

中图分类号: S532 文献标识码: A 文章编号: 1672-3635(2021)02-0164-06

病虫害防治

DOI: 10.19918/j.cnki.1672-3635.2021.02.009

马铃薯品种对早疫病、晚疫病和疮痂病的田间抗性评价

赵艳群, 武奇伟, 任飞娥, 赵金瑞, 赵文忠*

(榆林市农业技术服务中心, 陕西 榆林 719000)

摘要: 早疫病、晚疫病和疮痂病是3种重要的马铃薯病害。为指导科学开展品种选育推广和促进农药减量控害, 在陕西省榆林市进行了不同品种马铃薯对早疫病、晚疫病和疮痂病的田间抗病性评价研究。早疫病和晚疫病抗性试验以‘紫花白’为对照, 疮痂病抗性试验以‘冀张薯12号’为对照, 调查各病害的田间发病率和病情指数, 进行抗性鉴定。结果表明, 供试品种中75.0%的品种高抗或抗早疫病, 46.7%的品种抗或中抗晚疫病, 33.3%的品种中抗疮痂病。仅‘陇薯13号’对早疫病高抗, 无晚疫病和疮痂病的高抗或免疫材料。‘青薯9号’、‘丽薯7号’和‘安1304-32’均抗晚疫病且产量较高, 可在榆林市推广, ‘陇薯7号’、‘冀张薯12号’、‘榆薯3号’、‘榆薯4号’、‘榆薯5号’和‘丽薯6号’为晚疫病高感品种, 在加强病害防控的前提下, 可在晚疫病轻发生区种植。疮痂病高抗品种缺乏, 需进一步引进和研究。

关键词: 马铃薯; 疮痂病; 早疫病; 晚疫病; 田间抗性

Evaluation on Field Resistance of Potato Varieties to Early Blight, Late Blight and Scab

ZHAO Yanqun, WU Qiwei, REN Feie, ZHAO Jinrui, ZHAO Wenzhong*

(Yulin Agricultural Technology Service Center, Yulin, Shaanxi 719000, China)

Abstract: Potato early blight, late blight and scab are serious diseases. Field resistance of potato varieties to early blight, late blight and scab was evaluated to provide references for breeding and promotion of pesticide reduction and damage control in Yulin City, Shaanxi Province. Field incidence rate and disease index of the potato diseases were investigated in field trial to assess potato variety resistance, by using 'Zihuabai' as the control for early blight and late blight, and 'Jizhangshu 12' as the control for scab. The results showed that 75.0% of the tested varieties were highly resistant or resistant to early blight, 46.7% were resistant or moderately resistant to late blight, and 33.3% were moderately resistant to scab. Only 'Longshu 13' was highly resistant to early blight, but no variety with high resistance or immune to late blight and scab was found. 'Qingshu 9', 'Lishu 7' and 'An 1304-32' were resistant to late blight with high yield, which could be promoted in Yulin City. 'Longshu 7', 'Jizhangshu 12', 'Yushu 3', 'Yushu 4', 'Yushu 5' and 'Lishu 6' were highly susceptible to late blight, which could be planted in low-risk region of late blight under the premise of enhancing disease control. Varieties highly resistant to scab are lack, so it needs to be introduced and studied further.

Key Words: potato; scab; early blight; late blight; field resistance

收稿日期: 2021-01-03

基金项目: 陕西省省级农作物病虫害防控项目资金(陕农计财[2020]24号)。

作者简介: 赵艳群(1985-), 女, 硕士, 主要从事农作物病虫害防治工作。

*通信作者(Corresponding author): 赵文忠, 高级农艺师, 主要从事农业技术推广工作, E-mail: 642452652@qq.com。

马铃薯是陕西省榆林市的农业主导产业之一，对保障粮食安全和推动乡村振兴有重要意义。全市马铃薯栽培品种20多个，种植面积约17万hm²，年产量59万t，总产值66亿元，产业经济效益十分突出^[1]，拥有“榆林马铃薯”“靖边马铃薯”和“定边马铃薯”国家地理标志产品品牌，生产的马铃薯品质优良，在国内外市场颇具盛誉。

随着马铃薯产业规模的扩张和农产品贸易的频繁，病虫害问题逐年加重，严重阻碍产业提质增效和可持续发展。据榆林市农业技术服务中心调查发现，近3年榆林市马铃薯发生的主要病害有晚疫病、早疫病和疮痂病，年平均发生面积分别为3.8万、2.3万和0.5万hm²。马铃薯早疫病和晚疫病分别是由茄链格孢菌[*Alternaria solani* (Ell.et Mart.) Jones et Grout.]^[2]和致病疫霉[*Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary]^[3]引起^[3]，主要危害叶片，造成叶斑叶枯从而减产，尤其是晚疫病可减产20%~40%，还能使窖藏期薯块发生干腐或湿腐，危害极其严重^[4]。马铃薯疮痂病致病菌为疮痂多种链霉菌(*Streptomyces* spp.)，该病害主要通过带病种薯和土壤传播，受害块茎表面出现网纹状或裂口状的疮痂病斑^[5]，薯块品质明显降低。早疫病易于防治；晚疫病防治次数多且药剂成本较高；疮痂病防治药剂缺乏，防治难度

极大。而且马铃薯一般年施药6~12次，实施农药减量控害，减少面源污染任务艰巨。

推广抗性品种能减少杀菌剂的使用，保护农田生态环境。而品种抗病性鉴定是开展作物品种推广的重要基础，目前已有学者分别对马铃薯晚疫病^[6]、早疫病^[7]和疮痂病^[8]的品种抗性进行了研究。前人研究虽对榆林市马铃薯品种的抗病性有所介绍^[9~11]，但未见品种抗性鉴定相关研究报道。针对上述问题，在榆林市开展了马铃薯品种对这3种病害的抗病性试验研究，以促进优良品种的繁育推广与合理布局，为病虫害绿色防控和农药减量控害提供技术支撑。

1 材料与方法

1.1 试验地概况

为了避免不同病害之间的相互影响，故于2020年在榆林市3个县(区)分别开展针对单一病害的抗性评价试验。在榆阳区芹河镇红墩村开展马铃薯早疫病品种抗性试验，在靖边县三岔渠镇羊羔村开展马铃薯晚疫病品种抗性试验，在榆阳区金鸡滩镇三滩村开展马铃薯疮痂病品种抗性试验。试验地为风砂土，地势平整，肥力中等。

1.2 供试品种

供试品种见表1。

表1 供试品种
Table 1 Variety tested

试验 Test	供试品种 Variety tested
早疫病品种抗性试验 Variety test for early blight resistance	陇薯13号、云薯287、沙薯15号、榆薯5号、大同17号、榆薯4号、冀张薯12号、94256-5、G4、中薯3号、兴佳2号和紫花白(CK)
晚疫病品种抗性试验 Variety test for late blight resistance	青薯9号、丽薯7号、安1304-32、榆薯1106-67、晋薯16号、冀张薯8号、希森6号、安1108-175、冀张薯12号、陇薯7号、榆薯3号、榆薯4号、榆薯5号、丽薯6号和紫花白(CK)
疮痂病品种抗性试验 Variety test for scab resistance	黑金刚、冀张薯8号、榆薯3号、心里美、青薯9号、丽薯6号、榆薯4号、榆薯5号、晋薯16号、阿克瑞亚、紫花白和冀张薯12号(CK)

1.3 试验设计

马铃薯早疫病品种抗性试验：挑选健康种薯播种，种植密度为2 500株/667m²。每个品种为1个处理，重复3次，每小区50 m²，各小区随机排列。试验田为非重茬田，常规水肥管理。马铃薯生长期不喷施杀菌剂。

马铃薯晚疫病品种抗性试验：使用健康种薯播种，计划种植密度3 100株/667m²。其他同马铃薯早疫病品种抗性试验设计。

马铃薯疮痂病品种抗性试验：使用健康种薯播种。种植密度为2 900株/667m²。每个品种为1个处理，重复3次，每个小区面积100 m²，各小区随机排

列。试验田为重茬田, 常规水肥管理。马铃薯生长期开展以晚疫病为主的防治工作。

马铃薯早疫病、晚疫病和疮痂病田间自然发病, 5月上中旬播种, 9月下旬收获。

1.4 调查方法

分别在2020年8月3和21日早疫病和晚疫病的盛发期调查发病情况, 各小区5点取样, 每点取2株, 调查全株叶片的发病情况。在2020年9月30日收获期调查马铃薯疮痂病的发病情况, 各小区5点取样, 每点取5株, 调查所有薯块的发病情况。按照下列标准进行病情分级, 计算病情指数, 开展抗性评价并测产。

马铃薯早疫病病情分级标准^[12], 按照病斑面积占整株叶面积的百分比分级: 0级, 无病斑; 1级, $\leq 5\%$; 3级, $6\% \sim 10\%$; 5级, $11\% \sim 20\%$; 7级, $21\% \sim 50\%$; 9级, $> 50\%$ 。抗性评价标准^[13]: 病情指数0为免疫, $0 \sim 0.1$ 为高抗, $0.11 \sim 20$ 为抗, $20.1 \sim 40$ 为中抗, $40.1 \sim 60$ 为中感, 60.1 以上为感病。

马铃薯晚疫病病情分级标准^[14]: 0级, 全株叶片无病斑; 1级, 个别叶片上有个别病斑; 3级, 全株1/4以下的叶片有病斑, 或植株上部茎秆有个别小病斑; 5级, 全株1/4~1/2的叶片有病斑, 或植株上部茎秆有典型病斑; 7级, 全株1/2以上的叶片有病斑, 或植株上部茎秆有较大病斑; 9级, 全株叶片几乎都有病斑, 或者大部分病叶枯死, 甚至茎部枯死。抗性评价标准^[14]: 病情指数0~1为免疫, $1.1 \sim 10$ 为抗病, $10.1 \sim 20$ 为中抗, $20.1 \sim 30$ 为中感, $30.1 \sim 40$ 为感, 40 以上为高感。

马铃薯疮痂病病情分级标准^[15], 按照病斑占整个薯块总面积的百分比分级: 0级, 无病斑; 1级, $< 1\%$; 2级, $1\% \sim 10\%$; 3级, $11\% \sim 20\%$; 4级, $21\% \sim 50\%$; 5级, $> 50\%$ 。参照赵远征等^[15]抗性评价标准, 并稍作修改: 薯皮无病斑, 相对病情指数1为免疫; $0.8 \sim 0.99$ 为高抗; $0.6 \sim 0.79$ 为中抗; $0.4 \sim 0.59$ 为中感; 0.39 及以下为高感。

病株(薯)率(%) = [发病株(块茎)数/调查总株(块茎)数] $\times 100$

病情指数 = $[\sum (\text{各级病叶(薯)数} \times \text{该病级值}) / (\text{调查总叶(薯)数} \times \text{最高级值})] \times 100$

相对病情指数 = $1 - (\text{品种病情指数} / \text{最高病情指数})$

2 结果与分析

2.1 马铃薯品种早疫病抗性鉴定

各品种早疫病抗病性表现为: ‘陇薯13号’为高抗; ‘云薯287’、‘沙薯15号’、‘榆薯5号’、‘大同17号’、‘榆薯4号’、‘冀张薯12号’、‘94256-5’和‘紫花白’(CK)均为抗病; ‘中薯3号’和‘G4’品种表现中抗; ‘兴佳2号’中感。中抗和中感品种后期降雨较多时表现不佳, 发生部分整枝或全株叶片枯死。‘榆薯5号’产量最高达 $36\,900 \text{ kg/hm}^2$, ‘沙薯15号’产量最低为 $14\,115 \text{ kg/hm}^2$ (表2)。

2.2 马铃薯品种晚疫病抗性鉴定

各品种晚疫病抗病性表现为: ‘青薯9号’、‘丽薯7号’、‘安1304-32’和‘榆薯1106-67’为抗病; ‘紫花白’(CK)、‘晋薯16号’和‘冀张薯8号’表现中抗; ‘安1108-175’为感病; ‘希森6号’为中感; ‘陇薯7号’、‘冀张薯12号’、‘榆薯3号’、‘榆薯4号’、‘榆薯5号’和‘丽薯6号’为高感。高感品种的平均发病率为 97.5% , 田间病级多为5级及以上, 病叶枯死, 甚至植株枯死的现象非常突出。‘安1304-32’产量最高达 $53\,985 \text{ kg/hm}^2$, ‘榆薯3号’产量最低达 $15\,600 \text{ kg/hm}^2$ (表3)。

2.3 马铃薯品种疮痂病抗性鉴定

各品种的疮痂病抗性表现为: ‘黑金刚’、‘冀张薯8号’、‘榆薯3号’和‘心里美’, 均为中抗疮痂病; ‘青薯9号’、‘丽薯6号’、‘榆薯4号’和‘榆薯5号’, 这4个品种均为中感疮痂病; ‘晋薯16号’、‘阿克瑞亚’、‘紫花白’和‘冀张薯12号’(CK)均为高感疮痂病; 未发现高抗病品种。产量最高的‘榆薯3号’为 $42\,933 \text{ kg/hm}^2$, 产量最低的‘黑金刚’为 $11\,709 \text{ kg/hm}^2$ (表4)。

2.4 品种综合抗病性评价

试验结果表明, 榆林市不同品种的马铃薯对早疫病、晚疫病和疮痂病的抗病性存在很大差异。供试品种中, 75.0% 的品种高抗或抗早疫病, 46.7% 的品种中抗或抗晚疫病, 33.3% 的品种中抗疮痂病。‘陇薯13号’虽然高抗早疫病, 但是薯块口感差, 不适合本地人的口味。‘榆薯4号’、‘榆薯5号’和‘冀张薯12号’, 抗早疫病、品质好、产量高。‘青薯9号’、‘丽薯7号’和‘安1304-32’为晚疫病抗病品种,

表2 不同品种马铃薯早疫病抗性鉴定
Table 2 Identification for early blight resistance of different potato varieties

品种 Variety	调查株数 Number of plants investigated	病株率(%) Disease incidence	病情指数 Disease index	抗性等级 Resistance level	产量(kg/hm ²) Yield (kg/ha)
陇薯13号 Longshu 13	30	20	0.07	HR	34 455
云薯287 Yunshu 287	30	91	8.78	R	26 895
沙薯15号 Shashu 15	30	80	1.53	R	14 115
榆薯5号 Yushu 5	30	100	9.67	R	36 900
大同17号 Datong 17	30	54	14.94	R	21 900
榆薯4号 Yushu 4	30	57	5.09	R	33 690
冀张薯12号 Jizhangshu 12	30	79	7.54	R	36 720
94256-5	30	70	4.21	R	31 245
G4	30	100	21.27	MR	17 340
中薯3号 Zhongshu 3	30	100	36.86	MR	14 565
兴佳2号 Xingjia 2	30	100	40.44	MS	17 565
紫花白(CK) Zihuabai	30	85	8.50	R	30 015

注: HR-高抗, R-抗, MR-中抗, MS-中感。

Note: HR-high resistance, R-resistance, MR-moderate resistance, and MS-moderate susceptibility.

表3 不同品种马铃薯晚疫病抗性鉴定
Table 3 Identification for late blight resistance of different potato varieties

品种 Variety	调查株数 Number of plants investigated	病株率(%) Disease incidence	病情指数 Disease index	抗性等级 Resistance level	产量(kg/hm ²) Yield (kg/ha)
青薯9号 Qingshu 9	30	20	3.33	R	40 785
丽薯7号 Lishu 7	30	15	1.67	R	29 490
安1304-32 An 1304-32	30	20	2.78	R	53 985
榆薯1106-67 Yushu 1106-67	30	80	9.44	R	18 900
晋薯16号 Jinshu 16	30	95	16.11	MR	42 315
冀张薯8号 Jizhangshu 8	30	90	19.44	MR	35 040
希森6号 Xisen 6	30	80	28.89	MS	37 620
安1108-175 An 1108-175	30	85	31.67	S	26 730
冀张薯12号 Jizhangshu 12	30	100	42.78	HS	38 505
陇薯7号 Longshu 7	30	95	57.78	HS	36 315
榆薯3号 Yushu 3	30	100	100	HS	15 600
榆薯4号 Yushu 4	30	95	64.44	HS	26 550
榆薯5号 Yushu 5	30	100	100	HS	36 240
丽薯6号 Lishu 6	30	95	66.11	HS	16 860
紫花白(CK) Zihuabai	30	80	18.89	MR	26 865

注: R-抗, MR-中抗, MS-中感, S-感, HS-高感。

Note: R-resistance, MR-moderate resistance, MS-moderate susceptibility, S-susceptibility, and HS-high susceptibility.

表4 不同品种马铃薯疮痂病抗性鉴定
Table 4 Identification for scab resistance of different potato varieties

品种 Variety	调查株数 Number of plants investigated	病薯率(%) Disease incidence	病情指数 Disease index	相对病情指数 Relative disease index	抗性等级 Resistance level	产量(kg/hm ²) Yield (kg/ha)
黑金刚 Heijingang	75	32	6.36	0.74	MR	11 709
冀张薯8号 Jizhangshu 8	75	61	9.65	0.60	MR	38 169
榆薯3号 Yushu 3	75	15	5.19	0.79	MR	42 933
心里美 Xinlimei	75	18	7.78	0.68	MR	17 173
青薯9号 Qingshu 9	75	28	11.79	0.51	MS	29 273
丽薯6号 Lishu 6	75	26	10.59	0.56	MS	38 249
榆薯4号 Yushu 4	75	57	14.29	0.41	MS	17 564
榆薯5号 Yushu 5	75	54	12.50	0.49	MS	34 346
晋薯16号 Jinshu 16	75	50	18.57	0.24	HS	31 224
阿克瑞亚 Agria	75	59	22.96	0.05	HS	19 125
紫花白 Zihuabai	75	47	20.00	0.18	HS	38 200
冀张薯12号(CK) Jizhangshu 12	75	64	24.29	0	HS	19 359

注：MR-中抗，MS-中感，HS-高感。
Note: MR-moderate resistance, MS-moderate susceptibility, and HS-high susceptibility.

适宜在榆林地区推广。‘陇薯7号’、‘冀张薯12号’、‘榆薯3号’、‘榆薯4号’、‘榆薯5号’和‘丽薯6号’，这6个高感晚疫病品种都是中晚熟品种，其中产量较高、商品性良好且抗早疫病的品种，加强病害综合防治或者提前收获的情况下，可尝试在晚疫病轻发生区种植。‘冀张薯8号’和‘榆薯3号’中抗疮痂病。综合考虑抗病性和产量2个因素，最佳推广品种为‘青薯9号’和‘冀张薯8号’。

3 讨 论

寄主植物、病原物和环境3方面共同影响植物病害的发生与流行的程度。中国登记或审定的马铃薯品种近900个^[16]，各地引进和推广的品种差异极大。马铃薯晚疫病和疮痂病存在多个生物型、生理小种或优势种群^[17-19]。而且中国马铃薯种植范围广，各地土壤条件、耕作制度和气候不同。因此，明确本地品种抗病性意义十分重大。本研究首次明确了榆林市马铃薯品种早疫病、晚疫病和疮痂病的抗病性差异。结果表明，大部分品种对马铃薯早疫病的抗性较好，对晚疫病和疮痂病抗性较差，为品种选育与合

理布局和绿色防控提供科学依据。‘青薯9号’抗晚疫病和‘冀张薯8号’中抗晚疫病，这与郭志乾等^[20]的研究结果一致；‘冀张薯12号’高感疮痂病，这与李爽^[8]的研究结果一致。‘陇薯7号’高感晚疫病，而马红梅^[6]的研究结果为中抗；‘丽薯6号’中感疮痂病，而何虎翼等^[21]研究结果为抗疮痂病。这可能是不同地区环境和病原菌差异造成的。而且国内外学者的研究均表明，马铃薯品种对晚疫病和疮痂病抗性在不同地区的表现不同，与病原菌基因型、环境、基因型与环境互作有关^[5,17,22,23]，应进一步深入研究。

品种合理布局是一项意义重大的工作。一方面，近年来马铃薯晚疫病中抗标准已经由病情指数31~50^[24]变为10~20，而疮痂病中抗标准由病情指数30~50^[25]变为5~10以下。可见，随着时代发展消费者对农产品质量要求提高，抗病品种的评价标准也越加严苛。另一方面，马铃薯普通栽培种大多缺乏晚疫病广谱抗病基因或多个主效抗病基因；薯块表皮木栓层较薄易于疮痂病菌侵染，而且疮痂病菌产生的是非寄主专化性Thaxtomins毒素^[26]，仍未明确抗病基因；而这两种病害都存在众多的致病种或生理小

种,尤其是晚疫病菌进化潜力高,使得品种的小种专业化抗性易丧失,而非小种专业化性的水平抗性是由多个微效基因控制,育种选择效率低,从而导致全国范围内的种质资源筛选很难获得高抗或免疫材料^[21,27,28]。因此,各地应科学开展品种区域规划,缩小单一品种的连片种植面积,缓解品种抗性丧失压力。

同时,加强马铃薯种薯生产体系建设也是发挥品种优良性状的重要措施之一。虽然榆林市三级脱毒种薯繁育供应体系完善,但是仍然存在一级种的质量参差不齐的问题,造成商品薯生产上出现品种退化现象。亟需强化种薯检测工作,建立种薯质量认证体系,提高技术手段,加强环境管理^[29],从而充分地发挥抗性品种优势,全面提升特色产业竞争力。

【参 考 文 献】

- [1] 方玉川,常勇,汪奎. 榆林市马铃薯产业与健康消费 [C]//屈冬玉,金黎平,陈伊里. 马铃薯产业与健康消费. 哈尔滨:黑龙江科学技术出版社,2019.
- [2] 中国农业科学院植物保护研究所,中国植物保护学会. 中国农作物病虫害 [M]. 3版. 北京:中国农业出版社,2015.
- [3] 陈利锋,徐敬友. 农业植物病理学 [M]. 3版. 北京:中国农业出版社,2007.
- [4] 《中国农作物病虫害》委员会. 中国农作物病虫害 上册 [M]. 北京:中国农业出版社,1979.
- [5] 聂峰杰,陈虞超,巩榴,等. 西北地区马铃薯疮痂病原菌鉴定及其生物学特性 [J]. 植物保护学报,2019,46(3): 611–617.
- [6] 马红梅. 西北地区部分马铃薯主栽品种晚疫病抗性鉴定和抗性基因组分分析 [D]. 杨凌:西北农林科技大学,2015.
- [7] 赵丽娟,李继明,李城德. 安定区马铃薯不同品种田间抗病性评价 [J]. 中国马铃薯,2018,32(1): 1–5.
- [8] 李爽. 23个马铃薯品种资源疮痂病抗性鉴定和评价指标筛选 [D]. 长春:吉林农业大学,2019.
- [9] 宋贵军,苏斌,雷斌,等. 陕西榆林市马铃薯晚疫病发生规律及综合防治技术 [J]. 吉林蔬菜,2009(3): 67–68.
- [10] 李善才,汪奎,方玉川,等. 榆林市马铃薯新品种比较试验 [J]. 现代农业科技,2012(9): 139–140.
- [11] 方玉川,汪奎,吕军,等. 陕北地区马铃薯品种比较试验 [J]. 中国马铃薯,2020,34(2): 65–71.
- [12] 国家技术质量监督局. 农药田间药效试验(一) [M]. 北京:中国标准出版社,2000.
- [13] 张子君,邹庆道,李海涛,等. 番茄早疫病抗病性鉴定研究 [J]. 北方园艺,2005(1): 53–55.
- [14] 谈孝凤,金星,袁洁,等. 贵州马铃薯主栽品种对晚疫病的田间抗性评价 [J]. 种子,2009,28(3): 45–48.
- [15] 赵远征,徐利敏,聂峰杰,等. 不同马铃薯品种抗疮痂病的田间鉴定与评价 [J]. 北方农业学报,2020,48(1): 81–86.
- [16] 徐建飞,胡军,段绍光,等. 2019年马铃薯登记品种分析 [C]//金黎平,吕文河. 马铃薯产业与美丽乡村. 哈尔滨:黑龙江科学技术出版社,2020: 272–273.
- [17] 张治斌. 中国马铃薯主产区晚疫病菌表型和SSR基因型分析 [D]. 呼和浩特:内蒙古大学,2020.
- [18] 赵伟全,刘大群,杨文香,等. 马铃薯疮痂病菌毒素及其致病性的研究 [J]. 植物病理学报,2005(4): 317–321.
- [19] Wanner L A, Kirk W W. *Streptomyces* – from basic microbiology to role as a plant pathogen [J]. American Journal of Potato Research, 2015, 92(2): 236–242.
- [20] 郭志乾,董凤林,苏林富,等. 马铃薯主栽品种对晚疫病抗性的鉴定 [J]. 中国马铃薯,2012,26(5): 299–301.
- [21] 何虎翼,谭冠宁,何新民,等. 马铃薯品种(系)资源的疮痂病抗性鉴定 [J]. 植物遗传资源学报,2017,18(4): 786–793.
- [22] Wanner L A, Haynes K G. Aggressiveness of *Streptomyces* on four potato cultivars and implications for common scab resistance breeding [J]. American Journal Potato Research, 2009, 86(5): 335–346.
- [23] Haynes K G, Goth R W, Young R J. Genotype × environment interactions for resistance to common scab in tetraploid potato [J]. Crop Science, 1997, 37(4): 1163–1167.
- [24] 方树民,翁定河,徐大东,等. 马铃薯品种对晚疫病的抗性评价 [J]. 福建农业科技,2001(4): 5–6.
- [25] 刘喜才,赵丽娟. 马铃薯种质资源描述规范和数据标准 [M]. 北京:中国农业出版社,2006.
- [26] 聂峰杰,陈虞超,巩榴,等. 马铃薯疮痂病致病链霉菌分类及其致病机理研究进展 [J]. 分子植物育种,2018,16(4): 1313–1319.
- [27] 段艳凤,胡军,徐建飞,等. 马铃薯晚疫病抗性种质资源遗传多样性评价 [C]//屈冬玉,金黎平,陈伊里. 马铃薯产业与健康消费. 哈尔滨:黑龙江科学技术出版社,2019: 112.
- [28] 刘淑娜. 马铃薯不同种质资源对疮痂病的抗性鉴定及其抗病机制 [D]. 大庆:黑龙江八一农垦大学,2019.
- [29] 第红君. 借鉴国外经验 提升中国马铃薯种薯质量 [J]. 世界农业,2014(1): 177–179.