

DOI:10.13718/j.cnki.zwyx.2023.01.009

不同叶面免疫诱抗剂对烟草生长和抗性的影响

王克¹, 王晶², 吴磊³, 王智², 金亚波⁴, 陈天才²,
尹朝先², 李承荣⁴, 王振国², 成道泉³, 孙现超¹

1. 西南大学植物保护学院, 重庆 400715; 2. 中国烟草总公司重庆市公司, 重庆 400023;
3. 京博农化科技有限公司, 山东 滨州 256500; 4. 广西中烟工业有限责任公司, 南宁 530001

摘要: 为明确施用不同叶面免疫诱抗药剂对烟草抗性和生长的影响, 在重庆市奉节县基地开展田间小区试验, 探究在烟草生长期施用不同叶面免疫诱抗药剂对烟草生长和抗性的影响。结果表明: 在烟草生长中期, 喷施生物诱抗剂智能聪(ZNC)和化学诱抗剂氯吡啶酰肼(CHI), 会显著降低烟草病毒病、烟草野火病和烟草赤星病的发病率, 而且ZNC和CHI对生长有一定的促进作用, 同时CHI还可显著提高烟叶的质量与产值。当喷施济农有机肥时, 能显著促进株高和叶面积对烟株有明显的促生长作用, 并且显著提高了烟叶的产量与收益。

关键词: 烟草; 免疫诱抗药剂; 抗病性; 生长

中图分类号: S572

文献标志码: A

文章编号: 2097-1354(2023)01-0067-08

开放科学(资源服务)标识码(OSID):



Effects of Different Foliar Immune Inducers on Growth and Resistance of Tobacco

WANG Ke¹, WANG Jing², WU Lei³, WANG Zhi²,
JIN Yabo⁴, CHEN Tiancai², YIN Chaoxian², LI Chengrong⁴,
WANG Zhenguo², CHENG Daoquan³, SUN Xianchao¹

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

2. Chongqing Tobacco Company, Changqing 400023, China;

3. Jingbo Agrochemicals Technology Co. Ltd. Binzhou Shandong 256500, China;

4. China Tobacco Guangxi Industry Corporation Limited, Nanning 530001, China

收稿日期: 2022-12-21

基金项目: 中国烟草总公司重庆市公司科技项目(B20212NY2312; B20211-NY1315; B20221NY1307); 广西中烟工业有限责任公司项目(2021450000340029)。

作者简介: 王克, 硕士生, 主要从事植物保护研究。

通信作者: 王晶, 硕士, 农艺师。

共同通信作者: 孙现超, 博士, 教授, 博士生导师。

Abstract: In order to explore the effect of different foliar immune inducers applications on resistance and growth of tobacco, a field plot experiment was carried out in Fengjie Base of Chongqing to investigate the effects of different foliar immune inducers on growth and resistance of plants in the mid-growth stage of tobacco. The results showed that spraying ZNC and CHI in the middle stage of tobacco growth could significantly reduce the incidence of tobacco virus disease, tobacco wildfire disease and tobacco brown spot disease. ZNC and CHI could promote the growth of tobacco plants to a certain extent, and CHI could also significantly improve the quality of tobacco leaves. Spray of Jinong organic fertilizer can significantly promote the plant height and leaf area, and has a significant effect on the growth of tobacco plants, also significantly improves the yield and income of tobacco.

Key words: tobacco; immune inducers; disease resistance; growth

传统化学农药对烟草生长发育发挥着重要作用,在防病增产、提高收入等方面做出了巨大贡献,但农药的滥用和超剂量使用时常造成面源污染、残留超标等^[1-3].植物免疫诱抗剂被亲切的称为“植物疫苗”,是目前国际上生物农药研制较热门的研究领域^[4].植物免疫诱抗剂具有抗病增产等多种功能,其在激活植物体内分子免疫系统,提高植物抗病性的同时,还激发植物体内的一系列代谢调控系统,具有促进植物根茎叶生长,提高叶绿素含量和作物产量的作用^[5].化学免疫诱抗剂茉莉酸甲酯已经被发现可以提高烟草幼苗苯丙氨酸解氨酶(PAL)活性,增加木质素和富含羟脯氨酸蛋白含量,提高对炭疽病的抗性^[6];β-氨基丁酸被发现可提高辣椒叶片中过氧化物酶和PR蛋白酶的活性,并显著诱导辣椒根部及整株产生系统抗性^[7].营养免疫诱抗剂氨基酸水溶肥被证实在水稻生长期内喷施后,能增强水稻对营养物质的吸收,显著提高水稻产量及经济系数,增强其代谢功能^[8].生物免疫诱抗剂氨基寡糖素是一种海洋生物源农药^[9],余中莲^[10]发现经氨基寡糖素处理的荔枝采后果实,可明显降低霜疫霉病的发病程度;孔德英等^[11]发现氨基寡糖素对防治番茄青枯病有较好的防治效果,21 d时的相对防效仍能达到51.72%;徐作珽等^[12]发现西瓜幼苗用氨基寡糖素处理后,抗病性增强,增产效果明显;公义等^[13]发现喷施5%氨基寡糖素水剂对樱桃叶斑病的控制效果为69.83%,高于常规农药处理,且明显提高了樱桃坐果率.植物免疫诱抗剂与环境相容性好、经济且高效,是解决传统化学农药负面影响的一种新型的绿色植保防控技术.本研究旨在探究几种叶面免疫诱抗剂对烟草品种“K326”的生长发育、病害抗性和种植收益的影响,为烟草叶部病害的绿色防控提供理论基础.

1 材料与方 法

1.1 试验地与烟草品种

试验地为重庆市奉节县安坪镇广营村烟田.供试烟草品种为“K326”.

1.2 供试药剂

营养诱抗药剂:海夫α(购自青岛斯蒂文农业科技有限公司)、海夫图达(购自青岛斯蒂文农业科技有限公司)、济农有机肥(购自陕西鼎天济农腐殖酸制品有限公司).

生物诱抗药剂:智能聪(Zhinengcong, ZNC)(购自山东蓬勃生物科技有限公司)、枯草芽孢杆菌可湿性粉剂(10亿活芽孢/g,购自云南星耀生物制品有限公司).

化学诱抗药剂:1%香菇多糖(购自南通神雨绿色药业有限公司)、氯吡啶酰胺(Chloroconazole, CHI)和氨基寡糖(购自京博农化科技有限公司).

1.3 试验设计

试验设置 9 个处理:处理 1 为清水对照,处理 2 为 ZNC,处理 3 为 1% 香菇多糖,处理 4 为 CHI,处理 5 为海夫 α ,处理 6 为海夫图达,处理 7 为枯草芽孢杆菌可湿性粉剂,处理 8 为氨基寡糖,处理 9 为济农有机肥.随机区组排列,每个处理重复 3 次,共 27 个小区,小区面积约为 70 m²,每个小区设置保护行.在烟草生长团棵期、旺长期、成熟期各施药 1 次,共施药 3 次.每次施药后第 7 d 结合当地病害发生特点,开展相关病害发生情况调查工作.

1.4 病害、农艺性状、产量及产值的调查

1.4.1 病害调查

结合当地病害发生特点,调查病毒病、野火病、赤星病发病情况.病害调查按《烟草病虫害分级及调查方法》(GB/T 23222—2008),各小区采用对角线取样方法,每点固定调查 10 株.

$$\text{发病率}(\%) = (\text{发病株} / \text{调查总株数}) \times 100\%$$

1.4.2 烟株农艺性状调查

各小区选择有代表性的 20 株烟株挂牌标记,在打顶期,按照《中华人民共和国烟草行业标准烟草农艺性状调查方法》(YC/T 142—1998),测量烟苗的株高、茎围、烟株的有效叶片数、最大叶长、叶宽等主要的农艺性状.

$$\text{单位叶面积}(\text{cm}^2) = 0.6325 \times \text{叶长}(\text{cm}) \times \text{叶宽}(\text{cm})$$

1.4.3 产量和产值测定

采收后的新鲜烟叶上炕烘烤,下炕后测产分级,分级标准为:上等烟、中等烟和下等烟.产量为各小区每炕烤烟的总质量,产值为各级质量乘以该级单价的总和.每个小区选 100 个叶片计算平均单叶质量.

1.5 数据统计

运用 SPSS 19.0 软件对数据进行分析,再用 Duncan($p < 0.05$)对各试验处理数据进行统计学分析.

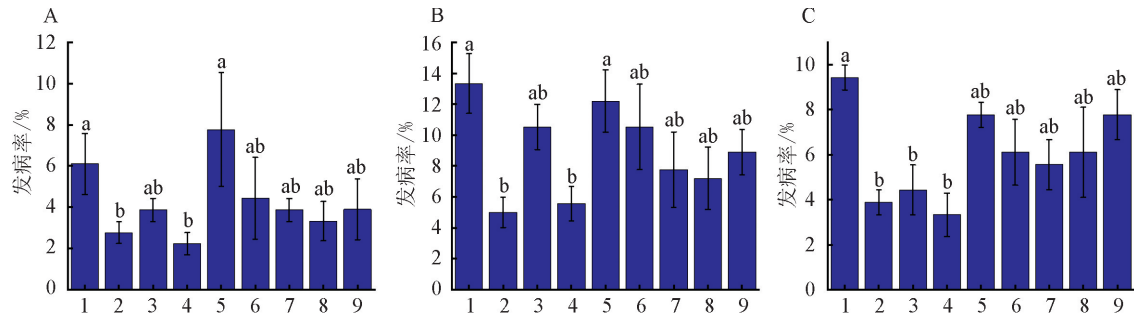
2 结果与分析

2.1 对烟草抗性的影响

奉节烟区常年发生的叶部病害主要包括烟草病毒病、烟草赤星病和烟草野火病等^[14-16].故每次施药后第 7 d 调查烟草病毒病、野火病、赤星病的发病率,由于在烟草生长前期该试验烟田并未发现烟草赤星病和烟草野火病的发生,因此烟草赤星病和烟草野火病共调查 2 次.

2.1.1 对烟草抗病毒病的影响

由烟草病毒病发病率的 3 次调查结果可知,喷施 ZNC 和 CHI 可以显著降低烟草病毒病的发病率,提高烟草对烟草病毒病的抗性.ZNC 和 CHI 对于提高烟株对烟草病毒病的抗性效果最好,且第 1 次用药后,就能显著降低烟草病毒病的发病率.用药 3 次后,ZNC 和 CHI 使烟草病毒病的发病率相比清水对照组分别降低了 58.79% 和 64.72%,说明喷施 ZNC 和 CHI 可以在一定程度上提高烟草对烟草病毒病的抗性(图 1).

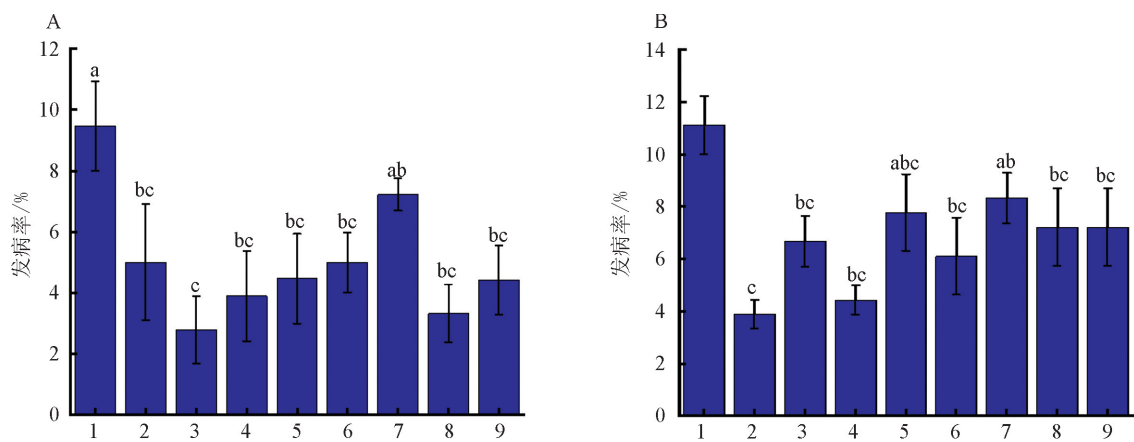


A, B, C 分别为第 1 次、第 2 次和第 3 次用药 7 d 后烟草病毒病的发病率. 处理 1 为清水对照, 处理 2 为 ZNC, 处理 3 为 1% 香菇多糖, 处理 4 为 CHI, 处理 5 为海夫 α , 处理 6 为海夫图达, 处理 7 为枯草芽孢杆菌可湿性粉剂, 处理 8 为氨基寡糖, 处理 9 为济农有机肥. 图上小写字母不同表示不同处理间差异有统计学意义 ($p < 0.05$).

图 1 不同叶面免疫诱抗药剂对烟草病毒病发病率的影响

2.1.2 对烟草赤星病的影响

由试验结果可以看出, 用药 3 次后除枯草芽孢杆菌可湿性粉剂外的其他处理组与清水对照组相比都显著降低了烟草赤星病的发病率; 用药 3 次后, ZNC 和 CHI 使烟草赤星病的发病率相比清水对照组分别降低了 64.99% 和 60.04%. 香菇多糖在旺长期对烟草赤星病防治效果极佳, 与对照组相比发病率降低了 70.43%. 综上说明喷施 ZNC, CHI 和香菇多糖会在一定程度上提高烟草对烟草赤星病的抗性(图 2).

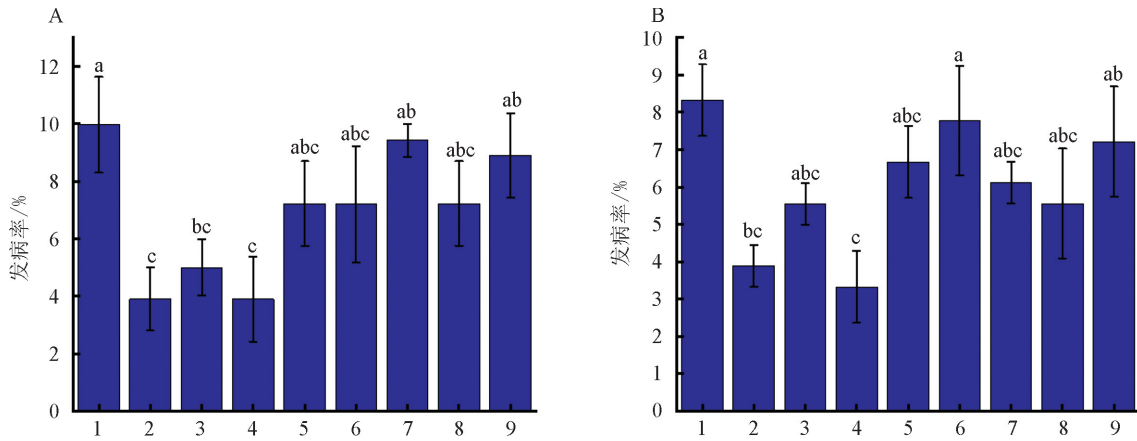


A, B 分别为第 2 次和第 3 次用药 7 d 后烟草赤星病的发病率. 处理 1 为清水对照, 处理 2 为 ZNC, 处理 3 为 1% 香菇多糖, 处理 4 为 CHI, 处理 5 为海夫 α , 处理 6 为海夫图达, 处理 7 为枯草芽孢杆菌可湿性粉剂, 处理 8 为氨基寡糖, 处理 9 为济农有机肥. 图上小写字母不同表示不同处理间差异有统计学意义 ($p < 0.05$).

图 2 不同叶面免疫诱抗药剂对烟草赤星病发病率的影响

2.1.3 对烟草野火病的影响

试验结果可以看出, 喷施 ZNC 和 CHI 可以显著降低烟草野火病的发病率, 提高烟草对烟草野火病的抗性. 统计发病率可知, 用药 3 次后, ZNC 和 CHI 使烟草野火病的发病率相比清水对照组分别降低了 53.30% 和 60.02%, 说明喷施 ZNC, CHI 在一定程度上提高烟草对烟草野火病的抗性(图 3).



A, B 分别为第 2 次和第 3 次用药 7d 后烟草野火病的发病率. 处理 1 为清水对照, 处理 2 为 ZNC, 处理 3 为 1% 香菇多糖, 处理 4 为 CHI, 处理 5 为海夫 α, 处理 6 为海夫图达, 处理 7 为枯草芽孢杆菌可湿性粉剂, 处理 8 为氨基寡糖, 处理 9 为济农有机肥. 图上小写字母不同表示不同处理间差异有统计学意义 ($p < 0.05$).

图 3 不同叶面免疫诱抗剂对烟草野火病发病率的影响

综上, 在 8 种叶面免疫诱抗药剂中, 喷施 ZNC 和 CHI 可以显著降低病害的发病率, 提高烟株对烟草病毒病、烟草赤星病和烟草野火病的抗性.

2.2 对烟草农艺性状的影响

打顶之后调查并记录农艺性状, 包括株高、茎围、有效叶片数、叶面积, 并对调查数据进行方差分析. 从调查结果可以看出, 喷施不同的叶面免疫诱抗药剂会对烟草的农艺性状产生积极影响, 其中对株高和叶面积影响最为显著. 8 种叶面免疫诱抗药剂都能显著提高烟株的株高和叶面积, 其中效果最好的济农有机肥, 与清水对照组相比株高增长 37.42%, 叶面积增加 63.14%. 与清水对照组相比, 喷施 ZNC 和 CHI 分别使株高增长 19.49% 和 18.44%, 叶面积增加 20.34% 和 35.72%, 说明济农有机肥、CHI 和 ZNC 可以显著提高烟株的株高和叶面积, 对烟株的生长和发育有积极作用(表 1).

表 1 不同叶面免疫诱抗剂对烟草农艺性状的影响

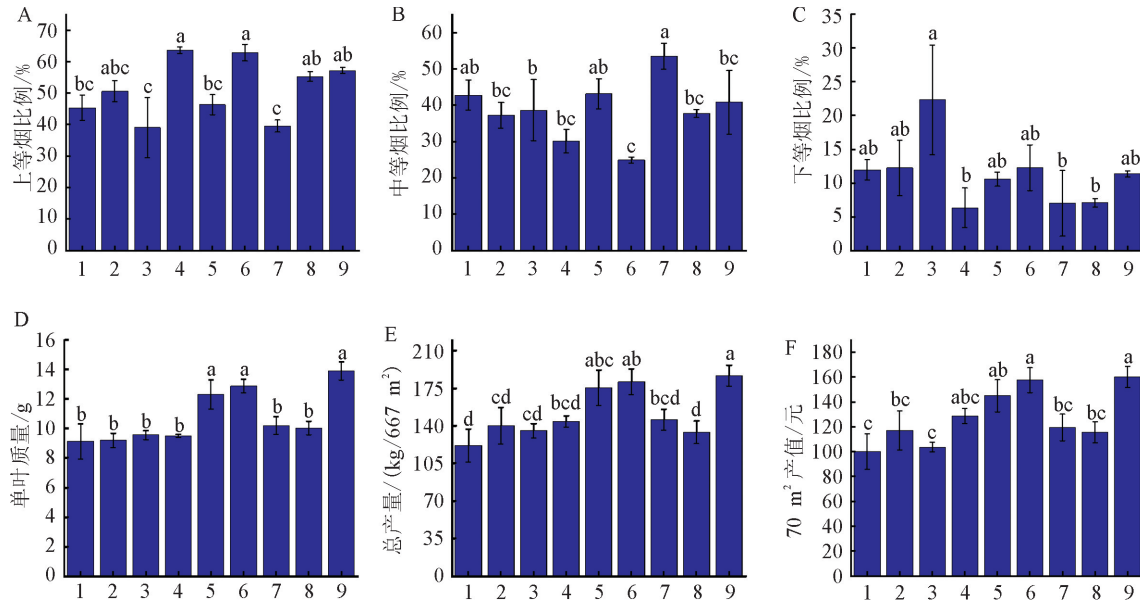
处理	株高/cm	茎围/cm	有效叶片数/片	叶面积/cm ²
对照(清水)	76.52±1.65c	9.00±0.17b	11.43±0.15a	832.72±10.52e
ZNC	91.43±1.30b	9.28±0.30ab	12.97±0.93a	1002.13±31.85d
1% 香菇多糖	91.83±1.59b	9.61±0.09a	12.13±0.30a	972.93±24.62d
CHI	90.63±0.81b	9.49±0.27ab	13.00±0.63a	1130.15±55.28bc
海夫 α	95.48±0.40b	9.63±0.19a	12.25±0.87a	1171.07±34.94b
海夫图达	92.63±1.65b	9.69±0.11a	12.02±0.40a	1143.04±33.24bc
枯草芽孢杆菌	90.21±2.10b	9.37±0.15ab	12.23±0.15a	1139.47±60.02bc
氨基寡糖	89.14±0.25b	9.40±0.15ab	11.41±0.44a	1029.03±2.95cd
济农有机肥	105.15±5.83a	9.55±0.17ab	11.52±0.37a	1358.50±39.38a

注: 同列数据后小写字母不同表示不同处理间差异有统计学意义 ($p < 0.05$).

2.3 对烟草产量和产值的影响

采收后的新鲜烟叶上炕烘烤, 下炕后测产分级, 分级标准为: 上等烟、中等烟和下等烟. 每

个小区选 100 个叶片计算平均单叶质量, 对得到的数据进行方差分析. 结果看出, 与对照组相比, 济农有机肥显著提高了烟叶的单叶质量、总产量和产值, 其中总产量提高了 53.48%, 产值提高了 59.94%. CHI 显著提高了上等烟的比例, 与对照组相比提高了 40.33%(图 4).



处理 1 为清水对照, 处理 2 为 ZNC, 处理 3 为 1% 香菇多糖, 处理 4 为 CHI, 处理 5 为海夫 α, 处理 6 为海夫图达, 处理 7 为枯草芽孢杆菌可湿性粉剂, 处理 8 为氨基寡糖, 处理 9 为济农有机肥. 图上小写字母不同表示不同处理间差异有统计学意义 ($p < 0.05$).

图 4 不同叶面免疫诱抗药剂对烟草品质和产值的影响

综上所述, 济农有机肥对烟草生长有明显的促生长作用, 可显著提高烟草的农艺性状和产量, 对于提升烟草的经济效益有着积极影响, CHI 显著提高了上等烟的比例, 对烟叶质量的提升有积极影响.

3 结论与讨论

在使用化学杀菌剂防控烟草病害的过程中, 人们往往忽视了寄主植物本身对病菌的抵抗能力^[17]. 免疫诱抗剂利用植物自身的天然免疫系统通过激发子激活植物免疫来防治病害, 而不依赖外源农药以污染农作物和环境为代价控制病害, 具有使用浓度低、对人体无害、无农药残留、不污染环境、病原菌不会产生抗药性等优点^[18-19]. 合理使用免疫诱抗剂能减少化学农药使用量, 降低烟叶上的农药残留, 有利于生态平衡, 切合农业可持续发展理念, 是未来智慧绿色农业的研究热点和发展方向^[20].

本试验研究结果表明, 8 种不同的叶面免疫诱抗剂对烟草的生长都有一定的积极影响, 其中 ZNC 和 CHI 田间防效最好, 作用最为全面, 而济农有机肥在促进烟草生长和提高产值方面具有显著作用. 王姗姗等^[21]、冯雯杰等^[22]发现, ZNC 对生姜和水稻都具有显著促生增产的效果, 可以提高生姜的品质及产量, 并对水稻根系干物质积累也有显著的积极影响. 郭梅燕等^[23]认为, 新型植物免疫诱抗剂 ZNC 对烟草有明显的促生抗病效果, 可以减轻叶部病害的发生程度, 且具有增产和提升烟草品质的效果. 本研究结果表明: 在烟草生长发育过程中, 喷施 ZNC 和 CHI 可显著降低烟草病毒病、烟草赤星病和烟草野火病的发病率. ZNC 和 CHI 在提高烟株

抗性的同时还能促进生长,通过数据统计发现 CHI 可显著提高烟叶的质量,对于提高烟民的收益有着积极的作用.香菇多糖是香菇主要的功效成分之一,具有抗氧化、免疫调节、抗肿瘤和抗病毒等生物活性^[24].李文志等^[25]、黄磊^[26]认为,香菇多糖可以提高植物内 H_2O_2 和水杨酸的浓度,此外还能使抗性相关酶活性显著增加,并对真菌菌丝形态有很大的影响,能够导致其相互缠绕甚至断裂,进一步导致部分酿酒酵母死亡,形态畸变,进而达到抑菌效果.本研究结果表明:香菇多糖对烟草赤星病这一真菌性病害防治效果极佳,能够显著降低烟草赤星病的发病率,与对照组相比发病率降低了 70.43%.一些研究表明,施用有机肥能够改善烟田土壤酶活性,显著促进烟株的生长,使上部叶片组织疏松,厚度较适宜,内含物变得充实,进而提高上等烟叶比例,提高农民的经济收入^[27-31].当喷施济农有机肥时,能显著增加株高和叶面积,对烟株有明显的促生长作用,并且显著提高了烟叶的产量与收益.

综上所述,在生产实践中灵活使用 ZNC, CHI 济农有机肥和香菇多糖,强化卫生操作、均衡烟株营养调控、提高烟株自身抗性,能有效控制叶部病害的发生与传播,提高烤烟种植收益,提升烟叶的品质与安全性.

参考文献:

- [1] 翟紫剑,苏航,孟令玺.农业面源污染的危害与治理[J].生态经济,2021,37(6):9-12.
- [2] 笪思平,笪颖飞,罗刚.烟草农药残留污染成因及应对措施探析[J].南方农业,2019,13(11):165-166.
- [3] 邱睿,王海涛,李成军,等.烟草病虫害绿色防控技术研究进展[J].河南农业科学,2016,45(11):8-13.
- [4] 王胤,郑建秋,李云龙,等.植物免疫诱抗剂氨基寡糖素在北京地区的应用效果与前景分析[J].安徽农学通报,2018,24(12):41-43.
- [5] 邱德文.植物免疫诱抗剂的研究进展与应用前景[J].中国农业科技导报,2014,16(1):39-45.
- [6] 宾金华,姜胜,黄胜琴,等.茉莉酸甲酯诱导烟草幼苗抗炭疽病与 PAL 活性及细胞壁物质的关系[J].植物生理学报,2000,26(1):1-6.
- [7] 李惠霞. β -氨基丁酸诱导辣椒对疫病抗性及其作用机理的研究[D].兰州:甘肃农业大学,2000.
- [8] 顾帅娣,黄玉杰,陈国平,等.氨基酸水溶肥对水稻产量及其构成因素的影响试验简报[J].上海农业科技,2019(3):94,97.
- [9] 吕金慧,安娜,陈萍.海岛素在植物中的应用研究进展[J].绿色科技,2017(1):15-17,19.
- [10] 余中莲.氨基寡糖素诱导荔枝果实对霜疫霉病的抗性[D].福州:福建农林大学,2012.
- [11] 孔德英,肖崇刚.氨基寡糖素对番茄青枯病防治作用[J].西南农业大学学报(自然科学版),2005,27(3):327-330.
- [12] 徐作珽,李林,李长松,等.中生菌素和氨基寡糖素对西瓜枯萎病防治试验[J].中国蔬菜,2003(3):10-12.
- [13] 公义,胡海燕,武海斌.氨基寡糖素防治樱桃叶斑病的效果及产量效益[J].中国植保导刊,2022,42(5):65-67.
- [14] 王振国,陈秋双,李栋梁,等.重庆山地烟区烟草病虫害绿色防控模式的探索[J].植物医生,2021,34(1):16-22.
- [15] 王磊.奉节烟区 2013 年主要病害发生动态及其防控[J].湖南文理学院学报(自然科学版),2015,27(2):78-83,90.
- [16] 王学杰,曾祥难,胡建斌,等.重庆烟区烟草种植及农药使用情况调查与分析[J].湖南农业科学,2014(11):63-66,70.
- [17] 杨波,王源超.植物免疫诱抗剂的应用研究进展[J].中国植保导刊,2019,39(2):24-32.
- [18] 杨普云,李萍,王战鄂,等.植物免疫诱抗剂氨基寡糖素的应用效果与前景分析[J].中国植保导刊,2013,33(3):20-21.

- [19] 尹玲莉, 杨凤环, 侯晓杰, 等. 化学药剂诱导植物抗病性研究进展 [J]. 华北农学报, 2007, 22(S1): 43-46.
- [20] 刘艳潇, 祝一鸣, 周而勋. 植物免疫诱抗剂的作用机理和应用研究进展 [J]. 分子植物育种, 2020, 18(3): 1020-1026.
- [21] 王珊珊, 王洪凤, 丁新华, 等. 宛氏拟青霉提取物 ZNC 对生姜品质和产量的影响 [J]. 肥料与健康, 2022, 49(2): 35-40.
- [22] 冯雯杰, 王秋云, 高发瑞, 等. 免疫诱抗剂 ZNC 对水稻的促生增产效果初探 [J]. 中国稻米, 2022, 28(2): 66-68.
- [23] 郭梅燕, 刘保友, 李洋, 等. 新型植物免疫诱抗剂 ZNC 对烟草的促生抗病效果 [J]. 生物技术通报, 2021, 37(1): 182-188.
- [24] 王杰, 王开运. 香菇多糖对植物真菌和病毒病害的抗病机理 [J]. 农药, 2011, 50(1): 16-19.
- [25] 李文志, 莫飞旭, 龙友华, 等. 4 种诱抗剂诱导烟草抗叶枯病的效果 [J]. 农药, 2021, 60(10): 765-770.
- [26] 黄磊. 香菇多糖抗氧化及其抗真菌机制初步研究 [J]. 广东农业科学, 2013, 40(20): 114-116.
- [27] 姚忠达, 黄一兰, 吴克松, 等. 不同有机肥对烟叶产量和质量的影响 [J]. 安徽农业科学, 2009, 37(36): 7951-7953.
- [28] 赵会纳, 雷波, 潘文杰, 等. 有机肥施用种类和时间对烤烟生长发育和品质的影响 [J]. 河南农业科学, 2012, 41(10): 53-57.
- [29] 杨德廉, 周昕, 李更新, 等. 有机肥施用对烟田土壤酶活性的影响 [J]. 中国农学通报, 2020, 36(15): 60-67.
- [30] 刘光辉, 姚雪梅, 王海军, 等. 烤烟生长发育特性对配施生物有机肥的响应 [J]. 中国农学通报, 2017, 33(30): 38-42.
- [31] 时向东, 方圆, 杨双剑, 等. 烤烟叶片发育过程中的组织学和细胞学研究 [J]. 烟草科技, 2009, 42(7): 48-52, 60.

责任编辑 王新娟