

## 5 种生物杀虫剂对玉龙县马铃薯金针虫的防治效果

王勇<sup>1</sup>, 关学柱<sup>1</sup>, 王元中<sup>1</sup>, 杨正英<sup>1</sup>, 张磊<sup>2</sup>, 张廷金<sup>3\*</sup> (1. 玉龙县植保植检站, 云南玉龙 674100; 2. 昆明保腾生化技术有限公司, 云南昆明 650106; 3. 云南绿戎生物产业开发股份有限公司, 云南昆明 650000)

**摘要** [目的] 筛选出适宜玉龙县马铃薯金针虫防治的生物杀虫剂。[方法] 选取 5 种生物杀虫剂开展田间药效试验。[结果] 5 个生物杀虫剂处理出苗率均显著高于对照药剂 3% 辛硫磷颗粒剂和 CK 处理, 200 亿孢子/g 白僵菌微粒剂、16 000 IU/mg 苏云金杆菌可湿性粉剂 2 个处理出苗率最高, 分别达 98.74%、99.71%; 5 个生物杀虫剂处理保薯效果和对马铃薯金针虫的相对防效均显著高于对照药剂, 16 000 IU/mg 苏云金杆菌可湿性粉剂保薯效果和相对防效均最高, 分别为 30.07% 和 44.06%; 5 个生物杀虫剂处理小区均产均极显著高于 CK 处理, 显著高于对照药剂, 200 亿孢子/g 白僵菌微粒剂产量最高, 达 36 016.80 kg/hm<sup>2</sup>。[结论] 5 个生物杀虫剂中, 16 000 IU/mg 苏云金杆菌可湿性粉剂, 见效快且持效期长, 最适于马铃薯金针虫生物防治; 其次是 200 亿孢子/g 白僵菌微粒剂, 保薯效果 20% 以上, 相对防效 30% 以上; 再次是 2 亿孢子/g 金龟子绿僵菌颗粒剂、100 亿孢子/g 绿僵菌微粒剂, 保薯效果 12% 以上, 相对防效 30% 以上。

**关键词** 金针虫; 马铃薯; 生物杀虫剂; 防效; 玉龙县

**中图分类号** S482.3 **文献标识码** A

**文章编号** 0517-6611(2021)20-0170-03

**doi**: 10.3969/j.issn.0517-6611.2021.20.043

开放科学(资源服务)标识码(OSID):



### Control Effects of 5 Biological Insecticides on Potato *Pleonomus canaliculatus* in Yulong County

WANG Yong, GUAN Xue-zhu, WANG Yuan-zhong et al (Yulong County Plant Protection and Quarantine Station, Yulong, Yunnan 674100)

**Abstract** [Objective] To screen out suitable biological insecticides for the protection of potato from *Pleonomus canaliculatus* in Yulong County. [Method] A field efficacy trial was carried out with 5 biological insecticides. [Result] The emergence rate of the 5 biological insecticides treatments was significantly higher than the control agent 3% phoxim granules and control treatment, the emergence rate of 20 billion spores per gram *Beauveria bassiana* microparticles and 16 000 IU per milligrams *Bacillus thuringiensis* wettable powder were highest, 98.74% and 99.71% respectively. The preservation and the relative control effect on potato *Pleonomus canaliculatus* were better than control agent, the preservation and the relative control effects of the 16 000 IU per milligrams *Bacillus thuringiensis* wettable powder was highest, 30.07% and 44.06%, respectively. The yields of the 5 biological insecticides were all significantly higher than the control treatment and the control agent. The yield of 20 billion spores per gram *Beauveria bassiana* microparticles was the highest, 36 016.80 kg/hm<sup>2</sup>. [Conclusion] Among the 5 biological insecticides, the 16 000 IU per milligrams *Bacillus thuringiensis* wettable powder on the potato *Pleonomus canaliculatus* was quickly and had a long duration, and was most suitable for potato *Pleonomus canaliculatus* biological control. The second was 20 billion spores per gram *Beauveria bassiana* microparticles, the potato preservation effect was more than 20%, the relative control effect was more than 30%. The third were 200 million spores per gram *Metarhizium anisopliae* Granules, 10 billion spores per gram *Metarhizium anisopliae* microparticles, the potato preservation effect was higher than 12%, and the relative control effect was higher than 30%.

**Key words** *Pleonomus canaliculatus*; Potato; Biological insecticide; Control effect; Yulong County

马铃薯是我国四大粮食作物之一, 种植面积和产量均位居世界前列。玉龙县太安乡是丽江市马铃薯绿色高质高效创建示范区, 云南省重要的马铃薯种薯基地, 全县马铃薯种植面积约 5 333.33 hm<sup>2</sup>, 年产马铃薯 10 万 t 以上<sup>[1-3]</sup>。金针虫是危害马铃薯的主要害虫之一<sup>[4-8]</sup>, 金针虫危害不仅导致马铃薯正常生长受影响, 使产量下降, 还造成薯块损伤, 降低商品率和商品价值。近年来, 金针虫对玉龙县马铃薯危害呈越来越严重的趋势, 已成为玉龙县马铃薯产业绿色高质高效发展的关键性制约因素, 筛选适宜玉龙县防治马铃薯金针虫的生物杀虫剂势在必行。

苏云金芽孢杆菌(Bt)是目前世界上应用范围最广的杀虫微生物<sup>[9]</sup>; 绿僵菌是一类重要的生防真菌, 可寄生 200 多种昆虫<sup>[10-11]</sup>; 白僵菌是重要的昆虫病原真菌, 能寄生 700 余种昆虫和螨<sup>[12-13]</sup>。笔者选择最具潜力的真菌杀虫剂苏云金杆菌、绿僵菌、白僵菌等 5 种生物杀虫剂开展马铃薯金针虫

防治田间药效试验, 以期能够筛选出适宜玉龙县马铃薯金针虫防治的生物杀虫剂, 保障玉龙县马铃薯产业绿色高质高效发展。

### 1 材料与方法

**1.1 试验药剂** 0.5%阿维菌素颗粒剂(安徽华微农化股份有限公司), 2 亿孢子/g 金龟子绿僵菌颗粒剂(重庆聚立信生物工程有限公司), 100 亿孢子/g 绿僵菌微粒剂(云南农业大学植物保护学院、昆明保腾生化技术有限公司), 200 亿孢子/g 白僵菌微粒剂(云南农业大学植物保护学院、昆明保腾生化技术有限公司), 16 000 IU/mg 苏云金杆菌可湿性粉剂(武汉科诺生物科技股份有限公司), 对照药剂: 3% 辛硫磷颗粒剂(乐山新路化工有限公司)。

**1.2 试验地概况** 2020 年 3—8 月, 试验在丽江市玉龙县太安乡天红村委会松子园进行, 试验田为旱地, 土壤类型为黄壤土, 试验地地势平坦, 肥力中等, 前茬为马铃薯, 金针虫危害严重。

**1.3 试验设计** 试验共设 7 个处理, 包括 6 个药剂处理和 1 个空白对照处理, 每个处理 3 次重复, 各小区随机区组排列, 小区四周均设置保护行及试验调查走道。小区面积 20 m<sup>2</sup>

**作者简介** 王勇(1970—), 男, 云南丽江人, 高级农艺师, 从事植保工作; 关学柱(1979—), 女, 云南丽江人, 农艺师, 从事植保工作。王勇和关学柱为共同第一作者。\* 通信作者, 农艺师, 从事病虫害生物防控技术研发与推广应用。

**收稿日期** 2021-02-22

(2 m×10 m), 种植 2 垄 4 行 100 株。

**1.4 试验药剂施用方法** 按各药剂登记或推荐用量的上限, 折算出小区用量, 每个小区拌细土 2 kg, 均匀混合后施于塘内, 施药后, 试验区防病不防虫。各药剂施用量见表 1。

表 1 各药剂施用量  
Table 1 Dosage of each agent

处理 Treatment	药剂 Pesticide	用量 Dosage g/hm <sup>2</sup>	小区用量 Community consumption g
A	0.5%阿维菌素颗粒剂	60 000	120
B	2 亿孢子/g 金龟子绿僵菌颗粒剂	90 000	180
C	100 亿孢子/g 绿僵菌微粒剂	1 500	3
D	200 亿孢子/g 白僵菌微粒剂	3 000	6
E	16 000 IU/mg 苏云金杆菌可湿性粉剂	1 500	3
F	3%辛硫磷颗粒剂	75 000	150
CK	空白对照	—	—

**1.5 调查指标与方法** 出苗期调查各小区出苗数, 计算出苗率; 成熟期每个小区随机选取 3 个点, 每个点选取 10 株进行产量、薯块受害情况调查, 计算块茎受害率、虫情指数、小区产量和折合产量。马铃薯地下害虫危害分级标准:

0 级, 马铃薯块茎无地下害虫取食斑; 1 级, 马铃薯块茎表皮可见取食斑点, 但较浅; 3 级, 马铃薯块茎取食斑面积不超过 1 cm×2 cm, 或危害深度 ≤ 0.5 cm; 5 级, 马铃薯块茎取食

斑面积 > 1 cm×2 cm, 小于表面积 的 1/4, 或危害深度 > 0.5 cm, 虫道数 3~5 条; 7 级, 马铃薯块茎面积被取食 1/4~1/2, 或虫道 5 条以上, 但部分还有食用价值; 9 级, 马铃薯块茎面积被取食 1/2 以上, 或虫道 5 条以上, 没有食用价值。

虫情指数和相对防效按以下公式计算:

块茎受害率 = 小区块茎被害数 / 小区总块茎数 × 100%

保薯效果 = (对照区块茎受害率 - 处理区块茎受害率) / 对照区块茎受害率 × 100%

虫情指数 = [Σ(各级受害块茎数 × 该受害块茎级数)] / (总块茎数 × 最高受害级数) × 100

相对防效 = (对照区虫情指数 - 处理区虫情指数) / 对照区虫情指数 × 100%

**1.6 数据分析** 利用 Excel 2010 和 SPSS 19.0 进行试验数据统计和分析。

## 2 结果与分析

**2.1 各处理出苗率比较** 表 2 显示, 各处理出苗率差异极显著, A、B、C、D、E 5 个处理极显著高于 F 处理和 CK 处理。其中, D 处理和 E 处理出苗率分别为 98.74%、99.71%, 极显著高于 A、B、C 3 个处理; A、B、C 3 个处理出苗率分别为 95.33%、94.46%、95.12%, 差异不显著。各处理出苗率表现为 E 处理 > D 处理 > A 处理 > C 处理 > B 处理 > F 处理 > CK 处理。

表 2 各处理调查结果

Table 2 Investigation results of each treatment

处理 Treatment	出苗率 Emergence rate // %	块茎受害率 Tuber damage rate // %	保薯效果 Potato preservation effect // %	虫情指数 Pest index	相对防效 Relative control effect // %	小区产量 Plot yield kg	折合产量 Equivalent output kg/hm <sup>2</sup>	增产率 Yield increase rate // %
A	95.33 bB	72.24 bB	14.13	29.72 bB	20.60	68.25 cBC	34 126.65 cBC	16.99
B	94.46 bB	73.75 bB	12.34	26.06 cC	30.38	66.26 dCD	33 131.70 dCD	13.58
C	95.12 bB	72.54 bB	13.78	25.29 cC	32.43	68.12 cBC	34 061.70 cBC	16.76
D	98.74 aA	67.08 cC	20.27	25.94 cC	30.70	72.03 aA	36 016.80 aA	23.47
E	99.71 aA	58.83 dD	30.07	20.94 dD	44.06	70.19 bAB	35 096.70 bAB	20.31
F	90.62 cC	84.21 aA	-0.10	36.49 aA	2.51	64.25 eD	32 126.55 eD	10.13
CK	90.54 cC	84.13 aA	—	37.43 aA	—	58.34 fE	29 171.40 fE	—

注: 同列不同小写字母表示不同处理间差异显著 ( $P < 0.05$ ); 不同大写字母表示不同处理间差异极显著 ( $P < 0.01$ )

Note: Different lowercase letters in the same column indicated significant difference between different treatments ( $P < 0.05$ ); different capital letters indicated extremely significant difference between different treatments ( $P < 0.01$ )

**2.2 各处理块茎受害率及保薯效果比较** 表 2 显示, 各处理块茎受害率都较高, 在 58.83%~84.21%, 5 种生物药剂处理块茎受害率均极显著低于对照药剂 F 处理和 CK 处理, F 处理与 CK 间差异不显著。其中, E 处理块茎受害率最低, 为 58.83%, 极显著低于其余 6 个处理; D 处理块茎受害率为 67.08%, 极显著低于除 E 处理外的其余 5 个处理; A、B、C 3 个处理块茎受害率分别为 72.24%、73.75%、72.54%, 极显著低于 F、CK 2 个处理; F、CK 2 个处理块茎受害率分别为 84.21%、84.13%, 差异不显著。各处理保薯效果表现为 E 处理 (30.07%) > D 处理 (20.27%) > A 处理 (14.13%) > C 处理 (13.78%) > B 处理 (12.34%), F 处理没有保薯效果。

**2.3 各处理虫情指数及相对防效比较** 表 2 显示, 各处理虫情指数差异极显著, 5 个生物药剂处理虫情指数极显著低于

对照药剂 F 处理和 CK 处理, F 处理与 CK 间差异不显著。其中, E 处理虫情指数最低, 为 20.94, 极显著低于其余 6 个处理; B、C、D 3 个处理虫情指数分别为 26.06、25.29、25.94, 差异不显著, 显著低于 A、F、CK 3 个处理; A 处理虫情指数为 29.72, 显著低于 F、CK 2 个处理; F、CK 2 个处理虫情指数分别为 36.49、37.43, 差异不显著。各处理相对防效表现为 E 处理 (44.06%) > C 处理 (32.43%) > D 处理 (30.70%) > B 处理 (30.38%) > A 处理 (20.60%) > F 处理 (2.51%)。

**2.4 各处理产量比较** 表 2 显示, 各处理小区产量差异极显著, 6 个药剂处理小区产量极显著高于 CK 处理。其中, D 处理小区产量最高, 为 72.03 kg, 显著高于其余 6 个处理, 极显著高于除 E 处理外的 5 个处理; E 处理小区产量为 70.19 kg, 显著高于除 D 处理外的 5 个处理, 极显著高于 B、F、CK 3 个

处理; A、C 2 个处理小区产量分别为 68.25、68.12 kg, 差异不显著, 显著高于 B 处理, 极显著高于 F、CK 2 个处理; B 处理小区产量为 66.26 kg, 显著高于 F 处理, 极显著高于 CK 处理; F 处理小区产量 64.25 kg, 极显著高于 CK 处理。各处理折合产量及增产率表现为 D 处理(36 016.80 kg/hm<sup>2</sup>, 增产 23.47%)>E 处理(35 096.70 kg/hm<sup>2</sup>, 增产 20.31%)>A 处理(34 126.65 kg/hm<sup>2</sup>, 增产 16.99%)>C 处理(34 061.70 kg/hm<sup>2</sup>, 增产 16.76%)>B 处理(33 131.70 kg/hm<sup>2</sup>, 增产 13.58%)>F 处理(32 126.55 kg/hm<sup>2</sup>, 增产 10.13%)>CK 处理(2 9171.40 kg/hm<sup>2</sup>)。

### 3 结论与讨论

5 种生物杀虫剂出苗率均极显著高于 F 处理和 CK 处理, 说明施药后至出苗时, 5 种生物杀虫剂均对马铃薯金针虫有极显著的防效, 200 亿孢子/g 白僵菌微粒剂和 16 000 IU/mg 苏云金杆菌可湿性粉剂防效最佳, 极显著高于 0.5% 阿维菌素颗粒剂、2 亿孢子/g 金龟子绿僵菌颗粒剂、100 亿孢子/g 绿僵菌微粒剂。F 处理和 CK 处理出苗率差异不显著, 说明施药后至出苗时, 对照药剂 3% 辛硫磷颗粒剂对马铃薯金针虫无明显防效。

虽然 5 种生物杀虫剂块茎受害率均极显著低于 F 处理和 CK 处理, 保薯效果均极显著高于 F 处理和 CK 处理; 但块茎受害率均在 58% 以上, 保薯效果最高仅为 30.07%, 说明马铃薯成熟时, 5 种生物杀虫剂对金针虫的保薯效果均不理想。

5 种生物杀虫剂在施药后至出苗时对马铃薯金针虫均有良好的防效, 说明 5 种生物杀虫剂防治马铃薯金针虫见效都较快。E 处理对马铃薯金针虫的相对防效最高(44.06%), 说明马铃薯成熟时, 16 000 IU/mg 苏云金杆菌可湿性粉剂对马铃薯金针虫仍有较好的防效, 持效期最长; 其次是 B、C、D 3 个处理对马铃薯金针虫的相对防效均在 30% 以上, 显著高于 0.5% 阿维菌素颗粒剂(20.60%), 说明 2 亿孢子/g 金龟子绿僵菌颗粒剂、100 亿孢子/g 绿僵菌微粒剂、200 亿孢子/g 白僵菌微粒剂 3 个药剂防治马铃薯金针虫的持效期较长。

5 种生物杀虫剂小区均产均极显著高于 CK 处理, 显著高于 F 处理; 说明 5 种生物杀虫剂均有极显著的增产(保产)效果, 增产效果显著高于对照药剂 3% 辛硫磷颗粒剂。200 亿孢子/g 白僵菌微粒剂增产效果最好, 增产率 23.47%,

比对照药剂高 13.34 百分点; 其次是 16 000 IU/mg 苏云金杆菌可湿性粉剂, 增产率 20.31%, 比对照药剂高 10.18 百分点; 0.5% 阿维菌素颗粒剂增产率 16.99%, 比对照药剂高 6.86 百分点; 100 亿孢子/g 绿僵菌微粒剂增产率 16.76%, 比对照药剂高 6.63 百分点; 2 亿孢子/g 金龟子绿僵菌颗粒剂增产率 13.58%, 比对照药剂高 3.45 百分点。

综上所述, 该试验中, 防治马铃薯金针虫综合效果最好的是 16 000 IU/mg 苏云金杆菌可湿性粉剂, 见效快且持效期长, 最适合马铃薯金针虫生物防治; 其次是 200 亿孢子/g 白僵菌微粒剂, 保薯效果 20% 以上, 相对防效 30% 以上; 再次是 2 亿孢子/g 金龟子绿僵菌颗粒剂、100 亿孢子/g 绿僵菌微粒剂, 保薯效果 12% 以上, 相对防效 30% 以上。5 种生物杀虫剂在前期对马铃薯金针虫均有极显著的防效, 但马铃薯成熟时, 保薯效果最高仅为 30.07%, 相对防效除 16 000 IU/mg 苏云金杆菌可湿性粉剂超过 40% 外, 其余 4 个处理相对防效均不理想, 增加施药次数能否提高保薯效果和相对防效值得进一步研究。

### 参考文献

- [1] 潘毅斌, 周平. 丽江市古城区马铃薯生产现状与发展对策[J]. 河南农业, 2017(8): 18, 25.
- [2] 王勇, 王元中, 李玉英, 等. 玉龙县马铃薯绿色增产技术研究[J]. 云南农业科技, 2020(3): 11-12.
- [3] 谢秋兰, 马卫霞. 丽江市绿色高质高效创建及发展建议[J]. 云南农业, 2020(5): 24-25.
- [4] 徐进, 朱杰华, 杨艳丽, 等. 中国马铃薯病虫害发生情况与农药使用现状[J]. 中国农业科学, 2019, 52(16): 2800-2808.
- [5] 马中正, 任彬元, 赵中华, 等. 近年我国马铃薯四大产区病虫害发生及防控情况的比较分析[J]. 植物保护学报, 2020, 47(3): 463-470.
- [6] 韩冰, 王宏栋, 韩双, 等. 4 种药剂防治马铃薯地下害虫田间药效试验[J]. 河北农业科学, 2020, 24(4): 40-42, 66.
- [7] 张微微. 不同药剂对马铃薯主要病害及地下害虫的防治效果研究[D]. 哈尔滨: 东北农业大学, 2018.
- [8] 张华普, 张丽荣, 郭成瑾, 等. 马铃薯地下害虫研究现状[J]. 安徽农业科学, 2013, 41(2): 595-596, 651.
- [9] 闫贵欣. 对金龟甲科、叶甲科害虫高毒力苏云金芽胞杆菌杀虫基因及工程菌的研究[D]. 北京: 中国农业科学院, 2009.
- [10] 谢宁, 王中康, 张建伟, 等. 绿僵菌 CQMa128 乳粉剂对蚜蟥时间-剂量-死亡率模型分析[J]. 中国生物防治, 2010, 26(4): 436-441.
- [11] 刘思雨, 卢艳霞, 王新中, 等. 金龟子绿僵菌 MAE921 与 Bt 配伍对铜绿丽金龟幼虫侵染致病效应研究[J]. 云南农业大学学报(自然科学), 2017, 32(2): 226-232.
- [12] 蒲蛰龙, 李增智. 昆虫真菌学[M]. 合肥: 安徽科学技术出版社, 1996.
- [13] 徐四琼, 孙倩, 曾德亮. 白僵菌研究与应用的现状及展望[J]. 安徽农学通报, 2005, 11(S1): 71-72.
- [14] 玉米纹枯病的影响[J]. 玉米科学, 2018, 26(6): 160-164, 169.
- [15] 陈立涛, 李秀芹, 曹烁, 等. 播种行旋耕播种对玉米二点委夜蛾的控制效果[J]. 河北农业科学, 2016, 20(5): 18-20.
- [16] 李丽莉, 赵楠, 石洁, 等. 秸秆还田与药剂处理对夏玉米二点委夜蛾发生数量的影响[J]. 山东农业科学, 2012, 44(9): 95-97.
- [17] 胡诚, 陈云峰, 乔艳, 等. 秸秆还田配施腐熟剂对低产黄泥田的改良作用[J]. 植物营养与肥料学报, 2016, 22(1): 59-66.
- [18] 蒋亚琴, 司学刚, 张运栋, 等. 3 种秸秆腐熟剂的应用研究[J]. 安徽农业科学, 2019, 47(16): 90-92.
- [19] 隋凯强, 付丽亚, 韩伟, 等. 不同耕作深度下调控水肥对玉米生长状况的影响[J]. 华北农学报, 2018, 33(6): 212-218.
- [20] 冷麟良. 秸秆喷施快速腐熟剂后还田对玉米生长及产量的影响[D]. 长春: 吉林农业大学, 2012.
- [21] TIAN Y Q, WANG Q, ZHANG W H, et al. Reducing environmental risk of excessively fertilized soils and improving cucumber growth by Caragana microphylla-straw compost application in long-term continuous cropping systems[J]. Science of the total environment, 2016, 544: 251-261.
- [22] ZHANG P, CHEN X, WEI T, et al. Effects of straw incorporation on the soil nutrient contents, enzyme activities, and crop yield in a semiarid region of China[J]. Soil and tillage research, 2016, 160: 65-72.
- [23] 邹文秀, 陆欣春, 韩晓增, 等. 耕作深度及秸秆还田对农田黑土土壤供水能力及作物产量的影响[J]. 土壤与作物, 2016, 5(3): 141-149.
- [24] 罗冰, 罗川霞, 刘赤萍. 秸秆还田对水稻病虫害及产量影响分析[J]. 种子科技, 2019, 37(14): 17-18.
- [25] 王汉朋, 景殿玺, 周如军, 等. 玉米秸秆还田量对土壤性质、秸秆腐解及

(上接第 169 页)