

◆ 药效与应用 ◆

氨基寡糖素与4种化学杀菌剂复配对 大白菜霜霉病的田间防效

骆雪梅, 严 凯*

(六盘水师范学院生物科学与技术学院, 贵州六盘水 553004)

摘要:为了研制田间大白菜霜霉病防治药剂减施增效的混合药剂组合,通过5种商品杀菌剂单一和复配施药方法,研究不同药剂和药剂组合对大白菜霜霉病田间防效的影响。结果表明,40%苯甲·嘧菌酯悬浮剂和18%咪鲜·松脂铜水乳剂对田间大白菜霜霉病防效最佳,5%氨基寡糖素水剂单独使用对霜霉病防效较差。与单一商品农药处理相比,4种化学杀菌以50%的推荐剂量浓度与5%氨基寡糖素水剂混配适用对大白菜霜霉病病指防效高于4种化学杀菌剂的推荐浓度处理,其中5%氨基寡糖素水剂与50%推荐浓度的40%苯甲·嘧菌酯悬浮剂和18%咪鲜·松脂铜水乳剂混合处理在药后7 d的防效在93%以上,在14 d时的防效也高于85%,说明5%氨基寡糖素水剂与其他药剂复配施用对大白菜霜霉病有显著的减施增效作用,适用于田间大白菜霜霉病的防治。

关键词:大白菜;霜霉病;杀菌剂;氨基寡糖素;减施增效

中图分类号:S 436.34; TQ 455 文献标志码:A doi:10.3969/j.issn.1671-5284.2022.04.013

Control Effects of Oligosaccharins Compounded with Four Chemical Fungicides against *Peronospora parasitica* on Chinese Cabbage in the Field

LUO Xuemei, YAN Kai*

(School of Biological Sciences and Technology, Liupanshui Normal University, Guizhou Liupanshui 553004, China)

Abstract: In order to develop a mixed fungicides with reduced application and synergistic effects to control downy mildew pathogen (*Peronospora parasitica*) of Chinese cabbage (*Brassica rapa* spp. *Pekinensis*) in the field, the control effects of single fungicides and their combinations were explored. The results showed that 40% difenoconazole·azoxystrobin SC and 18% prochloraz·copper rosin EW performed best control effects on downy mildew of cabbage, while the control effect of 5% oligosaccharins AS was poor. Compared with the single commercial fungicide treatment, the control effect of four chemical fungicides of 50% recommended concentration mixed with oligosaccharins AS were significantly improved. Among them, the control effect of 5% oligosaccharins AS mixed with 40% difenoconazole·azoxystrobin SC and 18% prochloraz·copper rosin EW of 50% recommended concentration were more than 93% at 7 d and 85% at 14 d, indicating that the compound application of 5% oligosaccharins AS and other agents had a significant effect on reduced application and synergistic effects against downy mildew of Chinese cabbage, which was suitable for field control.

Key words: Chinese cabbage; downy mildew; fungicide; oligosaccharin; reduced application and synergistic effects

大白菜霜霉病由寄生霜霉病菌(*Peronospora parasitica*)侵染所致,是大白菜(*Brassica rapa* spp.

Pekinensis)种植过程中最普遍,危害最严重的病害之一,给大白菜生产造成严重影响^[1]。霜霉病在大白

收稿日期:2022-05-16

基金项目:2019年贵州省大学生创新创业训练计划项目(20195201508)

作者简介:骆雪梅(1996—),贵州遵义人,本科,研究方向为植物病理学。E-mail:2654220935@qq.com

通信作者:严凯(1984—),贵州六盘水人,硕士,农艺师,主要从事植物保护研究。E-mail:pxyankai@126.com

菜的整个生育期均有发生,主要危害叶片、茎秆、花序和果荚^[2]。幼苗期和成株期的植株叶片正面出现淡黄色斑点,之后病斑干枯并形成黄褐色坏死斑点,背面形成白色霜状物,病斑周围受叶脉限制形成整齐的多角形,后期病斑连成片使病叶局部或整叶枯死。开花期的老叶片、茎秆和果荚受害常形成肿大弯曲状^[3]。

化学防治霜霉病是最经济、最有效的措施之一^[4]。前人研究表明,烯肟菌酯、啉菌酯、安克·锰锌^[6]、氟吡菌胺^[7]、氯溴异氰尿酸、烯酰吗啉、多抗霉素、氰霜唑^[8]等单一或复配施药对大白菜霜霉病都具有较好的防治作用,但长期施用化学农药不仅会造成农残问题,还会导致病原菌抗药性增强,对人畜健康和生态环境具有较大的安全隐患^[9]。氨基寡糖素是由D-氨基葡萄糖以 β -1,4糖苷键连接的低聚糖类物质,

经自然界的几丁质降解或由微生物发酵提取而得的一种绿色、低毒杀菌剂;是一种新型植物免疫诱抗剂,可诱导激活植物的免疫系统并促进植物的生长^[10]。氨基寡糖素与其他杀菌剂复配还能增强药效,从而可减少化学杀菌剂的使用^[11]。

本试验通过氨基寡糖素与其他农药进行复配使用,探讨其复配使用对大白菜霜霉病产生的诱导抗性和联合增效作用,旨在筛选到可以有效防治大白菜霜霉病的“生物+化学”复配组合药剂,以期在提高化学农药防效的同时减少农药使用量,为大白菜霜霉病的绿色防控提供实践指导。

1 材料与方法

1.1 试验材料

供试药剂:供试的5种商品农药如表1所示。

表 1 供试商品农药信息

商品农药	剂型	产商	推荐使用浓度/(mg·L ⁻¹)
18%咪鲜·松脂铜	水乳剂(EW)	山东省青岛百禾生物技术有限公司	180
12.5%腈菌唑	水乳剂(EW)	山东省青岛瀚生生物科技技术有限公司	125
40%苯甲·啉菌酯	悬浮剂(SC)	山东省青岛瀚生生物科技技术有限公司	333.33
58%甲霜·锰锌	可湿性粉剂(WP)	山东省青岛瀚生生物科技技术有限公司	725
5%氨基寡糖素	水剂(AS)	海南正业中农高科股份有限公司	62.5

供试作物:供试大白菜品种为‘CR盛绿198’。

供试仪器:3WBD-20型电动喷雾器,台州碧蓝喷雾器有限公司。

1.2 试验方法

于2021年4月在六盘水市盘州市大山镇嘎啦河村开展,选择肥力均匀、栽培管理条件一致的地块进行。

1.2.1 单一药剂田间防治试验

试验采用随机区组设计,各小区面积为30 m²。试验药剂按商品农药推荐浓度使用,共设6个处理:18%咪鲜·松脂铜EW 180 mg/L、12.5%腈菌唑EW 125 mg/L、40%苯甲·啉菌酯SC 333.33 mg/L、58%甲霜·锰锌WP 725 mg/L、5%氨基寡糖素AS 62.5 mg/L,以清水作对照,各处理重复3次。施药期间24 h内未降雨,采用电动喷雾器进行均匀喷药,用水量为700 L/hm²。施药后按常规方式进行管理,并在施药后7和14 d调查各个小区大白菜霜霉病发病情况及病情指数。

1.2.2 氨基寡糖素与几种杀菌剂复配防治试验

试验采用随机区组设计,各小区面积为30 m²。利用5%氨基寡糖素AS推荐使用浓度62.5 mg/L和减半浓度31.25 mg/L与另外4种化学杀菌剂的推荐浓

度的50%进行混配,设置8个处理,并以喷施清水作为对照(表2)。施药期间24 h内未降雨,采用电动喷雾器进行均匀喷药,用水量为700 L/hm²。施药后按常规方式进行管理,并在施药后7和14 d调查各个小区大白菜霜霉病发病情况及病情指数。

表 2 几种药剂复配混合使用处理设置

处理	药剂组合	组合浓度/(mg·L ⁻¹)
处理A	5%氨基寡糖素水剂+18%咪鲜·松脂铜EW	62.50+90.00
处理B	5%氨基寡糖素水剂+12.5%腈菌唑EW	62.50+62.50
处理C	5%氨基寡糖素水剂+40%苯甲·啉菌酯SC	62.50+166.67
处理D	5%氨基寡糖素水剂+58%甲霜·锰锌WP	62.50+362.50
处理E	5%氨基寡糖素水剂+18%咪鲜·松脂铜EW	31.25+90.00
处理F	5%氨基寡糖素水剂+12.5%腈菌唑EW	31.25+62.50
处理G	5%氨基寡糖素水剂+40%苯甲·啉菌酯SC	31.25+166.67
处理H	5%氨基寡糖素水剂+58%甲霜·锰锌WP	31.25+362.50
对照	清水	

1.2.3 病害调查

各小区采用5点法开展田间病害。于施药后7和14 d从各小区采取50株大白菜进行调查,统计各处理的病株数及病害严重程度,根据病情分级标准,按式(1)、(2)计算相应的病情指数和病指防效。大

白菜霜霉病的病情分级标准为:0级:无病叶;1级:极少部分叶片有少量病斑;2级:部分叶片有少量病斑,但霜霉不明显;3级:部分叶片有多数病斑,未成片,霜霉明显;4级:叶片有多数病斑,少数叶片(40%)病斑成片;5级:叶片有大量病斑,部分叶片连成片;6级:多数叶片(70%)有病斑,多数病斑成片;7级:多数(80%)叶片有病斑,病斑成片并枯黄;8级:多数叶片枯死;9级:多数叶片或整株枯死^[12]。

$$\text{病情指数}/\% = \frac{\sum (\text{各级病穗数} \times \text{相对级数值})}{\text{调查总穗数} \times 9} \times 100$$

(1)

$$\text{病指防效}/\% = \frac{\text{对照区病情指数} - \text{处理区病情指数}}{\text{对照区病情指数}} \times 100$$

(2)

1.2.4 数据处理

采用Excel 2016和DPS v7.5软件进行数据统计分析。

2 结果与分析

2.1 单一商品杀菌剂处理对大白菜霜霉病田间防效的影响

5种商品杀菌剂处理对大白菜霜霉病病指防铲在不同程度间存在差异(表3)。施药后7和14 d时,除

了5%氨基寡糖素AS,其他4种农药对大白菜霜霉病的病指防效均高于78%,其中在40%苯甲·嘧菌酯SC和18%咪鲜·松脂铜EW处理下病情指数最低,病指防效显著高于58%甲霜·锰锌WP处理。5%氨基寡糖素AS处理在施药后7和14 d时的防效仅达到60.56%和45.55%,显著低于其他处理。以上结果说明,40%苯甲·嘧菌酯SC和18%咪鲜·松脂铜EW防治大白菜霜霉病效果最好,而5%氨基寡糖素AS对已发生霜霉病的大白菜治疗效果不佳。

表 3 单一商品杀菌剂处理对大白菜霜霉病田间防效的影响

商品杀菌剂	浓度/(mg·L ⁻¹)	施药后7 d		施药后14 d	
		病情指数	病指防效/%	病情指数	病指防效/%
18%咪鲜·松脂铜EW	180	2.54±0.05	88.33±0.25 abAB	2.88±0.03	82.24±0.29 aAB
12.5%腈菌唑EW	125	2.86±0.17	86.87±0.52 bB	3.11±0.12	80.83±0.71 bB
40%苯甲·嘧菌酯SC	333.33	2.26±0.23	89.62±0.41 aA	2.81±0.08	82.68±0.43 aA
58%甲霜·锰锌WP	725	3.24±0.19	85.12±0.65 cC	3.33±0.10	78.47±0.62 cC
5%氨基寡糖素AS	62.5	8.59±0.11	60.56±0.49 dD	8.67±0.13	46.55±0.81 dD
清水对照		16.22±0.37		21.78±0.43	

注:不同大、小写字母分别表示 $P<0.01$ 和 $P<0.05$ 水平上的差异显著性,下同。

2.2 氨基寡糖素与4种化学杀菌剂复配对大白菜霜霉病田间防效的影响

与单一商品农药处理相比,5%氨基寡糖素AS与单一商品农药浓度减半后的混配组合对大白菜霜霉病表现出更优秀的病指防效(表4)。在药后7 d,5%氨基寡糖素AS 62.5 mg/L与减半浓度的40%苯甲·嘧菌酯SC和咪鲜·松脂铜EW复配混合施用防效最好,防效在93%以上;在14 d时,该2个组合病指防效也达到85%以上,显著高于其他处理($P<0.05$)。5%氨基寡糖素AS使用浓度减半后(31.25 mg/L)与4种化学杀菌剂混配处理防效显著低于推荐浓度(62.50 mg/L),5%氨基寡糖素AS在推荐浓度下可与其他药剂混配能提高对大白菜霜霉病的防效。

3 讨 论

寄生霜霉 (*Peronospora parasitica*) 是卵菌门

(Oomycota) 真菌中典型的专化性寄生菌,国内侵染十字花科的寄生霜霉分为芸薹专化型,萝卜专化型和芥菜专化型^[13]。同时,在寄生霜霉各专化型下还会进化出很多生理小种,给大白菜抗病品种培育和杀菌剂的研发推广带来挑战^[14]。卵菌门病原菌由单一位点控制抗药性突变,长期使用单一杀菌剂对病原菌选择压力大^[14]。研究表明,黄瓜霜霉病原菌已对甲霜灵、嘧菌酯、代森锰锌等常规杀菌剂产生了抗性^[15],因此在化学防治策略上必须做到交替、限制用药^[16]。杀菌剂混配使用也是解决卵菌抗药性突变的有效手段,混配型杀菌剂可实现多位点杀菌的目的,有效提高农药的有效性和减缓抗药性的产生。本研究中的混配型杀菌剂40%苯甲·嘧菌酯SC和18%咪鲜·松脂铜EW对田间大白菜霜霉病防效最好, 可以作为今后防治该病的首选药剂。

氨基寡糖素是一种绿色、低毒杀菌剂,可有效

激活植物的系统抗性并促进植物的生长^[10],还能提高植物几丁质酶的活性,破坏病原真菌细胞壁,抑制病原菌的生长和繁殖^[17]。本研究表明,在18%咪鲜·松脂铜EW、12.5%腈菌唑EW、40%苯甲·嘧菌酯SC和58%甲霜·锰锌WP等4种商品化学杀菌剂减半的推荐浓度药液中混配5%氨基寡糖素AS,病指防效都高于4种化学杀菌剂推荐浓度药液单一使用,说明氨基寡糖素与常规化学杀菌剂混合施用,不但能提高常规化学杀菌剂的药效,还能显著减少用量,达到减施增效的效果,这与前人在烟草花叶病^[11]、香蕉褐缘灰斑病^[18]、香蕉黑星病^[19]、芒果炭疽病^[20]、马铃薯晚疫病^[21]、苹果轮纹病^[22]、水稻稻瘟病^[23]、烟草叶枯病^[25]等的防效结果一致。本试验结果有助于为大白菜霜霉病的绿色防控提供实践指导。

表 4 氨基寡糖素与几种药剂复配对大白菜霜霉病田间防效的影响

药剂组合	组合浓度/ (mg·L ⁻¹)	施药后7 d		施药后14 d	
		病情指数	病指防效/%	病情指数	病指防效/%
5%氨基寡糖素AS+18%咪鲜·松脂铜EW	62.50+90.00	1.49±0.29	93.01±0.14 abAB	2.32±0.16	85.30±0.38 aAB
5%氨基寡糖素AS+ 12.5%腈菌唑EW	62.50+62.50	1.61±0.55	92.45±0.25 bAB	2.54±0.12	83.90±0.09 bBC
5%氨基寡糖素AS+40%苯甲·嘧菌酯SC	62.50+166.67	1.29±0.31	93.95±0.16 aA	2.26±0.17	85.68±0.46 aA
5%氨基寡糖素AS+58%甲霜·锰锌WP	62.50+362.50	1.65±0.38	92.26±0.19 bB	2.56±0.14	83.78±0.30 bBC
5%氨基寡糖素AS+ 18%咪鲜·松脂铜EW	31.25+90.00	2.09±0.12	90.20±0.53 cCD	2.64±0.06	83.27±0.33 bC
5%氨基寡糖素AS+12.5%腈菌唑EW	31.25+62.50	2.34±0.11	89.03±0.18 dCD	2.94±0.15	81.17±0.29 cD
5%氨基寡糖素AS+40%苯甲·嘧菌酯SC	31.25+166.67	2.04±0.14	90.44±0.34 cC	2.58±0.07	83.65±0.45 bC
5%氨基寡糖素AS+58%甲霜·锰锌WP	31.25+362.50	2.41±0.16	88.70±0.71 dD	3.05±0.09	80.67±0.50 cD
清水对照		15.78±0.46		21.33±0.49	

参考文献

[1] 韩凤英, 杨慧, 杨向黎, 等. 4种杀菌剂对白菜软腐病的田间防效[J]. 安徽农业科学, 2018, 46(20): 125-126.

[2] 段显德, 马海霞, 杨信东. 白菜霜霉病及软腐病空间分布型研究[J]. 吉林农业大学学报, 2010, 32(2): 130-135.

[3] 高婷婷. 大白菜抗霜霉病防御信号途径中相关基因的表达分析[D]. 扬州: 扬州大学, 2013.

[4] 姚健民, 傅淑云. 白菜霜霉病侵染规律的研究[J]. 沈阳农学院学报, 1985, 16(1): 17-24.

[5] 郭凤霞. 白菜霜霉病的发生与综合防治[J]. 农技服务, 2010, 27(11): 1421-1422.

[6] 周凤琴, 汪红. 烯酰菌酯对白菜霜霉病的防治效果[J]. 农药, 2006, 45(6): 422-423; 426.

[7] 郭延蕊, 梁晨, 李宝笃, 等. 氟吡菌胺对大白菜霜霉病的作用方式和持效期[J]. 农药, 2014, 53(5): 372-374.

[8] 韩磊, 杨超然, 樊荣, 等. 几种杀菌剂对白菜霜霉病的防治效果[J]. 农药, 2019, 58(12): 915-917.

[9] 燕惠民, 谭济才. 湖南省农业环境和农产品污染状况及其治理对策[J]. 湖南农业科学, 2004(6): 45-47.

[10] 马锦, 吴元华, 赵秀香. 壳寡糖的制备、分离分析方法及在农业上的应用[J]. 现代农药, 2007, 32(2): 1-5.

[11] 严凯, 宋宝安, 杨松, 等. 0.5%氨基寡糖素AS对烟草TMV的抑制及作用机制的初步研究[J]. 农药, 2007, 46(4): 280-282.

[12] 农业农村部农药检定所. GB/T 17980.115—2004 农药田间药效试验准则(二) 第115部分: 杀菌剂防治大白菜霜霉病[S]. 北京: 中国农业出版社, 2004.

[13] 李怀方. 园艺植物病理学[M]. 北京: 中国农业出版社, 2000: 17-24.

[14] 文锴. 不结球白菜霜霉菌生理小种的鉴定及*BcOPR3*基因表达分析[D]. 南京: 南京农业大学, 2017.

[15] CHOUDHARY C E, BURGOS G M L, MOORMAN G W, et al. *Pythium* and *Phytophthora* species in two Pennsylvania greenhouse irrigation water tanks[J]. Plant Disease, 2016, 100(5): 926-932.

[16] 马辉杰, 王文桥. 黄瓜霜霉病菌抗药性的发生及化学防治[J]. 河北农业科学, 2010, 14(8): 36-41; 55.

[17] SIEGRIST J, OROBER M, BUCHENAUER H. β -aminobutyric acid-mediated enhancement of resistance in tobacco to tobacco mosaic virus depends on the accumulation of salicylic acid[J]. Physiological and Molecular Plant Pathology, 2000, 56: 95-106.

[18] 漆艳香, 谢艺贤, 彭军, 等. 5%氨基寡糖素水剂与25%丙环唑乳油混配对香蕉褐缘灰斑病的防效研究[J]. 现代农业科技, 2020(19): 100-102; 105.

[19] 黄晓妹, 卢行尚. 5%氨基寡糖素对香蕉黑星病的抗病增产效果[J]. 广西植保, 2014, 27(2): 7-9.

[20] 庄礼珂. 氨基寡糖素与吡唑醚菌酯复配防治芒果炭疽病试验研究[J]. 现代农业科技, 2017(21): 109.

[21] 何玲, 黄烁, 穆龙. 10%氨基寡糖素·氟吡菌胺防治马铃薯晚疫病药效试验[J]. 农村科技, 2020(1): 26-28.

[22] 姜伟. 5%氨基寡糖素水剂与其他农药混配防控苹果斑点落叶病效果研究[J]. 现代农业科技, 2020(2): 87; 91.

[23] 高雪冬. 氨基寡糖素与吡唑醚菌酯混配对水稻抗病增产效果研究[J]. 现代化农业, 2022(3): 19-20.

[24] 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.

(责任编辑:高蕾)