

中图分类号: S532 文献标识码: B 文章编号: 1672-3635(2018)04-0199-06

马铃薯育成品种晚疫病抗性及其产量的鉴定与评价

王 鹏, 李芳弟, 郭天顺, 窦俊焕, 齐小东, 颀炜清, 罗照霞, 杨 晨, 赵中梁, 吕 汰*

(甘肃省天水市农业科学研究所, 甘肃 天水 741001)

摘 要: 为筛选出晚疫病抗性强、产量高、适宜于大面积推广种植的马铃薯品种和优质的亲本材料, 研究以‘天薯10号’为对照, 对23份国内育成的马铃薯品种的晚疫病抗性、产量进行评价。结果表明, ‘农天1号’、‘天薯12号’、‘天薯10号’(CK)、‘陇薯10号’、‘陇薯13号’、‘青薯9号’、‘陇薯11号’和‘陇薯12号’8个品种表现为植株高抗(HR)晚疫病, 杂交育种中可作为抗晚疫病品种选育的亲本材料; ‘庄薯3号’、‘云薯505’、‘农天2号’、‘陇薯7号’、‘天薯9号’、‘云薯205’、‘天薯11号’、‘云薯303’、‘陇薯6号’、‘云薯807’、‘云薯501’、‘青06-26-7’和‘云薯202’13个品种表现为中抗(MR); 其余3个品种‘青薯2号’、‘下寨65’和‘脱毒175’表现为中感(MS)。
‘青薯9号’、‘陇薯7号’、‘庄薯3号’、‘农天2号’、‘天薯11号’、‘陇薯13号’、‘云薯505’、‘云薯807’和‘农天1号’9个品种较对照‘天薯10号’增产。综合晚疫病抗性和产量筛选出‘青薯9号’、‘庄薯3号’、‘陇薯13号’、‘陇薯7号’、‘天薯11号’和‘农天2号’6个抗晚疫病性能强和丰产性较好的品种, 可在甘肃省天水及周边地区大面积示范种植。

关键词: 马铃薯; 晚疫病抗性; 产量; 鉴定

Identification and Evaluation of Late Blight Resistance and Yield of Potato Varieties

WANG Peng, LI Fangdi, GUO Tianshun, DOU Junhuan, QI Xiaodong, XIE Weiqing,

LUO Zhaoxia, YANG Chen, ZHAO Zhongliang, LU Tai*

(Tianshui Institute of Agricultural Sciences, Tianshui, Gansu 741001, China)

Abstract: The yield and resistance of 23 potato varieties were evaluated using 'Tianshu 10' as a control in order to screen the large scale cultivated potato varieties and potato breeding material with the strong resistance, high yield and adaptability to late blight. Eight varieties ('Nongtian 1', 'Tianshu 12', 'Tianshu 10', 'Longshu 10', 'Longshu 13', 'Qingshu 9', 'Longshu 11' and 'Longshu 12') were high resistant (HR) to late blight, which would be used as parents of resistance to late blight in cross breeding. Thirteen varieties ('Zhuangshu 3', 'Yunshu 505', 'Nongtian 2', 'Longshu 7', 'Tianshu 9', 'Yunshu 205', 'Tianshu 11', 'Yunshu 303', 'Longshu 6', 'Yunshu 807', 'Yunshu 501', 'Qing 06-26-7' and 'Yunshu 202') were moderately resistant (MR) and 'Qingshu 2', 'Xiazhai 65' and 'Tuodu 175' were moderately susceptible (MS) to late blight. The yields of nine varieties ('Qingshu 9', 'Longshu 7', 'Zhuangshu 3', 'Nongtian 2', 'Tianshu 11', 'Longshu 13', 'Yunshu 505', 'Yunshu 807' and 'Nongtian 1') were higher than that of 'Tianshu 10' (CK). Based on both disease resistance and yields of

收稿日期: 2017-06-09

基金项目: 甘肃省自然科学基金项目(1606RJZA178); 现代农业产业技术体系专项资金(CARS-10); 天水市科技支撑计划“主粮化马铃薯新品种选育及加工品质分析研究”; 甘肃省农业生物技术研究与应用开发项目(GNSW-2014-1)。

作者简介: 王 鹏(1980-), 男, 副研究员, 主要从事马铃薯育种工作。

***通信作者(Corresponding author):** 吕汰, 研究员, 主要从事马铃薯育种与栽培技术研究工作, E-mail: lvtai123@163.com。

tested varieties, six varieties ('Qingshu 9', 'Zhuangshu 3', 'Longshu 13', 'Longshu 7', 'Tianshu 11' and 'Nongtian 2') with strong resistance to late blight and high yields were selected, which could be planted on large area in Tianshui of Gansu Province and surrounding areas.

Key Words: potato; late blight resistance; yield; identification

马铃薯是仅次于小麦和水稻的世界第三大重要农作物^[1]。2015年, 中国农业部把马铃薯主粮化工作列入重要议程, 马铃薯主粮化不仅有助于推进种植业结构调整, 实现农业可持续发展, 保障中国粮食安全, 而且有助于改善和丰富中国居民膳食营养结构^[2]。根据公开发布的国家级统计资料, 截至2014年, 中国马铃薯播种面积增长到557.33万hm²^[3]。甘肃省马铃薯种植面积到2014年达68.25万hm², 种植效益已达到129.3亿元^[4]。然而, 在马铃薯的种植过程中, 病虫害始终阻碍其发展壮大, 对马铃薯产量和品质都造成了很大的影响。在诸多病虫害中, 晚疫病所造成的危害和影响都是最大的, 是中国乃至全世界的主要病害^[5,6]。生产中马铃薯晚疫病常用的防治措施主要有病情的预测和预报、化学防治、生物防治、农业防治以及抗病品种的使用。目前, 化学防治是国内外最主要的防治措施。然而, 各种防治措施都存在不同程度的缺陷, 防效也达不到理想的效果, 生产中主要还是通过种植抗性品种来抵御晚疫病的发生。因此, 长期致力于马铃薯抗病品种的选育是育种家们应持之以恒的研究工作。

“雨养农业区(天水)”在每年的7月下旬进入梅雨季节, 高温高湿的条件极易于晚疫病的发生和流行, 没有高抗晚疫病的品种或有效的防治措施, 将严重导致马铃薯减产。因此, 马铃薯育种工作中, 抗马铃薯晚疫病品种的选育是重中之重。然而, 选育抗性品种的关键是获得有效的抗性资源。因此, 本研究以‘天薯10号’为对照品种对23份国内育成的马铃薯品种的晚疫病抗性、产量及适应性进行鉴定与评价, 旨在筛选出抗病性强、高产、适宜于大面积推广种植的马铃薯品种和优质的亲本材料。

1 材料与方法

1.1 参试材料

23份参试材料及对照品种列于表1。

1.2 试验设计与方法

1.2.1 试验地概况

试验设于“雨养农业区(天水)”—甘肃省天水市农业科学研究所中梁试验站。试验地海拔1 650 m, 2年前茬作物均为冬小麦。2014和2015年均结合施肥用大型拖拉机耕地一遍, 再用旋耕机旋地一

表1 供试材料名称及来源

Table 1 Name and source of tested materials

来源 Source	品种 Variety
甘肃省农业科学院马铃薯研究所 Potato Institute of Gansu Academy of Agricultural Sciences	陇薯12号, 陇薯10号, 陇薯6号, 陇薯7号, 陇薯11号, 陇薯13号, 庄薯3号
青海省农业科学院生物技术研究 Biotechnology Institute of Qinghai Academy of Agricultural Sciences	下寨65, 青薯2号, 脱毒175, 青薯9号, 青06-26-7
西北农林科技大学 Northwest Agriculture and Forestry University	云薯303, 云薯505, 云薯205, 云薯807, 云薯202, 云薯501
甘肃省天水市农业科学研究所 Tianshui Institute of Agricultural Sciences	天薯10号(CK), 天薯11号, 天薯9号, 农天2号, 天薯12号, 农天1号

遍, 机耕时撒施腐熟鸡粪 1 300 kg/667m²、磷酸二铵 (N+P₂O₅ ≥ 64.0%, N:P₂O₅ = 18:46) 10 kg/667m²、尿素 (总 N ≥ 46.4%) 10 kg/667m², 6 月壅土时追施尿素 20 kg/667m²。

根据甘肃省天水市秦州区气象资料, 2014 年 4 月下旬至 5 月下旬降雨量 35.4 mm, 较历年少 27.9 mm, 7 月上旬至 9 月下旬, 降雨量 227.1 mm, 较历年少 36.3 mm, 全年生育期内降水量 304.5 mm, 较历年 (402.4 mm) 少 97.9 mm; 平均气温 16.6 ℃, 较历年 (19.4 ℃) 低 2.8 ℃; 日照时数 967.5 h, 较历年 (986.4 h) 少 18.9 h。2015 年 4 月下旬至 5 月下旬降雨量 98.1 mm, 较历年多 28.8 mm, 7 月上旬至 9 月下旬, 降雨量 161.6 mm, 较历年少 101.8 mm, 全年生育期内降水量 346.0 mm, 较历年 (402.4 mm) 少 56.4 mm; 平均气温 21.5 ℃, 较历年 (19.4 ℃) 高 2.1 ℃; 日照时数 1 159.7 h, 较历年 (986.4 h) 多 173.3 h。

1.2.2 试验设计与方法

试验采用随机区组排列, 试验时间 2014~2015 年, 2 年均 3 次重复。小区长 6.67 m, 宽 3 m, 小区面积 20 m²。行距 60 cm, 株距 33 cm, 5 行区, 每个小区 100 株, 密度为 3 333 株/667m²。2014 年 4 月 19 日播种, 10 月 4 日收获。2015 年 4 月 19 日播种, 9 月 26 日收获。整个生育期内参试材料田间自然发病, 未喷施任何病害防治药物。

采用马红梅^[7]的方法调查马铃薯植株晚疫病: (1) 每个小区对角线 5 点取样统计, 每点 3 株, 调查全部叶片, 估算病斑面积占总叶片面积的比例, 用百分比计算。具体计算公式: 发病叶片面积 (%) = (病斑面积/总叶片面积) × 100。(2) 根据病害流行速度快慢, 调查间隔时期为 7~10 d 一次, 可以根据情况进行调整。(3) 开花中后期, 田间首次出现病斑时开始第 1 次调查, 试验收获前结束。该试验中, 2014 与 2015 年均调查 8 次。以发病叶片面积百分比表示病害发生情况, 将品种抗病性划分为 4 个级别: 高抗 (HR) (发病叶片面积: 3%~10%)、中抗 (MR) (发病叶片面积: 11%~30%)、中感 (MS) (发病叶片面积: 31%~60%) 和高感 (HS) (发病叶片面积 ≥ 61%), 根据整个生育期的平均值评价马铃薯品种对晚疫病的

田间抗性。

马铃薯收获时, 对供试品种每小区中间一行的商品薯率进行考量, 并对每小区的产量进行称重, 估算产量, 3 个独立小区重复取平均值。

2 结果与分析

2.1 不同年份马铃薯品种晚疫病发病情况

按各品种 2014 和 2015 年平均晚疫病发病叶片面积百分比及 2 年晚疫病发病叶片面积百分比平均值绘制图 1。

参与晚疫病抗性鉴定的 24 份材料 (包括对照) 中, 2 年供试材料的晚疫病发病平均抗病情况为 ‘农天 1 号’、‘天薯 12 号’、‘天薯 10 号’ (CK), ‘陇薯 10 号’、‘陇薯 13 号’、‘青薯 9 号’、‘陇薯 11 号’ 和 ‘陇薯 12 号’ 表现为高抗 (HR) 晚疫病; ‘庄薯 3 号’、‘云薯 505’、‘农天 2 号’、‘陇薯 7 号’、‘天薯 9 号’、‘云薯 205’、‘天薯 11 号’、‘云薯 303’、‘陇薯 6 号’、‘云薯 807’、‘云薯 501’、‘青 06-26-7’ 和 ‘云薯 202’ 表现为中抗 (MR); ‘青薯 2 号’、‘下寨 65’ 和 ‘脱毒 175’ 表现为中感 (MS)。2 年马铃薯品种的晚疫病发病情况相比, 2015 年品种的晚疫病发病叶片面积百分比明显高于 2014 年, 从气象数据看, 2014 年全年降雨量 (304.5 mm)、日平均气温 (16.6 ℃) 和日照时数 (967.5 h) 均低于 2015 年全年降雨量 (346.0 mm)、日平均气温 (21.5 ℃) 和日照时数 (1 159.7 h), 显然, 高温高湿的条件有助于晚疫病菌快速繁殖, 晚疫病发病较严重, 因此, 造成了 2 年晚疫病病情的差异。从单个品种的晚疫病发病情况来看, 2 年抗晚疫病性能比较稳定的是 ‘农天 1 号’、‘天薯 12 号’、‘青薯 9 号’、‘农天 2 号’、‘云薯 205’、‘云薯 303’ 和 ‘云薯 501’, 其余品种 2 年的晚疫病发病程度均有不同程度的差异。‘农天 1 号’ 和 ‘天薯 12 号’ 高抗晚疫病且抗病性稳定, 抗病性高于对照 ‘天薯 10 号’ (CK)。

2.2 不同年份马铃薯品种晚疫病流行趋势

按照记载日期逐次计算所有品种晚疫病发病叶片面积百分比的平均值绘制图 2。从发病即日起, 2014 和 2015 年马铃薯晚疫病的发病趋势逐渐加重, 2014 年植株晚疫病发病叶片面积百分比整

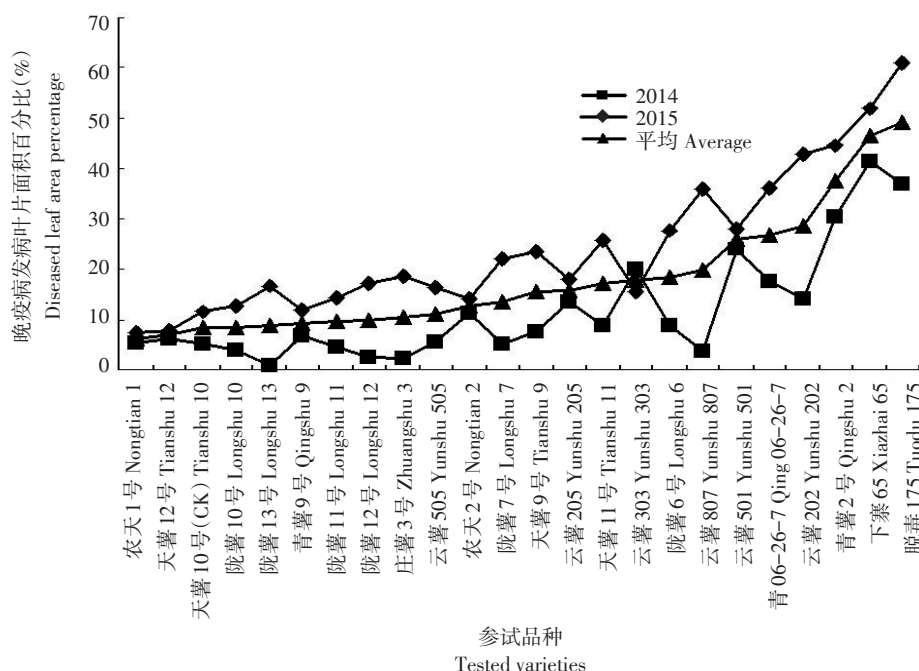


图1 2014和2015年马铃薯品种晚疫病发病情况

Figure 1 Incidence of potato late blight on tested varieties in 2014 and 2015

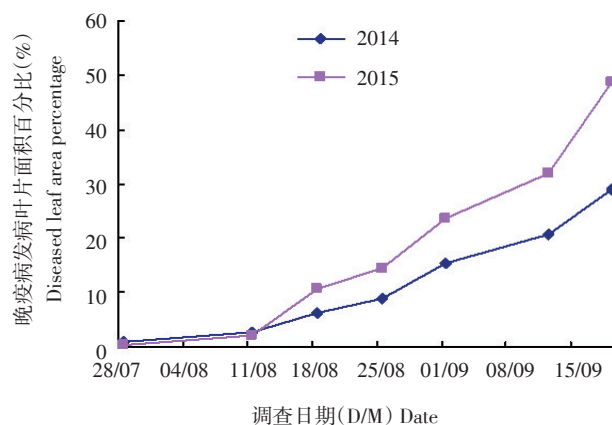


图2 2014和2015年植株晚疫病发病趋势

Figure 2 Incidence trends of potato late blight in 2014 and 2015

体明显低于2015年。2014年由于5~7月降水量少,各品种发病迟,7月28日开始发病,8月降水也少,晚疫病发展缓慢,至9月10日后降水增多,晚疫病发病速度加快。总体来看,2014年降水少,晚疫病发病晚,发病较轻。2015年5、6月正值马铃薯出苗期,降水充足,各品种出苗整齐,植株长势强。7月正值生长中期,气温偏高,晚

疫病发病较早。7月下旬感病品种植株叶片出现病斑。

2.3 不同年份马铃薯品种产量和商品薯率

产量结果和方差分析表明(表2),参试材料中产量超过对照‘天薯10号’(CK)(814 kg/667m²)的品种分别为‘青薯9号’、‘陇薯7号’、‘庄薯3号’、‘农天2号’、‘天薯11号’、‘陇薯13号’、‘云薯

表2 2014和2015年马铃薯品种产量和商品薯率
Table 2 Yield and marketable tuber percentage of tested varieties in 2014 and 2015

品种 Variety	小区产量(kg/20m ²) Plot yield			折合产量(kg/667m ²) Equivalent yield			商品薯率(%) Marketable tuber percentage		
	2014	2015	平均 Average	2014	2015	平均 Average	2014	2015	平均 Average
青薯9号 Qingshu 9	24.70	39.30	32.00	824	1 311	1 067 aA	60.2	78.9	69.55
陇薯7号 Longshu 7	26.88	32.58	29.73	896	1 087	992 bB	65.1	71.5	68.30
庄薯3号 Zhuangshu 3	21.18	36.20	28.69	706	1 207	957 bB	47.7	73.9	60.80
农天2号 Nongtian 2	24.30	31.53	27.92	810	1 052	931 cC	63.8	91.9	77.85
天薯11号 Tianshu 11	23.18	31.78	27.48	773	1 060	916 cC	60.2	77.6	68.90
陇薯13号 Longshu 13	20.53	34.00	27.27	685	1 134	909 cC	75.6	92.4	84.00
云薯505 Yunshu 505	19.35	34.55	26.95	645	1 152	899 cC	68.8	80.7	74.75
云薯807 Yunshu 807	21.60	29.63	25.62	720	988	854 dD	63.0	80.7	71.85
农天1号 Nongtian 1	13.85	35.58	24.72	462	1 187	824 dD	74.3	92.8	83.55
天薯10号(CK) Tianshu 10	21.73	27.10	24.42	725	904	814 eE	49.7	77.7	63.70
云薯303 Yunshu 303	19.50	26.73	23.12	650	891	771 efEFG	47.1	73.2	60.15
陇薯10号 Longshu 10	20.35	25.78	23.07	679	860	769 efFG	68.9	84.6	76.75
青06-26-7 Qing 06-26-7	14.08	31.85	22.97	469	1 062	766 fgFG	37.2	88.7	62.95
天薯12号 Tianshu 12	23.95	21.50	22.73	799	717	757 ghGH	65.6	83.0	74.30
陇薯11号 Longshu 11	15.88	28.88	22.38	529	963	746 hiGH	37.6	85.8	61.70
陇薯12号 Longshu 12	15.20	29.38	22.29	507	980	743 hiGH	65.9	85.5	75.70
青薯2号 Qingshu 2	21.33	22.40	21.87	711	747	729 ijHI	65.4	84.4	74.90
云薯205 Yunshu 205	17.16	24.70	20.93	572	824	698 jkJK	25.3	69.6	47.45
天薯9号 Tianshu 9	23.15	18.43	20.79	772	615	693 jkJK	70.5	75.4	72.95
陇薯6号 Longshu 6	13.55	26.95	20.25	452	899	675 kIKL	36.3	88.8	62.55
脱毒175 Tuodu 175	11.85	25.53	18.69	395	851	623 mKL	13.0	81.7	47.35
下寨65 Xiazhai 65	14.73	22.45	18.59	491	749	620 mL	14.2	67.0	40.60
云薯202 Yunshu 202	11.36	16.95	14.16	379	565	472 nM	14.3	59.6	36.95
云薯501 Yunshu 501	6.98	19.40	13.19	233	647	440 nM	21.0	72.7	46.85

注: 商品薯率为大于75 g的薯块所占的重量百分比。品种产量多重比较采用SSR法。

Note: Marketable tuber percentage refers to percentage of tubers more than 75 g in the total tubers. SSR method was used for multiple comparison of variety yield.

505、‘云薯807’和‘农天1号’,这9个品种产量与对照‘天薯10号’(CK)差异达极显著水平,其中,‘青薯9号’、‘陇薯7号’和‘庄薯3号’产量最

高,产量分别为1 067, 992和957 kg/667m²;商品薯率较高的品种为‘陇薯13号’和‘农天1号’,分别达84.00%和83.55%。

3 讨 论

从品种来源的地域性看,抗病性差异比较明显,甘肃省天水市农业科学研究所育成品种(天薯系列、农天系列)和甘肃省农业科学院马铃薯研究所育成的品种(陇薯系列)植株晚疫病发病轻,晚疫病抗性较强,适应性好;其次,植株抗晚疫病较强的为来自于云南的品种;抗晚疫病性能较弱的为来自于青海的品种(除‘青薯9号’)。表明马铃薯品种适宜种植的地域性较强,适宜种植范围有一定的局限性,该研究结果与王鹏等^[8]的研究结果一致。

综合各参试品种连续2年晚疫病田间抗性和产量表现分析,丰产性较好、抗晚疫病性能强、适宜于“雨养农业区(天水)”大面积推广种植的品种分别为‘青薯9号’、‘庄薯3号’、‘天薯11号’、‘陇薯7号’、‘农天2号’和‘陇薯13号’,其中对‘青薯9号’和‘庄薯3号’的鉴定结果(抗病、高产)与郭志乾等^[9]和王信等^[10]的研究结果一致。筛选出的6个品种中,‘青薯9号’、‘庄薯3号’、‘天薯11号’和‘陇薯7号’4个品种都通过国家作物委员会审定,该研究结果也再次证明了国审品种适应性广,应大面积推广种植。‘农天1号’、‘天薯12号’、‘天薯10号’(CK)、‘陇薯10号’、‘陇薯13号’、‘青薯9号’、‘陇薯11号’和‘陇薯12号’8个高抗晚疫病品种可作为马铃薯抗晚疫病品种选育的亲本材料。‘青薯2号’、‘下寨65’和‘脱毒175’3个品种抗晚疫病性能和产量均表现不佳,在生产中要进行种植或作为亲本材料加以利用,需加大晚疫病(化学或

生物)防治力度,或者通过对种薯进行脱毒,提高种薯级别来抵御晚疫病病菌的侵害。

[参 考 文 献]

- [1] Visser R G F, Bachem C W B, Boer J M D, *et al.* Sequencing the potato genome: outline and first results to come from the elucidation of the sequence of the World's Third Most Important Food [J]. *American Journal of Potato Research*, 2009, 86(6): 417.
- [2] 卢肖平. 马铃薯主粮化战略的意义、瓶颈与政策建议 [J]. *华中农业大学学报: 社会科学版*, 2015(3): 1-7.
- [3] 高明杰, 罗其友, 张萌, 等. 新时期中国马铃薯产业发展趋势分析 [C]//屈冬玉, 陈伊里. 马铃薯产业与中国式主食. 哈尔滨: 哈尔滨地图出版社, 2016.
- [4] 杨祁峰, 岳云, 熊春蓉, 等. 甘肃省马铃薯产业与主食化发展分析 [C]//屈冬玉, 陈伊里. 马铃薯产业与中国式主食. 哈尔滨: 哈尔滨地图出版社, 2016.
- [5] Nowicki M, Fooled M R, Nowakowska M, *et al.* Potato and tomato late blight caused by *P. infestans*: an overview of pathology and resistance breeding [J]. *Plant Disease*, 2012, 96(1): 4-17.
- [6] Garelik G. Taking the bite out of potato blight [J]. *Science*, 2002, 298: 1702-1704.
- [7] 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病基因组成分析 [D]. 杨凌: 西北农林科技大学, 2014.
- [8] 王鹏, 李芳弟, 郭天顺, 等. 马铃薯品种(系)晚疫病抗性鉴定 [J]. *中国马铃薯*, 2014, 28(5): 264-269.
- [9] 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.
- [10] 王信, 程亮, 郭青云. 青海省马铃薯品种对晚疫病病菌的抗性分析 [J]. *中国马铃薯*, 2011, 25(4): 238-241.