

DOI:10.13718/j.cnki.zwyx.2022.03.007

S-诱抗素与中生菌素联用对烟草青枯病的协同防控作用

王焱¹, 李昆鸿¹, 巢进², 王定强³, 张承³,
滕凯², 田明慧², 毛辉², 周郑雄³

1. 西南大学 植物保护学院, 重庆 400715;

2. 湖南省烟草公司 湘西自治州公司, 湖南 吉首 416000;

3. 贵州省烟草公司 遵义市公司 桐梓分公司, 贵州 遵义 563200

摘要: 为明确植物免疫诱抗剂联合生物农药对烟草青枯病的防控可行性和防治效果, 以及为缓解烟草青枯病的发生提供实践基础, 本研究以“云烟 87”为研究对象, 研究不同浓度的 S-诱抗素诱导烟草对青枯病菌抗性及联合中生菌素对烟草青枯病的田间防效和烤烟农艺性状的影响. 室内盆栽结果表明, 1.63~26.00 mg/L S-诱抗素诱导抗病性差异较大, 其中 1.63~6.50 mg/L 和 26.00 mg/L 的 S 诱抗素有利于青枯病发生, 而 13.00 mg/L 可有效缓解烟草青枯病的发生. 田间试验结果表明, S-诱素与中生菌素联用能够促进烤烟生长, 其中, 株高、茎围、最大叶长和最大叶面积等农艺性状与清水对照比较, 差异具有统计学意义. 此外, 13.00 mg/L S-诱抗素与 1.33 mg/L 中生菌素联用可有效缓解烟草青枯病的发生, 不同时期的增效系数 CEC 值均表现为相加作用, 而且在发病初期(7 月 8 日)和发病后期(8 月 5 日)防治效果分别可达到 92.05%, 59.87%. 因此, 田间 S-诱抗素与中生菌素联用有望用于缓解烟草青枯病的发生以及提升烟草的农艺性状.

关键词: 烟草青枯病; S-诱抗素; 中生菌素;
防治效果

中图分类号: S435.72

文献标志码: A

开放科学(资源服务)标识码(OSID):



文章编号: 2097-1354(2022)03-0047-07

Synergistic Effect of S-Abscisic Acid Combined with Zhongshengmycin on Control of Tobacco Bacterial Wilt

WANG Yao¹, LI Kunhong¹, CHAO Jin², WANG Dingqiang³,

收稿日期: 2022-06-17

基金项目: 中国烟草总公司贵州省公司揭榜挂帅项目(2022520000240150); 湖南省烟草公司湘西州公司项目(2020433100200183); 国家烟草专卖局绿色防控重大专项(110202101047LS-07).

作者简介: 王焱, 硕士研究生, 主要从事纳米农药的制备与靶向控释研究.

通信作者: 周郑雄, 助理农艺师.

ZHANG Cheng³, TENG Kai², TIAN Minghui²,
MAO Hui², ZHOU Zhengxiong³

1. School of Plant Protection, Southwest University, Chongqing 400715, China;

2. Xiangxi Prefecture Branch of Hunan Tobacco Company, Jishou Hunan 416000, China;

3. Tongzi Branch of Zunyi Company of Guizhou Tobacco Company, Zunyi Guizhou 563200, China

Abstract: To clarify the control feasibility and effect of plant immune inducers combined with bio-pesticides against tobacco bacterial wilt (*Ralstonia solanacearu*), and provide a practical basis for alleviating the occurrence of tobacco bacterial wilt. Taking ‘Yunyan 87’ cultivar as the research object, the effects of different concentrations of S-Abscisic acid on the disease resistance of flue-cured tobacco and the effect of combined with Zhongshengmycin on control of tobacco bacterial wilt in the field and agronomic traits of flue-cured tobacco were studied. The results of indoor pot experiment showed that there were great differences on disease resistance induced by 1.63~26.00 mg/L S-Abscisic acid, among which 1.63~6.50 mg/L and 26.00 mg/L of S-Abscisic acid were beneficial to the occurrence of bacterial wilt, while the 13.00 mg/L of S-Abscisic acid effectively alleviated the occurrence of tobacco bacterial wilt. The results of field experiments showed that the combination of S-Abscisic acid and Zhongshengmycin could promote the growth of flue-cured tobacco. The agronomic characters such as plant height, stem circumference, maximum leaf length and maximum leaf area were significantly higher than those of the clear water control. In addition, the combination of 13.00 mg/L S-Abscisic acid and 1.33 mg/L zhongshengmycin could effectively alleviate the occurrence of tobacco bacterial wilt. In the early stage (July 8th) and late stage (August 5th) of infection, the control effect could reach 92.05% and 59.87%, respectively. Therefore, the combination of S-Abscisic acid and zhongshengmycin will be expected to alleviate the occurrence of tobacco bacterial wilt in the field and improve the agronomic traits of tobacco.

Key words: tobacco bacterial wilt; S-Abscisic acid; Zhongshengmycin; control effect

青枯雷尔氏菌(*Ralstonia solanacearu*)具有极强的侵染能力,能侵染多达 50 多科、200 多个属的植物^[1-2].该病原菌主要破坏植物的维管组织,使得植物不能正常的从土壤中吸取水分和营养物质,高温条件下植物呈现萎焉,严重时整株死亡.烟草青枯病是由青枯雷尔氏菌引起的土传维管束细菌性病害,近几年,该病害在四川、贵州、云南、福建、广东和重庆等南方烟区呈现暴发式增长,严重影响了各大烟区烟叶产量和质量^[3-4].目前,人们主要利用单一的化学防治、农业防治、生物防治等措施来防治烟草青枯病,但这些防治措施都只能减少或者预防青枯病的发生,并不能从根本上控制青枯病.因此,探索一种能够有效防治烟草青枯病的方法一直是研究热点.

S-诱抗素(S-Abscisic Acid, ABA),化学式为 C₁₅H₂₀O₄,结构式见图 1. S-诱抗素原名脱落酸,是一种植物的生长平衡因子和抗逆性因子,具有人畜无毒、无害、无残留的优点^[5].国内已报道 S-诱抗素可提高藜麦育苗的抗旱能力^[6],改善葡萄的品质并提高产量^[7].其次, S-诱抗素与杀菌剂连用能够提高杀菌剂对水稻稻瘟病和花生叶斑病防控作用^[8-9].

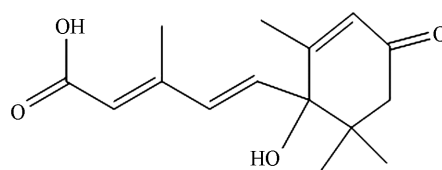


图 1 S-诱抗素的结构式

中生菌素(Zhongshengmycin),化学式为 $C_{19}H_{34}O_8N_8$,结构式见图2.中生菌素是一种新型农用抗生素,可用于防治常见的细菌性和真菌性农作物病害,其通过抑制细菌菌体蛋白质合成过程中的肽键形成以及抑制真菌孢子萌发来达到抑菌作用^[10].在防治细菌病害方面,中生菌素对柑橘溃疡病、桃细菌性穿孔病、猕猴桃溃疡病等具有一定的防控作用^[11-13].在真菌性病害方面,对苹果腐烂病、人参锈腐病、番茄枯萎病菌有很强的防治作用^[14-15].由于中生菌素长期反复、单一的使用,病原菌早已产生抗药性.因此,将中生菌素与其他作用机理的药剂进行复配已经成为一种防治趋势,如高娃等^[16]将中生菌素与氢氧化铜复配用于防治番茄溃疡病;高汝佳^[17]将中生菌素和咪鲜胺复配用于防治桃树枯萎病等.

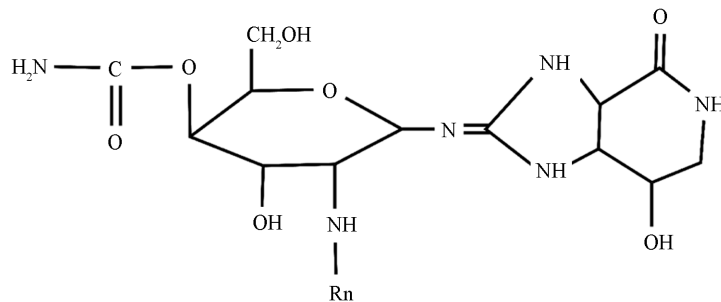


图2 中生菌素的结构式

目前,国内已有将中生菌素用于防治烟草青枯病^[18],而生物农药与抗性诱导剂联用却鲜有报道.本文旨在探究S-诱抗素与中生菌素联用对烟草青枯病的防控作用和增效作用,以期烟草青枯病绿色高效防治提供数据支持.

1 材料与方 法

1.1 供试材料

供试青枯病菌菌株为CQPS-1由西南大学天然物农药研究室提供,于 -80°C 保藏;盆栽试验和田间试验烟草均为“云烟87”,购自云南玉溪中烟种子有限责任公司;0.1% S-诱抗素水剂,购自四川国光农化有限股份公司;12%中生菌素可湿性粉剂,购自福建凯立生物制品有限公司.

1.2 田间试验地概况

试验地位于贵州省遵义市桐梓县九坝镇山堡村种植单元,海拔1 110 m,东经 $106^{\circ}42'5''$,北纬 $28^{\circ}15'3''$;地势较为平坦呈长方形,为烟草青枯病常年发病地,发病率高达60%以上,烟草定植时间为2021年4月25日.

1.3 试验方法

1.3.1 S-诱抗素叶面喷施对烟草青枯病的室内预防效果

配制浓度为1.625,3.250,6.500,13.000和26.000 mg/L的S-诱抗素,并对长势一致的“三叶一心”烟草幼苗进行叶面喷施处理,以喷施清水为对照.隔3 d再处理1次,共2次,每个处理10株烟苗,3次重复,共30株.喷施后第3 d,灌根接种青枯病菌10 mL(含量约为 1×10^8 cfu/mL),然后将烟苗至于人工气候室培养,记录发病情况.

发病等级参考文献^[19]:0级为没有发病症状;1级1%~25%叶片萎焉;2级为26%~50%叶片萎焉;3级为51%~75%叶片萎焉;4级为76%~100%叶片萎焉.采用公式(1)和(2)

计算病情指数和相对防控效果.

$$\text{病情指数} = \frac{\text{发病株数} \times \text{该病级代表值}}{\text{调查总株数} \times \text{最高级代表值}} \times 100 \quad (1)$$

$$\text{相对防效}(\%) = \frac{\text{对照病情指数} - \text{处理病情指数}}{\text{处理病情指数}} \times 100\% \quad (2)$$

1.3.2 S-诱抗素与中生菌素联用对烟草青枯病田间防效

各处理的施用方法和用量见表1, 共4个处理, 每个处理重复3次, 共12个小区, 每小区80株, 试验周围设置保护行.

表1 试验处理施用方法及用量

处理方法	试验药剂	施用方法	施用时间	浓度(mg · L ⁻¹)
1	S-诱抗素	叶面喷施	苗期、团棵期、旺长期	13.00
2	中生菌素	灌根	苗期、团棵期、旺长期	1.33
3	S-诱抗素+中生菌素	叶面喷施+灌根	苗期、团棵期、旺长期	14.33
4	对照(清水)	叶面喷施+灌根	苗期、团棵期、旺长期	—

农艺性状调查: 各小区选择具代表性的烟株5株挂牌标记, 按《烟草农艺性状调查方法》(YC/T 142—1998), 在烟草团棵期、现蕾期、打顶后7d测定烟株的农艺性, 并利用公式(3)计算单叶面积^[20].

$$\text{单叶面积}(\text{cm}^2) = 0.6345 \times \text{叶长}(\text{cm}) \times \text{叶宽}(\text{cm}) \quad (3)$$

病害调查: 参考《烟草病虫害分级及调查方法》(GB/T 23222—2008)进行病害调查. 按1.3.1计算病情指数、相对防效. 其中, 联合防效的计算如下^[21]: 设A药剂的防效为 K_a , B药剂的防效为 K_b , A和B药剂混用的实际防效为 K_s , 理论防效 $K_i = K_a + (1 - K_a) \times K_b$, 则增效系数 $CEC = (K_s - K_i) / K_i \times 100$, 其中, $CEC \geq 20$ 为增效作用, $CEC \leq -20$ 为拮抗作用, $-20 \sim 20$ 为相加作用.

1.4 数据处理与统计分析

利用Excel 2019和SPSS 23进行数据统计与分析, GraphPad Prism 8.0.2进行绘图.

2 结果与分析

2.1 S-诱抗素诱导烟草对青枯病的抗性评价

由试验结果可知, 不同浓度的S-诱素诱导烟草对青枯病的抗性存在较大差异. 其中, 接菌3d后, 浓度为1.63, 3.25, 26.00 mg/L的S-诱抗素和清水对照(CK)开始发病, 病情指数分别为3.00, 3.17, 1.75和3.00; 接菌4d后, 6.50 mg/L S-诱抗素开始发病, 病情指数为6.33; 接菌5d后, 13.00 mg/L S-诱抗素开始发病, 病情指数为2.83; 接菌第7d以后, 1.63, 3.25, 6.50 mg/L和26.00 mg/L S-诱抗素处理下的病情指数均大于CK, 说明这些浓度下有利于烟草青枯病的发生. 13.00 mg/L S-诱抗素对烟草青枯病的诱导抗性效果最显著, 在接菌第3d内防效均为100%, 接菌后9d, 防效可达到52.33%(图3).

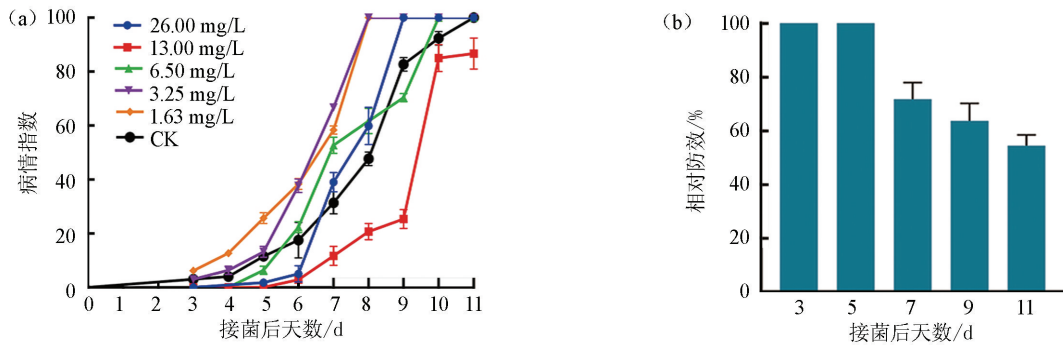


图3 不同浓度S-诱抗素诱导抗性的病情指数(a)和防效(b)

2.2 S-诱抗素与中生菌素联用对烟草打顶期农艺性状的影响

由试验结果可知,S-诱抗素、中生菌素单独和两者联用均能在一定的程度上促进烟株生长。其中,茎围、最大叶长和最大叶面积与清水对照组比较,差异具有统计学意义;S-诱抗素叶面喷施诱导后,茎围、最大叶长和最大叶面积分别提高了15.86%,10.82%和18.81%;中生菌素灌根处理后,茎围、最大叶长和最大叶面积分别提高了12.93%,12.61%和20.59%;S-诱抗素和中生菌素联用后,株高、茎围、最大叶长和最大叶面积分别提高了14.12%,19.33%,13.44%和27.44%。叶片数、节距和最大叶宽与清水对照组比较,差异无统计学意义(表2)。

总体而言,两者联用能够促进烤烟的生长,且在株高、茎围、最大叶长和最大叶面积方面高于单剂处理。

表2 烟草打顶期农艺性状(7月12日)

处理方法	株高 /cm	茎围 /cm	叶片数 /片	节距 /cm	最大叶长 /cm	最大叶宽 /cm	最大叶面积 /cm ²
S-诱抗素	103.85±1.24b	8.33±0.14a	17.13±0.29a	3.54±0.16a	75.66±2.13a	27.22±1.10a	1308.75±81.92ab
中生菌素	113.68±3.49ab	8.12±0.29a	17.07±0.67a	3.89±0.11a	76.88±0.69a	27.10±0.99a	1328.34±58.77ab
两者联用	116.01±1.45a	8.58±0.08a	16.93±0.27a	3.72±0.24a	77.45±1.50a	28.58±0.83a	1403.77±36.12a
清水对照	101.65±2.14b	7.19±0.01b	16.60±0.31a	3.50±0.74a	68.27±0.19b	25.35±0.19a	1101.52±3.75b

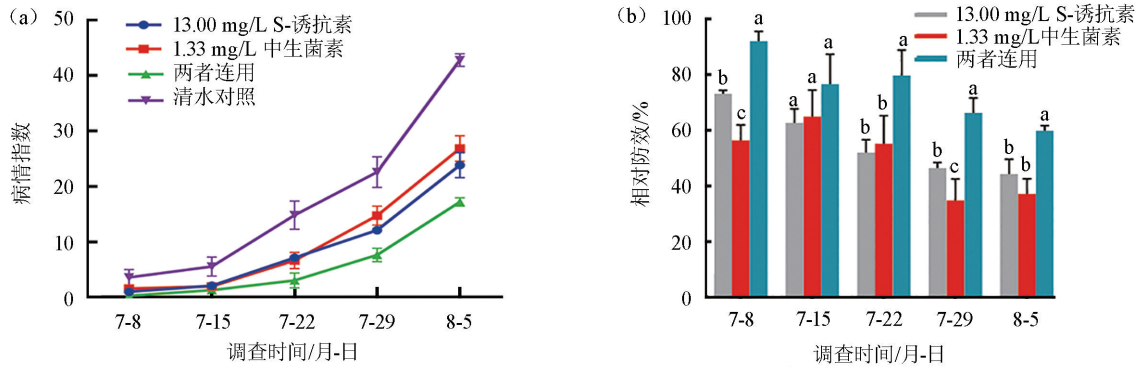
注:小写字母不同表示组间数据比较差异具有统计学意义($p < 0.05$)。

2.3 S-诱抗素与中生菌素联用对烟草青枯病田间防效

2021年在烟草青枯病发病初期(7月8日)开始,每隔7d调查一次。由调查结果可知,S-诱抗素、中生菌素和两者联用均能在一定程度上抑制烟草青枯病的发生,而且联合作用表现为相加作用(表3)。自7月8日开始发病,此后病情指数逐渐升高,其中,S-诱抗素与中生菌素联用病情指数最小,均低于单剂处理,而7月22日以来,中生菌素与S-诱抗素单剂处理的病情指数差异不大,7月22日以后,中生菌素处理下烤烟的病情指数高于S-诱抗素,这可能是中生菌素被土壤中的微生物分解,导致药效降低。发病初期,S-诱抗素与中生菌素两者联用的防效与S-诱抗素和中生菌素单剂处理比较,差异具有统计学意义,防效大小分别为92.05%,73.13%和56.45%。发病中期(7月22日)到发病后期(8月5日),S-诱抗素与中生菌素的防效与单剂处理比较差异有统计学意义,联用防效为59.87%(图4)。基于病情指数和相对防效,可以说明S-诱抗素与中生菌素联用防治效果最好。

表 3 S-诱抗素与中生菌素联用的增效作用

处理方法	7月8日		7月15日		7月22日		7月29日		8月5日	
	增效系数	联合性质	增效系数	联合性质	增效系数	联合性质	增效系数	联合性质	增效系数	联合性质
S-诱抗素+中生菌素	4.25	相加	-11.84	相加	1.53	相加	1.78	相加	-7.95	相加



图中小写字母不同表示组间比较差异具有统计学意义($p < 0.05$)。

图 4 S-诱抗素与中生菌素联用对烟草青枯病田间防治效果

3 讨论与结论

植物免疫诱导物质能够激发植物自身的免疫系统,从而使植物获得或提高对病原菌侵染的抵抗能力.为寻找一种有效的防治烟草青枯病的药剂,本研究利用叶面喷施诱导抗性剂 S-诱抗素提高植物自身抗性,并联合施用中生菌素进行根部药剂灌根处理,在烟株周围形成化学屏障,从而降低烟草青枯病的发生.室内盆栽试验结果显示,1.63 mg/L 和 3.25 mg/L S-诱抗素能够促进烟草青枯病的发生,而 6.50 mg/L 和 26.00 mg/L 的 S-诱抗素在接菌后 5 d 内能够缓解烟草青枯病的发生,在接菌第 6 d 后,随着诱导抗性降低,病情指数逐步上升且高于对照,另发现 13.00 mg/L S-诱抗素可有效缓解烟草青枯病的发生,这说明诱导烟草产生对青枯病的抗性并不是随着浓度的升高抗性提高,而是有一定的浓度范围.田间试验结果表明,S-诱素与中生菌素联用有利于促进烤烟生长,其中,株高、茎围、最大叶长和最大叶面积与清水对照比较差异具有统计学意义.大量的研究表明,田间施用 S-诱抗素能够提高大樱桃、枣树、番茄、玉米等的产量和品质^[22-25],说明 S-诱抗素可提高作物产量,与本文研究的结果相同.另外,我们发现 S-诱素与中生菌素连用可有效降低烟草青枯病的发生,在发病后期(8月5日)防治效果仍然可达到 59.87%.因此,S-诱抗素与中生菌素联用有望用于烟草青枯病的防治以及提升烟草的农艺性状.

参考文献:

- [1] 丁伟,刘颖,李石力,等.烟草青枯病的病原特性及流行预警[J].植物医生,2020,33(2):1-10.
- [2] 何洪令,李钠钾,孙成成,等.烟草青枯病的生物防治研究进展[J].植物医生,2021,34(2):4-8.
- [3] 何明兴,沈亮,邱恒良,等.烟草青枯病的发生及防治[J].现代农业科技,2019(1):111-112,115.
- [4] 王焱,韩松庭,杨亮,等.生物有机肥对烟草青枯病防控的研究进展[J].植物医生,2020,33(6):18-23.
- [5] 解艳玲,杜军,沈振荣,等.S-诱抗素研究进展[J].安徽农业科学,2013,41(4):1517-1518,1554.
- [6] 李晗.干旱处理下 S-诱抗素和黄腐酸对藜麦幼苗生长的影响[D].张家口:河北北方学院,2021.
- [7] 万宣伍,李国慧,邢艳,等.10% S-诱抗素可溶性粉剂对葡萄产量及品质的影响[J].食品安全质量检测学报,2021,12(3):925-930.
- [8] 苏正川,谢兴伟,白伟,等.S-诱抗素对水稻稻瘟病防治和产量的影响[J].农药,2020,59(8):601-603,606.
- [9] 刘文涛,熊仁科,吴红波,等.S-诱抗素对花生叶斑病防治和产量的影响[J].农药科学与管理,2022,43(3):

- 34-39.
- [10] 朱昌雄, 蒋细良, 孙东园, 等. 新农用抗生素——中生菌素[J]. 精细与专用化学品, 2002, 10(16): 14-17.
- [11] 周柳, 潘忠成, 周晶晶, 等. 5%中生菌素可溶性粒剂防治柑橘溃疡病的田间药效试验[J]. 四川农业科技, 2022(5): 35-38.
- [12] 刘洋, 赵文静, 沈斐, 等. 不同农药对桃细菌性穿孔病菌的毒力和田间防效[J]. 现代农药, 2020, 19(5): 43-47.
- [13] 王瑞, 雷霁卿, 查仕连, 等. 二十种生物源杀菌剂对三株猕猴桃溃疡病病原菌的毒力测定[J]. 北方园艺, 2018(21): 54-59.
- [14] 王帅, 刘召阳, 高小宁, 等. 10种生物源杀菌剂对苹果树腐烂病菌的室内活性评价[J]. 西北林学院学报, 2019, 34(1): 150-156.
- [15] 魏晓兵, 傅俊范, 周如军. 14种生物杀菌剂对人参锈腐病菌室内毒力测定[C]. 中国植物保护学会学术年会, 2014.
- [16] 高娃, 张冬梅, 刘丹, 等. 番茄溃疡病防治药剂的筛选[J]. 安徽农业科学, 2018, 46(20): 137-140.
- [17] 高汝佳. 桃枝枯病生物防治研究[D]. 扬州:扬州大学, 2017.
- [18] 周开拓, 蒋承耿, 王秋萍, 等. 中生菌素对贵州烟区烟草青枯病的毒力测定及田间防效试验[J]. 农业科技与装备, 2017(11): 14-16.
- [19] 杨亮. 羟基香豆素类化合物对青枯雷尔氏菌致病特性的调控作用研究[D]. 重庆:西南大学, 2020.
- [20] 王焱, 张宸, 漆夏燕, 等. 高海拔烟区移栽时间和育苗措施对烟草生长发育及经济性状的影响[J]. 植物医生, 2021, 34(5): 30-36.
- [21] 郭庆明, 徐笑宇, 陈永明, 等. 几种诱抗剂诱导烟草抗青枯病效果及其与链霉素混用增效作用[J]. 农药, 2012, 51(8): 608-610.
- [22] 陈绍荣, 龚骁, 王美华. S-诱抗素在大樱桃增产提质中的作用试验简报[J]. 磷肥与复肥, 2017, 32(12): 18-19.
- [23] 温秀萍, 郭至乐. S-诱抗素在吐鲁番结果枣树上的应用[J]. 北方果树, 2010(6): 7.
- [24] 姚晨涛, 姜兴印, 孙晓, 等. 0.25% S-诱抗素水剂调节番茄生长田间药效试验[J]. 现代农药, 2019, 18(2): 50-51, 56.
- [25] 张建业, 杜庆志, 刘翔, 等. S-诱抗素对盐碱地玉米生长及产量的调控作用[J]. 农药, 2021, 60(11): 853-858.

责任编辑 苏荣艳