

中图分类号: S532 文献标识码: A 文章编号: 1672-3635(2017)02-0104-09

病虫害防治

山东省马铃薯病害调查

王炳森, 王 丽, 陈惠兰*

(华中农业大学园艺林学学院/华中农业大学园艺植物生物学教育部重点实验室/

华中农业大学马铃薯生物学与生物技术农业部重点实验室/国家蔬菜改良中心华中分中心, 湖北 武汉 430070)

摘 要: 山东省是中国马铃薯种植大省, 但是由于多年连作, 导致马铃薯病害愈加严重。为探究山东省马铃薯常见病害发生情况, 于2015年秋季采集了滕州、泰安和高密3个市区的44个样本, 提取病株的DNA和RNA, 分别对这些样本进行13种马铃薯常见细菌性病害、真菌性病害和病毒病的检测。结果表明, 山东省发现马铃薯病害主要有疮痂病、黑胫病、干腐病、黑痣病、病毒病PVX和PVY。这将为山东省马铃薯病害的防治提供一定的依据, 同时也为马铃薯育种提供一定的参考价值。

关键词: 马铃薯; 山东省; 细菌性病害; 真菌性病害; 病毒病; 检测

Investigation of Potato Diseases in Shandong Province

WANG Bingsen, WANG Li, CHEN Huilan*

(College of Horticulture and Forestry Sciences/Key Laboratory of Horticultural Plant Biology (HAU), Ministry of Education/Key

Laboratory of Potato Biology and Biotechnology (HAU), Ministry of Agriculture/National Center for Vegetable Improvement

(Central China), Huazhong Agricultural University, Wuhan, Hubei 430070, China)

Abstract: Shandong Province is one of the biggest potato planting provinces in China. However, due to the years of continuous cropping, potato diseases are more and more serious. In order to figure out the incidence of common diseases of potato in Shandong Province, 44 potato samples were collected in three cities of Shandong Province, Tengzhou, Taian and Gaomi, in fall of 2015. DNA and RNA were extracted from the samples and used to detect 13 common bacterial, fungal and viral diseases of potato. The results showed that the main found diseases of potato in Shandong Province were potato scab, black shank, dry rot, black scurf, PVX and PVY. This study provides a basis for potato disease prevention and control in Shandong Province and it also provides reference for local potato breeding.

Key Words: potato; Shandong Province; bacterial disease; fungal disease; viral disease; detection

马铃薯, 原产于南美安第斯山脉, 是茄科茄属一年生草本植物, 在明朝万历年间引种到中国, 距今已约有400年的历史。由于其用途多、适应性广、生长周期短, 马铃薯这种粮菜兼用的植物已经成为中国种植业主要的经济作物之一。以原粮计算的话, 在国内粮食总产量中, 马铃薯

占比高达13.3%, 已经成为了仅次于水稻、玉米和小麦的第四大粮食作物^[1]。

山东省是中国蔬菜产销大省, 在山东省蔬菜行业中, 马铃薯种植业已经成为增加农业效益、农民增收的支柱型产业。2013年山东省马铃薯种植面积达到17.7万hm², 其中设施栽培面积4.8万hm², 总

收稿日期: 2016-10-09

基金项目: 中央高校基本科研业务费专项资金(2013PY080); 新进高层次人才科研启动基金(201209)。

作者简介: 王炳森(1992-), 男, 硕士研究生, 主要从事马铃薯青枯病的调查研究及青枯菌效应子功能研究。

*通信作者(Corresponding author): 陈惠兰, 教授, 主要从事马铃薯抗青枯病的分子生物学研究, E-mail: chenhuilan@gmail.com。

产量高达708.36万t, 平均产量2 670 kg/667m², 其中设施栽培总产量217.57万t, 平均产量3 000 kg/667m²。全省146个县区中有126个县区种植马铃薯^[2]。但是, 随着中国不断扩大马铃薯的种植面积, 以及连作重茬等不规范的种植方式, 引起了多种马铃薯病害, 对马铃薯产业造成严重的影响。马铃薯一旦出现病害, 首先会大大降低马铃薯的产量, 其次, 马铃薯病害常常会引起烂薯、黑斑薯、畸形薯等, 影响马铃薯的商品性。不仅如此, 病害还会降低马铃薯食用的营养价值, 制约马铃薯产业的发展。因此, 对马铃薯常见病害的预防和治理不容忽视。

在中国, 侵害马铃薯常见的真菌性病害主要有晚疫病(卵菌纲)、早疫病、黑痣病、干腐病、枯萎病等; 常见的细菌性病害有青枯病、疮痂病、黑胫病等; 常见病毒主要包括马铃薯X病毒(PVX)、马铃薯A病毒(PVA)、马铃薯Y病毒(PVY)、马铃薯S病毒(PVS)、马铃薯卷叶病毒(PLRV)、马铃薯M病毒(PVM)和马铃薯纺锤块茎类病毒(PSTVd)。那么, 在山东省内不同地区危害马铃薯的主要病害种类是什么? 流行情况如何呢? 为了进一步了解这些问题, 本研究采集了山东省马铃薯主产区泰安市、滕州市和高密市马铃薯病害样本, 通过分子生物学方法, 检测病样中各类病原菌的携带情况, 从而鉴别出危害该地区马铃薯产业的主要病害, 为马铃薯

薯病害的防治提供一定的依据, 也为马铃薯育种提供一定的参考。

1 材料与方法

1.1 马铃薯病样的采集

2015年10月, 在山东省高密市李家营、城律村、葛家屯, 滕州市界河镇刘岗村、赵辛街村、龙阳镇, 泰安市肥城桃源镇三良村、王庄镇郭新村等马铃薯产区进行田间调查, 通过观察病症的方式采集典型的马铃薯病样, 采集后带回实验室处理鉴定。

1.2 马铃薯病样DNA和cDNA的提取与制备

首先将采集的病样用液氮预冷磨样, 然后用美基生物公司(<http://www.magentec.com.cn/>)的植物DNA/RNA提取试剂盒进行提取。用得到的RNA反转录合成cDNA。

1.3 马铃薯真菌性病害的鉴定

1.3.1 真菌性病原菌的特异性PCR引物序列

真菌性病原菌特异性引物序列见表1。

1.3.2 Ezup柱式真菌基因组DNA提取

用上海生工的Ezup柱式真菌基因组DNA抽提试剂盒(<http://www.sangon.com/productDetail?productInfo.code=B518259>)提取实验室已有的干腐病菌、黑痣病菌和晚疫病菌的DNA, 作为检测试验的阳性对照。

表1 真菌性病原菌特异性引物序列
Table 1 Fungal pathogens specific primer sequences

病害名称 Disease	引物 Primer	引物序列 Primer sequence	溶解温度(℃) T _m	产物长度(bp) Product length
干腐病 Dry rot	GF-F	CTCTGGCAAGTCGACCACTGT	62	147~170
	GF-R	CGATGGTTCGCTTGTCGATA	58	
黑痣病 Black scurf	BS-2F	CACCTCYCTCTTTTCATCCACACA	62	393
	BS-2R	GCAAWAGACCTCCAATAC	53	
晚疫病 Late blight	08-3	GAAAGGCATAGAAGGTAGA	53	258
	08-4	TAACCGACCAAGTAGTAAA	51	
	INF1	CGGTTGGTTTTTCGGACCGA	60	324
	INF2	CATTTCCTCCAAATGGATCGACC	58	

1.3.3 配置PCR反应体系

PCR反应体系(25 μL): 模板 1 μL , 缓冲液 (Mg^{2+}) 2.5 μL , dNTPs(10 mmol/L) 1 μL , *Taq* DNA聚合酶(5 U/ μL) 0.15 μL , 对应引物每种各 1 μL , 灭菌的双蒸水补满 25 μL 。

扩增程序: 预变性 95 $^{\circ}\text{C}$, 5 min; 30个循环从变性 94 $^{\circ}\text{C}$, 30 s、退火 50~57 $^{\circ}\text{C}$ (根据引物而定) 40 s、到延伸 72 $^{\circ}\text{C}$, 1 min; 最后是 72 $^{\circ}\text{C}$ 延伸 10 min。扩增后的PCR产物于 1.5%的琼脂糖凝胶中电泳, 通过凝胶成像仪观察结果。

1.4 马铃薯细菌性病害的鉴定

1.4.1 细菌性病原菌的特异性PCR引物序列

细菌性病原菌特异性引物序列见表2。

1.4.2 细菌基因组DNA提取

从实验室中收集常见马铃薯细菌性病害的菌株, 提取其DNA, 作为阳性对照。

1.4.3 PCR反应体系

PCR反应体系(25 μL): 模板 1 μL , 缓冲液 (Mg^{2+}) 2.5 μL , dNTPs(2.5 mmol/L) 0.5 μL , *Taq* DNA多聚酶(2 U/ μL) 1 μL 。对应引物每种各 1 μL 、ddH₂O补满 25 μL 。

扩增程序: 预变性 95 $^{\circ}\text{C}$, 3 min, 变性 94 $^{\circ}\text{C}$, 30 s, 退火为 52~61 $^{\circ}\text{C}$ (根据引物而定) 30 s, 延伸 72 $^{\circ}\text{C}$, 30 s, 30个循环; 72 $^{\circ}\text{C}$ 延伸 10 min。用 1.5%的琼脂糖凝胶电泳分离扩增后的PCR产物, 并通过凝胶成像仪观察结果。

表2 细菌性病原菌特异性引物序列

Table 2 Bacterial pathogens specific primer sequences

病害名称 Disease	引物 Primer	引物序列 Primer sequence	溶解温度($^{\circ}\text{C}$) T_m	产物长度(bp) Product length
青枯病 Bacterial wilt	759	GTCGCCGTCAACTCACTTTCC	60	280
	760	GTCGCCGTCAGCAATGCCGAATCG	66	
疮痂病 Scab	16s1F	CGCAAGGCTAAACTCAA	54	234
	16s1R	GCTGGCAACACAGAACAA	55	
	Eca1F	CGGCATCATAAAAACACG	53	
黑胫病 Black shank	Eca2R	GCACACTTCATCCAGCGA	57	690
	Eca1g	GAAACCGTCACGCTGGATAAC	60	
	Eca2g	GAAACCGTCACGCTGGATAAC	58	

1.5 马铃薯常见病毒及类病毒病害的鉴定

1.5.1 病毒RT-PCR检测特异性引物序列

用于RT-PCR反应的马铃薯病毒引物对见表3。

1.5.2 携带病毒马铃薯阳性苗的总RNA提取

本研究用到分别携带 PVX/PLRV/PVY/PVS/PVM/PVA 6种病毒和 PSTVd类病毒的马铃薯阳性苗, 由马铃薯实验室提供和保存。

应用Aidlab公司的PLANT pure通用植物总RNA快速提取试剂盒进行植物总RNA提取。

1.5.3 cDNA的合成

反转录体系。

(1)RNA模板变性: Oligo dTs 1 μL , RNA + H₂O 12 μL 于 65 $^{\circ}\text{C}$ 条件下放置 5 min, 再在冰上放置 2 min。

(2)配置第一链cDNA反应: 取上一步反应液 13 μL , 缓冲液 4 μL , dNTP 1 μL , 反转录酶 1 μL , RNA 1 μL 于 50 $^{\circ}\text{C}$ 条件下放 45 min, 85 $^{\circ}\text{C}$ 条件下放 5 min, 反应完全后加约 80 μL 水稀释。

(3)actin引物检测cDNA: cDNA 1 μL , 引物 actin-FLR 0.3 $\mu\text{L} \times 2$, *Taq* mix 5 μL , ddH₂O 3.4 μL , 于 55 $^{\circ}\text{C}$, 72 $^{\circ}\text{C}$, 30 s。若没有基因组DNA污染则在 200~500 bp有 1条带, 否则有 2条带。

表3 用于RT-PCR反应的马铃薯病毒引物对
Table 3 Virus specific primer sequences used for RT-PCR reaction

编号 Code	引物 Primer	引物序列 Primer sequence	溶解温度(℃) T _m	产物长度(bp) Product length
1	PVY-3S	ACGTCCAAAATGAGAATGCC	50	480
	PVY-4A	TGGTGTTCGTGATGTGACCT	52	
2	PLRV-4S	CGCGCTAACAGATTCAAGCC	64	336
	PLRV-5A	GCAATGGGGGTCCAATC AT	62	
3	PVX-A11	TCGAAAGATGTCAGGACCAGC	53	226
	PVX-AA11	TGTGGGCACCTTCATGTCCTTC	55	
4	PVS-12S	TGGCGAACACCGAGCAAATG	62	187
	PVS-12A	ATGATCGAGTCCAAGGGCACTG	55	
5	PVM-1S	CGAAGGGTGTGTAGGCTGTATG	55	226
	PVM-2A	CGATGTCTTTGTGCGTATTGTG	51	
6	PVA-A1	CCAACACAGACGCCCAAAAC	62	834
	PVA-AA1	TCCTCGCCAGAAAACATCCC	62	
7	PSTVdF	GGGAAACCTGGAGCGAACTG	58	100
	PSTVdR	CGAGGAAGGACACCCGAAGA	60	

1.5.4 PCR 扩增

PCR 反应体系 (25 μL): cDNA 2 μL, 缓冲液 (Mg²⁺) 2 μL, dNTPs (10 mmol/L) 0.4 μL, Taq 酶 1 μL, 引物对分别 5 μL、ddH₂O 补满 25 μL。

扩增程序: 94 ℃变性 45 s, 50~59 ℃复性(根据引物不同而异) 45 s, 72 ℃延伸 1 min, 30 个循环, 加上最后 72 ℃延伸 10 min。扩增反应结束后, 将扩增产物在 1.5% 的琼脂糖上进行电泳, 并通过凝胶成像仪观察结果。

2 结果与分析

试验马铃薯病害检测系统检测了 3 种细菌病(青枯病、疮痂病和黑胫病)、3 种真菌病(干腐病、黑痣病和卵菌纲的晚疫病)、6 种病毒(PVX/PLRV/PVY/PVS/PVM/PVA)和 1 种类病毒 PSTVd, 共 13 种病害。

2.1 山东省泰安市马铃薯病害统计

从泰安市的三良村和郭新村 2 个地区分别进行采样, 并检测其产生病害的病原菌的种类见图 1。综合起来从表 4 可得山东泰安市发现的马铃薯病害主要有疮痂病、黑胫病、干腐病、黑痣病、PVX 和

PVY, 检出率为 72%~100%。

2.2 山东省滕州市马铃薯病害统计

从滕州市的刘岗村、赵辛街村和龙阳镇 3 个地区分别进行采样, 并检测其产生病害的病原菌的种类见图 2。刘岗村的发现病害主要有疮痂病、干腐病、黑痣病、PVY 和 PVM; 赵辛街村发现病害主要有疮痂病、黑胫病、干腐病、黑痣病、PVY 和 PVX, 个别地块也有青枯病存在。从表 5 综合可以看出滕州市发现的马铃薯病害主要有疮痂病、干腐病和 PVY, 检出率达 85% 以上, 其次为黑胫病、黑痣病、PVX 和 PVM, 检出率在 38%~77%。

2.3 山东省高密市马铃薯病害统计

从高密市的李家营、城律村和葛家屯 3 个地区分别收集病样, 并检测其产生病害的病原菌的种类见图 3。对于高密地区, 每个地块中存在的具体病害又略有不同。其中, 在李家营地区发现的马铃薯病害主要有疮痂病、黑胫病、黑痣病、PVX 和 PVY, 但是也存在青枯病和干腐病; 而城律村主要发现的马铃薯病害是疮痂病、黑胫病、干腐病、黑痣病、PVX 和 PVY; 葛家屯存在的主要马铃薯病害是青枯病、疮痂病、黑胫病、PVX

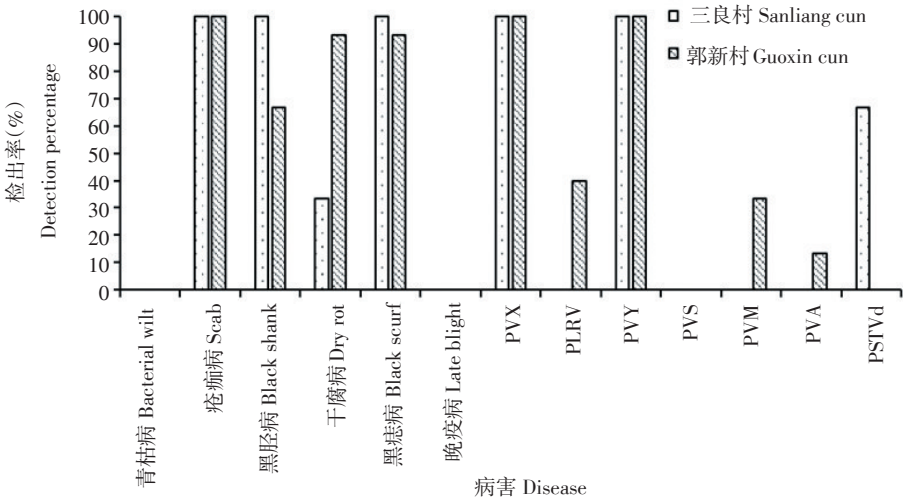


图1 山东省泰安市病害抽样调查

Figure 1 Sampling survey of disease detection in Taian City in Shandong Province

表4 泰安市病害检出合计统计

Table 4 Total statistics of disease detection in Taian City

样品数 Sample	青枯病 Bacterial wilt	疮痂病 Scab	黑胫病 Black shank	干腐病 Dry rot	黑痣病 Black scurf	晚疫病 Late blight	PVX	PLRV	PVY	PVS	PVM	PVA	PSTVd
总(18) Total	0	18	13	15	17	0	18	6	18	0	5	2	2
检出率(%) Detection percentage	0	100	72	83	94	0	100	33	100	0	28	11	11

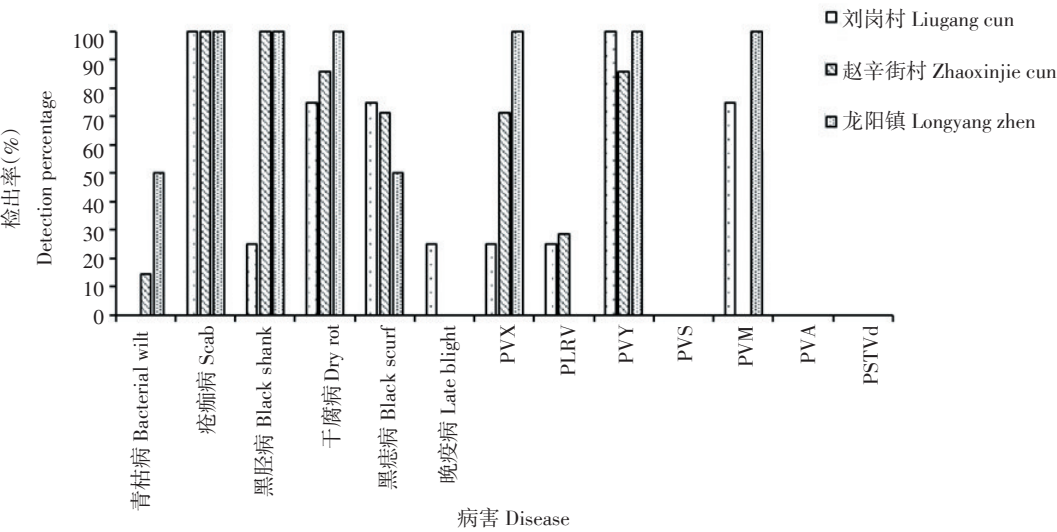


图2 山东省滕州市病害抽样调查

Figure 2 Sampling survey of disease detection in Tengzhou City in Shandong Province

表5 滕州市病害检出合计统计

Table 5 Total statistics of disease detection in Tengzhou City

样品数 Sample	青枯病 Bacterial wilt	疮痂病 Scab	黑胫病 Black shank	干腐病 Dry rot	黑痣病 Black scurf	晚疫病 Late blight	PVX	PLRV	PVY	PVS	PVM	PVA	PSTVd
总(13) Total	2	13	10	11	9	1	8	3	12	0	5	0	0
检出率(%) Detection percentage	15	100	77	85	69	8	62	23	92	0	38	0	0

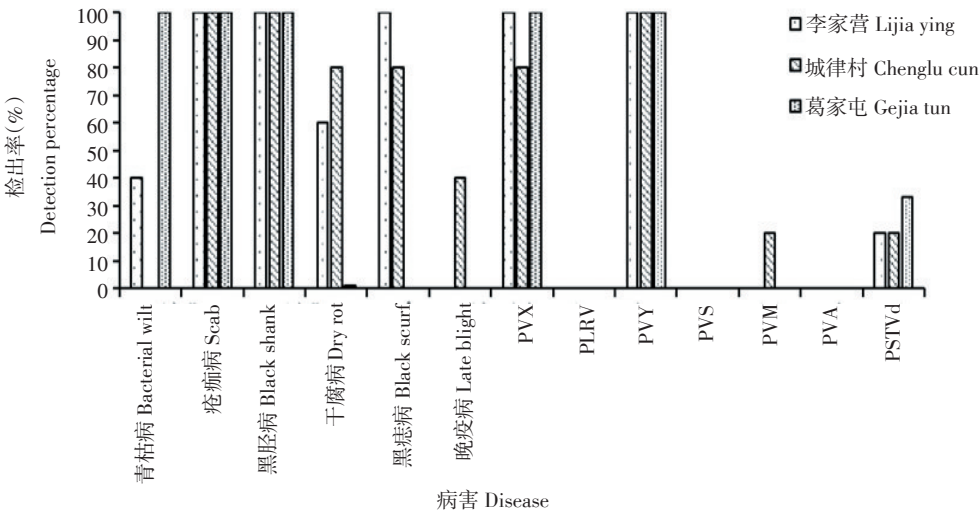


图3 山东省高密市病害抽样调查

Figure 3 Sampling survey of disease detection in Gaomi City in Shandong Province

表6 高密市病害检出合计统计

Table 6 Total statistics of disease detection in Gaomi City

样品数 Sample	青枯病 Bacterial wilt	疮痂病 Scab	黑胫病 Black shank	干腐病 Dry rot	黑痣病 Black scurf	晚疫病 Late blight	PVX	PLRV	PVY	PVS	PVM	PVA	PSTVd
总(13) Total	5	13	13	10	9	2	12	0	13	0	1	0	3
检出率(%) Detection percentage	38	100	100	77	69	15	92	0	100	0	8	0	23

和PVY。由表6综合来看可知山东省高密市发现的马铃薯病害主要有疮痂病、黑胫病、干腐病、黑痣病、PVX和PVY，其中最严重的是疮痂病、黑胫病和PVY，其在所有样本中都可检测出来。

2.4 山东省马铃薯病害检出统计总结

综合以上3个马铃薯主产市区的取样调查结

果，危害山东省马铃薯产业的病害主要有疮痂病、黑胫病、干腐病、黑痣病、PVX和PVY。其中，发病最为严重的是疮痂病和PVY，几乎所有的病薯样本都可检测出。其次是PVX、黑胫病、干腐病和黑痣病，均达到80%以上的检出率(图4)。

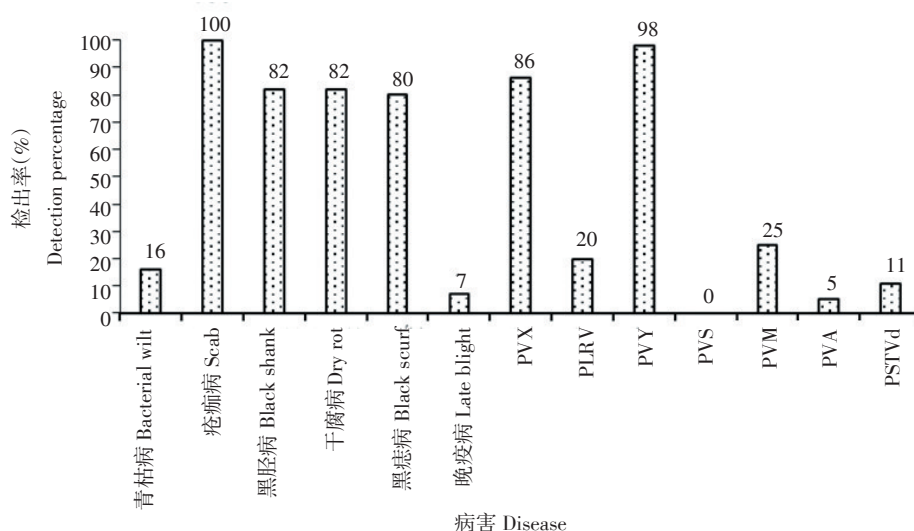


图4 山东省病害检出率统计

Figure 4 Total statistics of disease detection percentage in Shandong Province

3 讨论

3.1 山东省马铃薯病害防治要点

3.1.1 真菌性病害防治要点

晚疫病：晚疫病属于卵菌纲，将其归于真菌病害这一大类讨论。本次样品的检测中，晚疫病的检出率仅为7%，发病情况轻微，只存在于部分地块，未出现大面积发病的情况。这得益于山东省马铃薯种植管理得当，水肥农药施用及时，晚疫病不易发生。晚疫病的发生和湿度有较大关系，在湿度较大、天气潮湿、田间有积水时，病斑很快扩大。所以要防治晚疫病，不仅需要及时用药，最重要的是要做好栽培管理，保持田块排水良好，土质疏松。在药剂的选用方面，在发病的初期可喷洒三乙磷酸铝、甲霜灵·锰锌或杀毒矾可湿性粉剂或波尔多液等药剂，连续施用多次，可有效抑制晚疫病的发生^[34]。

黑痣病：由图4中的检出率可以看出，山东省马铃薯黑痣病发病情况严重，检测的样本中有80%都感染了黑痣病。黑痣病可使马铃薯减产50%以上^[56]，严重时甚至可达全田毁灭的程度^[7]。马铃薯黑痣病没有固定的发病时期，其病原菌立枯丝核菌(*Rhizoctonia solani*)可侵染马铃薯的幼芽、块茎及植株的茎基等部位^[8]。

田间防治马铃薯黑痣病的方法主要有：(1)轮作倒茬。由于立枯丝核菌可在土壤中存活数年^[9]，所以轮作种植期须达3年以上。(2)根据立枯丝核菌对马铃薯幼苗危害的低温性，在播种时可以适时晚播、浅播及覆膜来提高土温，避开出苗期的低温。(3)选用无病种薯播种。(4)种植区域不易积水。(5)通过施肥和药剂，降低黑痣病对马铃薯植株的危害性^[10]。也可以通过药剂处理种薯和土壤，从源头上消灭病原菌。如用2.5%的适乐时，20%的甲基立枯磷^[11]，3.5%的金甲霜灵^[12]等拌种或浸种后播种，24%噻呋酰胺^[13]进行土壤消毒，均可有效减轻病害的发生。

干腐病：马铃薯干腐病在山东省马铃薯样品中的检出率为82%，发病情况严重，是一种发病率高的常见土传真菌病害，在马铃薯生长各个时期均可发生。马铃薯干腐病病原镰刀菌可在马铃薯植株残存组织和土壤中过冬。中国对马铃薯的需求量逐渐增大，为了经济效益而进行的马铃薯的连作种植，致使镰刀菌在适宜的环境中大量繁殖，使干腐病逐年加重^[14]。镰刀菌的菌丝和孢子可在土壤和马铃薯块茎上存活5~6年^[15]，而且该病害在发病初期并不明显，在贮藏期间会逐渐显现，这使得防治该病十分困难。

化学防治干腐病的方法可以采用药剂拌种或浸

种。用40%噁霉福美双和30%戊唑福美双拌种处理后,能够减少该病害的发生^[16]。在田间该病的发病初期,喷施58%甲霜灵锰锌或奥力-克霉止也可减少马铃薯干腐病的发生^[17]。另外一般的病害防治措施,如适当的田间管理和选用无病种薯等均可有效减少干腐病的发生。

3.1.2 细菌性病害防治要点

疮痂病:疮痂病是本次检测的13种病害中检出率最高的马铃薯病害,达到了100%,是危害山东省马铃薯产业的一大顽疾。作为马铃薯生产中常见的土传和种传病害,该病广泛的存在于世界各马铃薯种植区,被称为马铃薯生产中的第四大病害。该病严重地影响着马铃薯的商品性,给马铃薯产业造成了很大的经济损失^[18]。

引起马铃薯疮痂病的链霉菌是一种放线菌,不仅能寄生在马铃薯块茎上,还能在土壤中腐生,病菌会在当地的病薯和土壤中越冬,保持活性。疮痂病的病原菌除对马铃薯有影响外,还对其他作物产生影响,可对胡萝卜、甜菜、萝卜等作物造成不同程度的侵染^[19]。因此,在地块进行轮作的时候,还应该妥善安排作物种类,否则不能达到防治疮痂病的目的。

在马铃薯块茎形成期,浇水次数对疮痂病的发病有很大影响^[20]。长期缺水可导致疮痂病的发病率升高。因此要注重田间栽培管理,控制浇水次数,保持土壤湿润,但不能积水过多而引起其他病害。同时也应保证种薯没有携带病原菌,可用0.1%升汞或代森锌对病发区的种薯进行消毒^[21]。

黑胫病:马铃薯黑胫病在山东省样本检出率达到82%,是危害山东省马铃薯生产的主要病害,此病可在植株生长的任何阶段侵染,加大了防治难度,是马铃薯生产的主要病害之一。黑胫病病原菌是黑腐果胶杆菌(*Pectobacterium atrosepticum*),会引起采收后马铃薯块茎的软腐^[22]。要控制黑胫病的发生可从温湿度着手,高温高湿的环境十分有利于病害的发生。此外,粘性土壤空气流通性差也有利于黑胫病的发生^[23]。

目前对马铃薯黑胫病的治理主要依靠预防以降低其发病率。一是选用幼壮整薯播种;二是切薯播种时采用敌克松拌种,拌种时要加拌草木灰,同时

避免在阳光下晒种^[24]。

青枯病:青枯病在本次检测中检出率较低,仅为16%,没有在山东省内广泛传播,仅危害少数几个地块。青枯病的病原菌是茄科雷尔氏细菌(*Ralstonia solanacearum*),是一种常见、易发和传播迅速的土传病害,在世界范围内广泛存在。该菌寄主广泛,可侵染54个科的450种植物。随着中国南方冬作区和西南混作区马铃薯种植面积的进一步扩大,青枯病的发病程度及范围也有一定的加重^[25]。

根据目前对青枯病的研究,目前主要的防治方法仍然以传统的防治为主,但是受地区、马铃薯品种以及种植方式等多方面的限制。其田间管理措施主要包括深翻、土壤暴晒、间作、轮作等。轮作是最有效的防治青枯病发生的种植模式,但是要注意不能和其他青枯病侵染的作物轮作,这也是欧美等国家常用的控制方法。

3.1.3 马铃薯病毒及类病毒

本次检测中,PVX、PVY检出率分别高达86%和98%,为主要危害山东省马铃薯病毒病。由于植物病毒是专性寄生物,马铃薯为块茎繁殖,病毒在马铃薯块茎中不断繁殖而逐渐积累,导致马铃薯种性退化,产量严重降低^[26]。由于2种以上病毒复合侵染马铃薯的现象非常普遍,使大田中马铃薯植株的病害症状更为复杂,病毒的复合侵染对马铃薯生产的产量和质量影响也较复杂。

根据病毒性病害的特点,防治措施首先要选用优质的脱毒种薯,其次就是根据不同地区的发病情况,培育相应的抗性品种。此外必要的高垄深沟、轮作等田间管理措施以及合理的施用化学药剂和化肥也可以有效的降低病毒性病害的发生程度^[27]。

3.2 存在问题

由于本实验周期较长,实验样本从采集到实验室采用的是邮寄的方法,封闭的环境导致病样腐烂、变质,无法用于实验,造成了一些样本的缺失,对实验的准确性有一定影响。拟下次采样采取低温(冰袋)运输的方法,以求保证样本的有效性。

由于实验中检测的病害种类较多,检测的样品数量相对较少,样品也只选取了3个市区9个产地的样本,在代表性上有一定缺失,覆盖范围比较小。由于需要进行分子检测的数量较多,没有进行大量

的实验重复, 如果能够进行多几次的重复检测, 结论的准确性能够得到提升, 结论将更为可信。

3.3 研究展望

为保证实验准确性, 实验中采取的病原鉴定方式都为单一病原的鉴定, 没有采用多重PCR、RT-PCR的鉴定方法。如果可以进行下一步实验的话, 可以在保证准确性的前提下使用更加方便快捷的多重鉴定法, 同时检测几种病原, 提高实验效率。若条件允许, 可以考虑在未来持续调查这些地区病害检出率, 来探究病害是否得到控制, 进一步改进防治手段。

在本次实验中发现, 山东省马铃薯疮痂病、黑胫病、干腐病、黑痣病、PVX和PVY这6种病害最为严重, 下一步可以对严重侵害山东省马铃薯产业的病害做进一步的鉴定, 鉴定具体的小种或者生化型等, 可以更有针对性地对病害进行预防和治理, 同时可以帮助选育对这6种病害抗性强的马铃薯种薯, 在山东省内广泛种植, 减少病害对马铃薯产业的影响。

[参 考 文 献]

- [1] 谢从华. 马铃薯产业的现状与发展 [J]. 华中农业大学学报: 社会科学版, 2012(1): 1-4.
- [2] 王培伦, 刘国琴, 董道峰, 等. 2013年山东省马铃薯生产概况 [M]//屈冬玉, 陈伊里. 马铃薯产业与小康社会建设. 哈尔滨: 哈尔滨工程大学出版社, 2014: 124-127.
- [3] 刘世海, 罗斌, 孙慧, 等. 马铃薯常见病害发生及防治对策 [J]. 农业科技与信息, 2010(19): 34-35.
- [4] 徐久志. 马铃薯真菌病害的症状与防治措施 [J]. 现代农业科技, 2011(14): 178, 180.
- [5] Atkinson D, Thornton M K, Miller J S. Development of *Rhizoctonia solani* on stems, stolons and tubers of potatoes I. Effect of inoculum source [J]. American Journal of Potato Research, 2010, 87(4): 374-381.
- [6] Woodhall J W, Lees A K, Edwards S G, et al. Infection of potato by *Rhizoctonia solani*: Effect of anastomosis group [J]. Plant Pathology, 2008, 57(5): 897-905.
- [7] 邱广伟. 马铃薯黑痣病的发生与防治 [J]. 农业科技通讯, 2009(6): 133.
- [8] Jager G, Velvis H, Lamers J G, et al. Control of *Rhizoctonia solani* in potato by biological, chemical and integrated measures [J]. Potato Research, 1991, 34(3): 269-284.
- [9] 霍茂林. 要注意防治马铃薯丝核菌病 [J]. 农业科学实验, 1988(4): 26-32.
- [10] 蔡煌. 防治马铃薯黑痣病 [J]. 植保技术与推广, 1996, 16(1): 45.
- [11] 李彩霞. 不同杀菌剂防治马铃薯黑痣病田间药效试验 [J]. 农业科技通讯, 2012(5): 68-69, 144.
- [12] 刘玉华, 王文桥. 河北省一季作区马铃薯病虫害发生及综合防控 [J]. 中国马铃薯, 2010, 24(3): 159-164.
- [13] 曹春梅, 张智芳, 李文刚, 等. 新型杀菌剂对马铃薯黑痣病菌的室内毒力测定和田间效果分析 [J]. 中国马铃薯, 2011, 25(4): 246-250.
- [14] 裴国平, 王蒂, 张俊莲. 马铃薯连作障碍产生的原因与防治措施 [J]. 广东农业科学, 2010, 37(6): 30-32.
- [15] 于俊琴. 马铃薯种薯贮藏期间干腐病的发生及防治措施 [J]. 天津农林科技, 2002(4): 9.
- [16] 雷玉明, 张健文, 邢会琴, 等. 马铃薯主要病虫害综合防治技术 [J]. 中国蔬菜, 2010(1): 32-33.
- [17] 侯忠艳. 马铃薯干腐病的发生与防治 [J]. 现代农业科技, 2012(10): 173, 179.
- [18] 赵伟全, 杨文香, 李亚宁, 等. 中国马铃薯疮痂病菌的鉴定 [J]. 中国农业科学, 2006, 39(2): 313-318.
- [19] Goyer C, Beaulieu C. Host range of *Streptomyces* strains causing common scab [J]. Plant Disease, 1997, 81(8): 901-904.
- [20] 杨忠, 任月梅. 浇水次数对马铃薯微型薯疮痂病发病影响 [J]. 中国马铃薯, 2003, 17(4): 242-244.
- [21] 梁海清. 脱毒早熟马铃薯疮痂病的防治 [J]. 农民致富之友, 2010(1): 21.
- [22] 余小漫, 蓝国兵, 何自福, 等. 广东马铃薯黑胫病的病原鉴定 [J]. 植物病理学报, 2015, 45(5): 449-454.
- [23] 王怀震. 马铃薯黑胫病的发生及防治 [J]. 现代农业科技, 2008(13): 172, 174.
- [24] 雷发林. 五种常见马铃薯病害防治方法 [J]. 科学种养, 2007(5): 17.
- [25] 郑雪塿, 宋波涛, 谭晓丹, 等. 马铃薯青枯病病原的鉴定 [J]. 中国马铃薯, 2014, 28(2): 83-89.
- [26] 范国权, 白艳菊, 高艳玲, 等. 我国马铃薯主产区病毒病发生情况调查 [J]. 黑龙江农业科学, 2014(3): 68-72, 87.
- [27] 苑智华. 马铃薯病毒病防治技术研究进展 [J]. 安徽农业科学, 2013, 41(25): 10295-10298.