

5 种生物杀虫剂对云南玉龙县马铃薯蛭螬的防治效果

王 勇¹, 关学柱¹, 王元中¹, 杨正英¹, 李秀军², 闫春丽³, 张廷金^{3*}

(1. 玉龙县植保植检站 药械科, 云南 玉龙 674100; 2. 昆明保腾生化技术有限公司 总经办, 云南 昆明 650106;
3. 云南绿戎生物产业开发股份有限公司 农业技术中心, 云南 昆明 650000)

摘要: 为筛选出适宜云南省玉龙县马铃薯蛭螬防治的生物杀虫剂, 选取 5 种生物杀虫剂, 并以化学农药 3% 辛硫磷颗粒剂为对照药剂, 开展马铃薯蛭螬防治随机区组试验. 结果表明, A、D、E、F 处理的出苗率分别为 84.19%、80.25%、80.53%、80.19%, 极显著高于 CK; E 处理块茎受害率为 11.94%、虫情指数为 2.68、保薯效果为 64.72%、相对防效为 73.60%, B 处理保薯效果为 41.64%, C 处理相对防效为 52.22%. 说明 16 000 IU/mg 苏云金杆菌可湿性粉剂可替代化学农药防治蛭螬, 2 亿孢子/g 金龟子绿僵菌颗粒剂和 100 亿孢子/g 金龟子绿僵菌微粒剂可用于长期控制蛭螬种群数量.

关键词: 玉龙县; 蛭螬; 马铃薯; 生物杀虫剂; 防效

中图分类号: S435.651 **文献标识码:** A **文章编号:** 1674-5639 (2021) 06-0093-05

DOI: 10.14091/j.cnki.kmxyxb.2021.06.015

Control Effects of 5 Biological Insecticides on Potato Grubs in Yulong County of Yunnan Province

WANG Yong¹, GUAN Xuezhu¹, WANG Yuanzhong¹, YANG Zhengying¹, LI Xiujun², YAN Chunli³, ZHANG Tingjin^{3*}

(1. Pesticide and Machinery Department, Yulong County Plant Protection and Quarantine Station, Yulong, Yunnan, China 674100; 2. Manager Office, Kunming Baoteng Biochemical Technology Co., Ltd., Kunming, Yunnan, China 650106; 3. Agricultural Technology Center, Yunnan Lurong Biological Industrial Development Co., Ltd., Kunming, Yunnan, China 650000)

Abstract: In order to select the suitable biological insecticide on potato grubs in Yulong County of Yunnan province, 5 biological insecticides were selected with the chemical pesticide 3% Phoxim Granules as control agent to carry out randomized block trials for the prevention and treatment of potato grubs. The result showed that the seedling emergence rates of treatments A, D, E, and F were 84.19%, 80.25%, 80.53%, and 80.19%, respectively, which were significantly higher than CK. The tuber damage rate of treatment E was 11.94%, the insect status index was 2.68, the potato preservation effect was 64.72%, and the control effect to potato grubs was 73.60%. The potato preservation effect of treatment B was 41.64%, and the relative control effect of treatment C was 52.22%. This reported that 16 000 IU (per milligrams) *Bacillus thuringiensis* Wettable Powder can replace chemical pesticides to control grubs. 2 hundred million spores (per gram) *Metarhizium anisopliae* granules and 10 billion spores (per gram) *Metarhizium anisopliae* granules are suitable for long-term population control of grubs.

Key words: Yulong County; Grub; Potato; biological insecticide; control effect

马铃薯 (*Solanum tuberosum* L.) 是我国四大粮食作物之一, 其种植面积和产量都位居世界前列^[1]. 玉龙纳西族自治县 (以下简称玉龙县) 太安乡是云南省丽江市马铃薯绿色高质高效创建示范区, 同时也是云南省重要的马铃薯种植基地之一,

该县马铃薯种植面积为 5 300 hm², 年产马铃薯 10 万 t 以上^[1-3]. 而蛭螬 (*Anomala corpulenta*) 是危害我国马铃薯的主要害虫之一^[4-6], 其不仅导致马铃薯正常生长受影响, 产量下降, 还造成薯块损伤, 降低商品率和商品价值. 近年来, 蛭螬对玉龙

收稿日期: 2021-04-25

作者简介: 王勇 (1970—), 男, 云南丽江人, 高级农艺师, 主要从事植保研究.

* 通信作者: 张廷金 (1987—), 男, 云南昭通人, 农艺师, 主要从事病虫害生物防控技术与推广应用研究, E-mail: 15288441497@126.com.

县马铃薯的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，因此筛选出适宜玉龙县防治马铃薯蛱蛄的生物杀虫剂势在必行。

阿维菌素^[7]和辛硫磷^[8]是玉龙县马铃薯蛱蛄防治的常用药剂，但其对马铃薯蛱蛄的防效不太理想。而苏云金芽孢杆菌（*Bacillus thuringiensis*）是目前世界上应用范围最广的一种微生物杀虫剂^[9]；绿僵菌（*Metarhizium*）是一类重要的生防真菌，可寄生 200 多种昆虫^[10-11]，其中金龟子绿僵菌（*Metarhizium anisopliae*）在害虫生物防治中具有重要价值，其已有 10 多个产品登记于农药数据库^[12]；球孢白僵菌（*Beauveria bassiana*）是重要的昆虫病原真菌，能寄生 700 余种昆虫和螨^[13-14]。因此，本试验选择具有一定潜力的真菌杀虫剂苏云金杆菌、金龟子绿僵菌（颗粒剂和微粒剂）、球孢白僵菌、阿维菌素等 5 种生物杀虫剂开展马铃薯蛱蛄防治田间药效试验，以期筛选出适宜玉龙县马铃薯蛱蛄防治的生物杀虫剂，从而保障该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

试验药剂包括：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 金龟子绿僵菌微粒剂（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 球孢白僵菌微粒剂（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）；对照药剂为 3% 辛硫磷颗粒剂（化学农药，乐山新路化工有限公司）。

1.2 试验设计

试验共设 7 个处理，即 6 个药剂处理和 1 个空白对照，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。小区面积为 20 m²（2 m×10 m），种植 2 垄 4 行 100 株。

1.3 试验地点

2020 年 3 月—8 月，试验在云南省丽江市玉龙县太安乡太安村进行，试验田为旱地，土壤类型为黄壤，试验地地势平坦、肥力中等，前茬为马铃薯，有蛱蛄危害史。

1.4 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，并参照湛金吾等^[15]的方法进行施药。每个小区拌细土 2 kg，播种时均匀混合后施于塘内，各药剂施用量见表 1。

表 1 各药剂施用量

处理	药剂名称	推荐用量/(kg·hm ⁻²)	小区用量/g
A	0.5% 阿维菌素颗粒剂	60.0	120
B	2 亿孢子/g 金龟子绿僵菌颗粒剂	90.0	180
C	100 亿孢子/g 金龟子绿僵菌微粒剂	1.5	3
D	200 亿孢子/g 球孢白僵菌微粒剂	3.0	6
E	16 000 IU/mg 苏云金杆菌可湿性粉剂	1.5	3
F	3% 辛硫磷颗粒剂	75.0	150
CK	空白对照	—	—

1.5 调查指标

出苗期调查各小区出苗数，并计算出苗率。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，同时计算块茎受害率、虫情指数、小区产量和折合产量。马铃薯蛱蛄危害程度按以下分级标准进行记录：马铃薯块茎无地下害虫取食斑记为 0 级；马铃薯块茎表皮偶见取食斑

点，但较浅记为 1 级；马铃薯块茎取食斑面积小于 1 cm×2 cm，或危害深度不超过 0.5 cm 记为 3 级；马铃薯块茎取食斑面积大于 1 cm×2 cm，小于表面积 1/4，或危害深度大于 0.5 cm，虫道数 3~5 条记为 5 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记为 7 级；马铃薯块茎面积被取食 1/2 以上，或虫道 5 条以上，无食

用价值记为9级。

虫情指数和相对防效等计算公式如下:

块茎受害率 = (小区块茎被害数/小区总块茎数) × 100% ;

保薯效果 = [(空白对照块茎受害率 - 药剂处理块茎受害率)/空白对照块茎受害率] × 100% ;

虫情指数 = [Σ(每级受害块茎数 × 相应受害级数)/(总块茎数 × 9)] × 100;

相对防效 = (空白对照虫情指数 - 药剂处理虫情指数)/空白对照虫情指数] × 100% .

1.6 数据处理

使用 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 试验结果

各处理的出苗率、块茎受害率、虫情指数、产量等指标调查结果见表 2.

表 2 各指标调查结果								
处理	出苗率 /%	块茎受害 率/%	保薯效果 /%	虫情指数	相对防效 /%	小区产量 /kg	折合产量/ (t · hm ⁻²)	增产率 /%
A	84.19 aA	28.79 bB	14.92	9.39 aA	7.49	75.06 cC	37.53 cC	1.36
B	77.45 cBC	19.75 cC	41.64	7.41 bB	27.00	81.40 abA	40.70 abA	9.93
C	75.52 cC	21.42 cC	36.70	4.85 cC	52.22	81.82 abA	40.91 abA	10.49
D	80.25 bB	25.92 bBC	23.40	9.16 aA	9.75	83.43 aA	41.72 aA	12.67
E	80.53 bB	11.94 dD	64.72	2.68 dD	73.60	79.45 bAB	39.73 bAB	7.29
F	80.19 bB	26.86 bBC	20.63	9.25 aA	8.87	76.16 cBC	38.08 cBC	2.85
CK	75.23 cC	33.84 aA	—	10.15 aA	—	74.05 cC	37.03 cC	—

注：表中同列不同小写字母表示差异有统计学意义（*p* < 0.05），不同大写字母表示差异有统计学意义（*p* < 0.01）。

2.2 出苗率比较

从表2可看出，A、D、E、F这4个处理的出苗率极显著高于CK。其中：A处理出苗率最高，为84.19%，极显著高于其余6个处理；D、E、F这3个处理出苗率分别为80.25%、80.53%和80.19%，显著高于C处理；B、C、CK这3个处理出苗率分别为77.45%、75.52%和75.23%，差异无统计学意义。

2.3 块茎受害率及保薯效果比较

表2调查结果显示，各处理的块茎受害率在11.94%~33.84%之间，6个药剂处理的块茎受害率均极显著低于CK。其中：E处理块茎受害率最低，为11.94%，极显著低于其余6个处理；B处理次之，块茎受害率为19.75%，极显著低于A、D、F、CK这4个处理；B和C两个处理的块茎受害率极显著低于A和CK两个处理，显著低于D和F两个处理；A、D和F这3个处理块茎受害率分别为28.79%、25.92%和26.86%，差异无统计学意义。而各处理保薯效果从高到低的顺序依次为：保薯效果(E处理) > 保薯效果(B处理) > 保薯效果(C处理) > 保薯效果(D处理) > 保薯效果(F处理) > 保薯效果(A处理)。

2.4 虫情指数及相对防效比较

由表2可知，B、C、E这3个处理的虫情指数极显著低于CK。其中：E处理虫情指数最低，为2.68，极显著低于其余6个处理；C处理虫情指数为4.85，极显著低于除E处理外的其余5个处理；B处理虫情指数为7.41，极显著低于A、D、F、CK这4个处理；A、D、F、CK这4个处理虫情指数分别为9.39、9.16、9.25、10.15，差异无统计学意义。此外，从表2还可看出，各处理相对防效从高到低依次为：相对防效(E处理) > 相对防效(C处理) > 相对防效(B处理) > 相对防效(D处理) > 相对防效(F处理) > 相对防效(A处理)。

2.5 产量比较

表2调查结果显示，B、C、D、E这4个处理的小区产量极显著高于CK。其中：D处理小区产量最高，为83.43 kg，显著高于除B和C两个处理外的其余4个处理；B、C和E这3个处理小区产量分别为81.40、81.82、79.45 kg，差异无统计学意义，B和C处理的小区产量极显著高于A、F和CK这3

个处理, E 处理的小区产量显著高于 A、F 和 CK 这 3 个处理; A、F、CK 这 3 个处理小区产量分别为 75.06, 76.16, 74.05 kg, 差异无统计学意义. 此外, 由表 2 可知, 各处理每公顷产量及增产率从高到低依次为: 产量及增产率(D 处理) > 产量及增产率(C 处理) > 产量及增产率(B 处理) > 产量及增产率(E 处理) > 产量及增产率(F 处理) > 产量及增产

率(A 处理).

2.6 不同药剂的成本分析

由表 3 可以看出, 各药剂成本从低到高顺序依次为: 药剂成本(处理 E) < 药剂成本(处理 F) < 药剂成本(处理 C) < 药剂成本(处理 D) < 药剂成本(处理 B) < 药剂成本(处理 A). E 处理的药剂成本最低, A 处理的最高.

表 3 药剂成本

处理	药剂名称	推荐用量/(kg·hm ⁻²)	单价/(元·kg ⁻¹)	成本/(元·hm ⁻²)
A	0.5% 阿维菌素颗粒剂	60.0	20	1 200
B	2 亿孢子/g 金龟子绿僵菌颗粒剂	90.0	13	1 170
C	100 亿孢子/g 金龟子绿僵菌微粒剂	1.5	450	675
D	200 亿孢子/g 球孢白僵菌微粒剂	3.0	250	750
E	16 000 IU/mg 苏云金杆菌可湿性粉剂	1.5	350	525
F	3% 辛硫磷颗粒剂	75.0	8	600

3 结论与讨论

综上所述, A 处理的出苗率最高, 极显著高于 F 处理, 说明施药后至出苗时, 0.5% 阿维菌素颗粒剂对马铃薯蛱螬的防治效果最好, 显著优于对照药剂 3% 辛硫磷颗粒剂 (化学农药). D 和 E 这两个处理出苗率与 F 处理间差异无统计学意义, 说明施药后至出苗时, 200 亿孢子/g 球孢白僵菌微粒剂、16 000 IU/mg 苏云金杆菌可湿性粉剂与对照药剂 3% 辛硫磷颗粒剂对马铃薯蛱螬的防治效果相当. B 处理出苗率显著低于 F 处理, 说明施药后至出苗时, 2 亿孢子/g 金龟子绿僵菌颗粒剂对马铃薯蛱螬的防治效果显著低于对照药剂 3% 辛硫磷颗粒剂. C 处理出苗率显著低于 F 处理, 且与 CK 处理间差异无统计学意义, 说明施药后至出苗时, 100 亿孢子/g 金龟子绿僵菌微粒剂防治马铃薯蛱螬的效果不佳.

A 处理块茎受害率在 6 个药剂处理中最高, F 处理和 D 处理次之. 而 A、D 和 F 这 3 个处理保薯效果不佳, 分别为 14.92%、23.40% 和 20.63%, 说明到马铃薯成熟时, 0.5% 阿维菌素颗粒剂、200 亿孢子/g 球孢白僵菌微粒剂、3% 辛硫磷颗粒剂对马铃薯蛱螬的防治效果均已不太理想. E 处理块茎受害率最低, 保薯效果最好, 说明到马铃薯成熟时, 16 000 IU/mg 苏云金杆菌可湿性粉剂仍然对马铃薯蛱螬有良好的防治效果. B 和 C 两个处理块

茎受害率显著低于 F 处理, 保薯效果分别为 41.64% 和 36.70%, 说明马铃薯成熟时, 2 亿孢子/g 金龟子绿僵菌颗粒剂和 100 亿孢子/g 金龟子绿僵菌微粒剂对马铃薯蛱螬发挥了较好的防治效果, 防效优于对照药剂 3% 辛硫磷颗粒剂.

A 处理在施药后至出苗时对马铃薯蛱螬有良好的防效, 说明 0.5% 阿维菌素颗粒剂防治马铃薯蛱螬见效快; 而到马铃薯成熟时, A 处理在 6 个药剂处理中块茎受害率最高、保薯效果和相对防效最差, 说明该处理防治马铃薯蛱螬的持效期较短. D 和 F 两个处理在施药后至出苗时对马铃薯蛱螬有较好的防效, 说明 200 亿孢子/g 球孢白僵菌微粒剂和 3% 辛硫磷颗粒剂前期防治马铃薯蛱螬效果较好; 而到马铃薯成熟时, 这两个处理块茎受害率与 A 处理间差异无统计学意义, 其保薯效果、相对防效较差, 表明这两个处理防治马铃薯蛱螬的持效期相对较短. E 处理在施药后至出苗时对马铃薯蛱螬有良好的防效, 块茎受害率最低, 保薯效果、相对防效最好, 说明 16 000 IU/mg 苏云金杆菌可湿性粉剂防治马铃薯蛱螬见效快且持效期长, 本研究的结论与李杨等^[16]的研究结果一致. B 和 C 两个处理出苗率与 CK 处理间差异无统计学意义, 说明 2 亿孢子/g 金龟子绿僵菌颗粒剂和 100 亿孢子/g 金龟子绿僵菌微粒剂前期防治马铃薯蛱螬效果较差. 而马铃薯成熟时, 其块茎受害率和虫情指数均

显著低于 F 和 CK 处理, 表明这两个处理防治马铃薯蛭螬见效较慢, 但持效期较长。

此外, 苏云金杆菌芽孢形成的同时会产生具有杀虫活性的杀虫晶体蛋白 (δ -内毒素), 能够较快将昆虫杀死^[17]。随着芽孢的不断产生, 杀虫晶体蛋白也不断产生, 因此该药剂对马铃薯蛭螬具有良好防治效果, 且持效期长。金龟子绿僵菌对昆虫的侵染过程包含 4 个阶段, 致死时间长, 杀虫效率较低^[18], 而当其侵染昆虫后, 能够在昆虫体内持续繁殖, 并在昆虫间持续传播, 因此该药剂具有持续作用时间长的特点。

在本试验中, 防治马铃薯蛭螬综合效果最好的是 16 000 IU/mg 苏云金杆菌可湿性粉剂, 其防效见效快且持效期长, 最适合马铃薯蛭螬防治。0.5% 阿维菌素颗粒剂、200 亿孢子/克球孢白僵菌微粒剂、3% 辛硫磷颗粒剂防治马铃薯蛭螬虽见效较快, 但持效期较短, 适合马铃薯蛭螬短期防治, 长期防治需要增加施药次数。2 亿孢子/g 金龟子绿僵菌颗粒剂和 100 亿孢子/g 金龟子绿僵菌微粒剂防治马铃薯蛭螬见效较慢, 但持效期较长, 可作为长效、持久控制马铃薯蛭螬种群数量的生物药剂。

【参考文献】

- [1] 潘毅钺, 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 (3): 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] 李叶, 孙艳芳, 李鸿雁, 等. 种植模式对蛭螬种群发生的影响与药剂防治试验 [J]. 中国植保导刊, 2020, 40 (3): 47–51.
- [7] 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.
- [8] 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.
- [9] 闫贵欣. 对金龟甲科、叶甲科害虫高毒力苏云金芽孢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 乳粉剂对蛭螬时间-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] 中国农药信息网. 农药登记数据 [EB/OL]. (2020–04–20) [2021–03–01]. <http://www.chinapesticide.org.cn/hysj/index.jhtml>.
- [13] 蒲蛰龙, 李增智. 昆虫真菌学 [M]. 合肥: 安徽科学技术出版社, 1996.
- [14] 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 (7): 71–72.
- [15] 湛金吾, 王正文, 黄胜先, 等. 白僵菌对蓝莓蛭螬不同毒杀方法效果分析 [J]. 耕作与栽培, 2017 (1): 1–3.
- [16] 李杨, 次仁央拉, 雷雪萍, 等. 不同杀虫剂对蛭螬的毒力及控制效果研究 [J]. 西藏科技, 2020, 324 (3): 8–9.
- [17] 李怡萍, 梁革梅, 仵均祥, 等. 苏云金芽孢杆菌杀虫机理及害虫对其抗性机制的研究进展 [J]. 西北农林科技大学学报 (自然科学版), 2010, 38 (9): 118–128.
- [18] 刘颖, 殷从松. 金龟子绿僵菌致病的分子机理研究进展 [J]. 贵州农业科学, 2010, 38 (10): 96–100.

