

## 马铃薯主要病毒侵染不同品种症状及对产量的影响

范国权<sup>1\*</sup>, 高艳玲<sup>1</sup>, 张 威<sup>1</sup>, 张 抒<sup>1</sup>, 申 宇<sup>1</sup>, 邱彩玲<sup>1</sup>,  
白艳菊<sup>2</sup>, 刘 凯<sup>2</sup>, 喻 江<sup>3</sup>

( 1. 黑龙江省农业科学院植物脱毒苗木研究所, 黑龙江 哈尔滨 150086; 2. 黑龙江省农业科学院, 黑龙江 哈尔滨 150086;  
3. 哈尔滨商业大学, 黑龙江 哈尔滨 150028 )

**摘 要:** 马铃薯病毒病严重影响马铃薯产量和质量, 因此, 在马铃薯生产中防控马铃薯病毒病尤为重要。用马铃薯 A 病毒(Potato virus A, PVA)、马铃薯 Y 病毒(Potato virus Y, PVY)、马铃薯 X 病毒(Potato virus X, PVX)、马铃薯 M 病毒(Potato virus M, PVM)、马铃薯 S 病毒(Potato virus S, PVS)、PVY + PVA、PVY + PVX、PVY + PVS 以及 PVY + 类病毒(Potato spindle tuber viroid, PSTVd)共 9 种病毒或病毒(类病毒)组合于苗期接种黑龙江省 10 个马铃薯主栽品种, 调查这些品种的株高、产量、大薯率和植株症状的变化。结果表明, 复合侵染中 PVY 和 PSTVd 和单一侵染中 PVY 对马铃薯品种高度影响最大。10 个供试马铃薯品种对含有 PVY 侵染的 5 个处理(PVY、PVY + PVX、PVY + PVA、PVY + PVS、PVY + PSTVd)均表现出了明显的症状。PVY + PVX 和 PVY + PSTVd 复合侵染对 10 个马铃薯品种的产量和大薯率影响较大。调查了生产中常见病毒病和类病毒在黑龙江省主栽品种上造成的症状和危害, 有助于在生产中对病害的识别和防控, 降低病害的危害, 提高马铃薯的质量和产量。

**关键词:** 马铃薯; 品种; 病毒; 互作

## Symptoms and Yields of Different Potato Varieties Infected with Main Potato Viruses

FAN Guoquan<sup>1\*</sup>, GAO Yanling<sup>1</sup>, ZHANG Wei<sup>1</sup>, ZHANG Shu<sup>1</sup>, SHEN Yu<sup>1</sup>,  
QIU Cailing<sup>1</sup>, BAI Yanju<sup>2</sup>, LIU Kai<sup>2</sup>, YU Jiang<sup>3</sup>

( 1. Research Institute of Virus-free Seedling, Heilongjiang Academy of Agricultural Sciences, Harbin, Heilongjiang 150086, China;  
2. Heilongjiang Academy of Agricultural Sciences, Harbin, Heilongjiang 150086, China;  
3. Harbin University of Commerce, Harbin, Heilongjiang 150028, China )

**Abstract:** Potato viral disease seriously affects the yield and quality of potatoes. Therefore, the prevention and control of potato viral disease is particularly important in potato production. In this research, potato virus A (PVA), potato virus Y (PVY), potato virus X (PVX), potato virus M (PVM), potato virus S (PVS), PVY + PVA, PVY + PVX, PVY + PVS, and PVY + potato spindle tuber viroid (PSTVd) were inoculated at seedling stage onto ten main potato varieties in Heilongjiang Province, and

收稿日期: 2018-01-02

**基金项目:** 黑龙江省科研机构创新能力提升专项计划(YC2015D003); 哈尔滨市应用技术与开发项目(青年后备人才)(2015RQQYJ031); 黑龙江省经济作物体系(HNWJZTX201701); 黑龙江省农业科学院植物脱毒苗木研究所所级课题(2017SJ009); 黑龙江省应用技术与开发计划重大资助项目(GA16B102)。

**作者简介:** 范国权(1982-), 男, 硕士, 助理研究员, 从事马铃薯种薯质量控制及病害检测。

**\*通信作者(Corresponding author):** 范国权, E-mail: fgq\_520@126.com。

plant height, tuber yield, large-sized tuber percentage and plant symptoms were investigated. Mixed infection of PVY + PSTVd, and PVY influenced the plant height most seriously. Ten potato varieties tested showed obvious symptoms in five treatments (PVY, PVY + PVX, PVY + PVA, PVY + PVS, and PVY + PSTVd) containing PVY infection. The infection of PVY + PVX and PVY + PSTVd had a great influence on the yield and large-sized tuber percentage of the ten potato varieties. This study investigated the symptoms and damages caused by common viral and viroid diseases in main varieties of Heilongjiang Province. It is helpful to identify and control viral diseases in production, reduce the damages of diseases, and improve the qualities and yields of potatoes.

**Key Words:** potato; variety; virus; interaction

农业部脱毒马铃薯种薯质量监督检验测试中心(哈尔滨)在2004~2015年田间普查中发现,目前中国大多数马铃薯种薯质量达不到国家标准指标要求,其主要原因是由于马铃薯病毒病超标。马铃薯病毒病也是造成中国马铃薯产量较低的主要原因之一<sup>[1-3]</sup>。降低马铃薯种薯病毒病的发生率,提高种薯质量对中国马铃薯产业的健康发展尤为重要。

马铃薯病毒病可以造成植株叶片花叶、坏死和皱缩等症状,影响植株高度和降低产量。通过识别症状和了解危害,增强对病害防控的重视,在田间可以及时去除病毒株,有助于降低病原量,净化种植环境,提高种薯质量。

通过连续多年的田检工作,发现危害中国马铃薯较严重的病毒主要有马铃薯Y病毒(Potato virus Y, PVY)、马铃薯S病毒(Potato virus S, PVS)、马铃薯M病毒(Potato virus M, PVM)、马铃薯X病毒(Potato virus X, PVX)、马铃薯卷叶病毒(Potato leafroll virus, PLRV)、马铃薯A病毒(Potato virus A, PVA)和马铃薯纺锤块茎类病毒(Potato spindle tuber viroid, PSTVd),病毒的复合侵染对马铃薯的影响更严重。目前,系统地开展对5种马铃薯主要病毒(PVY、PVS、PVX、PVM和PVA)及类病毒(PSTVd)单一或多个复合侵染马铃薯主栽品种互作研究较少。本研究针对黑龙江省马铃薯主栽品种,调查PVY、PVS、PVX、PVM和PVA 5种主要病毒和PSTVd单一侵染及复合侵染的危害情况,分析不同病毒和不同马铃薯品种互作影响,认识危害,这对中国马铃薯的田间检验工作具有重要的指导意义。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验材料

#### 1.1.1 毒源

用于接种的马铃薯病毒及类病毒分别是:PVY、PVS、PVX、PVM、PVA和PSTVd。毒源均来自黑龙江省农业科学院植物脱毒苗木研究所。

#### 1.1.2 供试马铃薯品种及种薯级别

用于接种的10个马铃薯种薯分别为‘克新13号’、‘克新18号’、‘克新1号’、‘尤金’、‘黄麻子’、‘早大白’、‘荷兰15号’、‘大西洋’、‘中薯5号’和‘中薯3号’。马铃薯试验种薯均来自黑龙江省农业科学院植物脱毒苗木研究所,种薯级别为原原种,大小均一,重约5 g。

### 1.2 试验方法

#### 1.2.1 小区设计

2015年5月20日,10个马铃薯品种播种于黑龙江省农业科学院试验地,以接种病毒类型为单位设置小区,垄宽80 cm,株距25 cm,小区内过道间距2 m左右,小区间距2.5 m。共9个处理,每个处理4株,重复3次,随机区组排列。在80目网棚内进行。

#### 1.2.2 病毒接种

6月12日,马铃薯植株长至10 cm左右时进行接种,接种方法为毒源用pH 7.0磷酸缓冲液研磨后,采用金刚砂(400目)摩擦接种。接种部位均为顶部刚展开叶片的顶小叶,复合病毒接种2种病毒分别研磨,接种同一植株的不同叶片,每类病毒接2片叶。接种2 min后用清水冲洗接种叶片。用于接种马铃薯病毒及类病毒共9种接种类

型, 分别为PVA、PVY、PVX、PVM、PVS、PVY和PVA混合接种(以下Y+A表示)、PVY和PVX混合接种(以下Y+X表示)、PVY和PVS混合接种(以下Y+S表示)、PVY和PSTVd混合接种(以下Y+D表示)。对照(CK)材料接种时, 方法同上, 但接种液中不加毒源。

### 1.2.3 发病检测

接种后15 d取植株中上部进行检测, 采用DAS-ELISA法<sup>[4,5]</sup>、NCM-ELISA法<sup>[6]</sup>和透射电子显微镜法<sup>[7]</sup>检测病毒, 往返电泳法<sup>[8]</sup>检测类病毒。

### 1.2.4 生物学性状调查

接种后, 7月5日开始目测观察记录发病症状, 调查接种马铃薯植株的株高、花叶、坏死、卷叶等初侵染症状。用SPSS 16.0 (SPSS, Inc., Chicago, IL) 软件对株高进行方差分析, 用Duncan's法进行处理平均数多重比较( $P < 0.05$ )。

### 1.2.5 考种测产

对所选用的每个马铃薯品种进行测产, 将马铃薯按重量分大小2个等级, 分级按照大薯 $\geq 40$  g, 小薯 $< 40$  g进行, 统计大薯数, 并用SPSS 16.0分析软件进行方差分析。

## 2 结果与分析

### 2.1 马铃薯发病鉴定

将接种马铃薯进行实验室病毒检测, 鉴定马铃薯发病情况。采用NCM-ELISA检测方法检测PVM和PVX; DAS-ELISA检测方法检测PVY、PVA和PVS; 往返电泳法检测PSTVd。再使用透射电子显微镜检测法抽检已检测的马铃薯病毒样品(图1), 鉴定植株中是否含有除PVY、PVX、PVM、PVS和PVA外的其他病毒, 避免影响试验结果。结果表明, 试验病毒接种均按试验设计完成, 未检测到除PVX、PVM、PVS、PVA和PVY外的其他病毒。

### 2.2 株高

病毒接种25 d后, 调查试验马铃薯植株高度, 结果如图2。复合病毒侵染中Y+D对10个品种影响最大, 其中对‘克新18号’、‘中薯3号’、‘中薯5号’和‘克新13号’株高影响较大, 与对照相比分别降低42.6%、34.0%、23.5%和21.4%, 其次为‘荷兰15号’和‘尤金’。复合病毒侵染中Y+S、Y+A、Y+X分别造成3, 4, 4个不同品种与

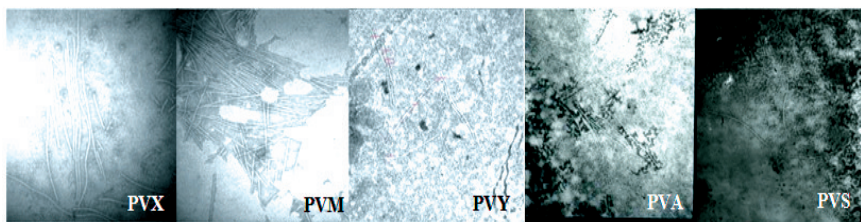
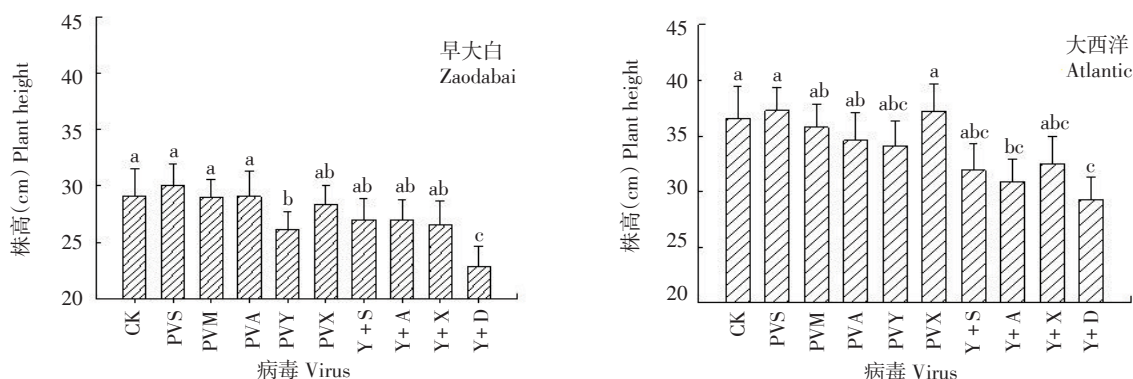
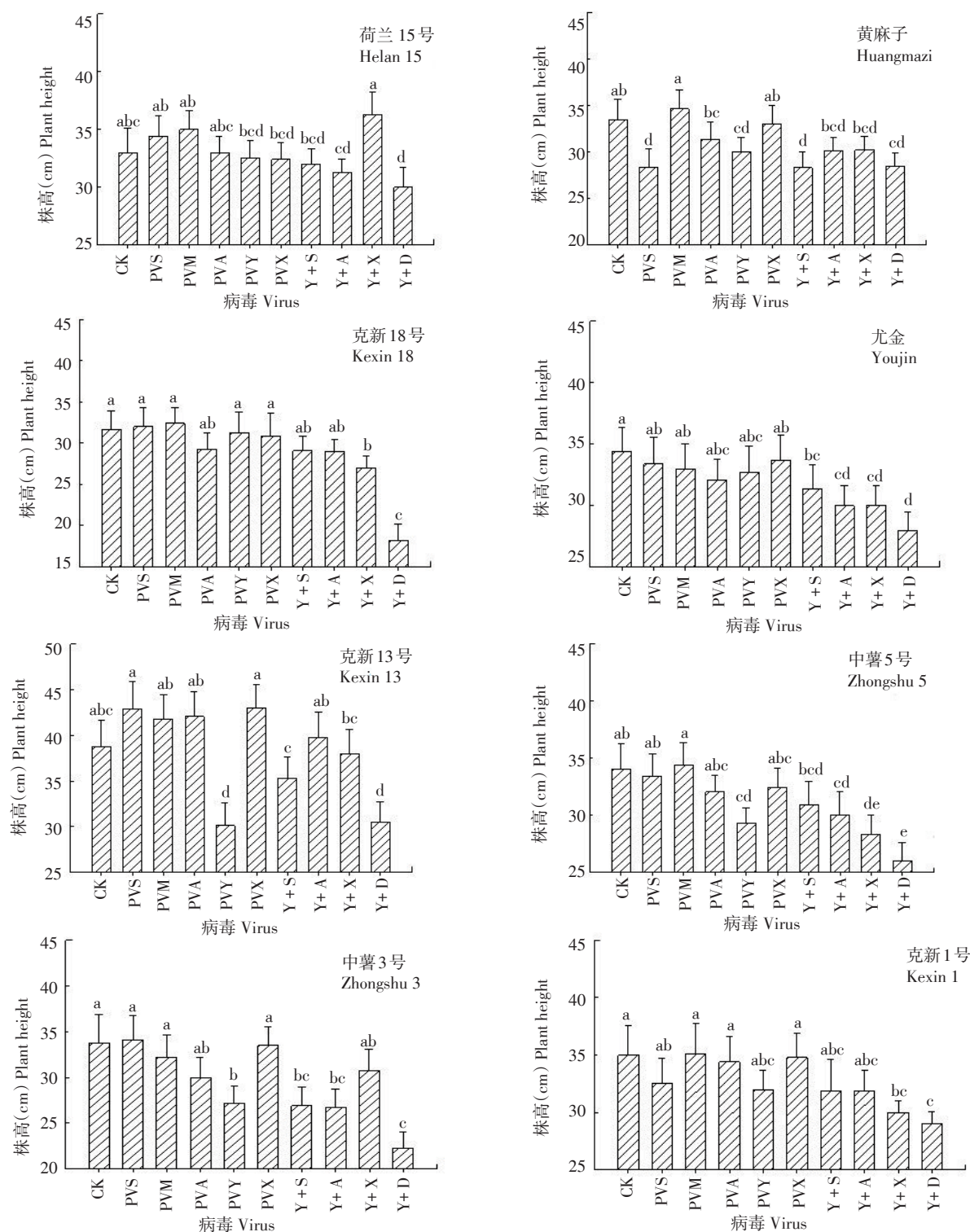


图1 病毒粒子电镜观察

Figure 1 Electron microscopic observation of virus particles





误差线为标准差, 不同字母表示0.05水平差异显著。

Error bar is standard deviation. Different letters above treatment means denote significant difference at 0.05 level.

图2 病毒接种25 d后植株高度

Figure 2 Plant height on the 25th day after virus inoculation

对照相比, 株高显著降低。PVY对5个马铃薯品种的高度产生显著影响, 是单一病毒侵染中对马铃薯品种高度影响最大病毒病, ‘克新13号’接种PVY后, 与对照相比株高降低22.4%。10个品种中, ‘黄麻子’、‘中薯3号’、‘中薯5号’和‘尤金’接种后株高影响最为明显, 与对照相比有4个处理株高表现出显著变化。其次是‘大西洋’、‘早大白’、‘克新18号’、‘克新13号’和‘克新1号’, 接种后与对照相比有2个处理株高表现出显著变化。

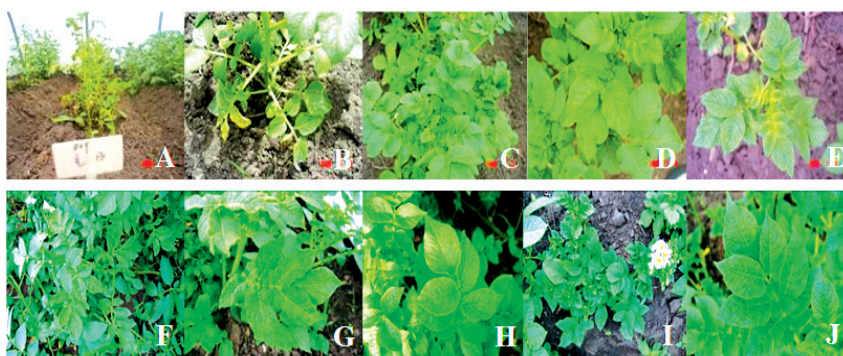
### 2.3 病毒症状

不同马铃薯品种与病毒互作感染症状见表1, 部分感病症状如图3。10个供试马铃薯品种苗期接种后, 对含有PVY侵染的5个处理(PVY、Y+X、Y+A、Y+S、Y+D)较敏感, 均表现出不同程度的感病症状, 其中‘早大白’、‘克新13号’、‘尤金’和‘中薯5号’在接种25 d后即可表现出明显感病症状, 其余供试品种在接种40 d后也出现感病症状, 感病症状多为花叶, 叶片、叶脉或茎坏死, 叶片或植株皱缩、变形。‘早大白’对PVX侵染敏感, 25 d可出现花叶, 侵染40 d花叶症状明显。其余病毒对供试马铃薯品种侵染症状不明显。

由表1也可以看出, 同种病毒侵染马铃薯不同品种染病症状也存在差异。例如, PSTVd和PVY复合侵染25 d, ‘大西洋’、‘早大白’、‘克新18号’和‘克新1号’未出现明显感病症状, 在侵染40 d分别出现花叶、顶部叶片成簇状, 重花叶症状, 而‘荷兰15号’、‘克新13号’、‘尤金’、‘中薯5号’和‘中薯3号’在接种25 d后即可出现花叶、叶片皱缩、侧枝坏死并脱落感病症状, 接种40 d后感病症状更明显。

### 2.4 产量

马铃薯成熟后, 收获并测定其产量, 结果见表2。不同病毒或类病毒侵染对马铃薯产量影响存在差异, 其中PVY和PVX复合侵染、PVY和PSTVd复合侵染对马铃薯产量影响最大, 可分别造成不同马铃薯品种减产4.0%~73.5%和36.9%~93.2%, 其次是Y+S、Y+A、PVY和PVA, PVS、PVM和PVX影响最小。‘大西洋’和‘克新1号’马铃薯产量易受马铃薯病毒侵染影响, 其中PVS、PVM、PVA、PVX、Y+A、Y+X和Y+D侵染造成‘大西洋’品种产量显著下降, 降低44.3%~53.2%; PVA、PVY、Y+S、Y+A、Y+X和Y+D造成‘克新1号’产量显著下降, 降



A-‘克新13号’接种PVY 25 d; B-‘中薯5号’接种PVY和PVX 25 d; C-‘早大白’接种PVY 25 d; D-‘荷兰15号’接种PVY和PVX 25 d; E-‘尤金’接种PVY和PVX 25 d; F-‘大西洋’接种PVY和PVX 40 d; G-‘中薯3号’接种PVY和PVX 40 d; H-‘黄麻子’接种PVY和PVA 40 d; I-‘克新18号’接种PVY和PSTVd 40 d; J-‘克新1号’接种PVY和PVX 40 d。

A- Symptom of 'Kexin 13' plant 25 d after inoculated with PVY; B- Symptom of 'Zhongshu 5' plant 25 d after inoculated with PVY and PVX; C- Symptom of 'Zaodabai' plant 25 d after inoculated with PVY; D- Symptom of 'Helan 15' plant 25 d after inoculated with PVY and PVX; E- Symptom of 'Youjin' plant 25 d after inoculated with PVY and PVX; F- Symptom of 'Atlantic' plant 40 d after inoculated with PVY and PVX; G- Symptom of 'Zhongshu 3' plant 40 d after inoculated with PVY and PVX; H- Symptom of 'Huangmazi' plant 40 d after inoculated with PVY and PVA; I- Symptom of 'Kexin 18' plant 40 d after inoculated with PVY and PSTVd; and J- Symptom of 'Kexin 1' plant 40 d after inoculated with PVY and PVX.

图3 马铃薯接种病毒症状部分图片

Figure 3 Some pictures of symptoms of potatoes inoculated with viruses

表1 马铃薯与病毒互作侵染症状  
Table 1 Symptoms of potato infected with virus

| 品种<br>Variety        | 接种天数(d)<br>Days after<br>inoculation | 接种病毒 Virus |     |     |     |                    |     |                        |                               |                               |                                    |
|----------------------|--------------------------------------|------------|-----|-----|-----|--------------------|-----|------------------------|-------------------------------|-------------------------------|------------------------------------|
|                      |                                      | CK         | PVS | PVM | PVA | PVY                | PVX | Y + S                  | Y + A                         | Y + X                         | Y + D                              |
| 大西洋<br>Atlantic      | 25                                   | -          | -   | -   | -   | -                  | -   | -                      | -                             | -                             | -                                  |
|                      | 40                                   | -          | -   | -   | -   | 花叶                 | -   | 叶片皱缩                   | 叶片波状轻花叶                       | 花叶, 叶片波状,<br>伴有严重脉坏死<br>和茎坏死  | 花叶                                 |
| 早大白<br>Zaodabai      | 25                                   | -          | -   | -   | -   | 重花叶                | 轻花叶 | -                      | 重花叶                           | 重花叶                           | -                                  |
|                      | 40                                   | -          | -   | -   | -   | 花叶                 | 花叶  | 花叶                     | -                             | 花叶, 叶片皱缩                      | 花叶                                 |
| 荷兰 15 号<br>Helan 15  | 25                                   | -          | -   | -   | -   | -                  | -   | 花叶和叶缘<br>波状            | -                             | 花叶、叶片皱缩                       | 花叶、叶片皱缩                            |
|                      | 40                                   | -          | -   | -   | -   | 重花叶                | -   | 重花叶                    | 重花叶                           | 重花叶, 植株皱<br>缩严重               | 重花叶                                |
| 黄麻子<br>Huangmazi     | 25                                   | -          | -   | -   | -   | -                  | -   | 轻花叶                    | -                             | -                             | -                                  |
|                      | 40                                   | -          | -   | -   | -   | 叶片坏死               | -   | 花叶                     | 花叶, 顶部叶片<br>成簇                | 叶片坏死                          | 叶片波状, 上束                           |
| 克新 18 号<br>Kexin 18  | 25                                   | -          | -   | -   | -   | -                  | -   | 轻花叶                    | -                             | -                             | -                                  |
|                      | 40                                   | -          | -   | -   | -   | 花叶                 | -   | 叶缘波状,<br>重花叶           | 轻花叶                           | -                             | 顶部叶片成簇状, 重<br>花叶                   |
| 克新 13 号<br>Kexin 13  | 25                                   | -          | -   | -   | -   | 花叶、下部侧枝<br>坏死并严重脱落 | -   | 花叶、下部侧枝<br>坏死并<br>严重脱落 | 花叶、下部侧枝<br>坏死并严重<br>脱落        | 花叶、下部侧枝<br>坏死并严重<br>脱落        | 花叶、下部侧枝坏死<br>并严重脱落                 |
|                      | 40                                   | -          | -   | -   | -   | 重花叶, 叶片皱<br>缩、坏死   | -   | 重花叶, 叶片皱<br>缩、坏死       | 重花叶, 叶片皱<br>缩、坏死, 叶片<br>皱缩和花叶 | 重花叶,<br>叶片皱缩<br>变形            | 重花叶, 叶片皱缩、坏<br>死, 植株上束、<br>顶部叶片成簇状 |
| 尤金<br>Youjin         | 25                                   | -          | -   | -   | -   | 叶片点状坏死             | -   | 叶缘波状,<br>脉坏死           | -                             | 花叶皱缩, 下部<br>侧枝坏死              | 花叶                                 |
|                      | 40                                   | -          | -   | -   | -   | -                  | -   | 花叶                     | 严重坏死, 叶片<br>皱缩, 花叶            | 下部侧枝坏死                        | 花叶, 叶缘波状                           |
| 中薯 5 号<br>Zhongshu 5 | 25                                   | -          | -   | -   | -   | 花叶                 | -   | -                      | -                             | 植株底部侧枝出<br>现较严重的叶<br>片坏死, 重花叶 | 植株底部侧枝出现<br>较严重的叶片<br>坏死           |
|                      | 40                                   | -          | -   | -   | -   | 重花叶                | -   | 花叶和叶变形                 | -                             | 植株严重坏死,<br>伴有重花叶和<br>叶片皱缩     | 矮化, 叶片花叶皱缩                         |
| 中薯 3 号<br>Zhongshu 3 | 25                                   | -          | -   | -   | -   | -                  | -   | -                      | -                             | 花叶                            | 花叶                                 |
|                      | 40                                   | -          | -   | -   | -   | 花叶                 | -   | 花叶                     | 叶片簇状                          | 重花叶                           | 重花叶                                |
| 克新 1 号<br>Kexin 1    | 25                                   | -          | -   | -   | -   | -                  | -   | -                      | -                             | -                             | -                                  |
|                      | 40                                   | -          | -   | -   | -   | -                  | -   | 花叶                     | 顶部叶片成簇状                       | 重花叶, 叶片皱<br>缩, 变形             | 重花叶                                |

注: 表中 Y + A 表示 PVY 和 PVA 复合侵染, Y + X 表示 PVY 和 PVX 复合侵染, Y + S 表示 PVY 和 PVS 复合侵染, Y + D 表示 PVY 和 PSTVd 复合侵染。“-”未发现明显染病症状。

Note: Y + A indicates complex infection of PVY and PVA; Y + X indicates complex infection of PVY and PVX; Y + S indicates complex infection of PVY and PVS; and Y + D indicates complex infection of PVY and PSTVd. "-" indicates no obvious symptoms.

表2 病毒侵染对马铃薯产量的影响(g/株)  
Table 2 Yield of potato varieties infected with virus or virus combinations (g/plant)

| 品种<br>Variety      | CK               | PVS                | PVM               | PVA               | PVY                | PVX               | Y + S              | Y + A             | Y + X             | Y + D          |
|--------------------|------------------|--------------------|-------------------|-------------------|--------------------|-------------------|--------------------|-------------------|-------------------|----------------|
| 大西洋<br>Atlantic    | 1 163 ± 132<br>a | 574 ± 52<br>c      | 629 ± 63<br>c     | 602 ± 49<br>c     | 1 022 ± 106<br>ab  | 578 ± 47<br>c     | 856 ± 74<br>abc    | 599 ± 60<br>c     | 648 ± 78<br>bc    | 544 ± 49<br>c  |
| 早大白<br>Zaodabai    | 454 ± 46<br>a    | 335 ± 41<br>abc    | 425 ± 42<br>abc   | 386 ± 36<br>abc   | 303 ± 36<br>abc    | 443 ± 49<br>ab    | 332 ± 32<br>abc    | 332 ± 38<br>abc   | 203 ± 23<br>c     | 212 ± 21<br>bc |
| 荷兰15号<br>Helan 15  | 1 592 ± 174<br>a | 969 ± 99<br>ab     | 1 028 ± 112<br>ab | 1 109 ± 119<br>ab | 1 551 ± 134<br>a   | 1 017 ± 115<br>ab | 1 009 ± 88<br>ab   | 1 147 ± 121<br>ab | 864 ± 79<br>b     | 896 ± 62<br>b  |
| 黄麻子<br>Huangmazi   | 774 ± 62<br>a    | 666 ± 59<br>a      | 776 ± 83<br>a     | 708 ± 53<br>a     | 736 ± 81<br>a      | 664 ± 62<br>a     | 419 ± 39<br>a      | 498 ± 52<br>a     | 582 ± 62<br>a     | 475 ± 54<br>a  |
| 克新18号<br>Kexin 18  | 1 100 ± 58<br>a  | 721 ± 65<br>abc    | 776 ± 58<br>abc   | 730 ± 56<br>abc   | 464 ± 51<br>c      | 1 034 ± 102<br>ab | 604 ± 48<br>c      | 742 ± 79<br>abc   | 687 ± 49<br>bc    | 573 ± 59<br>c  |
| 克新13号<br>Kexin 13  | 1 219 ± 159<br>a | 841 ± 101<br>abc   | 1 194 ± 114<br>a  | 960 ± 59<br>ab    | 116 ± 22<br>d      | 998 ± 77<br>ab    | 476 ± 36<br>cd     | 682 ± 72<br>bc    | 1 041 ± 113<br>ab | 83 ± 15<br>d   |
| 尤金<br>Youjin       | 1 016 ± 92<br>ab | 748 ± 63<br>ab     | 853 ± 72<br>ab    | 711 ± 45<br>ab    | 924 ± 63<br>ab     | 1 090 ± 102<br>a  | 669 ± 62<br>ab     | 729 ± 47<br>ab    | 975 ± 88<br>ab    | 641 ± 61<br>b  |
| 中薯5号<br>Zhongshu 5 | 1 471 ± 102<br>a | 1 463 ± 124<br>a   | 1 316 ± 129<br>a  | 967 ± 82<br>ab    | 1 387 ± 125<br>a   | 812 ± 61<br>ab    | 610 ± 46<br>b      | 1 321 ± 117<br>a  | 390 ± 51<br>b     | 636 ± 68<br>b  |
| 中薯3号<br>Zhongshu 3 | 1 517 ± 132<br>a | 1 005 ± 102<br>abc | 1 511 ± 132<br>a  | 822 ± 90<br>bc    | 810 ± 58<br>bc     | 1 208 ± 119<br>ab | 881 ± 79<br>abc    | 595 ± 55<br>c     | 948 ± 80<br>abc   | 634 ± 50<br>bc |
| 克新1号<br>Kexin 1    | 1 751 ± 180<br>a | 1 242 ± 87<br>abc  | 1 493 ± 121<br>ab | 829 ± 733<br>cd   | 1 144 ± 102<br>bcd | 1 740 ± 154<br>a  | 1 120 ± 106<br>bcd | 1 114 ± 99<br>bcd | 610 ± 57<br>d     | 887 ± 81<br>cd |

注: 不同字母表示同一马铃薯品种各处理间产量差异显著( $P < 0.05$ )。

Note: Different letters denote significant difference among treatments in tuber yield for the same variety at 0.05 level.

低34.7%~65.2%。‘黄麻子’在接种病毒和类病毒后,产量变化差异不显著,说明该品种较抗病毒病和类病毒病,但产量不高。‘尤金’仅在接种Y+D后,产量变化差异明显。

## 2.5 马铃薯大薯率

马铃薯成熟后,收获测定其大薯率,结果见表3。9种侵染处理均可降低供试马铃薯品种大薯率。Y+A复合侵染对7个供试马铃薯品种大薯率影响显著,其中,‘克新18号’品种大薯率下降最

多,可下降38.2%。其次是Y+X和Y+D复合侵染对‘大西洋’、‘克新13号’、‘中薯5号’和‘中薯3号’大薯率影响差异显著,分别可降低24.0%~49.0%和24.3%~83.9%。其余侵染处理对个别1~2个品种的大薯率影响显著外,大部分处理对大薯率的降低差异不显著。‘大西洋’、‘克新18号’、‘克新13号’、‘中薯5号’和‘中薯3号’在接种病毒和类病毒后,有3~4个处理大薯率变化较明显,其余品种变化不大。

表3 病毒侵染对马铃薯大薯率的影响(%)

Table 3 Large-sized tuber percentage of potato varieties infected with virus or virus combinations

| 品种<br>Variety      | CK               | PVS                | PVM                | PVA               | PVY                | PVX                | Y+S                | Y+A               | Y+X               | Y+D               |
|--------------------|------------------|--------------------|--------------------|-------------------|--------------------|--------------------|--------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| 大西洋<br>Atlantic    | 81.5 ± 14.6<br>a | 70.6 ± 11.3<br>abc | 70.1 ± 14.4<br>abc | 81.0 ± 15.6<br>a  | 78.8 ± 14.8<br>ab  | 75.6 ± 10.6<br>abc | 67.7 ± 12.3<br>abc | 56.7 ± 6.5<br>c   | 58.2 ± 9.2<br>c   | 61.7 ± 10.6<br>bc |
| 早大白<br>Zaodabai    | 69.2 ± 10.3<br>a | 50.2 ± 9.2<br>a    | 48.6 ± 6.2<br>a    | 50.7 ± 6.3<br>a   | 60.5 ± 9.3<br>a    | 52.8 ± 6.3<br>a    | 55.2 ± 9.8<br>a    | 65.0 ± 10.4<br>a  | 51.5 ± 9.4<br>a   | 39.4 ± 4.3<br>a   |
| 荷兰15号<br>Helan 15  | 82.5 ± 10.4<br>a | 76.2 ± 8.9<br>ab   | 81.4 ± 9.9<br>a    | 76.4 ± 7.8<br>ab  | 74.6 ± 10.2<br>ab  | 78.1 ± 9.7<br>ab   | 72.7 ± 6.8<br>ab   | 58.8 ± 5.4<br>b   | 81.6 ± 8.6<br>a   | 74.6 ± 5.6<br>ab  |
| 黄麻子<br>Huangmazi   | 83.7 ± 13.2<br>a | 64.2 ± 12.1<br>ab  | 67.8 ± 9.8<br>ab   | 79.4 ± 9.1<br>ab  | 71.8 ± 12.2<br>ab  | 74.7 ± 10.1<br>ab  | 82.7 ± 7.5<br>ab   | 56.8 ± 9.7<br>b   | 72.5 ± 10.7<br>ab | 67.6 ± 5.6<br>ab  |
| 克新18号<br>Kexin 18  | 78.6 ± 8.9<br>a  | 66.6 ± 9.7<br>abc  | 56.5 ± 6.6<br>bc   | 68.1 ± 7.4<br>abc | 75.4 ± 7.8<br>ab   | 57.6 ± 8.8<br>bc   | 69.8 ± 6.7<br>ab   | 48.6 ± 6.6<br>c   | 66.1 ± 8.7<br>abc | 66.8 ± 6.4<br>abc |
| 克新13号<br>Kexin 13  | 75.3 ± 12.8<br>a | 55.1 ± 10.8<br>ab  | 74.0 ± 11.3<br>a   | 63.2 ± 12.4<br>ab | 22.5 ± 7.2<br>c    | 72.1 ± 9.2<br>a    | 52.4 ± 8.1<br>ab   | 51.2 ± 7.4<br>ab  | 45.8 ± 9.4<br>b   | 12.2 ± 3.4<br>c   |
| 尤金<br>Youjin       | 88.4 ± 10.5<br>a | 77.2 ± 8.9<br>ab   | 77.8 ± 9.3<br>ab   | 84.5 ± 5.6<br>ab  | 86.2 ± 13.2<br>ab  | 86.0 ± 12.4<br>ab  | 80.5 ± 7.8<br>ab   | 71.6 ± 8.9<br>b   | 74.4 ± 11.7<br>ab | 87.4 ± 7.6<br>a   |
| 中薯5号<br>Zhongshu 5 | 83.4 ± 12.4<br>a | 58.5 ± 6.5<br>bc   | 82.0 ± 9.9<br>ab   | 66.7 ± 6.6<br>ab  | 67.6 ± 8.3<br>ab   | 73.8 ± 8.9<br>ab   | 71.6 ± 10.6<br>ab  | 65.7 ± 11.3<br>ab | 42.5 ± 5.3<br>c   | 61.0 ± 7.7<br>bc  |
| 中薯3号<br>Zhongshu 3 | 86.8 ± 11.2<br>a | 72.1 ± 7.8<br>abcd | 85.6 ± 12.5<br>ab  | 67.3 ± 7.4<br>bcd | 83.6 ± 10.8<br>abc | 74.4 ± 7.5<br>abc  | 72.4 ± 8.9<br>abc  | 65.1 ± 4.4<br>cd  | 66.0 ± 6.7<br>cd  | 52.0 ± 4.4<br>d   |
| 克新1号<br>Kexin 1    | 71.7 ± 9.9<br>a  | 70.7 ± 8.8<br>a    | 68.6 ± 9.3<br>ab   | 65.5 ± 5.3<br>ab  | 62.8 ± 6.6<br>ab   | 56.8 ± 4.5<br>ab   | 68.4 ± 6.9<br>ab   | 51.8 ± 6.5<br>b   | 54.1 ± 7.4<br>ab  | 70.2 ± 9.1<br>a   |

注:不同字母表示同一马铃薯品种各处理间大薯率差异显著( $P < 0.05$ )。

Note: Different letters denote significant difference among treatments in large-sized tuber percentage for the same variety at 0.05 level.

### 3 讨 论

研究选择黑龙江省大面积种植的10个马铃薯品种原原种为试验材料,并在苗期接种毒源,接种后25和40 d调查接种植株发病症状,与PVY相关的5个处理侵染后,马铃薯发病症状表现明显,但不同试验品种与马铃薯主要病毒互作发病症状也有差异。病毒与症状之间的相互关系不是绝对的,有些时候植株被一种病毒侵染后,并不产生明显症状。相反,有时候植株有明显症状,但与健康植株相比,产量并未显著减少。研究结果证实马铃薯发病症状与接种病毒种类、马铃薯品种和病毒接种时期有关,这与前人报道结果相同<sup>[9-12]</sup>。

试验在马铃薯苗期进行接种,病害对植株叶部症状、株高和产量(‘黄麻子’除外)影响显著,与大田相比植株表现的侵染症状明显、迅速和严重,这是由于试验接种植株叶片相比生长后期的老叶容易接种,而且植株生长迅速病害繁殖快,主要是由于接种时间和发病时期不同造成的<sup>[13]</sup>。因此马铃薯种薯生产中,植株的杀秧一定要彻底,防止病害侵染新长出的嫩叶,危害种薯质量。

试验结果整体上表现出与PVY相关的侵染对马铃薯影响较大,接种症状表现明显,危害较重。在田间PVY病毒极易传播,发病率也是居高不下,因此应该加强防控,减少损失。

目前,中国马铃薯病毒病发生比较普遍,且复合侵染比例较高,但国内外对马铃薯主要病毒和类病毒单一侵染或复合侵染与马铃薯主栽品种的互作进行系统的研究较少,本研究分析了5种马铃薯生产上的主要病毒及马铃薯类病毒与黑龙江省马铃薯主栽品种间互作,对马铃薯脱毒种薯

质量的田间检验工作和农民自身素质提高具有重要意义,研究结果可用于指导田间检测和企业自检工作。

### [参 考 文 献]

- [1] 范国权,白艳菊,高艳玲,等. 中国马铃薯主要病毒病发生情况调查与分析[J]. 东北农业大学学报, 2013, 44(7): 74-79.
- [2] 高艳玲,张威,白艳菊,等. 马铃薯主产区病毒病发生情况调查分析[J]. 植物保护, 2011(3): 71-73.
- [3] 张威,白艳菊,高艳玲,等. 马铃薯主产区病毒病发生情况调查[J]. 黑龙江农业科学, 2010(4): 71-73.
- [4] Salazar L F. 马铃薯病毒及其防治[M]. 谢开云,译. 北京: 中国农业出版社, 2000: 128-132.
- [5] 白艳菊,李学湛,吕典秋. 应用DAS-ELISA法同时检测马铃薯病毒[J]. 中国马铃薯, 2000, 14(3): 143-144.
- [6] 吴凌娟,张雅奎,董传民,等. 马铃薯普通花叶病毒(PVX)抗血清的制备和不同酶联免疫吸附检测法的对比试验[J]. 中国马铃薯, 2001, 15(4): 220-221.
- [7] 施曼玲,周雪平. 植物病毒的诊断技术[J]. 微生物学通报, 2000, 27(2): 149-151.
- [8] 邱彩玲,吕文河,魏琪,等. 马铃薯纺锤块茎类病毒检测技术比较与选择[J]. 中国马铃薯, 2013, 27(6): 362-364.
- [9] 白艳菊,文景芝,杨明秀,等. 西南地区与东北地区马铃薯主要病毒发生比较[J]. 东北农业大学学报, 2007, 38(6): 33-36.
- [10] 管致和. 蚜虫与植物病毒病[M]. 贵阳: 贵州人民出版社, 1983: 64-84.
- [11] 吴云峰. 蚜虫传毒机制研究[J]. 西北农业大学学报, 1994(10): 132-135.
- [12] 李之芳. 中国马铃薯主要病毒图鉴[M]. 北京: 中国农业出版社, 2004: 69-70.
- [13] 谢联军,林奇英. 植物病毒学[M]. 2版. 北京: 中国农业出版社, 2004: 19-29.