剂处理后 24 h 检查并记录管中存活和死亡的成蜂数量（日光照射下轻敲试管不动即判定烟蚜茧蜂死亡）。用 Abbott 公式计算校正死亡率，对照组死亡率不能高于 20%。

Abbott 公式：

$$\text{校正死亡率} = \frac{\text{处理组死亡率} - \text{对照组死亡率}}{1 - \text{对照组死亡率}} \times 100\%$$

1.2.2 烟蚜茧蜂成虫处理方法 根据吡虫啉对烟蚜茧蜂成虫生物测定的结果 LC₅₀ (77.712 mg/L)，选用 LC₁₀ (8.524 mg/L)、LC₂₀ (18.202 mg/L)、LC₃₀ (50.203 mg/L) 3 个浓度作为亚致死剂量（此数据来源于 1.2.1 测定结果），采用药膜法同 1.2.1。每处理 20 头成虫，重复 3 次。于药剂处理后分别在饲养 12、24、48 h 收集试虫备用。

1.2.3 保护酶活力的测定方法 超氧化物歧化酶（SOD）活力的测定：采用氮蓝四唑光化还原法测定^[13]；过氧化物酶（POD）活力的测定：采用愈创木酚比色法^[14-15]；过氧化氢酶（CAT）活力的测定：采用紫外分光光度法^[14]。

1.3 数据处理

用 DPS 软件计算 LC₅₀ 及 95% 置信区间，差

异显著性分析采用 Duncan 新复极差法。

2 结果

2.1 3种杀虫剂对烟蚜茧蜂成虫的毒力

采用药膜法测定了吡虫啉、高效氯氟氰菊酯、啶虫脒 3 种常用杀虫剂对烟蚜茧蜂成虫的毒力。由表 1 可知, 3 种供试药剂中, 200 g/L 吡虫啉可溶液剂对烟蚜茧蜂的 LC_{50} 值最高, 为 77.712 mg/L, 其次分别为 25 g/L 高效氯氟氰菊酯乳油 (41.902 mg/L)、5%啶虫脒乳油 (26.263 mg/L)。其毒力次序为: 啶虫脒 > 高效氯氟氰菊酯 > 吡虫啉。

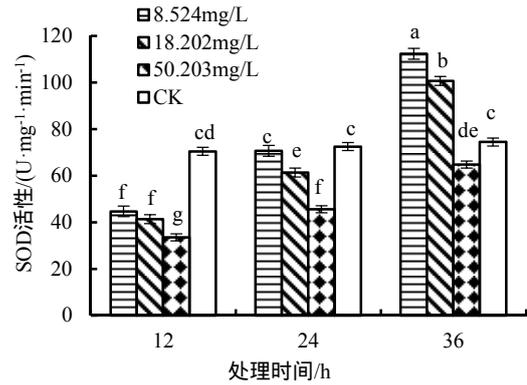
表 1 3 种杀虫剂对烟蚜茧蜂成虫的毒力 (药后 24 h)

Table 1 Toxicity of 3 insecticides to adults of *Aphidius gifuensis* Ashmead by spraying method (24 h after drug)

杀虫剂	处理虫数/n	斜率 (\pm 标准差)	LC_{50} ($mg \cdot L^{-1}$)	95%置信区间
虫啉	20	1.34 \pm 0.15	77.71	60.68~103.58
高效氯氟氰菊酯	20	1.66 \pm 0.16	41.90	34.01~51.51
啶虫脒	20	1.69 \pm 0.16	26.26	21.48~32.39

2.2 吡虫啉对烟蚜茧蜂成虫 SOD 活性的影响

不同质量分数的吡虫啉处理烟蚜茧蜂成虫 12、24 和 36 h 后, 对体内超氧化物歧化酶的活性进行了测定 (图 1)。结果表明, 质量分数为 8.524、18.202 和 50.203 mg/L 在 12 和 24 h 对 SOD 活性均表现为抑制作用, 除 18.202 mg/L 处理组在 24 h 差异不显著外, 其他均为显著抑制。且 3 个处理组均在 12 h 对 SOD 的活性抑制作用最强, 活性分别为 44.67、41.34 和 33.46 U/mg, 比对照分别降低了 36.57%、41.30% 和 52.49%。随着时间的增加, 各处理组对 SOD 活性的抑制作用均逐渐减弱。在 48 h, 8.524 和 18.202 mg/L 处理组对 SOD 活性转变为显著激活, SOD 活性分别比对照提高了 50.89% 和 35.22%。50.203 mg/L 处理组仍表现为抑制作用, 但抑制率从 52.49% 减小到 12.99%。结果显示, 不同质量浓度的吡虫啉对烟蚜茧蜂成虫体内 SOD 活性在初期均表现为抑制作用, 随着作用时间的增加, 抑制作用逐渐减弱, 较低浓度对 SOD 活性的影响转变为激活作用。



注: 不同字母表示 5% 水平差异显著。下同。

图 1 吡虫啉对烟蚜茧蜂成虫 SOD 活性的影响

Fig. 1 Change in SOD activities in adults of *Aphidius gifuensis* Ashmead after exposure to imidacloprid for different time

2.3 吡虫啉对烟蚜茧蜂成虫 POD 活性的影响

不同质量浓度的吡虫啉处理烟蚜茧蜂成虫 12、24 和 36 h 后, 对药剂浓度与体内 POD 活性之间的关系进行了测定 (图 2)。测定结果表明, 质量浓度为 8.524 mg/L 处理组在 12、24 和 48 h 对 POD 活性表现为激活作用, 在 48 h POD 活性最高且激活作用最强, 为 1.69 U/(mg·min), 比对照提高 56.48%。50.203 mg/L 处理组在 12、24 和 48 h 均表现为抑制作用, 其中在 12 和 24 h 表现为显著抑制。抑制率最大 (12 h) 为 60.19%。18.202 mg/L 处理组在各个时间点和对照组差异不明显。吡虫啉对烟蚜茧蜂成虫体内 POD 活性表现为: 低浓度诱导, 高浓度抑制, 且低浓度的诱导作用随时间的增加而增强, 高浓度的抑制作用随时间的增加而减弱。

2.4 吡虫啉对烟蚜茧蜂成虫 CAT 活性的影响

不同浓度的吡虫啉对烟蚜茧蜂成虫处理 12、24 和 48 h 后, 体内 CAT 活性的测定结果 (图 3) 显示, 质量浓度为 8.524 和 18.202 mg/L 处理组在 12 h 对 CAT 的活性均表现为显著激活作用, 分别为 10.22 和 9.67 U/(mg·min), 比对照提高 66.99% 和 58.01%。50.203 mg/L 处理组在 12 h 也表现为激活作用, 但差异不明显。随着时间的增加, 各处理组 CAT 的活性显著降低, 至 48 h 表现为显著

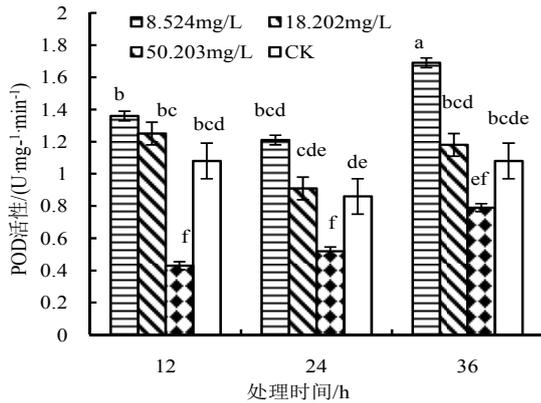


图 2 吡虫啉对烟蚜茧蜂成虫 POD 活力的影响
Fig. 2 Change in POD activities in adults of *Aphidius gifuensis* Ashmead after exposure to imidacloprid for different time

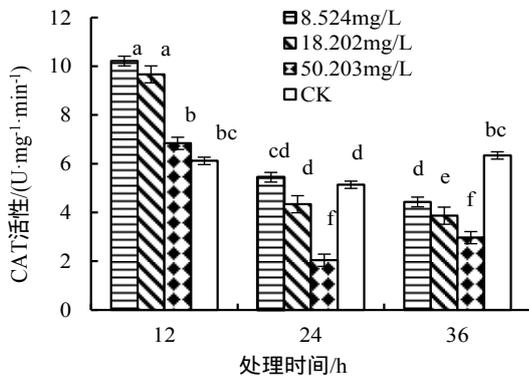


图 3 吡虫啉对烟蚜茧蜂成虫 CAT 活力的影响
Fig. 3 Change in CAT activities in adults of *Aphidius gifuensis* Ashmead after exposure to imidacloprid for different time

抑制作用,分别为 4.43、3.87 和 2.97 U/(mg·min), 比对照降低 30.12%、38.96%和 53.15%。结果表明,吡虫啉对烟蚜茧蜂成虫体内 CAT 的活性影响为先激活后抑制。

3 讨论

测定了 3 种烟田常用杀虫剂对烟蚜茧蜂成虫的毒力,结果表明,200 g/L 吡虫啉可溶液剂对烟蚜茧蜂成虫的影响较小,其次分别是 5%啶虫脒乳油、25 g/L 高效氯氟氰菊酯乳油。吡虫啉属新烟碱类杀虫剂,具有高效、低毒、低残留等特点,可选择性抑制昆虫中枢神经系统烟酸乙酰胆碱酶受体,进而阻断昆虫中枢神经系统的正常传导,造成害虫出现麻痹、死亡^[16]。有研究发现吡虫啉对

天敌七星瓢虫安全^[17]。在麦田喷施啶虫脒后 3 d 内,对麦蚜的主要天敌蚜茧蜂和瓢虫影响较大,两种天敌数量锐减,但到 7 d 时蚜茧蜂数量有所回升。Suh 等^[18]研究发现高效氯氟氰菊酯处理拟暗褐赤眼蜂卵至蛹期能显著降低成蜂的羽化率。因此,在防治时可考虑选择 200 g/L 吡虫啉可溶液剂杀虫剂以保护烟蚜茧蜂。

本试验结果表明,吡虫啉对烟蚜茧蜂的几种主要保护酶的活性有明显影响,且随处理时间长短影响不同,烟蚜茧蜂成虫对不同浓度吡虫啉做出不同程度的应激反应。不同浓度的吡虫啉对于 POD、CAT 活性的影响总体表现为先激活后抑制,可能是低浓度的杀虫剂引起了烟蚜茧蜂的自身保护反应,对其体内保护酶的活性有促进作用,但随着药剂浓度的增加和处理时间的延长,烟蚜茧蜂自身防卫能力逐渐下降,保护酶的合成能力受到抑制,对机体内自由基的清除能力减弱,从而引起烟蚜茧蜂受到不同程度的伤害^[22]。不同浓度的吡虫啉处理后的烟蚜茧蜂成虫 SOD 活性为先抑制后激活,可能与吡虫啉的作用机制有关^[16]。昆虫的保护酶系的产生与生物的逆境出现有关,在维持机体正常生理功能方面有重要作用,在面对生理逆境时,昆虫体内原有的保护酶系统平衡被破坏,导致自由基清除系统出现障碍,体内自由基水平发生变化,SOD、POD、CAT 参与作用响应而改变活性^[7,19]。

本研究结果与较多研究结果一致,昆虫在遇到不利环境条件如杀虫剂作用下,其体内保护酶的变化规律往往表现不同。查黎春^[20]研究了 3 种农药对天幕毛虫、舞毒蛾幼虫 SOD、CAT 活性的影响,其中阿维菌素对 SOD 有显著激活作用,而对 CAT 有不同程度的激活或抑制。赵俊红等^[21]研究了 SO₂ 对异色瓢虫保护酶的影响,结果表明,SO₂ 低浓度处理可以一定程度上促进异色瓢虫成虫体内保护酶活性,但高浓度处理对保护酶活性有一定降低作用。本研究结果为探明烟蚜茧蜂对杀虫剂的抵御反应提供了一定的理论依据,但是要明确其中的机制及保护酶的作用方式还有待深

入研究。

4 结 论

测定了3种烟田常用杀虫剂对烟蚜茧蜂成虫的毒力,结果表明,200 g/L 吡虫啉可溶液剂对烟蚜茧蜂成虫的影响较小。其次分别是5%啶虫脒乳油、25 g/L 高效氯氟氰菊酯乳油。杀虫剂对烟蚜茧蜂成虫体内保护酶的活性有明显影响,且随处理时间长短影响不同,烟蚜茧蜂成虫对不同浓度吡虫啉做出不同程度的应激反应。总体上,低浓度的杀虫剂对烟蚜茧蜂体内保护酶的活性有促进作用,但随着药剂浓度的增加和处理时间的延长,保护酶的合成能力受到抑制。

参考文献

- [1] 贾芳翌, 易忠经, 杨在友, 等. 不同蜂蚜比的蜂蚜对接对规模化繁殖烟蚜茧蜂的影响[J]. 中国烟草科学, 2014, 35(3): 56-60.
- [2] 柴正群, 况荣平, 朱建青. 烟蚜重寄生蜂种群动态初步研究[J]. 中国烟草科学, 2013, 34(1): 61-65.
- [3] Allen R G, Farmer K J, Sohal R S. Effect of diamide administration on longevity, oxygen consumption, superoxide dismutase, catalase, inorganic peroxides and glutathione in adult house fly[M]. *Musca domestica*. *Comp. Biochem. Physiol. C*, 1984, 78: 31-33.
- [4] Allen R G, Balin A K. Oxidative influence on development and differentiation: an overview of a free radical theory of development[M]. *Free Radic. Biol. Med.*, 1989, 6(6): 631-639.
- [5] Bolter C J, Chefurka W. Extramitochondrial release of hydrogen peroxide from insect and mouse liver mitochondria using the respiratory inhibitors phosphine, myxothiazol, and antimycin and spectral analysis of inhibited cytochromes[M]. *Arch. Biochem. Biophys.*, 1990, 278(1): 65-72.
- [6] 陈常理, 韦茂兔, 李明江, 等. 温度对 B 型烟粉虱存活率和保护酶系的影响[J]. 浙江农业科学, 2010(4): 853-857.
- [7] 冯宏祖, 刘映红, 何林, 等. 阿维菌素和温度胁迫对朱砂叶螨自由基及保护酶活性的影响[J]. 植物保护学报, 2008, 35(6): 530-536.
- [8] 王楠, 张志春, 王满困, 等. 腐胺对小菜蛾幼虫生长及保护酶活性的影响[J]. 昆虫知识, 2008, 45(4): 573-576.
- [9] 朱建兰, 王国利, 刘谨, 等. 四脊裸胞壳 Dh 菌株侵染对钩麦蛾幼虫体内保护酶的影响[J]. 草地学报, 2008, 16(2): 121-125.
- [10] 刘修, 张悦, 王涛, 等. 阿维菌素类和烟碱类杀虫剂对烟草幼苗叶绿素含量的影响[J]. 中国烟草科学, 2013, 34(2): 64-68.
- [11] 陈丹, 陈德鑫, 许家来, 等. 五种杀虫剂对烟草潜叶蛾的毒力测定[J]. 中国烟草科学, 2013, 34(2): 37-40.
- [12] 农业标准出版研究中心. NY/T 1154.8—2007 滤纸药膜法[S]. 北京: 中国农业出版社, 2007.
- [13] 沈文飏, 徐朗莱, 叶茂炳, 等. 氮蓝四哇光化还原法测定超氧化物歧化酶活性的适宜条件[J]. 南京农业大学学报, 1996, 19(2): 101-102.
- [14] 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.
- [15] Giannopolitis C N, Ries S K. Superoxide dismutases. I. Occurrence in higher plants. *Plant[J]. Physiology*, 1977(59): 309-314.
- [16] 陈立, 徐汉虹. 新型烟碱型杀虫剂吡虫啉作用机制研究进展[J]. 湖北农学院学报, 1988, 18(1): 85-88.
- [17] 刘慧平, 韩巨才, 徐琴, 等. 杀虫剂对苹果黄蚜与七星瓢虫的毒力及选择性研究[J]. 中国生态农业学报, 2007, 15(2): 126-129.
- [18] Suh C P, Qrr D B, Duyn J W, et al. Effect of insecticides on *Trichogramma exiguum* (Trichogrammatidae: Hymenoptera) preimaginal development and adult survival[J]. *Journal of Economic Entomology*, 2000, 93(3): 577-583.
- [19] 蒋志胜, 尚稚珍, 万树青. 光活化杀虫剂 - 三噻吩的电子自旋共振分析及其对库蚊保护酶系统活性的影响[J]. 昆虫学报, 2003, 46(1): 22-26.
- [20] 查黎春. 三种农药对天幕毛虫、舞毒蛾超氧化物歧化酶(SOD)、过氧化氢酶(CAT)活性的影响[D]. 黑龙江: 东北林业大学, 2011.
- [21] 赵俊红, 刘军侠, 姜文虎, 等. SO₂ 胁迫对异色瓢虫的生长发育及保护酶的影响[J]. 河北农业大学学报, 2011, 34(1): 87-91.
- [22] 杨琼, 王淑会, 张文慧, 等. 常用杀虫剂对异色瓢虫的毒力及其保护酶的影响[J]. 植物保护学报, 2015, 42(2): 258-263.