

中图分类号: S532 文献标识码: A 文章编号: 1672-3635(2021)04-0354-06

DOI: 10.19918/j.cnki.1672-3635.2021.04.010

病虫害防治

六种杀菌剂对马铃薯粉痂病的盆栽防治效果

刘霞, 黄勋, 赵彬, 杨艳丽*

(云南农业大学植物保护学院/云南省植物病理重点实验室, 云南 昆明 650201)

摘要: 随着马铃薯产业的持续发展, 马铃薯粉痂病已成为限制马铃薯种植的重要土传病害, 为筛选能有效防控其发生危害的杀菌剂供生产应用, 研究采用盆栽拌土和灌根的方法比较了6种杀菌剂对马铃薯粉痂病的防治效果。结果表明, 3种杀菌剂对马铃薯粉痂病的防治效果显著, 分别是50%啉菌环胺水分散粒剂、325 g/L苯醚甲环唑·啉菌酯悬浮剂、560 g/L百菌清·啉菌酯悬浮剂, 防效均达到60%以上, 但325 g/L苯醚甲环唑·啉菌酯悬浮剂对产量影响较大, 减产高达84.4%。在生产上可采用50%啉菌环胺水分散粒剂、560 g/L百菌清·啉菌酯悬浮剂防治粉痂病, 而不推荐使用325 g/L苯醚甲环唑·啉菌酯悬浮剂。

关键词: 马铃薯; 粉痂病; 防效

Effects of Six Fungicides on Preventing Potato Powdery Scab Under Pot Experiment

LIU Xia, HUANG Xun, ZHAO Bin, YANG Yanli*

(Key Laboratory of Plant Pathology in Yunnan, Institute of Plant Protection, Yunnan Agricultural University,

Kunming, Yunnan 650201, China)

Abstract: With the continuous development of potato industry, potato powdery scab has become an important soil-borne disease that restricts potato planting. In order to screen fungicides that could effectively prevent and control the damage of potato powdery scab for production and application, the control effects of six fungicides on potato powdery scab were compared by using potted soil mixing and root irrigation. The results showed that three fungicides had better control efficacy on potato powdery scab, including 50% Cyprodinil WG, 325 g/L Difenconazole · azoxystrobin SC, and 560 g/L Chlorothalonil · azoxystrobin SC. The control efficacies of these fungicides were over 60%. But the yield was greater influenced by 325 g/L Difenconazole · azoxystrobin SC, which reduced the production of up to 84.4%. In the production, 50% Cyprodinil WG and 560 g/L Chlorothalonil · azoxystrobin SC could be used to prevent and control powdery scab, while 325 g/L Difenconazole · azoxystrobin SC is not recommended.

Key Words: potato; powdery scab; control efficacy

马铃薯粉痂病是马铃薯粉痂菌(*Spongospora subterranea* f. sp. *subterranea*)引起的真菌性病害, 属于根肿菌门, 主要危害块茎和根部, 有时茎也可染

病^[1]。马铃薯感染粉痂病后对马铃薯的产量和商品性造成直接影响, 特别是对进入超市的鲜食型马铃薯的商品性影响更大^[2]。马铃薯粉痂病病原菌以休眠孢

收稿日期: 2021-04-08

基金项目: 国家自然科学基金青年基金项目(31201255); 国家重点研发项目(2018YFD0200808)。

作者简介: 刘霞(1980-), 女, 博士, 副教授, 从事马铃薯土传病害研究。

*通信作者(Corresponding author): 杨艳丽, 教授, 从事马铃薯病害研究及抗病品种选育, E-mail: 843151872@qq.com。

子囊在种薯内或随病残物遗落土壤中越冬, 病薯和病土成为翌年马铃薯粉痂病的初侵染源, 病害的远距离传播靠种薯的调运, 田间近距离的传播则靠病土、病肥、灌溉水等^[3-5]。近年来随着马铃薯产业的发展和感病品种的大面积种植, 马铃薯粉痂病的发生日益严重, 在内蒙古自治区、广东省、贵州省、甘肃省、江西省、浙江省等地, 报道均有马铃薯粉痂病的发生^[6,7]。本实验室对云南省马铃薯主产区不同品种的马铃薯粉痂病进行调查, 发现该病害在云南省的分布和发生十分广泛, 在许多大面积种植的品种上都造成危害^[8]。因此, 研究马铃薯粉痂病的防控对云南省马铃薯生产具有十分重要的意义。

目前马铃薯粉痂病的防治主要采用土壤处理、种薯处理、改变土壤pH、化学防治、生物防治、种植抗病品种等方法^[9]。马铃薯粉痂病是土传和种传病害, 通常用来防治植物病害的杀菌剂对其作用极小, 其休眠孢子能在土壤中长期存活, 并对环境适应能力较强^[10]。仅有少数杀菌剂, 例如福尔马林、碘菌胺处理种薯或者土壤对粉痂病有一定的防效, Falloon^[10]用福尔马林和碘菌胺有效降低了土壤中粉痂病的发生程度; 近来研究表明防治晚疫病的杀菌剂氰霜唑(Cyazofamid)对控制根部和薯块上的粉痂菌有一定的效果^[11]; 在巴基斯坦一些种薯种植区以漂白剂稳定控制粉痂病发生率^[12]; 硼(四硼酸钠)应用在培养液中也可减少茄科植物根部的侵染^[13]; 杨艳丽等^[14]的研究表明种植抗病品种和穴施豆饼可降低马铃薯粉痂病的发病程度。马铃薯粉痂病因其土传特性, 导致其隐蔽性强, 易与缺水、脱肥等引起的生理问题混淆, 常不被认为是病害因素, 不被重视。同时, 由于引起粉痂病的病原菌至今不能进行人工培养, 使其生物学特性研究停滞不前, 造成粉痂病防治困难。本研究采用氟啶胺、代森锰锌·精甲霜灵、苯醚甲环唑·嘧菌酯、百菌清·嘧菌酯、噁霜灵·代森锰锌、嘧菌环胺6种药剂在温室进行盆栽防治试验, 以期获得对马铃薯粉痂病防治效果较好的药剂。

1 材料与方法

1.1 试验材料

供试马铃薯品种为‘合作88号’, 高感马铃薯

粉痂病, 种薯级别为原原种; 供试马铃薯粉痂病菌采集自云南省会泽县的病薯; 供试土壤为红壤生土, 未种植过任何作物; 供试药剂包括: 50%氟啶胺悬浮剂, 68%代森锰锌·精甲霜灵水分散粒剂, 325 g/L 苯醚甲环唑·嘧菌酯, 560 g/L 百菌清·嘧菌酯悬浮剂, 64%噁霜灵·代森锰锌可湿性粉剂, 50%嘧菌环胺水分散粒剂。

1.2 试验方法

采用温室盆栽法, 播种时间为2019年1月25日, 收获时间为2019年5月29日。每个处理设置3个重复, 每个重复种植6株马铃薯。花盆规格为: 盆高32 cm, 直径32 cm。

1.2.1 接种方法

用消毒刀削下带菌薯块的薯皮, 加少量水用搅拌机打碎, 使孢子悬浮液浓度为8 000个孢子/mL, 每盆接种100 mL, 与种植的土壤拌匀, 装入盆中。

1.2.2 施药方法

共施药2次。第1次于播前进行拌土, 每个花盆中土的用量按照近似圆柱体来计算, 为 $(0.32\text{ m} \times 0.32\text{ m} \times 3.141\ 592\ 6 \times 0.32\text{ m})/4 = 0.025\ 732\text{ m}^3$, 以处理2为例50%氟啶胺悬浮剂6 mL/m³, 则3次重复18盆 $\times 0.025\text{ m}^3$, 则土壤用量为0.45 m³, 使用药剂2.7 mL, 相应的使用水为300 mL $\times 18 = 5.4\text{ L}$, 即3 mL药剂添加到5.4 L水中, 之后每盆土再播种用300 mL药液拌土; 第2次于现蕾期进行灌根, 药剂计算同上, 每盆灌药液300 mL。供试药剂及用量见表1。

1.2.3 调查方法

记录出苗时间、苗期株高、花期株高、病级及产量, 计算粉痂病发病率、病情指数以及防效。用新复极差法进行差异显著性分析。

发病率(%) = 发病薯块个数/调查薯块总个数 $\times 100$

病情指数 = $\Sigma(\text{各级病薯个数} \times \text{各级代表值})/(\text{调查薯块总个数} \times \text{最高一级代表值}) \times 100$

相对防效(%) = $(\text{对照区病情指数} - \text{处理区病情指数})/\text{对照区病情指数} \times 100$, 病级标准采用欧洲6级标准^[15]。1级: 病斑面积占薯块表面积1%~2%, 2级: 病斑面积占薯块表面积2.1%~5%, 3级: 病斑面积占薯块表面积5.1%~10%, 4级: 病斑面积占薯块表面积10.1%~25%, 5级: 病斑面积

占薯块表面积25.1%~50%, 6级: 病斑面积占薯块 表面积大于50%(图1)。

表1 供试药剂及用量
Table 1 Tested fungicides and dosage

编号 No.	药剂 Fungicide	产品(剂型/有效成分含量) Product	制剂用量 Dosage of preparation	有效成分用量(g/m ³) Active ingredient dosage
1	CK	只接种, 不使用农药	—	—
2	福帅得	50%氟啶胺悬浮剂	6 mL/m ³	3
3	福帅得	50%氟啶胺悬浮剂	12 mL/m ³	6
4	金雷	68%代森锰锌·精甲霜灵水分散粒剂	70 g/m ³	45
5	金雷	68%代森锰锌·精甲霜灵水分散粒剂	94 g/m ³	60
6	阿米妙收	325 g/L苯醚甲环唑·嘧菌酯悬浮剂	31 mL/m ³	10
7	阿米妙收	325 g/L苯醚甲环唑·嘧菌酯悬浮剂	62 mL/m ³	20
8	阿米多彩	560 g/L百菌清·嘧菌酯悬浮剂	36 mL/m ³	20
9	阿米多彩	560 g/L百菌清·嘧菌酯悬浮剂	71 mL/m ³	40
10	杀毒矾	64%噁霜灵·代森锰锌可湿性粉剂	80 g/m ³	45
11	杀毒矾	64%噁霜灵·代森锰锌可湿性粉剂	107 g/m ³	60
12	瑞镇	50%嘧菌环胺水分散粒剂	20 g/m ³	10
13	瑞镇	50%嘧菌环胺水分散粒剂	30 g/m ³	15

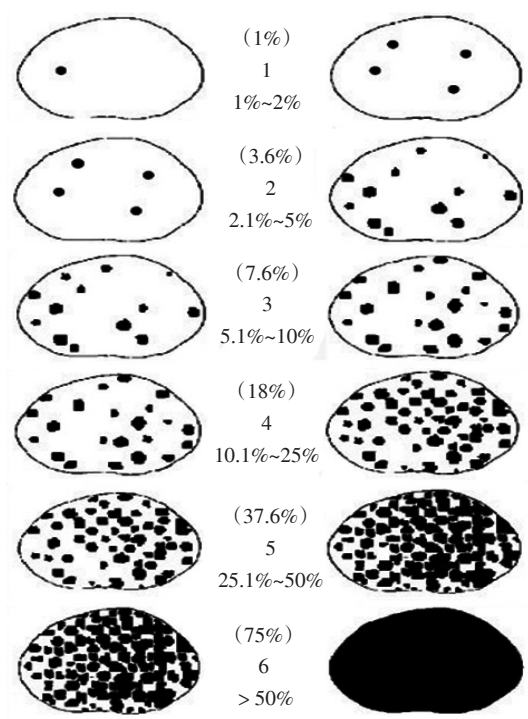


图1 马铃薯粉痂病病级标准
Figure 1 Disease grade standard of potato powdery scab

2 结果与分析

2.1 不同处理对出苗时间、株高及产量的影响

各个处理对马铃薯品种‘合作88号’的出苗没有影响。对苗期和花期株高的影响显著, 68%代森锰锌·精甲霜灵水分散粒剂(70 g/m³, 94 g/m³)在苗期和花期都对株高具有明显的促进作用, 与对照的株高差异显著; 50%氟啶胺悬浮剂(6 mL/m³, 12 mL/m³)在苗期对株高有促进作用, 与对照差异显著, 但在花期与对照差异不显著; 其他处理的株高在苗期(560 g/L百菌清·嘧菌酯悬浮剂36 mL/m³除外)和花期均低于对照株高。对每个处理的产量进行测产发现, 除50%氟啶胺悬浮剂(12 mL/m³)处理后的产量与对照差异不显著外, 其他处理的产量均与对照差异显著; 其中325 g/L苯醚甲环唑·嘧菌酯悬浮剂(31 mL/m³, 62 mL/m³)对产量影响较大, 分别减产66.7%和84.4%, 其余处理除68%代森锰锌·精甲霜

灵水分散粒剂(70 g/m³, 94 g/m³)增产外均不同程度的存在产量损失, 但因为盆栽试验的限制, 对产量的影响需要大田试验进一步验证(表2)。

2.2 不同药剂对马铃薯粉痂病的防效

根据试验结果(表3), 50%嘧菌环胺水分散粒剂(20 g/m³, 30 g/m³)和325 g/L苯醚甲环唑·嘧菌酯悬浮剂(31 mL/m³, 62 mL/m³)对马铃薯粉痂病的防治效果与对照相比差异极显著; 560 g/L百菌清·嘧菌酯悬浮剂(36 mL/m³, 71 mL/m³)、68%代森锰锌·精甲霜灵水分散粒剂(94 g/m³)和64%噁霜灵·代森锰锌可湿性粉剂(107 g/m³)对马铃薯粉痂病的防效与对照相比差异也极显著; 其他处理对马铃薯粉痂病也都有有一定的防效, 但是效果不显著。

在试验收获过程中发现, 325 g/L苯醚甲环唑·嘧菌酯悬浮剂(31 mL/m³, 62 mL/m³)、50%嘧菌环胺水分散粒剂(20 g/m³, 30 g/m³)处理后, 收获的马铃薯薯块出现薯皮变黑变粗糙的现象, 改变了马铃薯

表2 不同药剂处理对马铃薯生长的影响
Table 2 Effect of different treatments on potato growth

处理 Treatment	剂量 Dosage	苗期株高(cm) Plant height at seedling stage	花期株高(cm) Plant height at flowering stage	产量(kg/盆) Yield (kg/pot)
对照 CK	—	30.69 ± 2.74 eEF	90.84 ± 3.77 cdB	2.40 ± 0.08 cC
50%氟啶胺悬浮剂 50% Fluzinam SC	6 mL/m ³ 12 mL/m ³	41.35 ± 2.59 dD	89.25 ± 3.66 dBC	1.80 ± 0.02 eE
68%代森锰锌·精甲霜灵水分散粒剂 68% Fine metalaxyl mancozeb WG	70 g/m ³ 94 g/m ³	55.80 ± 2.66 aA	110.90 ± 5.08 aA	3.00 ± 0.08 aA
325 g/L苯醚甲环唑·嘧菌酯悬浮剂 325 g/L Difenoconazole·azoxystrobin SC	31 mL/m ³ 62 mL/m ³	21.19 ± 1.61 iI	60.67 ± 3.14 hiFG	0.80 ± 0.04 iI
560 g/L百菌清·嘧菌酯悬浮剂 560 g/L Chlorothalonil·azoxystrobin SC	36 mL/m ³ 71 mL/m ³	31.73 ± 2.65 eE	85.90 ± 4.09 eCD	1.27 ± 0.03 gG
64%噁霜灵·代森锰锌可湿性粉剂 64% Oxadixyl mancozeb WP	80 g/m ³ 107 g/m ³	24.21 ± 1.84 hH	58.51 ± 3.37 iG	2.10 ± 0.07 dD
50%嘧菌环胺水分散粒剂 50% Cyprodinil WG	20 g/m ³ 30 g/m ³	27.35 ± 2.41 gG	61.46 ± 5.57 hFG	1.47 ± 0.07 fF

注: 小写字母代表0.05水平上差异显著, 大写字母代表0.01水平上差异显著。采用新复极差法进行分析。

Note: Small letters represents significant difference at 0.05 level and capital letters represents significant difference at 0.01 level using Duncan's new multiple range test method.

表3 不同药剂对马铃薯粉痂病的防治效果
Table 3 Effect of different fungicides in controlling potato powdery scab

供试药剂 Fungicide	剂量 Dosage	发病率(%) Disease incidence	病情指数 Disease index	防治效果(%) Control efficacy
对照 CK	—	67.33	8.46	0.00 ± 0.00 eD
50%氟啶胺悬浮剂	6 mL/m ³	72.17	7.86	9.50 ± 1.20 deCD
50% Fluazinam SC	12 mL/m ³	62.83	8.10	6.54 ± 1.28 eCD
68%代森锰锌·精甲霜灵水分散粒剂	70 g/m ³	63.00	7.20	17.49 ± 5.17 deCD
68% Fine metalaxyl mancozeb WG	94 g/m ³	63.17	6.48	25.49 ± 3.80 dC
325 g/L 苯醚甲环唑·啞菌酯悬浮剂	31 mL/m ³	20.17	1.92	76.47 ± 1.12 abA
325 g/L Difenconazole·azoxystrobin SC	62 mL/m ³	29.17	2.58	70.04 ± 4.13 abA
560 g/L 百菌清·啞菌酯悬浮剂	36 mL/m ³	41.00	3.24	63.02 ± 3.31 bAB
560 g/L Chlorothalonil·azoxystrobin SC	71 mL/m ³	34.83	3.36	61.51 ± 1.23 bAB
64% 啞霜灵·代森锰锌可湿性粉剂	80 g/m ³	58.83	7.20	17.55 ± 0.50 deCD
64% Oxadixyl mancozeb WP	107 g/m ³	52.00	4.80	44.86 ± 4.19 cB
50%啞菌环胺水分散粒剂	20 g/m ³	17.33	1.44	84.52 ± 1.36 aA
50% Cyprodinil WG	30 g/m ³	25.00	2.16	75.46 ± 2.15 abA

品种‘合作88号’薯皮的生理性状。另外, 560 g/L 百菌清·啞菌酯悬浮剂(71 mL/m³)也出现了部分薯皮变色, 但560 g/L 百菌清·啞菌酯悬浮剂(36 mL/m³)不存在这种现象。

3 讨论

啞菌环胺为啞啞胺类内吸性杀菌剂, 主要作用于病原真菌的侵入期和菌丝生长期, 通过抑制蛋氨酸的生物合成和水解酶的生物活性, 导致病菌死亡。啞菌环胺可迅速被植物叶片吸收, 具有较好的保护性和治疗活性, 可防治多种作物的灰霉病^[16]。金春梅和陆致平^[17]利用50%啞菌环胺水分散粒剂开展了番茄灰霉病田间药效试验, 防治效果明显。沈迎春^[18]研究了啞菌环胺对葡萄灰霉病的防治效果, 结果表明50%啞菌环胺水分散粒剂125~200 mg/kg防治葡萄灰霉病效果显著。侯琿等^[19]研究发现50%啞菌环胺水分散粒剂对苹果斑点落叶病也有较好的防治效果。但目前未见在马铃薯粉痂病防治上的应用报道。由于马铃薯粉痂病病原菌不产生菌丝, 至今无法在人工培养基上进行培养, 而且针对该病害的防控研究相对滞后, 目前尚未发现对该病害防治效果较好的药剂。本试验选取6种药剂对马

铃薯粉痂病进行盆栽防控试验, 啞菌环胺水分散粒剂(20 g/m³, 30 g/m³)对马铃薯粉痂病的防治效果与对照相比极显著, 防效分别达到84.52%和75.46%, 可作为大田防治马铃薯粉痂病的备选药剂, 以验证其在大田的防效, 为马铃薯粉痂病防治提供理论支持。

本试验结果表明各个处理对马铃薯品种‘合作88号’的出苗没有影响; 50%氟啶胺悬浮剂(6 mL/m³, 12 mL/m³)和68%代森锰锌·精甲霜灵水分散粒剂(70 g/m³, 94 g/m³)都对株高具有明显的促进作用; 325 g/L 苯醚甲环唑·啞菌酯悬浮剂、50%啞菌环胺水分散粒剂处理后, 收获的马铃薯薯块出现薯皮变黑变粗糙的现象, 需要进一步的试验验证。

[参 考 文 献]

- [1] Harrison J G, Searie R J, Williams N A. Powdery scab disease of potato—a review [J]. Plant Pathology, 1997, 46(1): 1–25.
- [2] Wallace A, Williams N A, Lowe R, et al. Detection of *Spongospora subterranea* using monoclonal antibodies in ELISA [J]. Plant Pathology, 1995, 44(2): 355–358.
- [3] Lees A K. Summary of the session on past and present research on

- powdery scab [C]//Merz U, Lees A K. Proceedings of the first European powdery scab workshop. Aberdeen, Scotland, 2000: 55–56.
- [4] Jeger M J, Hide G A, van den Boogert P H J F, *et al.* Pathology and control of soil-borne fungal pathogens of potato [J]. Potato Research, 1996, 39(3): 437–445.
- [5] de Nazareno N R X, Boschetto N. Seed-tuber transmission of *Spongospora subterranea* [J]. Fitopatologia Brasileira, 2002, 27(2): 224.
- [6] 吕佩珂, 李明远, 吴钜文, 等. 中国蔬菜病虫害原色图谱 [M]. 北京: 农业出版社, 1992.
- [7] 惠娜娜, 李继平, 王立, 等. 土壤中马铃薯粉痂病菌的简易检测方法 [J]. 中国蔬菜, 2012(10): 80–82.
- [8] 刘霞, 杨艳丽, 罗文富. 云南马铃薯粉痂病发生情况初步研究 [J]. 植物保护, 2006, 32(3): 63–67.
- [9] Merz U, Flloon R E. Review: powdery scab of potato—increased knowledge of pathogen biology and disease epidemiology for effective disease management [J]. Potato Research, 2008, 52(1): 17–37.
- [10] Falloon R E. Control of powdery scab of potato: towards integrated disease management [J]. American Journal of Potato Research, 2008, 85(4): 253–260.
- [11] Thomson J R, Howard R J, Waterer D R. Evaluation of chemical treatments for the control of common scab and powdery scab of potato [J]. Canadian Journal of Plant Pathology, 2006, 28(2): 365.
- [12] Jan H, Hidalgo O A, Muhammad A, *et al.* Effect of seed or soil treatments with fungicides on the control of powdery scab of potato [J]. Asian Journal of Plant Sciences, 2002, 1(4): 454–455.
- [13] Fallon R E, Merz U, Curtin D, *et al.* Boron affects *Spongospora subterranea* infection of host roots; laboratory and glasshouse results [C]//Porter I J, de Boer R, Cahill D, *et al.* Proceedings of the 2nd Australasian soil-borne diseases symposium. Victoria, Australia, 2001: 101–102.
- [14] 杨艳丽, 王利亚, 罗文富, 等. 马铃薯粉痂病综合防治技术初探 [J]. 植物保护, 2007, 33(3): 118–121.
- [15] Anonymous. Powdery scab Key No.63. Disease assessment manual for crop variety trials [M]. Cambridge: National Institute of Agricultural Botany Cambridge, 1985.
- [16] 柴宝山, 刘长令, 李志念. 噁菌环胺的合成与杀菌活性 [J]. 农药, 2007, 46(6): 377–378.
- [17] 金春梅, 陆致平. 50%噁菌环胺 WG 对番茄灰霉病的防治效果研究 [J]. 上海蔬菜, 2012(2): 58.
- [18] 沈迎春. 噁菌环胺对葡萄灰霉病室内毒力测定和田间药效试验 [J]. 农药, 2010, 49(4): 306–307.
- [19] 侯琿, 周增强, 王丽. 多种杀菌剂对苹果斑点落叶病的田间防治效果 [J]. 中国农学通报, 2015, 31(28): 151–155.

公 示

2021 年中国马铃薯大会期间, 中国作物学会马铃薯专业委员会决议通过新增补委员 24 人, 现将名单公布如下:

张国辉(宁夏农林科学院固原分院)、陈涛(成都市农林科学院作物研究所)、邢程(黑龙江翰恒环保科技有限公司)、夏善勇(黑龙江省农业科学院马铃薯研究所)、张笑宇(内蒙古农业大学)、曲亚英(甘肃省农业科学院马铃薯研究所)、何钦(华中农业大学)、刘腾飞(华中农业大学)、程冬(华中农业大学)、田再民(河北北方学院农林科技学院)、张会灵(河南科技大学)、李有涵(云南农业大学)、徐笑宇(云南农业大学)、张锐(云南农业大学)、王景顺(呼伦贝尔市农牧科学研究所)、于小刚(呼伦贝尔市农牧科学研究所)、何天久(贵州省马铃薯(生物技术)研究所)、王晓丹(中国农业大学植物保护学院)、肖春芳(恩施州农业科学院(中国南方马铃薯研究中心))、李华伟(福建省农业科学院作物研究所)、齐思芳(甘肃省农业科学院马铃薯研究所)、张春燕(榆林市农业科学研究院)、黄飞燕(湖北省恩施市马铃薯产业发展局)、叶锋(榆林市农业农村局)。

中国作物学会马铃薯专业委员会
2021 年 7 月 27 日于陕西榆林