



赵磊,王步云,郑书恒,等.植物激活蛋白对草莓白粉病的治疗和预防效果研究[J].黑龙江农业科学,2021(4):55-58.

# 植物激活蛋白对草莓白粉病的治疗和预防效果研究

赵磊<sup>1</sup>,王步云<sup>1</sup>,郑书恒<sup>1</sup>,魏肖楠<sup>2</sup>,乔岩<sup>1</sup>

(1.北京市植物保护站,北京 100029;2.北京比奥瑞生物科技有限公司,北京 100086)

**摘要:**为有效防控草莓白粉病,本试验以不同浓度的 1.5%大丽花轮枝孢激活蛋白可湿性粉剂(VdAL)对草莓白粉病发病前后进行处理,探讨在草莓白粉病发生前和发生后叶面喷施不同浓度的 VdAL,对草莓白粉病的治疗效果和预防效果。结果表明:1.5%大丽花轮枝孢激活蛋白可湿性粉剂 3 000 倍液第 2 次药后 7 d 的治疗效果试验的防效为 53.09%,第 3 次药后 30 d 的预防效果试验的防效为 30.33%,可自草莓盛花期开始定期喷施,不仅能提高草莓的抗病性,减少白粉病的发生,还能减少化学农药的使用,保护农业生态环境。

**关键词:**植物激活蛋白;草莓;白粉病;防治效果

草莓在冬季果蔬中结果早,经济效益高,农民的种植积极性高,已成为广大市民鲜食采摘、乡村休闲的首选。近年来北京市草莓产业发展迅速,已成为都市型现代农业的重要组成部分,对北京市农业提质增效、农民增收发挥了重要作用。2014—2017 年北京市草莓种植面积由 618.6 hm<sup>2</sup>增至 701.3 hm<sup>2</sup>,产量由 12 200 t 增至 13 530 t,均总体呈现增长态势,2017—2018 年红颜的种植面积已占北京市的 93.4%,是最主要的草莓品种<sup>[1]</sup>。

白粉病是草莓生产上最主要的病害之一,其主要危害草莓叶片和果实,在叶面和果面覆盖一层白色粉状物,果实在受害早期阶段,幼果无法正常膨大,并出现干瘪症状,发病后期失去光泽且发生硬化,严重影响草莓的产量与品质,而红颜又是高感白粉病的草莓品种,因此白粉病已成为北京草莓生产的“头号杀手”<sup>[2-4]</sup>。目前防治白粉病主要使用苯醚甲环唑、四氟醚唑和醚菌酯等化学农药,而长期喷施单一杀菌剂,不仅导致病菌的抗药性不断增强,防效下降,还有可能因超量等不科学使用导致农产品质量安全问题<sup>[5-6]</sup>。

植物激活蛋白是一种从真菌或者细菌中提取的热稳定蛋白,植物叶片吸收后,不仅能诱导和激活植物对病虫害的抗性,调节植物自身的生长代谢系统,促进生长,改善品质,提高产量,而且对环

境友好,无毒无残留,是一种新型生物农药。中国农业大学生物学院将大丽花轮枝孢激活蛋白创制成新型生物工程蛋白(*Verticillium dahliae* Allergen Asp f2-like, VdAL)干粉制剂,稀释一定的比例后喷施到植物叶片,能调节植物激素的信号传导途径,通过调节植物钙调蛋白(CaM)和脂氧合酶 2(LOX2)等物质,激活植物自身的免疫机制,诱导植物产生系统抗性<sup>[7]</sup>。研究结果表明,使用 1.5%大丽花轮枝孢激活蛋白可湿性粉剂可以促进花椰菜花芽分化,提高结球率,增加平均单球重量花椰菜长势更整齐,且提前进入成熟期<sup>[8-9]</sup>,宿晓红葡萄喷施 VdAL 可增加单果重量、提高果实的 VC 含量和可溶性糖<sup>[10]</sup>。但是,叶面喷施 VdAL 对草莓白粉病的治疗效果和预防效果,目前尚缺乏试验研究。

本试验选取 1.5%大丽花轮枝孢激活蛋白可湿性粉剂(VdAL)对草莓进行叶面喷施试验,探索不同浓度 VdAL 对草莓白粉病的治疗效果和预防效果,以期在生产上有效防控白粉病提供科学依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验地概况

VdAL 对草莓白粉病的治疗效果试验在平谷谷新农业草莓温室大棚进行(2019 年 4—5 月,以下简称“治疗效果试验”),按照常规生产管理,草莓长势基本一致。前茬作物为草莓,定植时间是 2018 年 8 月 28 日,密度为 5 000 株·667 m<sup>-2</sup>。

VdAL 对草莓白粉病的预防效果试验在北京万德园农业科技发展有限公司昌平基地进行(2019 年 11 月—2020 年 3 月,以下简称“预防效果试验”),按照常规生产管理,草莓长势基本

收稿日期:2020-12-09

基金项目:北京市农业农村局农业科技项目(20190109);北京市科技计划课题(Z181100009318013)。

第一作者:赵磊(1986—),男,硕士,农艺师,从事病虫害防治技术推广和培训工作。E-mail:29492967@qq.com。

通信作者:乔岩(1982—),女,博士,高级农艺师,从事病虫害防治技术推广和培训工作。E-mail:qy0914@126.com。

一致。前茬作物为草莓,定植时间是 2019 年 9 月 5 日,密度为 4 000 株·667 m<sup>-2</sup>。

1.2 材料

供试草莓品种均为当地常用品种红颜。

1.3 方法

1.3.1 试验设计 治疗效果试验中供试药剂和试验处理详见表 1,每个处理 3 次重复,随机区组排列,每个小区宽 7 m,长 3 m,共 21 m<sup>2</sup>。使用太仓金港 3JWB-16A 静电喷雾器在草莓白粉病发

病初期进行叶面喷雾,7 d 后喷施第 2 次,喷施时间为 2019 年 4 月 15 日和 4 月 22 日。

预防效果试验中供试药剂和试验处理详见表 2,每个处理 3 次重复,随机区组排列,每个小区宽 7 m,长 2 m,共 14 m<sup>2</sup>。在还未发现白粉病发生时,使用太仓金港 3JWB-16A 静电喷雾器进行叶面喷雾,共喷施 3 次,喷施时间为 2019 年 11 月 13 日、12 月 3 日和 12 月 24 日,两次施药间隔时间为 20 d。

表 1 VdAL 对草莓白粉病的治疗效果试验供试药剂和试验处理

处理	药剂名称	生产厂家	使用量
A1	1.5%大丽花轮枝孢激活蛋白可湿性粉剂(VdAL)	北京中捷四方生物科技股份有限公司	1000 倍液
B1	1.5%大丽花轮枝孢激活蛋白可湿性粉剂(VdAL)	北京中捷四方生物科技股份有限公司	3000 倍液
C1	1.5%大丽花轮枝孢激活蛋白可湿性粉剂(VdAL)	北京中捷四方生物科技股份有限公司	5000 倍液
D1	100 亿 CFU·g <sup>-1</sup> 枯草芽孢杆菌可湿性粉剂	美国拜沃股份有限公司	375 倍液
E1	10%小檗碱盐酸盐可湿性粉剂	杨凌馥稷生物科技有限公司	1000 倍液
F1	42.4%唑醚·氟酰胺悬浮剂	巴斯夫(中国)有限公司	3000 倍液
CK1	清水对照		

注:D1 和 E1 为生物药剂对照,F1 为化学药剂对照。

1.3.2 调查项目及方法 试验期间,草莓果实的白粉病发病较重而叶片发病不明显,故参照草莓灰霉病的药效试验准则,通过调查各处理的草莓果实发病情况从而计算各处理的防效<sup>[1]</sup>。治疗

效果试验中在喷药前调查本底果实发病率,每隔 7 d 调查果实白粉病发病情况。每个小区随机取 3 点,每点调查 10 株,记录总果数和发病果数。

表 2 VdAL 对草莓白粉病的预防效果试验供试药剂和试验处理

处理	药剂名称	生产厂家	使用量
A2	1.5%大丽花轮枝孢激活蛋白可湿性粉剂(VdAL)	北京中捷四方生物科技股份有限公司	1000 倍液
B2	1.5%大丽花轮枝孢激活蛋白可湿性粉剂(VdAL)	北京中捷四方生物科技股份有限公司	3000 倍液
C2	1.5%大丽花轮枝孢激活蛋白可湿性粉剂(VdAL)	北京中捷四方生物科技股份有限公司	8000 倍液
D2	维大利大量元素水溶肥和维大力微量元素水溶肥混配	北京中捷四方生物科技股份有限公司	1000 倍液
E2	5%氨基寡糖素水剂	海南正业中农高科股份有限公司	100 mL·667 m <sup>-2</sup>
F2	0.5%大黄素甲醚水剂	内蒙古清源保生物科技有限公司	120 mL·667 m <sup>-2</sup>
CK2	清水对照		

校正防效计算方法如下:

病果率(%)=(病果数/总果数)×100

校正防治效果(%)=[1-(空白对照区施药前病果率×药剂处理区施药后病果率)/(空白对照区施药后病果率×药剂处理区施药前病果率)]×100

预防效果试验中自第 3 次施药结束后,时刻关注草莓白粉病发生状况,在棚内对照区草莓白粉病病果率达到 5%时,开始进行调查,每小区对

角线 5 点取样,每点调查 5 株,共 25 株,记录总果数和发病果数,在第一次调查后,每隔 7 d(即第 7、14 和 21 d)调查发病情况。

防效计算方法如下:

病果率(%)=病果数/调查总果数×100

平均防治效果(%)=(空白对照病果率-药剂处理病果率)/空白对照病果率×100

1.3.3 数据分析 试验结果采用 SPSS 20.0 软件中 Duncan 方法进行单因素显著性分析。

2 结果与分析

2.1 VdAL 对草莓白粉病的治疗效果

由表 3 可知,第 1 次药后 7 d,VdAL 1 000 倍液(A1)和 3 000 倍液(B1)的防效分别为 33.55%和 33.42%,高于小檗碱盐酸盐(E1)的防效,且差异显著,与枯草芽孢杆菌(D1)的防效差异不显著,但显著低于唑醚·氟酰胺(F1)的防效;第 2 次药后 7 d,VdAL 1 000 倍液(A1)和 3 000 倍

液(B1)分别为 56.30%和 53.09%,低于枯草芽孢杆菌(D1)、小檗碱盐酸盐(E1)和唑醚·氟酰胺(F1)的防效,且差异显著;第 2 次药后 14 d,各处理防效比第二次药后 7 d 出现均不同程度地下降,VdAL 1 000 倍液(A1)和 3 000 倍液(B1)的防效下降至 45.84%和 43.34%,显著高于枯草芽孢杆菌(D1)的防效,但显著低于小檗碱盐酸盐(E1)和唑醚·氟酰胺(F1)的防效。

表 3 VdAL 对草莓白粉病的治疗效果

处理	药前病 果率/%	第 1 次药后 7 d		第 2 次药后 7 d		第 2 次药后 14 d	
		平均病果率/%	平均防效/%	平均病果率/%	平均防效/%	平均病果率/%	平均防效/%
A1	6.45	8.83	33.55±0.76 b	13.44	56.30±0.47 d	24.93	45.84±0.61 c
B1	7.83	10.74	33.42±0.89 b	17.52	53.09±0.29 e	31.67	43.34±0.62 c
C1	5.52	9.36	17.69±0.51 d	16.33	37.96±0.86 f	26.77	32.05±0.88 e
D1	10.32	13.66	35.75±1.23 b	19.27	60.84±0.48 b	46.04	37.50±0.66 d
E1	4.26	6.82	22.29±0.63 c	8.36	58.85±0.47 c	12.98	57.31±1.20 b
F1	5.18	6.05	43.30±0.52 a	8.04	67.45±0.66 a	14.75	60.10±0.93 a
CK1	6.83	14.07	-	32.57	-	48.75	-

注:不同字母表示在 0.05 水平下差异显著(P<0.05)。下同。

2.2 VdAL 对草莓白粉病的预防效果

由表 4 可知,在第 3 次药后 23 d 时清水对照组平均病果率超过 5%,VdAL 1 000 倍(A2)与 3 000 倍(B2)的防效为 24.02%和 25.59%,比大黄素甲醚(F2)、氨基寡糖素(E2)的防效高;自第 3 次药后 30 d 起,大黄素甲醚(F2)的防效急速下

降,混配组合(D2)的防效也有较大降幅,而 VdAL 1 000 倍(A2)、3 000 倍(B2)、8 000 倍(C2)和氨基寡糖素(E2)的防效较为稳定,降幅较小,尤其是 VdAL 1 000 倍(A2)与 3 000 倍(B2)在第 3 次药后 44 d 仍有 19.22%和 17.98%的防效,显著高于其他处理。

表 4 VdAL 对草莓白粉病的预防效果

处理	第 3 次药后 23 d		第 3 次药后 30 d		第 3 次药后 37 d		第 3 次药后 44 d	
	平均病 果率/%	平均防效/%	平均病 果率/%	平均防效/%	平均病 果率/%	平均防效/%	平均病 果率/%	平均防效/%
A2	4.32	24.02±0.94 ab	11.19	21.01±1.20 b	24.03	25.51±0.46 a	43.75	19.22±0.50 a
B2	4.23	25.59±0.41 a	9.87	30.33±0.77 a	24.69	23.46±0.58 b	44.43	17.98±0.31 b
C2	4.82	15.22±0.91 d	11.85	16.34±0.72 c	28.42	11.91±0.77 d	49.47	8.67±0.40 d
D2	4.67	17.84±0.57 c	13.20	6.84±0.07 d	29.25	9.33±0.74 e	53.32	1.57±0.10 e
E2	4.43	22.06±0.57 b	11.39	19.59±0.39 b	27.06	16.12±0.55 c	46.18	14.74±0.11 c
F2	4.33	23.74±0.48 ab	13.03	8.05±0.74 d	33.02	-2.36±0.26 f	54.39	-0.41±0.45 f
CK2	5.68	-	14.17	-	32.26	-	54.17	-

3 结论与讨论

本试验研究表明,VdAL 1 000 倍液和 VdAL 3 000 倍液对草莓白粉病有比较好的防治效果,在第 2 次药后 7 d 防效分别为 53.38%和 56.16%,

第二次药后 14 d 防效分别为 45.84%和 43.34%,和枯草芽孢杆菌和小檗碱盐酸盐两种生物农药的防效相差不大。不同浓度 VdAL 处理对草莓白粉病均有预防效果,VdAL 3 000 倍液的防效相

对持久稳定,在第3次药后30 d防效为30%,第3次药后37 d防效为23.46%,第3次药后44 d防效为17.98%,都显著高于生物药剂对照氨基寡糖素的防效。

结合草莓白粉病的发生规律和使用成本等因素,自草莓盛花期未见白粉病发生时,定期叶面喷施VdAL 3 000倍液来提高草莓系统性抗性,可以延缓白粉病的发生,降低白粉病的发生率,促进植株生长,改善草莓品质。当白粉病发生严重时,要配合使用其他生物药剂,降低白粉病的发生和危害。

VdAL和氨基寡糖素对草莓白粉病的预防效果存在显著性差异,原因可能是由于不同诱抗剂在不同作物上的诱导抗性表达高峰时间和持续时间不同<sup>[12]</sup>。而作为一种新型的植物免疫诱抗剂,VdAL不直接作用于病原菌,通过激发植物自身的防御系统,促使植物获得系统抗性,从而起到抗逆、抗病、防虫和增产等作用。另外,在VdAL使用过程中要严格控制用量,过量使用或搅拌不均匀有可能会影响作物生长和产量,因此要科学合理使用VdAL,不仅能调节作物生长—代谢平衡,促进生长和养分积累,增加产量,提高维生素C和可溶性糖的含量,改善品质,还能减少化学农药的使用,保护农业生态环境。

本研究只探索了1.5%大丽花轮枝孢激活蛋白可湿性粉剂(VdAL)单独使用的田间效果,与

其他杀菌剂混合施用效果有待进一步研究。

### 参考文献:

- [1] 杨培珍,刘瑞涵,宗静.北京草莓产业发展策略及展望[J].农业展望,2018,14(8):71-75,85.
- [2] 关玲,赵密珍,王庆莲,等.草莓品种(系)白粉病田间抗性鉴定[J].吉林农业大学学报,2018,40(3):276-284.
- [3] 杨爽,李海鹏,杨培鑑,等.不同草莓品种对白粉病的抗性调查[J].北方园艺,2014(10):104-106.
- [4] 王璐,赵帅锋,郭逸蓉.草莓白粉病发生流行监测与综合防治技术研究[J].上海农业科技,2018(6):129-131.
- [5] 王娟娟,营金凤.29%吡唑·啉菌酯悬浮剂防治草莓白粉病田间药效试验[J].现代农业科技,2018(18):94-95.
- [6] 唐莎莎,所风阅,肖长坤.7种药剂对草莓白粉病的防效测定[J].中国植保导刊,2013,33(6):53-55.
- [7] 孙凤清,李娟起,齐俊生,等.苗期叶面喷施大丽花轮枝孢激活蛋白(VdAL)对黄瓜商品苗贮藏质量的影响[J].中国蔬菜,2016(3):48-52.
- [8] 林雪,张桂娟,陈虹,等.秋茬露地花椰菜病虫害全程绿色防控技术应用效果[J].中国植保导刊,2019,39(6):55-58.
- [9] 张桂娟,林雪,陈虹,等.生物刺激素在春季花椰菜上的应用研究[J].蔬菜,2020(5):26-31.
- [10] 马柏林,罗桂杰,刘博,等.喷施不同浓度大丽花轮枝孢锌离子结合蛋白(VdAL)对宿晓红葡萄果实品质的影响[J].北方农业学报,2020,48(4):110-115.
- [11] 国家质量监督检验检疫总局,中国国家标准化管理委员会.GB/T 17980.120-2004 农药田间药效试验准则(二)第120部分:杀菌剂防治草莓灰霉病[S].北京:中国标准出版社,2004.
- [12] 雷勇刚,杨栋,刘敏,等.氨基寡糖素的应用效果及使用技术[J].现代农业科技,2015(2):162-164.

## Study on Prevention and Control Effects of Plant Activator Protein on Strawberry Powdery Mildew

ZHAO Lei<sup>1</sup>, WANG Bu-yun<sup>1</sup>, ZHENG Shu-heng<sup>1</sup>, WEI Xiao-nan<sup>2</sup>, QIAO Yan<sup>1</sup>

(1. Beijing Plant Protection Station, Beijing 100029, China; 2. Beijing Bioway Biotechnology Limited Company, Beijing 100086, China)

**Abstract:** In order to prevent and control strawberry powdery mildew effectively, different concentrations of 1.5% *Dahlia Verticillium* activating protein WP (VdAL) were used to treat before and after the occurrence of strawberry powdery mildew, and the therapeutic and preventive effects of spraying VdAL with different concentrations before and after the occurrence of strawberry powdery mildew were discussed. The results showed that the control effect of 1.5% *Verticillium dahliae* activating protein WP was 53.09% at 7 days after the second treatment, and the control effect was 30.33% at 30 days after the third treatment, which could be sprayed regularly from the full bloom of strawberry. It could not only improve the disease resistance of strawberry, reduce the occurrence of powdery mildew, but also the amount of chemical pesticides, the use of chemical pesticides and protect the ecological environment.

**Keywords:** plant activating protein; strawberry; powdery mildew; control effect