

水杨酸不同施用方式对诱导烟草抗病性的影响

王 铮¹, 顾毓敏¹, 潘义宏^{2*}, 李兴勇³, 李 彪², 郑 武², 邵小东³

(1. 上海烟草集团有限责任公司, 上海 200082; 2. 云南瑞升烟草技术(集团)有限公司, 昆明 650106; 3. 云南红河州烟草公司泸西分公司, 泸西 652409)

摘要 本研究比较了以 0.25、0.50 和 0.75 mol/L 水杨酸(SA)进行喷施、穿刺和化学农药防治烟草病害对田间烟草抗病性的影响。结果表明:外源喷施 SA 和吸附 SA 插签两种给药方式均能诱导烟草产生对烟草番茄斑萎病、黑胫病、普通花叶病、野火病和赤星病的抗性。SA 诱导的抗性具有广谱性,且防效随着施用浓度的增加而增加,在 0.75 mol/L 时达到最大。相同浓度下,SA 穿刺处理对烟草的抗性诱导较喷施处理更佳。处理后,随着时间的推移,喷施 SA 处理抗性诱导呈逐渐降低的趋势,而 SA 穿刺处理,对烟株的抗性诱导作用在处理后的第 20~30 天达到最大,在后期对烟草番茄斑萎病、野火病以及赤星病的抗性诱导作用显著高于对照($P<0.05$)。综合分析表明,SA 穿刺施药技术对烟株病害具有广谱性、持久性以及安全性等特点,能保持高抗性诱导作用 40 d 以上,并能有效减少农药使用量和次数,降低烟叶原料农药残留,具有较好的推广应用价值。

关键词 烟草; 病害; 水杨酸; 穿刺; 诱导抗性

中图分类号: S 435.72 **文献标识码:** B **DOI:** 10.3969/j.issn.0529-1542.2016.04.041

Effects of salicylic acid on the induced disease resistance of tobacco under different ways of application

Wang Zheng¹, Gu Yumin¹, Pan Yihong², Li Xingyong³, Li Biao², Zheng Wu², Shao Xiaodong³

(1. Shanghai Tobacco Group Co. Ltd., Shanghai 200082, China; 2. Yunnan Reascend Tobacco Technology (Group) Co. Ltd., Kunming 650106, China; 3. Honghe Tobacco Company Luxi Branch, Yunnan 652409, China)

Abstract Effects of salicylic acid (SA) on the induced disease resistance of tobacco were investigated by SA spraying and SA puncturing compared with pesticide control. The results showed that, compared with pesticide control, SA spraying and SA puncturing at the concentration of 0.25, 0.50 and 0.75 mol/L could improve the systemic acquired resistance of tobacco against tobacco tomato spotted wilt, tobacco black shank, tobacco mosaic, tobacco wildfire and tobacco brown spot disease. The application of SA with different concentrations showed positive and broad spectrum induced-resistance activities against tobacco diseases, and resistance level was increased with increasing concentrations of SA, moreover, 0.75 mol/L SA treatment reached the maximum resistance level. Puncturing treatment demonstrated a better control effect than spraying treatment at the same SA concentration. Under the SA spraying conditions, the resistance level was reduced with increasing of treatment time. Under the SA puncturing treatment, the maximum control effect was shown on the 20th–30th day. Compared with pesticide control, SA puncturing treatment significantly increased resistance to tobacco tomato spotted wilt, tobacco wildfire and tobacco brown spot disease ($P<0.05$). The results indicated that SA puncturing could maintain higher control effect for more than 40 days, and also effectively reduce the amount and frequency of applied pesticide and pesticide residues in tobacco. As SA puncturing could improve the disease resistance with broad spectrum, durability and security, it can be recommended for application in practice.

Key words tobacco; disease; salicylic acid; puncturing; induced resistance

研究发现烟草病虫害引起的烟草损失占有所有损失的 80% 以上,严重制约着烟草行业的发展^[1]。目前烟

草病害的防治以化学农药为主,其不仅有较高的防治成本,而且长期频繁使用化学农药会导致病菌产生抗药性、增加烟叶原料中的农药残留、污染环境以及破坏生态系统中生物的多样性和相互平衡关系等一系列问题^[2]。随着人们生活质量的提高,对烟叶安全性的需求日渐增长,寻找新的无污染、无公害的病害防治方法迫在眉睫。农药缓释剂型的研究是目前农药使用方式方法研究的热点和重点,也是未来发展的方向和趋势^[3]。

植物内源水杨酸(SA)是诱导植物产生系统获得抗性(SAR)的信号物质,它在植物体内具有多种生理调节作用,外源 SA 处理同样可以诱导多种植物对病害产生抗性。例如外源水杨酸能够诱导烟草对烟草普通花叶病^[4-7]、黑胫病^[8]、野火病^[9]等常见病害的抗性,减少病害对烟草造成的损失。

为了减少有毒化学农药在烟草上的使用,一定程度上降低烟叶原料农药残留,本研究拟通过用竹签吸附一定浓度抗逆诱导剂(SA)后,在烟株生长的团棵期,直接在烟株茎部插签,通过缓慢释放 SA,诱导烟株产生抗病性,实现对烟草病害的有效防治。目前,通过吸附 SA 后插签防治烟草病害的研究未见报道。因此,本研究针对几种常见烟草病害,比较了不同浓度水杨酸(SA)喷施、穿刺处理和常规化学农药防治的效果,旨在筛选出较优的施药方式,为新型绿色施药方式在烟草中的应用提供一定理论基础和借鉴。

1 材料与方法

1.1 供试地点及品种

以云南省红河州的植烟区泸西中枢为研究地点,采用不同浓度的 SA 进行穿刺和喷施处理,以当地化学农药防治为常规对照,不施用杀菌剂为空白对照,每处理 100 株烟,重复 3 次,每 10 d 调查 1 次,供试品种为‘云 87’。烟草番茄斑萎病(病原为番茄斑萎病毒 *Tomato spotted wilt virus*)和烟草普通花叶病(病原为烟草花叶病毒 *Tobacco mosaic virus*)的化学对照药剂为 8% 宁南霉素水剂, 30 g/667m²,以 1 600 倍液喷雾;烟草黑胫病[病原为烟草黑胫病菌 *Phytophthora parasitica* var. *nicotianae* (Breda de Haan) Tucker]的化学对照药剂为 48% 霜霉·络氨铜水剂, 30 g/667m²,以 1 200~1 500 倍液于茎基部浇施;烟草野火病[病原为丁香假单胞杆菌烟草致病变种 *Pseudomonas syringae* pv. *tabaci* (Wolf et Fos-

ter) Young, Dye et Wilkie]的化学对照药剂为 77% 硫酸铜钙可湿性粉剂, 80 g/667m²,以 600 倍液喷施;烟草赤星病[病原为链格孢菌 *Alternaria alternata* (Fries) Keissler]的化学对照药剂为 40% 菌核净可湿性粉剂, 100~130 g/667m²,稀释 400~600 倍喷雾。5 种病害均为当地植烟区烟株上自然发生的病害。

1.2 穿刺药签的制备

将水杨酸(SA)用无水乙醇稀释成 0.25、0.50 和 0.75 mol/L,分别将长 45~50 mm,直径 1.8~2.2 mm,一端尖锐的竹签在上述溶液中浸泡 24 h 以上,待无水乙醇挥发干即得到不同浓度的穿刺药签。

1.3 使用时期及使用方法

于烟株团棵期,将制备的药签插入烟株茎部距地面 10 cm 处,插签时严格按照先插健康烟株后插感病烟株的顺序,防止健康烟株被感染。

1.4 病害调查及样品检测

调查和记录各处理区各时间段烟株番茄斑萎病、黑胫病、普通花叶病、野火病和赤星病的病株数和病级。具体调查参照烟草病虫害分级及调查方法(GB/T 23222-2008)^[10]。

1.5 数据分析

数据分析用 SPSS 13.0 软件进行单因素方差分析,并采用 Tukey's HSD 法进行多重比较。差异显著性水平 $\alpha=0.05$ 。

烟株发病率(%) = 病株数/调查总株数 × 100;
病情指数 = $\sum(\text{各级病株数} \times \text{相应病级值}) / (\text{调查总株数} \times \text{最高级值}) \times 100$;
防效(%) = $(\text{清水区病情指数} - \text{防治区病情指数}) / \text{清水区病情指数} \times 100$ 。

2 结果与分析

2.1 水杨酸不同施药方式对烟草番茄斑萎病的防治效果

表 1 所示为 SA 不同施药方式对烟草番茄斑萎病的防治效果,从表中可看出,不同浓度 SA 喷施处理对烟草番茄斑萎病有一定防效,随着喷施浓度的增加,对番茄斑萎病的防效逐渐增强,至 0.75 mol/L 时防效最佳,达到 23.08%,但与化学药剂对照无显著差异($P>0.05$);从防效持续时间来看,喷施处理后各浓度 SA 对番茄斑萎病的防效均随时间延长逐渐下降,0.75 mol/L SA 的防效从 6 月 27 日的 23.08% 下降到 7 月 27 日的 10.53%。不同浓度 SA 穿刺处理对烟草

番茄斑萎病有一定防效,且药效持续时间长、稳定,防效优于化学防治。在3个浓度处理中,0.75 mol/L处理效果最优,该处理防效从7月7日开始显著高于化学防治($P<0.05$),在施药后第30天(7月17日)达到最

高,为30.25%,到第40天仍能保持27.19%的防治效果。而化学防治在施药后第10天防效达到最佳,为27.88%,但随着时间推移,防效逐渐降低,到第40天,防效下降至13.16%。

表1 水杨酸不同施药方式对烟草番茄斑萎病的防治效果¹⁾

Table 1 Control effect of SA on tobacco tomato spotted wilt disease under different application methods

处理方式 Application method	处理浓度/ mol·L ⁻¹ Concentration	6月27日 June 27		7月7日 July 7		7月17日 July 17		7月27日 July 27	
		病情指数 Disease index	防效/% Control efficacy	病情指数 Disease index	防效/% Control efficacy	病情指数 Disease index	防效/% Control efficacy	病情指数 Disease index	防效/% Control efficacy
喷施 Spraying	0.25	3.52±1.01	8.65 b	3.78±0.95	8.93 b	4.22±1.09	4.20 b	4.04±1.09	4.39 b
	0.50	3.07±0.83	20.19 a	3.52±0.64	15.18 a	4.04±1.09	8.40 b	3.96±0.67	6.14 b
	0.75	2.96±0.85	23.08 a	3.33±0.56	19.64 a	3.78±0.77	14.29 a	3.78±0.77	10.53 a
化学对照 Pesticide control		4.33±0.47	27.88 a	5.33±0.47	19.64 a	5.67±1.25	16.81 a	5.67±1.25	13.16 a
空白对照 Blank control		5.33±1.25	—	6.00±0.82	—	5.67±0.47	—	6.00±0.82	—
穿刺 Puncturing	0.25	3.37±0.45	5.90 c	3.59±0.97	13.39 b	3.78±0.95	14.29 b	3.67±1.54	13.16 b
	0.50	3.15±1.28	12.11 b	3.33±0.96	19.64 b	3.59±1.25	18.49 b	3.33±0.96	21.05 a
	0.75	2.89±0.19	19.35 b	2.96±0.32	28.57 a	3.07±0.28	30.25 a	3.07±0.28	27.19 a
化学对照 Pesticide control		2.78±0.96	27.88 a	3.33±0.56	19.64 b	3.67±1.64	16.81 b	3.67±1.64	13.16 b
空白对照 Blank control		3.85±1.61	—	4.15±0.45	—	4.41±0.45	—	4.22±1.09	—

1) 表中病情指数为平均值±标准差。同列数据后不同小写字母表示防效间存在显著差异($P<0.05$)。下同。

Data in the table are mean±SD. The different small letters in the same column indicate significant difference($P<0.05$). The same below.

2.2 水杨酸不同施药方式对烟草黑胫病的防治效果

表2所示为SA不同施药方式对烟草黑胫病的防治效果,从表中可看出,不同浓度SA喷施对烟草黑胫病有一定防效,随着喷施浓度的增加,对黑胫病的防效逐渐增强,至0.75 mol/L时防效最佳,达到25.37%,但显著低于化学药剂对照的防效($P<0.05$);从防效持续时间来看,喷施处理后,各浓度SA对黑胫病的防效均随时间延长逐渐减弱,0.75 mol/L SA的防效从6月27日的25.37%下降到7月27日的15.79%。不同浓度SA穿刺处理对烟草黑胫病均有一定的防治效果,浓度为0.75 mol/L时第20天达到最佳,为38.27%。穿刺处理的药效持续时间长、稳定,防效在第30天后与化学防治无显著差异($P>0.05$)。

2.3 水杨酸不同施药方式对烟草普通花叶病的防治效果

表3所示为SA不同施药方式对烟草普通花叶病的防治效果,从表中可看出,不同浓度SA喷施处理对烟草普通花叶病的防治效果一般,0.50 mol/L处理防效最佳,达到32.00%,但防效显著低于化学防治

($P<0.05$);从防效持续时间来看,喷施处理后SA防效逐渐减弱,从6月27日的32.00%(SA喷施浓度为0.50 mol/L)下降到7月27日的13.16%(SA喷施浓度为0.75 mol/L)。不同浓度SA穿刺处理对烟草普通花叶病均有一定的防治效果,在给药浓度为0.75 mol/L时第20天达到最佳防效(39.56%),穿刺处理的药效持续时间长、稳定,并在第30天后与化学防治无显著差异($P>0.05$)。

2.4 水杨酸不同施药方式对烟草野火病的防治效果

表4所示为SA不同施药方式对烟草野火病的防治效果,从表中可看出,不同浓度SA喷施处理对烟草野火病的防治效果一般,0.75 mol/L处理防效最佳(22.58%),但显著低于化学防治($P<0.05$);从防效持续时间来看,喷施处理后,水杨酸对野火病的防效随时间延长逐渐减弱,0.75 mol/L SA的防效从6月27日的22.58%下降到7月27日的10.53%。不同浓度SA穿刺处理对烟草野火病的防治效果良好,0.75 mol/L处理效果最优,在施药后第20天(7月7日)防

效达到最高,为 50.00%,到第 40 天仍能保持 47.37% 的防治效果,且显著优于化学防治($P<0.05$)。

表 2 水杨酸不同施药方式对烟草黑胫病的防治效果

Table 2 Control effect of SA on tobacco black shank disease under different application methods

处理方式 Application method	处理浓度/ mol · L ⁻¹ Concentration	6 月 27 日 June 27		7 月 7 日 July 7		7 月 17 日 July 17		7 月 27 日 July 27	
		病情指数 Disease index	防效/% Control efficacy	病情指数 Disease index	防效/% Control efficacy	病情指数 Disease index	防效/% Control efficacy	病情指数 Disease index	防效/% Control efficacy
喷施 Spraying	0.25	2.04±0.32	17.91 b	2.52±0.51	16.05 b	2.78±0.96	14.77 b	3.26±0.57	7.37 c
	0.50	1.89±0.38	23.88 b	2.30±0.06	23.46 b	2.63±1.14	19.32 b	3.00±0.19	14.74 b
	0.75	1.85±0.32	25.37 b	2.26±0.06	24.69 b	2.59±1.16	20.45 b	2.96±0.85	15.79 b
化学对照 Pesticide control		2.67±0.47	58.21 a	3.00±0.82	44.44 a	3.67±0.47	37.50 a	4.33±0.47	31.58 a
	空白对照 Blank control	3.67±0.94	—	4.33±0.94	—	4.67±0.47	—	5.00±0.00	—
穿刺 Puncturing	0.25	2.07±0.36	16.42 b	2.30±1.39	23.46 c	2.63±1.87	19.32 c	2.93±1.67	16.84 c
	0.50	1.89±0.38	23.88 b	2.04±0.94	32.10 b	2.33±0.73	28.41 bc	2.59±1.16	26.32 bc
	0.75	1.78±0.38	28.36 b	1.85±0.32	38.27 b	2.22±0.56	31.82 a	2.41±0.85	31.58 a
化学对照 Pesticide control		1.04±0.06	58.21 a	1.67±0.56	44.44 a	2.04±0.32	37.50 a	2.41±0.32	31.58 a
	空白对照 Blank control	2.48±0.26	—	3.00±0.80	—	3.26±0.57	—	3.52±0.64	—

表 3 水杨酸不同施药方式对烟草普通花叶病的防治效果

Table 3 Control effect of SA on tobacco mosaic virus disease under different application methods

处理方式 Application method	处理浓度/ mol · L ⁻¹ Concentration	6 月 27 日 June 27		7 月 7 日 July 7		7 月 17 日 July 17		7 月 27 日 July 27	
		病情指数 Disease index	防效/% Control efficacy	病情指数 Disease index	防效/% Control efficacy	病情指数 Disease index	防效/% Control efficacy	病情指数 Disease index	防效/% Control efficacy
喷施 Spraying	0.25	1.33±0.91	28.00 b	2.52±0.51	25.27 b	2.33±0.73	19.23 bc	2.41±1.28	14.47 b
	0.50	1.26±0.26	32.00 b	2.41±1.28	28.57 b	2.19±1.01	24.36 b	2.26±0.06	19.74 b
	0.75	1.30±0.32	30.00 b	2.52±0.51	25.27 b	2.22±0.00	23.07 b	2.44±0.29	13.16 b
化学对照 Pesticide control		2.00±0.82	56.00 a	3.67±0.47	46.15 a	4.33±0.47	37.18 a	4.00±0.82	31.58 a
	空白对照 Blank control	2.67±0.47	—	4.33±0.47	—	4.00±0.82	—	4.00±0.82	—
穿刺 Puncturing	0.25	1.59±0.06	14.00 c	2.52±0.76	25.27 c	2.15±0.83	25.64 b	2.15±0.83	23.68 b
	0.50	1.44±0.29	22.00 bc	2.15±0.83	36.26 b	1.81±0.36	37.18 a	1.81±0.36	35.53 a
	0.75	1.30±0.32	30.00 b	2.04±0.64	39.56 b	1.85±0.32	35.90 a	1.85±0.32	34.21 a
化学对照 Pesticide control		0.81±0.42	56.00 a	1.81±1.13	46.15 a	1.81±0.83	37.18 a	1.93±0.76	31.58 a
	空白对照 Blank control	1.85±0.42	—	3.37±0.45	—	2.89±1.13	—	2.81±0.93	—

2.5 水杨酸不同施药方式对烟草赤星病的防治效果

表 5 所示为 SA 不同施药方式对烟草赤星病的防治效果,从表中可看出,不同浓度 SA 喷施处理对烟草赤星病均有一定的防效,在 0.75 mol/L 下防效最佳(30.77%),但防效显著低于化学防治($P<0.05$);从防效持续时间来看,喷施处理后,不同浓度 SA 对赤星

病的防效随时间延长而逐渐减弱,0.75 mol/L SA 的防效从 6 月 27 日的 30.77% 下降到 7 月 27 日的 15.94%。不同浓度 SA 穿刺处理对烟草赤星病的防治效果良好,在 3 个浓度处理中,0.75 mol/L 处理效果最优,在施药后的第 30 天(7 月 17 日)防效达到最高,为 43.75%,第 30 天后,防治效果显著优于化学防治($P<0.05$),表现出较好的持续性和稳定性。

表 4 水杨酸不同施药方式对烟草野火病的防治效果

Table 4 Control effect of SA on tobacco wildfire disease under different application methods

处理方式 Application method	处理浓度/ mol · L ⁻¹ Concentration	6月27日 June 27		7月7日 July 7		7月17日 July 17		7月27日 July 27		
		病情指数 Disease index	防效/% Control efficacy	病情指数 Disease index	防效/% Control efficacy	病情指数 Disease index	防效/% Control efficacy	病情指数 Disease index	防效/% Control efficacy	
喷施 Spraying	0.25	1.00±0.59	12.90 d	1.44±0.29	7.14 c	1.67±0.62	10.00 b	2.04±0.42	3.51 c	
	0.50	0.93±0.64	19.35 bc	1.26±0.26	19.04 b	1.70±0.61	8.00 b	1.85±0.42	12.28 b	
	0.75	0.89±0.58	22.58 b	1.26±0.26	19.04 b	1.67±0.00	10.00 b	1.89±0.38	10.53 b	
	化学对照 Pesticide control	1.00±0.82	58.06 a	2.00±0.00	47.62 a	3.00±0.00	34.00 a	3.00±0.00	21.05 a	
	空白对照 Blank control	2.00±0.47	—	2.00±0.82	—	2.67±0.47	—	3.00±0.00	—	
穿刺 Puncturing	0.25	0.93±0.32	19.35 b	1.26±0.26	19.04 c	1.48±0.64	20.00 b	1.78±1.15	15.79 c	
	0.50	0.89±0.40	22.58 b	1.11±0.44	28.57 b	1.19±1.00	36.00 ab	1.48±0.74	29.82 b	
	0.75	0.89±0.19	22.58 b	0.78±0.29	50.00 a	1.00±0.19	46.00 a	1.11±0.56	47.37 a	
		化学对照 Pesticide control	0.48±0.57	58.06 a	0.81±0.26	47.62 a	1.22±0.38	34.00 ab	1.67±0.00	21.05 b
		空白对照 Blank control	1.15±0.39	—	1.56±0.78	—	1.85±0.42	—	2.11±0.38	—

表 5 水杨酸不同施药方式对烟草赤星病的防治效果

Table 5 Control effect of SA on tobacco brown spot disease under different application methods

处理方式 Application method	处理浓度/ mol · L ⁻¹ Concentration	6月27日 June 27		7月7日 July 7		7月17日 July 17		7月27日 July 27		
		病情指数 Disease index	防效/% Control efficacy	病情指数 Disease index	防效/% Control efficacy	病情指数 Disease index	防效/% Control efficacy	病情指数 Disease index	防效/% Control efficacy	
喷施 Spraying	0.25	1.67±0.62	13.46 c	1.93±1.05	8.77 c	2.19±1.01	7.81 c	2.37±0.72	7.24 b	
	0.50	1.52±0.90	21.15 c	1.78±1.15	15.79 c	2.11±0.87	10.94 c	2.37±0.72	7.24 b	
	0.75	1.33±0.91	30.77 b	1.48±0.32	29.82 ab	1.89±0.38	20.31 ab	2.15±0.83	15.94 b	
	化学对照 Pesticide control	0.81±0.26	57.69 a	1.11±0.00	47.37 a	1.52±0.63	35.94 a	1.85±0.32	27.53 a	
	空白对照 Blank control	1.93±0.71	—	2.11±0.38	—	2.37±0.72	—	2.56±0.48	—	
穿刺 Puncturing	0.25	1.59±1.34	17.31 c	1.52±0.71	28.07 b	1.67±0.56	29.69 b	1.78±1.15	30.43 b	
	0.50	1.37±0.86	28.85 bc	1.37±0.86	35.09 b	1.56±0.84	34.37 b	1.74±1.19	31.88 b	
	0.75	1.22±0.97	36.54 b	1.33±0.58	36.84 b	1.33±0.91	43.75 a	1.48±0.32	42.03 a	
		化学对照 Pesticide control	0.81±0.26	57.69 a	1.11±0.00	47.37 a	1.52±0.63	35.94 b	1.85±0.48	27.53 b
		空白对照 Blank control	1.93±0.71	—	2.11±0.38	—	2.37±0.72	—	2.56±0.36	—

3 讨论与结论

刘太国等^[11]的研究发现,应用外源 SA 可以比较有效地诱导烟草抗病品种对病毒病产生抗病性。赵明敏^[7]的研究表明,外源施加 SA 能有效增强烟草对普通花叶病的抗性。本研究中,外源喷施 SA 和吸附 SA 穿刺两种给药方式处理均对不同生长时期的烟草病毒病(番茄斑萎病和普通花叶病)、真菌病(黑胫病和赤星病)和细菌病(野火病)有一定防

效,表现出广谱性。研究发现 SA 不仅是植物产生过敏反应(hypersensitive response, HR)和系统获得抗性(systemic acquired resistance, SAR)所必需,而且也是病原物侵染植物后活化一系列防卫反应信号传递过程中的重要组成部分,且 SA 诱导植物发生过敏反应之后使其获得对病原物的广谱抗性,能同时对若干真菌、细菌、病毒所致病害产生抑制作用^[5]。沈文飏等认为 SA 使植物获得抗性主要是由于其在植物体内能通过抑制过氧化氢酶的活性,使植物

体内活性氧积累,从而提高植物的抗病性^[12]。

程小龙研究发现,外源施加 SA 能提高烟株对青枯病的抗性,并且在一定浓度范围内,烟株对青枯病的抗性随水杨酸浓度增加而增强^[13]。本研究采用喷施和穿刺两种方式施用 SA 均对烟叶病害起到一定的防治效果,且防效随着 SA 浓度的增加而增加。说明烟叶表面和烟株茎均能吸收水杨酸。相同浓度下,SA 穿刺处理对烟草病害防效更佳,说明穿刺处理更有利于烟株对水杨酸的吸收,提高植物抗病性。徐擎等研究表明,SA 进入植物体后在葡萄糖转移酶的作用下与葡萄糖结合形成葡萄糖水杨酸,能在植物韧皮部中运输,其中重要的两种衍生物乙酰水杨酸(ASA)和水杨酸甲酯(MeSA)在植物体内转化为游离 SA 发挥重要作用^[14]。研究中药签直接作用于烟株韧皮部和木质部,更有利于 SA 在烟株中的运输和转化。

本研究中喷施 SA 处理对烟草病害的防效均低于穿刺处理,且随着时间的推移呈逐渐降低的趋势,而 SA 穿刺处理,在处理后的第 10 天对烟草病害防效较差,显著低于化学农药的防治效果($P < 0.05$),但在穿刺后的第 20~30 天能达到最大防效,并能持续稳定保持较高的防效,在后期的防效显著高于化学农药防治效果($P < 0.05$)。研究表明,植物在受到物理或化学刺激后会产生一定的系统抗性,并在植物体内存在一定时期,之后抗性逐渐消失,只有持续不断地刺激才能使植物整个生育期都可能存在系统抗性^[13]。这可能是导致本研究中外源一次性喷施 SA 后防效逐渐减弱的原因。而穿刺后 SA 能持续稳定地从药签中向烟株缓慢释放,持续对烟株刺激,最终保持防效的稳定、持久。吴献忠等研究认为诱导剂从开始诱导到植物产生抗性需要一定的时间间隔,且从获得抗性到达到最大抗性一般需要 7~10 d^[15]。本研究喷施 SA 对病害防效在第 10 天达到最高,与前人研究结果一致。但 SA 穿刺对病害防效在 20~30 d 才达到最佳,这可能与 SA 从药签上释放缓慢以及进入烟株茎秆后运输较为缓慢有关。

总体上看,SA 穿刺处理对烟草病害的防效高于喷施处理,与化学农药防治相比,SA 穿刺处理前期防效显著低于化学防治,在中后期接近或高于化学药剂的防效,其中在穿刺处理后第 40 天对烟草番茄斑萎病、野火病以及赤星病的防效显著高于 SA 喷

施处理以及化学防治($P < 0.05$),说明 SA 穿刺对烟株病害具有广谱性、持久性以及安全性等特点,并能有效减少农药使用量和次数,具有较好的推广应用价值。但所有穿刺处理对烟株病害的防治效果均没有超过 50%,如何通过改良吸附材料、优化出最佳施药浓度以及深入开展吸附药剂的品种、剂型等方面的研究,提高穿刺施药方式对烟草病害的防效,实现推广应用,将是今后研究的重点和方向,也是现代绿色农业发展的必然趋势。

参考文献

- [1] 林兵. 生物防治在我国烟草病虫害防治上的应用[J]. 湖南农机, 2014, 41(12): 62-64.
- [2] 师金鸽. 水杨酸对 CMV 的诱导抗性及其抗性累加效应的研究[D]. 郑州: 河南农业大学, 2009.
- [3] 遇静, 赵朝成, 李超, 等. 缓释技术的研究现状与展望[J]. 广州化工, 2014, 42(5): 18-19.
- [4] 刘太国, 李永镛, 陈万权. 水杨酸对感染 TMV 烟草叶片 PAL 活性的影响[J]. 西北农林科技大学学报(自然科学版), 2005, 33(S1): 111-114.
- [5] 师金鸽, 李占杰, 杨铁钊. 水杨酸对烟草抗黄瓜花叶病毒的诱导效应[J]. 华北农学报, 2008, 23(6): 108-111.
- [6] Zhu Yanna, Liu Mingyang, Gu Jianqiang, et al. Effects of exogenous salicylic acid derivative on the resistance to TMV and activity of defense enzymes of tobacco [J]. Agricultural Science & Technology, 2013, 14(4): 661-662.
- [7] 赵明敏. 水杨酸诱导的烟草对烟草花叶病毒的抗性[J]. 长江大学学报(自科版), 2006, 3(3): 156-157.
- [8] 王长春, 蔡新忠, 林敬州, 等. 水杨酸和乙烯在烟草抗黑胫病中的作用[J]. 植物保护学报, 2003, 30(3): 295-299.
- [9] 王振国, 肖鹏, 陈秋双, 等. 水杨酸对烟草野火病的抑制效果及其对烟株的生物学效应[J]. 中国烟草学报, 2013, 19(5): 67.
- [10] GB/T 23222-2008, 烟草病虫害分级及调查方法[S]. 2008-12-31.
- [11] 刘太国, 石延霞, 文景芝, 等. 水杨酸诱导烟草对 TMV 的抗性和 PAL 活性变化研究[J]. 植物病理学报, 2003, 33(2): 190-191.
- [12] 沈文彪, 徐朗莱, 叶茂炳. 水杨酸诱导植物抗病性的新进展[J]. 生物化学与生物物理进展, 1999, 26(3): 237-240.
- [13] 程小龙. 外源水杨酸诱导烟草抗青枯病的作用及机理研究[D]. 重庆: 西南大学, 2014.
- [14] 徐擎, 胡景江, 薛盼盼. 外源低聚糖、水杨酸诱导杨树抗病生理机制的研究[J]. 西北林学院学报, 2011, 26(2): 119-123.
- [15] 吴献忠, 李怀方, 裘维蕃. 烟草植株中水杨酸时空动态分布的测定方法[J]. 植物保护学报, 2001, 28(1): 95-96.