

几种植物诱导剂对烤烟抗病性、农艺性状及产量品质的影响

袁莲莲¹, 李伟², 肖志新³, 张静², 李永亮³, 王凤龙¹, 杨金广^{1*}

(1. 中国农业科学院烟草研究所, 国家烟草行业烟草病虫害监测与综合治理重点开放实验室, 青岛 266101;

2. 红云红河烟草(集团)有限责任公司, 昆明 650231; 3. 云南省烟草公司保山市公司, 保山 678000)

摘要 以‘云烟 87’为供试品种,研究了 11 种植物诱导剂对烤烟病毒病的防控作用以及对烟株的农艺性状和烟叶产量品质的影响。结果显示,阿泰灵、碧护、烟望素和抗病丰等 4 种药剂对病毒病的相对防效超过 35%,其余 7 种植物诱导剂对病毒的防效稍差。各种植物诱导剂均在一定程度上促进了烟株生长,烤烟农艺性状指标均有所提高,烤后烟叶外观质量总体较好,部分诱导剂能够提高烟叶上中等烟比例和产量,提高了收购均价和产值。同时,烟叶成分有所改变,除融地美、阿泰灵外,其余 9 种植物诱导剂处理后中部叶片烟碱含量均低于清水对照,其中彩特美细胞酶叶面营养剂处理的中部叶片烟碱含量最低,为 3.27%,糖碱比均优于清水对照,烟叶的钾、氯含量均较适宜。研究结果表明,对烤烟喷施植物诱导剂能够抗病、增产、改善品质。

关键词 植物诱导剂; 烤烟; 病毒病; 农艺性状; 产量; 品质

中图分类号: S 572.01 **文献标识码:** B **DOI:** 10.3969/j.issn.0529-1542.2017.05.036

Effects of several kinds of plant inducer agents on disease resistance, agronomic traits, yield and quality in tobacco

Yuan Lianlian¹, Li Wei², Xiao Zhixin³, Zhang Jing², Li Yongliang³, Wang Fenglong¹, Yang Jinguang¹

(1. Tobacco Research Institute of Chinese Academy of Agricultural Sciences, Key Laboratory of Tobacco Pest Monitoring Controlling & Integrated Management, Qingdao 266101, China;

2. Hongyun and Honghe Tobacco (Group) Limited Company, Kunming 650231, China;

3. Yunnan Tobacco Company, Baoshan Tobacco Cooperation, Baoshan 678000, China)

Abstract Using variety ‘Yunyan 87’ as the material, the effects of 11 kinds of plant inducer agents on disease resistance, agronomic traits, yield and quality were investigated in tobacco. The results showed that the plant inducers, such as Atiling, Bihu, Yanwangsu and Kangbingfeng, had control effect on tobacco virus diseases with the efficacy of over 35%, while the other seven agents had little effect. To some extent, all plant inducer agents could promote tobacco growth and agronomic traits, and increase the proportion of fine tobacco leaves. After baking, appearance quality was relatively superior. Meanwhile, there were some changes in the main chemical quality in tobacco leaves of each treatment. Except Rongdimei and Atiling, the other nine plant inducers treatment reduced the nicotine content of middle leaves, and Caitemei was the best with nicotine content of 3.27%. Compared with the control, the ratio of sugar to nicotine increased, and potassium and nitrogen content were at right levels. In general, combined application of plant inducer agents could improve tobacco quality and production, as well as increase disease resistance.

Key words plant induced agents; flue-cured tobacco; tobacco virus diseases; agronomic traits; yield; quality

烟草病毒病的发生遍及我国各植烟区,属侵染性病害,具有分布范围广、种类多等特点。20 世纪 50 年

代后,世界各国相继发生烟草病毒病,并不时暴发流行,造成严重危害^[1]。1996 年、2000 年先后在我国各

收稿日期: 2016-08-05

修订日期: 2017-04-20

基金项目: 云南烟草公司科技项目(2016YN12);红云红河烟草(集团)有限责任公司科技项目(HYHH2016YL02)

* 通信作者 E-mail: jinguangyang@126.com

地出现烟草病毒病的大发生,病毒病高频发生严重制约了烟草生产的发展^[2]。烟草病毒病不仅对烤烟产量产生严重影响,降低中上等烟的比例,还影响烟叶的内在成分及外观质量,使烟叶的可用性降低^[3]。

近年来对烟草病毒病的发生与防治已进行了大量研究,生产上一般从栽培措施、抗病品种及化学农药等方面综合防治病毒病,在一定程度上抑制了该病的发生与蔓延。但同时也存在一些问题,如化学农药造成的抗性及环境污染的问题。植物诱导剂是对植物生长具有诱导调节作用的一类天然生物活性物质,具有安全卫生、高抗及多抗等特点,是防治植物病害的一条重要途径^[4]。植物本身存在一定的保护机制,具有抵抗病害的潜能,当被某种因子刺激过后,就可激活这种能力,从而有效地抵抗病菌等的再次侵染^[5-6]。植物诱导剂并不能直接杀灭农作物的病虫害,当其施用在农作物上后,通过诱导或激活农作物产生抵御或防控烟草病虫害的物质,从而达到防治病虫害的目的^[7]。目前,在粮食作物、果蔬和花卉等经济作物生产上已广泛使用植物诱导剂^[8-11],并建立了较为完善的应用配套技术和推广评价体

系,但在烤烟上的使用技术和评价体系尚属空白,有待进一步进行系统完善试验验证。因此,本研究针对我国农业上常用的几种植物诱导剂,在云南腾冲县界头镇烟区开展一定面积的示范对比试验,着重考察其对烤烟病毒病的防控作用、对烟株的农艺性状和烟叶品质及产量的影响,以期为我国烟草病虫害绿色防控和烟叶品质保证及提升提供借鉴。

1 材料与方法

1.1 供试材料

于2015年在云南腾冲县界头镇进行大田试验,烟田肥力中等,供试烤烟品种为‘云烟87’。试验共设13个处理,包括国内外农业上广泛使用的植物诱导剂11种,以亮叶(8%宁南霉素水剂)为病毒病防治阳性对照药剂(CK1),以清水为空白对照(CK2)(表1)。每处理3次重复,共计39个小区,每小区栽烟6行,每行60株,计360株/小区,随机区组排列,四周设保护行。行株距110 cm×60 cm,按当地方式施肥,各处理总施氮量均为6 kg/667 m²,常规烟草专用复合肥N:P₂O₅:K₂O=12:6:24。

表1 本研究所使用的诱导剂及对照药剂¹⁾

名称 Name	有效成分 Effective constituent	剂型 Formulation	稀释倍数 Dilution ratio	功能 Function	生产公司 Manufacture
芸天力 Yuntianli	0.01%芸苔素内酯 0.01% Brassinolide	粉剂	3 000	植物生长 调节剂	上海绿泽生物科技 有限责任公司
碧护 Bihu	0.135%赤霉素、0.000 52%吡啶乙酸、 0.000 31%芸苔素内酯 0.135% Gibberellic acid, 0.000 52% indole acetic acid, 0.000 31% brassinolide	粉剂	15 000	植物生长 调节剂	德国阿格福莱农林环境 生物技术股份有限公司
烟望素 Yanwangsu	复方中药成分 Compound Chinese herbal medicinal ingredients	粉剂	一粒红粉一粒 白粉配水 15 kg	植物生长 调节剂	郑州丰农科技发展 有限公司
安融乐 Anrongle	大豆蛋白等 Soy protein etc.	水剂	5 000	植物生长 调节剂	南非西北大学
融地美 Rongdimei	单硅酸 Monosilicic acid	水剂	2 000	调节剂、 叶面肥类	美国大瑞科技国际 有限公司
彩特美细胞酶叶面营养剂 Caitemei cell-enzyme leaf surfaced nutrient	蛋白、微量元素 Protein, trace elements	水剂	500	调节剂、 叶面肥类	哈尔滨细胞酶农业 发展有限公司
聚能 100 Juneng 100	大豆蛋白等 Soy protein etc.	水剂	600	调节剂、 叶面肥类	新乡博凯生物技术 有限公司
海藻早发剂 Seaweed premature agent	海藻多糖多肽 Seaweed polysaccharide peptide	水剂	1 000	植物生长 调节剂	中国海洋大学生物 工程开发有限公司
阿泰灵 Atailing	6%寡糖·链蛋白 6% Oligosaccharide chain protein	粉剂	1 000	抗植物 病毒剂	中国农科院 植物保护研究所
壳聚糖 Chitosan	壳聚糖 Chitosan	粉剂	300	植物生长 调节剂、杀菌剂	沈阳市沈北新区 绿色春天科技农资中心
抗病丰 Kangbingfeng	6%抗坏血酸 6% Ascorbic acid	水剂	2 000	植物生长 调节剂	贵阳市花溪茂业 植物速丰剂厂
亮叶(CK1) Liangye	8%宁南霉素 8% Ningnanmycin	水剂	800	杀菌剂	德强生物股份有限公司
清水(CK2) Water	—	—	—	—	—

1) 亮叶(8%宁南霉素水剂)作为病毒病防治阳性对照药剂。
Liangye (8% ningnanmycin AS) was the positive control agent for preventing virus disease.

1.2 施药方式

壳聚糖、芸天力、烟望素、碧护、聚能 100 分别于烟苗小十字期、大田伸根期和团棵期各进行 1 次叶面喷雾,喷药时叶片正反两面均匀喷雾,保证各处理喷雾量基本一致,喷雾量以烟苗和基质湿透为宜。壳聚糖处理在高温雨季来临前灌根 1 次。

安融乐、融地美、彩特美细胞酶叶面营养剂于烟叶旺长期喷施,第 1 次喷施后 20 d 重复喷施 1 次。

海藻早发剂于苗床期施药 2 次,第 1 次于大十字期喷雾,第 2 次移栽后 1 周喷雾,喷雾时保证各处理喷雾量基本一致,喷雾量以烟苗和基质湿透为宜,第 3 次在旺长前期 1 周整株喷药。

阿泰灵、亮叶在烟草病毒病发生前或发生初期施药,叶面喷雾,连喷 2~3 次。

抗病丰分别于苗期、团棵期、旺长期各喷 1 次,喷药时叶片正反两面均匀喷透。

1.3 调查项目及方法

3 月 10 日播种,采用集约化漂浮育苗,4 月 24 日进行大田移栽。于移栽后 40 d 左右及采收前,分别在每小区中间 4 行随机挑选 5 株烟株调查其株高、腰叶长、腰叶宽、茎围、下部叶宽、下部叶长等。调查方法参照中华人民共和国烟草行业标准(YC/T142-1988)^[12]。

烟叶成熟后,分小区进行采集、烘烤,按国家烤烟分级标准对烤后烟叶进行定级,且统计各个小区的产量、产值以及中上等烟叶比例,同时,选取 C3F

等级烟叶按照李强的方法对烟叶化学成分进行测定^[13]。

于烤烟移栽后 35 d,对每处理小区采用五点取样法开展烤烟病毒病发生程度的调查,每点固定 10 株,共 50 株,并按照下列公式分别计算其发病率、病情指数和控制效果。

发病率(%)=100×发病株数/调查总株数;

病情指数=100×(∑各级病株数×该病级值)/(调查总株数×最高级值);

控制效果(%)=100×(对照区病情指数-处理区病情指数)/对照区病情指数。

1.4 数据分析与处理

将所得病毒病发生情况、农艺性状、烤烟品质等采用 Excel 2010、SPSS 15.0 进行统计分析。

2 结果与分析

2.1 植物诱导剂对烟草病毒病的防治效果

以亮叶(8%宁南霉素水剂)作为抗病毒对照药剂,移栽后 35 d,对供试植物诱导剂的抗病毒效果进行调查统计,结果表明,对病毒病的相对防效超过 35%的分别为阿泰灵、亮叶、碧护、烟望素和抗病丰等 5 种药剂,其余 7 种药剂对病毒的防效均低于 35%。按照防治效果由高到低依次为阿泰灵>亮叶>碧护>烟望素>抗病丰>海藻早发剂>壳聚糖>彩特美细胞酶叶面营养剂>聚能 100>芸天力>融地美>安融乐(表 2)。

表 2 不同诱导剂对烤烟病毒病的防治效果

Table 2 Control effects of different plant inducer agents on tobacco virus diseases

处理 Treatment	病情指数 Disease index	相对防治效果/% Relative control effect
芸天力 Yuntianli	6.86 bcd	31.99
碧护 Bihu	2.92 f	42.10
烟望素 Yanwangsu	4.85 e	40.67
抗病丰 Kangbingfeng	7.24 b	38.57
融地美 Rongdimei	6.85 bcd	27.51
安融乐 Anrongle	7.13 bc	24.55
彩特美细胞酶叶面营养剂 Caitemei cell-enzyme leaf surfaced nutrient	6.52 cd	33.86
海藻早发剂 Seaweed premature agent	6.75 bcd	34.88
阿泰灵 Atailing	2.06 gh	44.20
壳聚糖 Chitosan	2.58 fg	34.69
聚能 100 Juneng 100	6.37 d	32.59
亮叶 Liangye(CK1)	1.98 h	43.05
清水 Water(CK2)	9.45 a	—

2.2 植物诱导剂对烟草农艺性状的影响

从表 3 可以看出,在烟叶旺长期,各种植物诱导剂对烟草生长均有促进作用,经其处理的烟草株高、腰叶长宽和茎围均优于清水对照;其中,安融乐、壳聚

糖、聚能 100 处理的烟草株高较高、腰叶及茎围较宽;抗病丰、安融乐、海藻早发剂、壳聚糖、聚能 100 处理的烟草腰叶较长。在烟叶生殖生长期,株高较高的处理有安融乐、海藻早发剂、壳聚糖、聚能 100,腰叶较长

的处理有安融乐、壳聚糖、聚能 100,腰叶较宽的处理有安融乐、壳聚糖、聚能 100。综合比较,安融乐、壳聚糖、聚能 100 在各个时期表现突出,尤其是在株高方面比对照及某些处理都要稍高一些。而两个对照处理烟株的各项指标之间不存在显著性差异,这表明亮叶(8%宁南霉素)没有促进烟株生长的功效。

表 3 不同植物诱导剂处理烟叶旺长期及生殖生长期的农艺性状¹⁾

处理 Treatment	旺长期 Vigorous growing stage				生殖生长期 Reproductive stage				
	株高/cm	腰叶长/cm	腰叶宽/cm	茎围/cm	株高/cm	腰叶长/cm	腰叶宽/cm	下部叶宽/cm	下部叶长/cm
	Plant height	Middle leaf length	Middle leaf width	Stem girth	Plant height	Middle leaf length	Middle leaf width	Lower leaf width	Lower leaf length
芸天力 Yuntianli	80.2 b	53.2 c	20.9 ab	5.5 b	153.5 b	74.3 b	19.4 ab	19.4 a	59.2 b
碧护 Bihu	80.4 b	54.9 bc	19.4 b	5.5 b	152.2 b	75.5 b	18.4 b	22.0 a	59.2 b
烟望素 Yanwangsu	76.3 c	53.1 c	19.5 b	5.2 b	145.2 b	74.2 b	18.4 b	21.5 a	60.2 b
抗病丰 Kangbingfeng	84.3 ab	57.5 b	17.4 b	5.8 b	152.6 b	78.3 b	16.7 b	19.5 a	61.3 b
融地美 Rongdimei	82.2 ab	55.6 bc	19.6 b	5.6 b	151.5 b	76.2 b	18.4 b	21.4 a	60.2 b
安融乐 Anrongle	87.3 a	61.8 a	22.4 a	6.7 a	155.4 a	80.5 a	21.1 a	19.9 a	61.7 b
彩特美细胞酶叶面营养剂 Caitemei cell-enzyme leaf surfaced nutrient	76.3 c	52.5 c	16.8 b	5.7 b	152.3 b	73.5 b	16.9 b	21.5 a	58.2 b
海藻早发剂 Seaweed premature agent	83.3 ab	58.0 b	17.8 b	5.9 b	160.3 a	79.4 ab	17.2 b	22.1 a	62.4 b
阿泰灵 Atailing	82.9 ab	54.8 bc	16.9 b	5.3 b	162.4 a	75.6 b	16.8 b	20.3 a	63.7 ab
壳聚糖 Chitosan	86.5 a	61.2 a	24.3 a	6.8 a	157.4 a	81.3 a	22.9 a	21.6 a	62.4 b
聚能 100 Juneng 100	86.4 a	62.2 a	23.4 a	6.5 a	157.3 a	81.9 a	21.9 a	20.4 a	64.3 a
亮叶 Liangye(CK1)	77.2 c	52.4 c	18.4 b	5.5 b	153.3 b	76.2 b	17.3 b	20.4 a	61.6 b
清水 Water(CK2)	75.3 c	51.5 c	16.4 b	5.1 b	145.2 b	71.2 b	20.2 b	19.3 a	60.2 b

1) 同列数据后附有不同小写字母者表示在 0.05 水平上差异显著。
The data in same column followed by different small letters are significantly different ($P<0.05$).

2.3 植物诱导剂对烤烟外观质量的影响

由表 4 可知,各处理烤后烟叶外观质量总体较好,烟叶大多成熟、结构疏松、油分多、色度较强。相对而言,碧护、阿泰灵、芸天力、安融乐和海藻早发剂处理烟叶外观质量较好,色泽光鲜,以橘黄为主,油分多,身份适中;其他 6 种诱导剂和清水对照差异不明显,外观质量稍差,有少数青黄烟,总体身份中等。

表 4 植物诱导剂对‘云烟 87’上部烟叶外观质量的影响

处理 Treatment	成熟度 Maturity	颜色 Color	光泽 Luster	油分 Oil content	结构 Structure	身份 Identity
芸天力 Yuntianli	绝大多数成熟	以橘黄为主	较强	多	尚疏松-稍密	中等-薄
碧护 Bihu	绝大多数成熟	以橘黄为主	较强	多	尚疏松-稍密	中等-薄
烟望素 Yanwangsu	大部分成熟,少数尚未成熟	以橘黄为主,少数青黄	强	多	稍密-密	中等
抗病丰 Kangbingfeng	大部分成熟,少数尚未成熟	以橘黄为主,少数青黄	强	较多	稍密-密	中等
融地美 Rongdimei	大部分成熟,少数尚未成熟	以橘黄为主,少数青黄	强	多	稍密-密	中等
安融乐 Anrongle	绝大多数成熟	以橘黄为主	较强	多	尚疏松-稍密	中等-薄
彩特美细胞酶叶面营养剂 Caitemei cell-enzyme leaf surfaced nutrient	大部分成熟	以橘黄为主	强	较多	稍密-密	中等
海藻早发剂 Seaweed premature agent	绝大多数成熟	以橘黄为主	较强	多	尚疏松-稍密	中等-薄
阿泰灵 Atailing	绝大多数成熟	以橘黄为主	较强	多	尚疏松-稍密	中等-薄
壳聚糖 Chitosan	大部分成熟,少数尚未成熟	以橘黄为主	较强	多	尚疏松-稍密	中等-薄
聚能 100 Juneng 100	大部分成熟,少数尚未成熟	以橘黄为主,少数青黄	强	多	稍密-密	中等
清水 Water(CK)	大部分成熟,少数尚未成熟	以橘黄为主,少数青黄	强	较多	尚疏松-稍密	中等

2.4 植物诱导剂对烤烟品质的影响

烤烟经不同植物诱导剂处理烤后中部叶不同化学成分的含量见表 5。可以看出,喷施植物诱导剂后烟叶化学成分有所改变,中部叶烟碱含量比清水对照高的有融地美和阿泰灵,其余 9 种植物诱导剂处理后中部叶片烟碱含量均低于清水对照,其中彩特美细胞酶叶面营养剂处理的中部叶片烟碱含量最低,为 3.27%。所有处理的糖碱比均优于清水对照,烟叶的钾、氯含量均较适宜。总体认为植物诱导剂施用不会显著引起烤后烟叶糖碱比变化。

表 5 不同植物诱导剂处理对烤后中部叶常规化学成分的影响

Table 5 Effect of different plant inducer agents on chemical properties of middle leaves

处理 Treatment	还原糖/% Reduced sugar	总糖/% Total sugar	烟碱/% Nicotine	糖碱比 Sugar/nicotine	总氮/% Total nitrogen	K ₂ O/%	Cl/%
芸天力 Yuntianli	28.3 abc	35.2 abcd	3.45 d	10.2 ab	2.04 a	2.35 abc	0.27 abc
碧护 Bihu	28.1 c	35.5 abc	3.50 d	10.1 bc	2.07 a	2.34 abc	0.35 a
烟望素 Yanwangsu	29.3 a	32.8 fg	3.47 d	9.5 e	2.11 a	2.14 d	0.18 bcd
抗病丰 Kangbingfeng	25.5 e	33.8 defg	3.64 bc	9.3 fg	2.07 a	2.13 d	0.16 cd
融地美 Rongdimei	29.2 a	36.3 a	3.87 a	9.4 ef	2.08 a	2.40 ab	0.13 cd
安融乐 Anringle	27.0 d	34.6 bcde	3.42 d	10.1 bc	2.09 a	2.46 a	0.23 abcd
彩特美细胞酶叶面营养剂 Caitemei cell-enzyme leaf surfaced nutrient	27.5 cd	32.6 g	3.27 e	10.0 c	1.96 ab	2.15 d	0.11 d
海藻早发剂 Seaweed premature agent	28.2 bc	35.3 abc	3.52 cd	10.0 c	2.03 a	2.27 bcd	0.17 bcd
阿泰灵 Atailing	29.2 a	36.3 a	3.88 a	9.4 ef	2.03 a	2.31 abc	0.15 cd
壳聚糖 Chitosan	29.1 ab	35.9 ab	3.49 d	10.3 a	2.06 a	2.37 abc	0.32 ab
聚能 100 Juneng 100	27.7 cd	33.5 efg	3.41 d	9.8 d	1.83 a	1.99 e	0.13 cd
清水 Water(CK)	28.1 c	34.1 cdef	3.70 b	9.2 g	2.05 b	2.24 cd	0.15 cd

2.5 植物诱导剂对烤烟产值的影响

由表 6 可知,喷施植物诱导剂在一定程度上提高了上中等烟比例(尤其是上等烟比例)和产值。其中碧护、安融乐、彩特美细胞酶叶面营养剂、海藻早发剂和阿泰灵处理后上等烟比例比清水对照的上等烟比例提高 3.83%~15.59%,其直接表现为产品均价的提高,其中阿泰灵处理的均价比清水对照提高了 3.1 元/kg。通过计算烟叶的产值,可以看出芸天力、碧护、安融乐、彩特美细胞酶叶面营养剂、海藻

早发剂和阿泰灵处理的产值比清水对照增加了 33.4~551 元/hm²。综合分析表明喷施植物诱导剂后,部分诱导剂能够提高‘云烟 87’烤后烟叶上中等烟比例和产量,从而提高了收购均价和产值,对烟农增收、提高种烟经济效益都有积极意义,按照其产值由高到低依次为阿泰灵>彩特美细胞酶叶面营养剂>海藻早发剂>碧护>芸天力>安融乐>清水(CK)>壳聚糖>抗病丰>烟望素>融地美>聚能 100。

表 6 植物诱导剂对‘云烟 87’经济性状的影响

Table 6 Effect of different plant inducer agents on ‘Yunyan 87’ economic characters

处理 Treatment	上等烟比例/% Proportion of high grade tobacco leaves	上中等烟比例/% Proportion of high-middle grade tobacco leaves	均价/元·kg ⁻¹ Mean price	产量/kg· (hm ²) ⁻¹ Yield	产值/元· (hm ²) ⁻¹ Output value
芸天力 Yuntianli	25.01	100	19.9	150.8	3 000.9
碧护 Bihu	28.99	100	21.1	152.4	3 215.6
烟望素 Yanwangsu	25.16	100	18.4	149.6	2 752.6
抗病丰 Kangbingfeng	25.65	100	19.0	150.5	2 859.5
融地美 Rongdimei	24.14	100	18.3	149.1	2 728.5
安融乐 Anringle	27.16	100	19.6	151.6	2 971.4
彩特美细胞酶叶面营养剂 Caitemei cell-enzyme leaf surfaced nutrient	29.59	100	22.0	150.3	3 306.6
海藻早发剂 Seaweed premature agent	26.81	100	20.9	156.2	3 264.6
阿泰灵 Atailing	26.58	100	22.7	153.7	3 489.0
壳聚糖 Chitosan	25.64	100	19.3	149.8	2 891.1
聚能 100 Juneng 100	23.28	100	18.2	149.5	2 720.9
清水 Water(CK)	25.60	100	19.6	149.9	2 938.0

3 结论与讨论

作为一类新型生物农药,植物诱导剂具有防病、防冻、增产、改善品质的效果,且安全低毒,对环境友

好^[5]。本研究结果显示,阿泰灵、亮叶(8%宁南霉素水剂,抗病毒对照药剂)、碧护、烟望素和抗病丰等 5 种药剂对病毒病的相对防效超过 35%,其余 7 种植物诱导剂对病毒的防效稍差。阿泰灵防治烤烟病毒

病的效果最佳,与之前的研究一致,分析其原因可能是阿泰灵主要成分为氨基寡糖素和极细链格孢激活蛋白,可激发植物体内基因表达,产生具有抗病作用的几丁质酶、葡聚糖酶及 PR 蛋白等,诱导烤烟产生多重防御反应,提高自身的抗病、抗逆能力,起到抗病作用^[14-16]。

植物诱导剂对农作物可起到抗病增产的效果,其在激活植物体内分子免疫系统,增强植物抗病性的同时,还可激发植物体内的一系列新陈代谢系统,促进植物的生长,提高农作物产量^[7]。在本研究中,各种植物诱导剂均一定程度促进了烟株生长,烤烟农艺性状指标均有所提高,烤后烟叶外观质量总体较好,部分诱导剂能够提高烟叶上中等烟比例和产量,从而提高了收购均价和产值。另外,烟叶成分有所改变,除融地美、阿泰灵外,其余 9 种植物诱导剂处理后中部叶片烟碱含量均低于清水对照,其中彩特美细胞酶叶面营养剂处理的中部叶片烟碱含量最低,为 3.27%,糖碱比均优于清水对照,烟叶的钾、氯含量均较适宜。

鉴于这些植物诱导剂均为生物源药剂,在烟叶绿色防控中具有潜在的独特作用,建议进一步试验并研究其最佳配套使用技术和评价机制。

参考文献

- [1] 彭曙光. 我国烟草病毒病的发生及综合防治研究进展[J]. 江西农业学报, 2011, 23(1): 115-117.
- [2] 李义强, 刘金亮, 王凤龙, 等. 山东、河南烟草病毒病发生种
- (上接 209 页)
- [10] 康敏, 赵剑锋, 顾中量, 等. 4 种药剂拌种对白背飞虱的防治效果[J]. 植物保护, 2016, 42(2): 220-224.
- [11] 涂洪涛, 张金勇, 陈汉杰, 等. 12 种杀螨剂对山楂叶螨防效评价及其对天敌塔六点蓟马的影响[J]. 环境昆虫学报, 2009, 31(3): 213-218.
- [12] 宫庆涛, 张坤鹏, 武海斌, 等. 6 种杀虫剂对铜绿丽金龟防治效果评价[J]. 果树学报, 2016, 33(12): 1542-1549.
- [13] WHO (World Health Organization). Inventory of evaluations performed by the Joint Meeting on Pesticide Residues (JMPR) [DB/OL]. <http://apps.who.int/pesticide-residues-jmpr-database/Home/Range/All>. 2014-1-16.
- [14] 中华人民共和国卫生部, 中华人民共和国农业部. 食品安全国家标准 食品中农药最大残留限量(GB 2763-2012)[S]. 北京: 中国标准出版社, 2013.
- [15] 付宝春, 薄伟. 玉簪抗旱性隶属函数及主成分分析[J]. 草地学报, 2014, 22(6): 1324-1330.

- 类、发病规律研究[J]. 中国烟草学报, 2004, 10(3): 7-13.
- [3] 刘旭, 万宣伍, 刘国军, 等. 3 种药剂对烟草花叶病的控制作用及农艺性状的影响[J]. 西南师范大学学报(自然科学版), 2010, 35(1): 101-104.
- [4] 陈兴江, 邱雪柏, 陆宁, 等. 几种植物诱抗剂对烟草农艺性状及抗病性的影响[J]. 贵州农业科学, 2012, 40(12): 111-113.
- [5] Dang J L, Jones J D G. Plant pathogens and integrated defense responses to infection [J]. Nature, 2001, 411: 826-833.
- [6] Asai T, Tena G, Plonikova J, et al. MAP kinase signaling cascade in *Arabidopsis* innate immunity [J]. Nature, 2002, 415: 977-983.
- [7] 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.
- [8] 李静波, 柏连阳, 任新国, 等. 诱抗剂及诱导对水稻稻瘟病抗性的机理研究进展[J]. 中国植保导刊, 2008, 28(1): 15-18.
- [9] 郭芳, 王亚军, 谢忠奎, 等. 诱抗剂对切花百合生长、抗病性及相关酶活性的影响[J]. 园艺学报, 2010, 37(5): 763-768.
- [10] 曾军, 郭生国. 植物诱抗剂甲壳质防治黄瓜枯萎病药效研究[J]. 现代农业科技, 2012(4): 217.
- [11] 邹腊梅, 柏连阳. 水稻稻瘟病的植物源诱抗剂研究进展[J]. 湖南农业科学, 2012(11): 84-86.
- [12] 潘兴兵, 陈林, 张文婧, 等. 有机无机肥配施对烤烟农艺性状、经济性状及化学品质的影响[J]. 安徽农业科学, 2015(3): 70-74.
- [13] 李强. NAA 对烤烟钾素营养及主要品质指标的调控作用研究[D]. 合肥: 安徽农业科学, 2007.
- [14] 张薇, 杨秀芬, 邱德文, 等. 激活蛋白 PeaT1 诱导烟草对 TMV 的系统抗性[J]. 植物病理学报, 2010, 40(3): 290-299.
- [15] 郑建华, 杨秀芬, 石庆华, 等. 激活蛋白 PeaT1 在烟草细胞膜上的结合位点及其特性[J]. 植物病理学报, 2010, 40(4): 364-372.
- [16] 邱德文. 我国植物免疫诱导技术的研究现状与趋势分析[J]. 植物保护, 2016, 42(5): 10-14.

(责任编辑: 杨明丽)

- [16] 张彦山, 何天龙, 朱正生, 等. 草坪草生态适应性评价[J]. 草业科学, 2013, 30(4): 548-552.
- [17] <http://www.moh.gov.cn/open/statistics/year2006/p222.htm>.
- [18] 梁俊, 赵政阳, 樊明涛, 等. 陕西苹果主产区果实农药残留水平及其评价[J]. 园艺学报, 2007, 34(5): 1123-1128.
- [19] 聂继云, 丛佩华, 杨振锋, 等. 中国苹果农药残留研究初报[J]. 中国农学通报, 2005, 21(10): 88-90.
- [20] 文颖强, 马锋旺. 中国苹果套袋技术应用与研究进展[J]. 西北农林科技大学学报(自然科学版), 2006, 34(2): 100-104.
- [21] 刘建海, 李丙智, 张林森, 等. 套袋对红富士苹果果实品质和农药残留的影响[J]. 西北农林科技大学学报(自然科学版), 2003, 31(S1): 16-18.
- [22] 陈合, 李祥, 李利军. 套袋对苹果果实重金属及农药残留的影响[J]. 农业工程学报, 2006, 22(1): 189-191.

(责任编辑: 杨明丽)