

中图分类号: S532; S482.2 文献标识码: B 文章编号: 1672-3635(2014)02-0094-06

10种药剂处理对马铃薯晚疫病的防治效果分析

王云龙¹, 闵凡祥^{2*}, 高云飞², 吕典秋², 杨 帅²

(1. 黑龙江省经济作物技术指导站, 黑龙江 哈尔滨 150090; 2. 黑龙江省农业科学院脱毒苗木研究所, 黑龙江 哈尔滨 150086)

摘要: 试验在田间测定了甲霜灵、甲霜灵+代森锰锌、代森锰锌、霜脲氰+代森锰锌、双炔酰菌胺、恶唑菌酮+霜脲氰、氟啶胺、氟霜唑、霜霉威+氟吡菌胺和中药中提取的苦参碱10种杀菌剂处理对马铃薯晚疫病的防治效果。结果表明: 除甲霜灵以外其它9种杀菌剂处理对马铃薯晚疫病均具有显著的防治效果, 防治效果最好的是双炔酰菌胺、氟霜唑和霜霉威+氟吡菌胺, 其次为氟啶胺、恶唑菌酮+霜脲氰、苦参碱、霜脲氰+代森锰锌、代森锰锌、甲霜灵+代森锰锌。除甲霜灵和苦参碱以外其它处理与对照比较, 增产11.11%~45.66%。晚疫病烂薯率为2.94%~12.33%。根据病害发展曲线, 病害发展前期使用10种药剂处理, 均可达到显著防治效果。病害发展后期, 建议选择双炔酰菌胺、氟霜唑和霜霉威+氟吡菌胺进行防治。

关键词: 马铃薯; 晚疫病; 杀菌剂; 防治效果

Control Efficiency Analysis of Ten Fungicide Treatments on Potato Late Blight

WANG Yunlong¹, MIN Fanxiang^{2*}, GAO Yunfei², LU Dianqiu², YANG Shuai²

(1. Heilongjiang Economic Crop Technical Guidance Station, Harbin, Heilongjiang 150090, China; 2. Virus-free Seedling Research Institute, Heilongjiang Academy of Agricultural Sciences, Harbin, Heilongjiang 150086, China)

Abstract: Control efficiency of ten fungicide treatments on potato late blight was determined in field experiment. The results showed that there were significant effects on control of potato late blight except Metalaxyl. The best fungicide treatments were Mandipropamid, Cyazofamid and Propamocarb-HCl + fluopicolide, then followed by Fluazinam, Famoxadone + cymoxanil, Matrine, Cymoxanil + mancozeb, Mancozeb, and Metalaxyl + mancozeb. Yields were increased from 11.11% to 45.66% as compared with the control. Tuber rotting percentage ranged from 2.94% to 12.33%. According to the disease progress curve, all of the ten fungicide treatments used in the early stage of disease development could achieve a significant control effect, and in the late stage, however, Mandipropamid, Cyazofamid and Propamocarb-HCl + fluopicolide were strongly recommended.

Key Words: potato; late blight; fungicide; control efficiency

由致病疫霉 [*Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary] 引起的马铃薯晚疫病是目前危害马铃薯生产最严重的病害^[1], 其具有很高的流行性, 防治比较困难, 每年在全世界因马铃薯晚疫病损失约170亿美元, 我国损失约10亿美元^[2]。目前, 马铃薯晚疫

病防治仍然以化学药剂为主, 每年全球因晚疫病药剂花费高达30亿~50亿美元^[3, 4]。由于生产中防治马铃薯晚疫病药剂品种繁多, 成分各不相同, 作用方式各有优势, 一旦选药不正确很难有效控制马铃薯晚疫病, 并且盲目过度施药既增加生产

收稿日期: 2013-12-27

基金项目: 科技部国际科技合作计划项目(2010GR0002); 科技部国际科技合作计划项目(2010DFA32810); 哈尔滨市科技攻关计划项目(2010AA6CN071)。

作者简介: 王云龙(1977-), 男, 高级农艺师, 主要从事马铃薯病害与栽培技术研究。

*通信作者(Corresponding author): 闵凡祥, 硕士, 副研究员, 主要从事马铃薯真菌病害研究, E-mail: minfanxiang@126.com。

成本, 又可使病原菌产生抗药性^[5], 对环境造成较大危害。因此, 明确现有常规药剂田间防治效果就显得尤为重要。本试验根据病害发展情况, 调查了不同时期药剂防治效果、收获后产量和烂薯率, 采用病害发展曲线下面积(The area under the disease progress curve, AUDPC)值进行统计分析, 明确试验药剂防治效果, 通过病害发展曲线, 确定各个时期选择何种药剂, 为马铃薯晚疫病防治提供准确数据和技术支持。

1 材料与方法

1.1 供试材料

试验品种: 田间试验采用感病品种‘费乌瑞它’(Favorita)。

试验药剂处理: 甲霜灵、甲霜灵+代森锰锌、代森锰锌、霜脲氰+代森锰锌、双炔酰菌胺、恶唑

菌酮+霜脲氰、氟啶胺、氰霜唑、霜霉威+氟吡菌胺和本实验室提取的苦参碱(表1)。

1.2 试验方法

1.2.1 试验设计

2011年, 田间试验地点设于哈尔滨市呼兰区庆平村, 该地区每年均有晚疫病发生, 播种时间为4月20日, 株距为25 cm, 行距为68 cm。试验设置11个处理, 其中包括1个对照(喷施清水), (表1), 每个处理4次重复, 随机区组排列, 每个小区面积20 m², 四周设保护行。

根据比利时的晚疫病测报系统^[6]进行喷药, 采用背负式手动喷雾器进行茎叶均匀喷雾, 直至轻微滴水, 药剂使用量见表1。

1.2.2 病害调查方法及分级标准

每次喷施药剂前, 进行调查, 日期分别为7月18日, 7月25日, 7月29日, 8月2日, 8月6日, 8

表 1 供试药剂名称、有效成分、作用机制及使用量
Table 1 Fungicide name, active ingredient , mechanism of action and dosage

处理 Treatment	有效成分 Active ingredient	剂型 Dosage form	持效期(d) Persistence	用量(kg, L/hm ²) Dosage	价格(Yuan/ hm ²) Price
A	25%甲霜灵	内吸	7	1.500 kg	150.0
B	53%甲霜灵+代森锰锌	内吸+保护	7	1.500 kg	180.0
C	72% 代森锰锌	保护	5	2.250 kg	225.0
D	72%霜脲氰+代森锰锌	内吸传导+保护	7	1.500 kg	112.5
E	4% 苦参碱	保护	7	1.500 L	240.0
F	23.4%双炔酰菌胺	内吸传导+保护	7	0.750 L	450.0
G	52.5% 恶唑菌酮+霜脲氰	内吸传导+保护	7	0.750 kg	500.0
H	50%氟啶胺	保护	7	0.600 L	480.0
I	10%氰霜唑	保护	7	0.375 L	600.0
J	68.75%霜霉威+氟吡菌胺	内吸+保护	10	1.125 L	450.0

月8日, 8月12日, 8月16日, 8月19日, 8月22日和8月26日。每个小区调查25~30株, 采用标准见表2^[7]。

1.2.3 数据处理方法

将马铃薯叶片发病情况详细记录, 利用AUDPC来描述, 这一参数能够有效描述病情发展累积情况。发病越严重, AUDPC 值越大, 药剂防治效果越差, 反之, 则效果显著。对不同处理AUDPC值进行显著性分析。其AUDPC计算公式^[8]:

$$AUDPC = \sum_{i=1}^n [(X_{i+1}+X_i)/2][T_{i+1}-T_i]$$

其中, n=总调查次数, X_i=第i次调查的严重度, T_i为第i次调查的时间。

1.2.4 产量分析及块茎晚疫病发病情况调查

每个小区调查2垄, 每垄5 m, 调查株数、产量和晚疫病烂薯数量, 计算单株产量及每667 m²产量, 晚疫病病薯率。

2 结果与分析

2.1 不同药剂处理田间病害调查分析

2011年, 晚疫病首次发生时间为7月25日(孕蕾期), 发病的处理分别为空白对照、甲霜灵

表2 马铃薯晚疫病病害调查标准

Table 2 Potato late blight disease survey standard

发病百分率(%) Severity	症状描述 Description
0	田间植株健康,没有发病
0.01	调查区有1~2片叶发病
0.05	调查区有3~5片叶或1个复叶发病
0.1	调查区有10片叶发病,孢子形成菌丝清晰可见
0.5	平均每个植株有1片叶发病(全田大约25~40片病叶)
1	平均每个植株4片叶发病(全田大约100片病叶)
2.5	平均每个植株8~10片叶发病(全田大约200~250片病叶)
10	平均每个植株有1~5个复叶发病
25	田间有25%叶片发病,但大部分叶片仍保持绿色
50	田间有50%叶片发病,全田颜色变成褐绿色
75	田间75%叶片发病,25%叶片仍保持绿色
95	田间除了茎以外叶仅有一点绿色
99	叶片仅有一点点叶是绿色,植株茎开始发病
100	叶片和茎部完全死亡

处理,恶唑菌酮+霜脲氰,甲霜灵+代森锰锌和氰霜唑,其它处理未发现晚疫病。发病程度为3至5个叶片或1个复叶被晚疫病侵染,病害处于发病初期。8月8日(初花期)调查显示:对照处理(发病百分率为71.25%)和甲霜灵处理(发病百分率为52.5%),病害发展非常迅速,其它处理依次为甲霜灵+代森锰锌(发病百分率为1.94%),苦参碱(发病百分率为1.50%),代森锰锌(发病百分率为1.06%),霜脲氰+代森锰锌(发病百分率为

0.94%),恶唑菌酮+霜脲氰的(发病百分率为0.69%),氟啶胺(发病百分率为0.39%),双炔酰菌胺(发病百分率为0.18%),霜霉威盐酸+氟吡菌胺(发病百分率为0.18%),最低的是氰霜唑(发病百分率仅为0.07%)。8月16日(盛花期),对照处理和甲霜灵处理发病严重程度接近100%,然后依次为代森锰锌(发病百分率为17.5%),甲霜灵+代森锰锌(发病百分率为16.81%),苦参碱(发病百分率为15.00%),恶唑菌酮+霜脲氰(发病百分率为6.31%),霜脲氰+代森锰锌(发病百分率为2.50%),双炔酰菌胺(发病百分率为0.35%),氟啶胺(发病百分率为0.41%),霜霉威盐酸+氟吡菌胺(发病百分率为0.20%),最低的是氰霜唑(发病百分率为0.25%)(图1)。根据AUDPC值大小,防治效果由高到低依次双炔酰菌胺、氰霜唑、霜霉威+氟吡菌胺、氟啶胺、恶唑菌酮+霜脲氰、苦参碱、霜脲氰+代森锰锌、代森锰锌、甲霜灵+代森锰锌和甲霜灵。采用邓肯多重极差法(LSR法)进行方差显著性分析,10种药剂除甲霜灵以外其他处理与对照相比均在0.05水平上差异显著(图2),最有效的杀菌剂处理为双炔酰菌胺、氰霜唑和霜霉威+氟吡菌胺。

2.2 不同药剂处理有效产量结果分析

不同处理产量各不相同,产量最高的是氰霜唑为41.40 t/hm²,其次是双炔酰菌胺(39.54 t/hm²)、霜霉威+氟吡菌胺(38.92 t/hm²)、恶唑菌酮+霜脲氰(38.82 t/hm²)、氟啶胺(37.64 t/hm²)、甲霜灵+代森锰锌

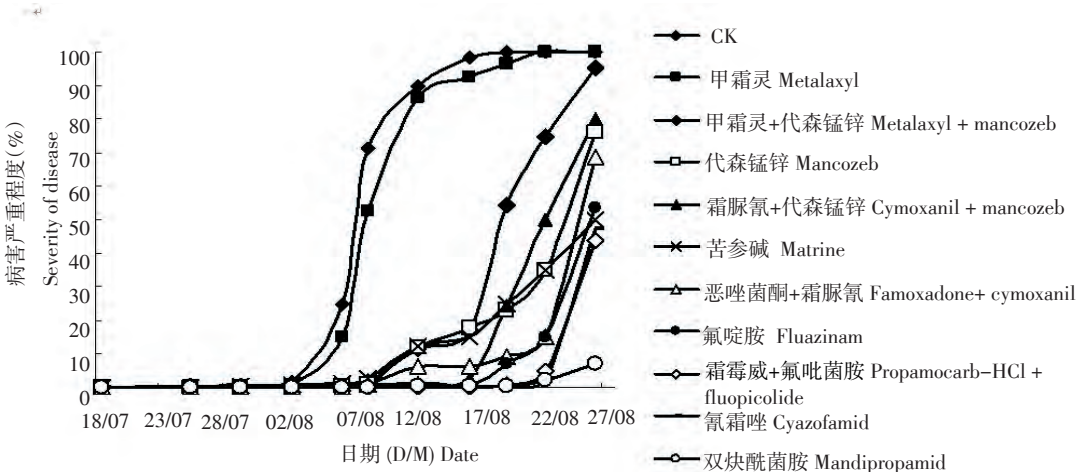


图1 不同处理的病害发展曲线

Figure 1 Disease development curves of various treatments

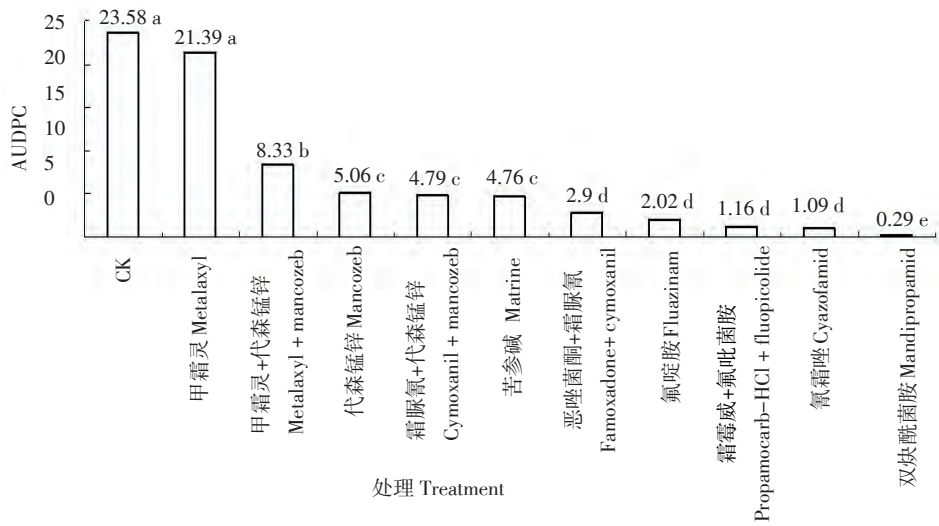


图2 不同处理间AUDPC差异显著性分析 ($P < 0.05$)

Figure 2 Significant analysis for AUDPC in various treatments

表3 不同处理产量和烂薯率测定

Table 3 Yield and rotting rate of potato tuber in various treatments

处理 Treatment	单产 (t / hm ²) Tuber yield	晚疫病烂薯率 (%) Rotting rate	较CK增产 (%) Increased yield compared with CK	显著性 Significance	
				0.05	0.01
氰霜唑 Cyazofamid	41.40	6.88	45.66	a	A
双炔酰菌胺 Mandipropamid	39.54	6.35	39.11	a	A
霜霉威+氟吡菌胺 Propamocarb-HCl + fluopicolide	38.92	7.22	36.58	b	B
恶唑菌酮+霜脲氰 Famoxadone+ cymoxanil	38.82	6.89	36.93	b	B
氟啶胺 Fluazinam	37.64	2.94	32.43	b	B
甲霜灵+代森锰锌 Metalaxyl + mancozeb	36.42	9.85	28.14	c	C
霜脲氰+代森锰锌 Cymoxanil + mancozeb	35.46	7.51	24.76	c	C
代森锰锌 Mancozeb	31.58	10.74	11.11	d	D
对照 CK	28.42	9.94	0	e	E
甲霜灵 Metalaxyl	27.44	12.33	-3.46	e	E
苦参碱 Matrine	26.60	10.38	-6.42	e	E

(36.42 t/hm²)、霜脲氰+代森锰锌(35.46 t/hm²)、代森锰锌(31.58 t/hm²)、空白对照(28.42 t/hm²)，甲霜灵(27.44 t/hm²)和苦参碱(26.60 t/hm²)，采用邓肯多重极差法(LSR法)进行方差显著性分析，除甲霜灵和苦参碱提取物外，其它处理与对照相比增产效果显著(表3)，氰霜唑和双炔酰菌胺增产最大，分别为45.66%和39.11%。

3 讨 论

一直以来，在中国东北地区，马铃薯晚疫病

是生产中最严重的问题之一^[9]，一般年份，由马铃薯晚疫病导致减产20%左右，严重年份减产50%，甚至绝产^[10]。采用抗病品种是晚疫病防治最廉价和有效的措施^[11]，但是，抗性品种主要由单基因控制抵御一个或几个病原菌生理小种的侵袭，由于病原菌选择和适应性，以及生理小种的变化^[12]，最终导致很多抗性品种抗性的丧失^[13]。在实际生产中，很多深受欢迎的品种不抗或低抗晚疫病，但又必须种植。因此，应用杀菌剂防治马铃薯晚疫病就显得非常重要。而目前关于马铃薯晚疫病防治的药剂种类

较多,例如:甲霜灵、恶霜灵、丙森锌、霜脲氰、代森锰锌、氰霜唑、氟吡菌胺+霜霉威、氟啶胺和烯酰吗啉等,同时受病原菌致病菌,品种和地域限制,导致各种药剂防治效果不同,农民对防治药剂、防治时间难以选择。因此,通过预测预报模型开展马铃薯晚疫病药剂防治效果研究非常重要。

关于马铃薯晚疫病药剂防治的报道也较多^[14-19],但都局限于采用国标 GB/T 17980-34-2000 方法,其中病级分级标准分为6个级别,只调查2~3株,计算喷药后防治效果。本试验结合病害预测预报模型,明确病害适合发生时间段和首次施药时间,喷施不同化学杀菌剂防治病害发生,避免盲目施药造成杀菌剂浪费,节约成本。同时采用欧洲病害分级标准,分为14个级别,更加细致,调查25~30株,调查末次施药后 AUDPC,跟踪交替施药对晚疫病病害整个病程的影响,避免了一般田间药效试验偏重评估最后一次施药的影响而低估了整个施药处理对多种病害的影响,其试验结果更为准确,此方法可供评估交替施药对其作物病害发展的影响时作为参考。且 AUDPC 方法简单易行,使用多重评价,而且不需要数据转化,有助于同一试验及同一生长季中不同品种,基因型或处理进行比较分析。

本研究应用了10种杀菌剂处理,小区试验结果显示,除25%甲霜灵以外,其它杀菌剂都能够有效推迟病害发展,达到控制病害的目的。平均防治效果由高到低分别是双炔酰菌胺、氰霜唑和霜霉威+氟吡菌胺,其次为氟啶胺、恶唑菌酮+霜脲氰、苦参碱、霜脲氰+代森锰锌、代森锰锌、甲霜灵+代森锰锌和甲霜灵。试验发病前期,10种药剂处理作用效果无差别,发病后期,防治效果差别非常明显,喷施双炔酰菌胺、氰霜唑和霜霉威+氟吡菌胺病害发展缓慢,AUDPC值较低,与对照相比效果达显著水平;霜脲氰+代森锰锌、代森锰锌和苦参碱病害发展迅速,但与对照相比,作用效果仍显著。因此,考虑防治效果和成本,结合自身经济条件,在晚疫病发生前期喷施霜脲氰+代森锰锌、代森锰锌和苦参碱即可有效防治,但要注意为了避免抗药性的产生,内吸性药剂喷施要交替1~2次。马铃薯晚疫病发生后期,建议使用霜霉威+氟吡菌胺和双炔酰菌胺,能够有效控制病害发展。10种杀菌剂处理在增产、降低烂薯率方面

效果显著,尤其以氰霜唑和双炔酰菌胺效果显著,增产效果达45.66%和39.11%。因此,除了25%甲霜灵以外,其它9种药剂均可在生产上进一步推广。

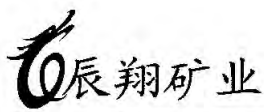
25%甲霜灵没有防治效果,这与刘琼光等^[19]和何永福等^[20]研究结果不同,主要是由于本地区长年使用甲霜灵杀菌剂,导致病原菌产生抗药性,最终导致甲霜灵没有防治效果,这与其他人的报道结果相吻合^[21-25],也从另一个角度证明本地区病原菌已对甲霜灵产生抗药性^[26]。因此,可以避免使用甲霜灵杀菌剂,降低使用频率,建议交替使用等措施降低抗药性。试验结果还表明,氰霜唑,氟啶胺烂薯率较低,这与王长魁和王多成^[27]研究结果相同,因此,在收获前,可以喷施以上杀菌剂,控制块茎病薯数。

生产的目的是实现经济效益最大化,而病害防治只是促进提高收入的手段,所以,杀菌剂应用不仅仅要考虑防治效果,还必须考虑杀菌剂的投入成本。本研究显示:防治效果较好的杀菌剂,成本也较高,收入和产出呈负增长,因此,杀菌剂使用应当避免使用较贵药剂,或尽量降低成本较高杀菌剂的用量。而且,在马铃薯实际生产过程中,以及在马铃薯整个生育期内,不可能只使用一种杀菌剂,需要根据情况,适时调整使用杀菌剂,各种杀菌剂交替使用,以防止病菌产生抗药性,达到防治和效益的最大化,以促进马铃薯产业健康有序地发展。

[参 考 文 献]

- [1] 谢开云,车兴壁,Christian D,等.比利时马铃薯晚疫病预警系统及其在我国的应用[J].中国马铃薯,2001,15(2): 67-71.
- [2] Fry W E, Goodwin S B. Historical and recent migrations of *Phytophthora infestans*: chronology, pathways and implications [J]. Plant Disease, 1993, 77: 653-661.
- [3] Judelson H S, Blanco F A. The spores of *Phytophthora*: weapons of the plant destroyer [J]. Nature Reviews Microbiology, 2005(3): 47-58.
- [4] Halder K, Kamoun S, Hiller N L, et al. Common infection strategies of pathogenic eukaryotes [J]. Nature Reviews Microbiology, 2006(4): 922-931.
- [5] 曹继芬,孙道旺,杨明英,等.云南番茄致病疫霉的交配型、甲霜灵敏感性及毒力类型[J].菌物学报,2006,25(3): 488-495.

- [6] 刘浩, 张宗山. 比利时CARAH 马铃薯晚疫病预测模型在宁夏南部山区的应用[J]. 现代农业科技, 2008(15): 142-144.
- [7] James W C. An illustrated series of assessment keys for plant diseases [J]. Canadian Plant Disease, 1971, 51(2): 39-65.
- [8] 王秀娜, 段霞瑜, 周益林. 小麦品种多样性生对白粉病及产量和蛋白质的影响[J]. 植物病理学报, 2011, 41(3): 285-294.
- [9] 孙秀梅, 白雅梅, 金光辉. 黑龙江省马铃薯晚疫病防治中存在的问题及对策[J]. 中国马铃薯, 2004, 5(3): 304-305.
- [10] 孙继英. 不同杀菌剂防治马铃薯晚疫病的药效试验[J]. 作物杂志, 2006(3): 62-63.
- [11] 韩亚琦, 李向应. 乌兰察布地区马铃薯晚疫病的发病原因及其防治措施[J]. 北京农业, 2012(9): 61-62.
- [12] 王鹤, 朱杰华, 杨志辉, 等. 2009年黑龙江和吉林省马铃薯晚疫病病菌表型结构研究[J]. 植物保护, 2012, 38(1): 151-154.
- [13] 张铨哲. 马铃薯晚疫病病菌的表现型和基因型研究[M]. 北京: 中国农业科学技术出版社, 2010.
- [14] 龙光泉, 马登慧, 李建华, 等. 6种杀菌剂对马铃薯晚疫病的防治效果[J]. 植物医生, 2013, 26(4): 39-42.
- [15] 莫纯碧, 刘红梅, 龙玲, 等. 不同药剂对马铃薯晚疫病的防治效果试验[J]. 中国马铃薯, 2013, 27(1): 52-55.
- [16] 杨晓贺, 丁俊杰, 顾鑫, 等. 8种药剂对马铃薯晚疫病的防治效果试验[J]. 中国马铃薯, 2012, 26(6): 367-370.
- [17] 殷红清, 吴承金, 瞿勇, 等. 不同药剂对马铃薯晚疫病的防治效果[J]. 植物保护, 2012, 38(5): 179-182.
- [18] 龙光泉, 马登慧, 李威. 不同药剂方案对马铃薯晚疫病的防治效果[J]. 耕作与栽培, 2012(6): 32-33.
- [19] 刘琼光, 陈洪, 罗建军, 等. 10种杀菌剂对马铃薯晚疫病的防治效果与经济效益评价[J]. 中国蔬菜, 2010(20): 62-67.
- [20] 何永福, 何庆才, 胡辉, 等. 不同杀菌剂对马铃薯晚疫病防治效果研究[J]. 中国马铃薯, 2003, 17(3): 164-166.
- [21] 李炜, 张志铭, 李川, 等. 马铃薯晚疫病病菌对瑞毒霉抗性的研究[J]. 河北农业大学学报, 1998, 21(3): 53-60.
- [22] 朱杰华, 杨志辉, 李川, 等. 马铃薯晚疫病病菌抗甲霜灵菌株和敏感菌株在种薯上越冬能力的比较[J]. 河北农业大学学报, 2002, 25(2): 61-64.
- [23] 杨志辉, 张志铭, 朱杰华, 等. 致病疫霉 (*Phytophthora infestans*) 对杀菌剂抗药性研究进展[J]. 河北农业大学学报, 2001, 24(1): 104-107.
- [24] 袁善奎, 赵志华, 刘西莉, 等. 马铃薯晚疫病病菌对甲霜灵和霜脲氰的敏感性检测[J]. 农药学报, 2005, 17(4): 145-148.
- [25] 孙秀梅, 马颜亮, 白雅梅, 等. 黑龙江省马铃薯晚疫病病菌对甲霜灵药剂的敏感性测定[J]. 中国马铃薯, 2009, 23(2): 72-74.
- [26] 耿坤, 张斌, 余杰颖, 等. 几种杀菌剂防治马铃薯晚疫病试验[J]. 中国马铃薯, 2011, 25(2): 112-114.
- [27] 王长魁, 王多成. 不同杀菌剂对马铃薯晚疫病的防治效果及经济效益分析[J]. 中国马铃薯, 2009, 25(3): 290-292.



辰翔矿业有限公司

专业生产马铃薯育种——膨胀蛭石

河北灵寿县辰翔矿业有限公司位于河北省石家庄市灵寿县, 是一家专业生产蛭石片、膨胀蛭石、珍珠岩的企业, 已有30多年的发展历史。辰翔公司根据马铃薯育种特点, 研发了育种专用膨胀蛭石。本公司生产的马铃薯专用膨胀蛭石性价比高, 已在国内十几家马铃薯育种公司应用, 并得到一致好评。本公司蛭石产品型号齐全, 也可根据客户需求订制生产。

如果您对我们的产品感兴趣, 欢迎致电联系, 索要资料、样品。

联系人: 薛 刚 15613123526、15833992815

地 址: 河北省石家庄市灵寿县燕川工业区

电 话: 0311-82616100 (传真)