

中图分类号: S532 文献标识码: A 文章编号: 1672-3635(2022)03-0215-08

DOI: 10.19918/j.cnki.1672-3635.2022.03.003

内蒙古自治区乌兰察布市马铃薯种薯质量评价分析

刘智慧, 崔健, 董其冰, 姚国宇, 赵玉平*

(乌兰察布市种业工作站, 内蒙古 集宁 012000)

摘要: 质量检测是马铃薯种薯生产过程中的关键环节。连续5年按照国家标准《马铃薯种薯》(GB 18133—2012)的要求, 在马铃薯种薯盛花期、收获后和出库销售前, 对内蒙古自治区乌兰察布市主产旗县的8个种薯生产企业进行田间检验、收获后检测和库房检查, 对检验和检查结果整理后进行质量评价与分析。2017~2021年乌兰察布市马铃薯种薯质量整体逐步提升, 无病毒种薯批次数量呈增多趋势; 种薯不合格主要是由总病毒率超标引起的, 但单项病毒率超标也是种薯不合格的重要原因。马铃薯Y病毒(Potato virus Y, PVY)和马铃薯卷叶病毒(Potato leafroll virus, PLRV)是该地区侵染种薯的2种主要的病毒, 且PVY+PLRV为复合侵染的主要类型, 并且检测出受马铃薯A病毒(Potato virus A, PVA)侵染的种薯批次。从细菌性病害调查情况可以看出, 近年来, 黑胫病和环腐病发生呈现“回头”的趋势, 气生性茎腐病发生有加重的趋势, 疮痂病侵染率相对较高。晚疫病、黑痣病、干腐病侵染率整体呈现下降的趋势。因此, 在今后种薯质量管理过程中要注意单项病毒允许率和生长后期管理等易被忽略的指标和生产环节, 针对PVY和PLRV等病毒以及黑胫病、环腐病、气生性茎腐病等细菌性病害, 制定出科学合理的植保方案并贯彻执行, 加强检疫性有害生物日常监测, 严防入侵制种基地。根据质量评价分析结果, 对症施策, 才能进一步提升该地区种薯质量整体水平。

关键词: 乌兰察布; 马铃薯病毒; 种薯; 质量; 评价

Quality Evaluation and Analysis of Seed Potato in Ulanqab, Inner Mongolia Autonomous Region

LIU Zhihui, CUI Jian, DONG Qibing, YAO Guoyu, ZHAO Yuping*

(Seed Industry Workstation of Ulanqab, Jining, Inner Mongolia 012000, China)

Abstract: Quality inspection is the key link in the production process of seed potatoes. According to the requirements of national standard Seed Potatoes (GB 18133—2012), for five consecutive years, field inspection and quality inspection after harvest and warehouse inspection were carried out in eight seed potato production enterprises in Ulanqab, Inner Mongolia Autonomous Region at flowering stage, after harvest and before sales, and quality evaluation and analysis were carried out after sorting out the inspection and inspection results. The general quality of seed potatoes in Ulanqab improved gradually from 2017 to 2021, and the number of seed lots free from virus showed an increasing trend. The main reason for disqualified seed potatoes was that the total virus rate exceeded the standard, but an individual virus rate exceeding the standard was also an important reason. Potato virus Y (PVY) and potato leafroll

收稿日期: 2022-06-14

作者简介: 刘智慧(1990-), 男, 硕士, 农艺师, 主要从事马铃薯种薯质量检测及管理工作。

*通信作者(Corresponding author): 赵玉平, 高级农艺师, 从事种业推广研究, E-mail: jnszyp@163.com。

virus (PLRV) were the two main viruses infecting seed potatoes in this region, and PVY + PLRV was the main type of complex infection. Seed potato lots infected by potato virus A (PVA) were also detected. It can be seen from the investigation of bacterial diseases that the occurrence of potato blackleg and potato ring rot had turned back recently, the occurrence of potato aerial stem rot tended to increase, and the infection rate of potato scab was higher relatively. The infection rate of potato late blight, potato black scurf and potato dry rot generally showed a downward trend. Therefore, more attention should be paid to the neglected indexes like allowable rate of an individual virus and production links like late growth management in the future. For viruses such as PVY and PLRV, and bacterial diseases such as potato blackleg, potato ring rot and potato aerial stem rot, a scientific and reasonable plant protection plan should be formulated and implemented. The daily monitoring of quarantine pests should be strengthened, and the pathogens should be prevented from invasion into seed potato production base. According to the results of quality evaluation and analysis, only by taking appropriate measures could the overall level of seed potato quality in this region be further improved.

Key Words: Ulanqab; potato viruses; seed potato; quality; evaluation

马铃薯(*Solanum tuberosum* L.)是人们非常喜爱的一种粮菜兼用作物,随着国家马铃薯主粮化战略的提出,马铃薯在保障国家粮食安全中的地位不断提高^[1]。马铃薯在生产上通常采用块茎进行无性繁殖,长期的无性繁殖会导致病害的累积和延续,降低种性,严重影响马铃薯产量和品质^[2]。“科技兴农,良种先行”,优质合格的种薯是马铃薯产业发展的关键和首要因素。因此,脱毒种薯的质量控制是马铃薯种薯生产过程中最重要的环节。目前,中国马铃薯种薯质量检测工作是基于国家标准《马铃薯种薯》(GB 18133—2012)^[3](以下简称“国家标准”)开展的。但是,与一些发达国家相比,中国种薯质量检测起步较晚,种薯质量控制体系仍不健全,法律约束力不强,市场上对马铃薯种薯质量监管不够,导致种薯质量不过关,合格种薯种植率偏低^[4]。

马铃薯病毒病是影响种薯质量最关键的因素,田间检验和收获后质量检验的病毒发病率是判定种薯合格与否最重要的质量指标。据报道,在植物界有40多种病毒能够感染马铃薯引起种性退化^[5]。在中国,主要的马铃薯病毒有马铃薯X病毒(Potato virus X, PVX)、马铃薯Y病毒(Potato virus Y, PVY)、马铃薯S病毒(Potato virus S, PVS)、马铃薯A病毒(Potato virus A, PVA)、马铃薯M病毒(Potato virus M, PVM)以及马铃薯卷

叶病毒(Potato leafroll virus, PLRV)^[6,7]。其中,PVY和PLRV被所有的马铃薯种植国家认为是最严重的威胁^[8]。严重侵染PVY或PLRV病毒可分别导致49%和61%的产量损失^[9]。

除病毒外,马铃薯晚疫病(*Phytophthora infestans*)、马铃薯干腐病(*Fusarium* spp.)、马铃薯黑痣病(*Rhizoctonia solani*)、马铃薯环腐病(*Clavibacter michiganensis* subsp. *sepedonicus*)、马铃薯疮痂病(*Streptomyces scabies*)、马铃薯黑胫病(*Erwinia carotovora* subsp. *atroseptica*)、马铃薯软腐病(*Erwinia carotovora* subsp. *atroseptica*, *E. carotovora* subsp. *carotovora*, *E. chrysanthemi*)和马铃薯青枯病(*Ralstonia solanacearum*)等真菌和细菌病害也是影响马铃薯种薯质量的重要因素^[10]。

作为全国重要马铃薯种薯生产基地,内蒙古自治区乌兰察布市种薯繁育面积常年稳定在2万hm²左右。近年来,在种薯企业和监管部门的共同努力下,严格按照“国家标准”生产种薯,种薯质量取得较大进步。按照“国家标准”要求:来源相同、同一地块、同一品种、同一级别以及同一时期收获、质量基本一致的马铃薯植株或块茎作为一个种薯批^[3]。本试验将种薯批次作为衡量种薯质量的基本单位,更能够准确客观反映本地区马铃薯种薯质量的整体状况。通过对乌兰察布市8个种薯企业连续5年质量跟踪评价,

分析了影响本地区马铃薯种薯合格率的主要原因,从而有针对性地为本地区种薯质量管控提供依据,对种薯质量的进一步提升具有较强的实践指导意义。

1 材料与方法

1.1 试验材料

2017~2021年,每年于马铃薯种薯植株生长盛花期、收获后以及种薯出库前分3次对内蒙古自治区乌兰察布市集宁区、察哈尔右翼前旗、察哈尔右翼中旗、四子王旗、商都县和化德县共6个旗县(区)的8个种薯生产企业取样。

每家种薯生产企业分别随机抽取原种和一级种种薯各2个批次进行检测,涉及品种包括‘费乌瑞它’‘克新1号’‘夏坡蒂’‘大西洋’‘希森6号’‘中加2号’‘冀张薯12号’等,每次检测32个种薯批次,累计检测480个种薯批。

1.2 检测方法

1.2.1 田间检验

采用目测和实验室检测相结合的方法,对种薯批次根据检验面积按照“国家标准”规定的抽样点数设点,每点检测100株。根据植株症状表现记录病害类型、数量,对于目测不能确诊的病毒株借助马铃薯病毒快检试纸条进行验证,对疑似株采集样本进行实验室检测验证。

结合实验室检测结果对目测结果进行修正,并按照“国家标准”规定的田间检验参数和指标进行质量评价。

1.2.2 收获后质量检测

种薯收获后,在种薯库中按要求抽取一定数量的块茎,经过室内催芽、种植、培养,待株高约在15 cm时,采用四合一的方法合样后进行病毒检测。根据检测的阳性数,利用感病植株百分率推算表对应查出病毒百分率,并按照相应质量要求进行质量评价^[1]。

1.2.3 库房检查

窖藏种薯出库销售前,经过分选后,按照“国家标准”库房检查项目和扦样量进行目测检查,对于目测不能确诊的块茎,采集样本进行实验室验

证,并按照相应质量要求进行质量评价。

1.3 实验室检测方法

病毒检测采用酶联免疫方法(DAS-ELISA法),田间检验对PVY、PLRV、PVX、PVA、PVS和PVM共6种病毒进行检测,收获后质量检测对PVY和PLRV两种病毒进行检测,细菌性病害采用PCR的方法(基因芯片法)检测,真菌性病害采用显微镜检测的方法检测。

1.4 实验室检测试剂

马铃薯病毒检测试剂盒和马铃薯病毒快检试剂条购于美国Agdia公司,细菌性病害检测试剂盒购于台湾巨合生物公司。

2 结果与分析

2.1 田间检验种薯质量分析

2.1.1 病毒病发生情况

按照“国家标准”中各级别种薯田间检查植株质量要求,结合检验结果实际情况,将合格种薯批次的质量评价结果分为无病毒和带病毒未超标2种类型;不合格种薯批次的质量评价结果分为单项病毒率超标和总病毒率超标2种类型。

2017~2021年田间检验的种薯合格率分别为71.88%、81.25%、87.50%、84.38%和87.50%;其中,无病毒种薯批次占比分别为31.25%、37.50%、53.13%、53.13%和50.00%,带病毒未超标种薯批次占比分别为40.63%、43.75%、34.37%、31.25%和37.50%(图1)。

由此可见,乌兰察布地区种薯合格率总体呈现上升的趋势;种薯合格率的上升主要体现在无病毒种薯批次的迅速增多,近3年间,田间检验无病毒种薯占比均达到50%以上;带病毒未超标种薯批次占比整体呈现稳定的趋势。

2017~2021年,田间检验种薯不合格率分别为28.13%、18.76%、12.50%、15.63%、12.50%,其中,2018和2019年单项病毒率超标与总病毒率超标2种类型不合格种薯批次占比相等,分别为9.38%、6.25%,其他3年,总病毒率超标不合格种薯批次高于单项病毒率超标类型(图2)。

种薯不合格率总体呈现下降的趋势,总病毒

率超标和单项病毒率超标2种类型中,前者是导致种薯不合格的主要原因,但单项病毒率超标也不容忽视。

2.1.2 侵染病毒的种类和复合侵染情况分析

马铃薯病毒病单独侵染较复合侵染更为普遍。对单独病毒侵染综合来看, PVY和PLRV是本地区侵染种薯的两种主要病毒,在各年份均有发生。虽然PVY是该地区发生最普遍的病毒,在田间的侵染率明显高于其他病毒,但PVY的侵染率也呈现逐渐下降的趋势。侵染率从2017年的50.00%降低到2021年的25.00%。PLRV在各年度均有发生,侵染率低于PVY,最高侵染率为

15.63%。

其他4种病毒病的侵染率较低,2017年,PVA侵染率为6.25%;2017和2019年,PVX侵染率分别为6.25%和3.13%;2018和2020年,PVS侵染率分别为3.13%和1.56%;PVM未检出。

复合侵染主要是PVY+PLRV类型,在各年度田间检验均检出受PVY+PLRV复合侵染为害的种薯批次,侵染率分别为12.50%、9.38%、6.25%、6.25%和3.13%。2017年,检出PVY+PVA复合侵染的种薯批次,侵染率为6.25%;2019年,检出PVY+PVS复合侵染的种薯批次,侵染率为3.13%(图3)。

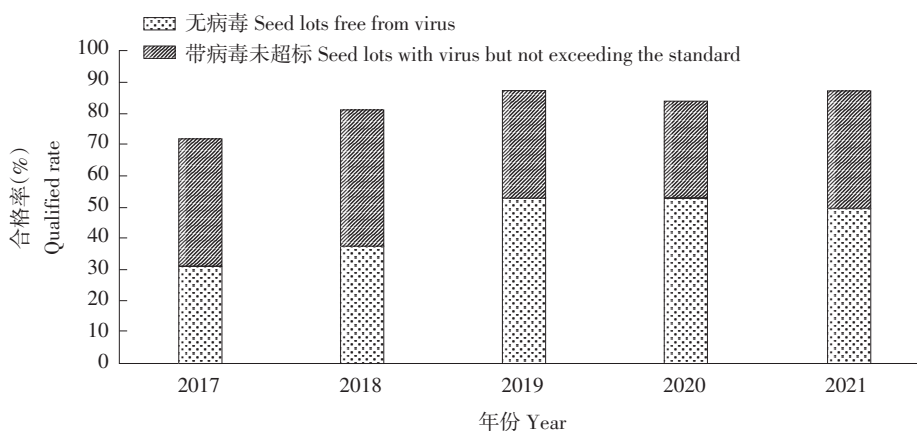


图1 不同年份田间检验种薯合格率

Figure 1 Qualified rate of potato seeds in field inspection in different years

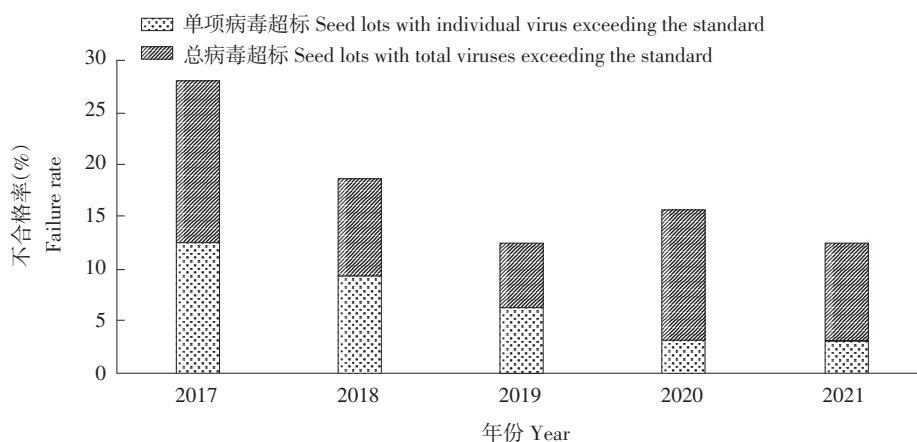


图2 不同年份田间检验种薯不合格率

Figure 2 Failure rate of potato seeds in field inspection in different years

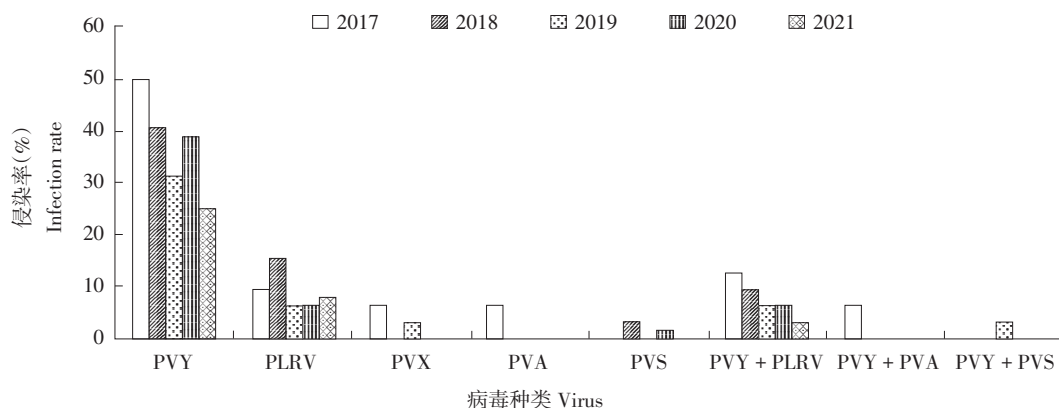


图3 不同年份各种病毒单独和复合感染率

Figure 3 Infection rate of individual virus and mixed viruses in different years

2.1.3 品种混杂及病害感染情况

2017和2019年田间检验检测到品种混杂的种薯批次, 分别有3.13%和6.25%种薯批次发生品种混杂。马铃薯黑胫病和环腐病是本地区影响种薯质量的2种细菌性病害, 其中马铃薯黑胫病发生率较环腐病更高, 每年均有发生。2017~2021年, 田间检验马铃薯黑胫病感染率分别为3.13%、3.13%、6.25%、3.13%和6.25%。2018和2019年检测到马铃薯环腐病, 感染率均为3.13%。

近年来, 马铃薯气生性茎腐病在本地区各年度均有发生, 对种薯质量和产量造成的危害越来越严重, 2017~2021年田间检验种薯感染率分别

为3.13%、9.38%、12.50%、9.38%和9.38%。

由致病疫霉引起的马铃薯晚疫病仍是严重影响种薯质量和产量的病害, 2017~2020年田间检验马铃薯晚疫病感染率分别为6.25%、9.38%、6.25%和3.13%, 2021年未检测到晚疫病的发生。

真菌性病害以马铃薯早疫病和马铃薯黑痣病为主, 主要发生在个别管理较差的企业。马铃薯黑痣病感染率呈现下降的趋势, 2017年感染率为9.38%, 2018和2019年感染率均为6.25%, 2020和2021年感染率下降到3.13%。马铃薯早疫病发生较为稳定, 各年度感染率维持在3.13%~6.25% (图4)。

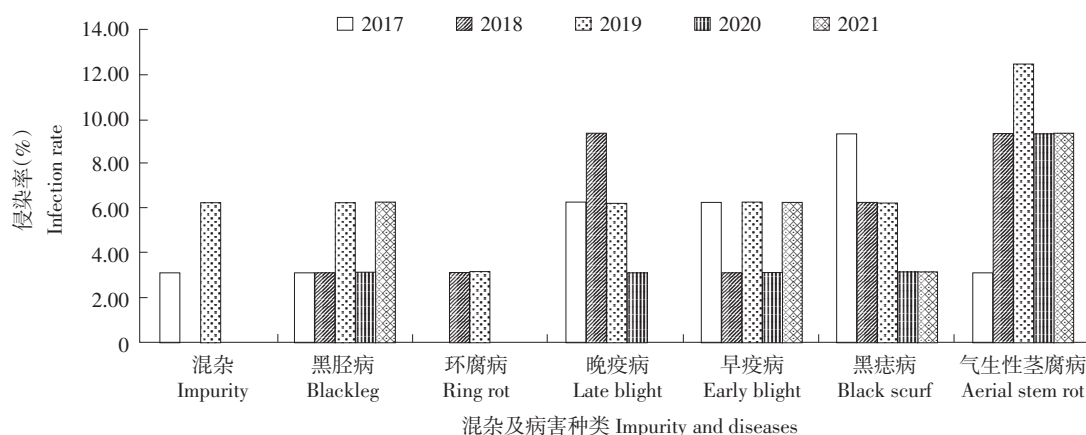


图4 不同年份田间检验品种混杂及病害感染率

Figure 4 Impurity rate of varieties and infection rate of diseases in field inspection in different years

2.2 收获后质量检测情况

按照“国家标准”中各级别种薯收获后检测质量要求, 结合检验结果实际情况, 将合格种薯批次的质量评价结果分为无病毒和带病毒未超标2种类型。

2017~2021年收获后质量检测的种薯合格率分别为65.63%、68.75%、84.38%、81.26%和84.38%, 其中, 无病毒种薯批次占比分别为

28.13%、31.25%、43.75%、46.88%和56.25%, 5年间无病毒种薯批次占比提高1倍。带病毒未超标种薯批次占比较为稳定, 分别为37.50%、37.50%、40.63%、34.38%和28.13%。种薯质量的提升主要体现在无病毒种薯批次的增多(图5)。

另外通过对比可以看出, 收获后质量检测的合格率整体要低于田间检验, 但2个时期合格率变化趋势保持一致。

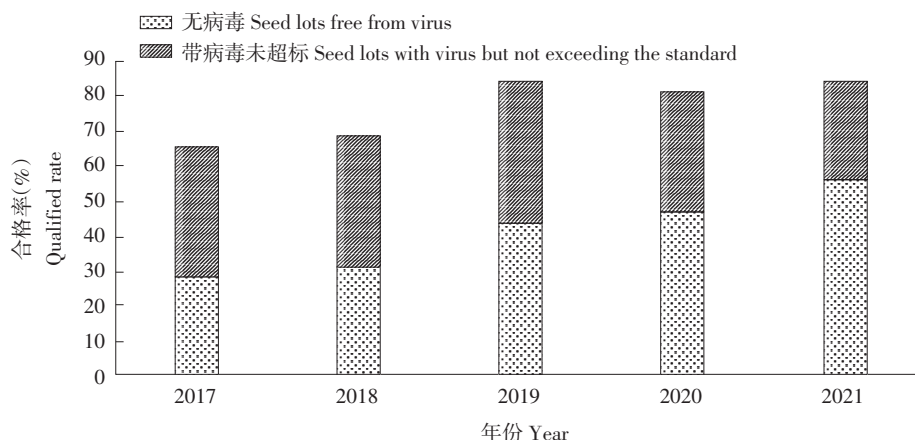


图5 不同年份种薯收获后质量检验合格率

Figure 5 Qualified rate of potato seeds in inspection after harvest in different years

2.3 库房检查情况

5年间, 所有受检种薯批次均未检查到有品种混杂情况的发生。

细菌性病害主要以马铃薯疮痂病和软腐病为主, 其中, 疮痂病在各年度均有发生, 2017~2021年库房检查疮痂病种薯批侵染率分别为6.25%、9.38%、9.38%、3.13%和6.25%。分别于2018, 2020和2021年检查到马铃薯软腐病的发生, 种薯批侵染率均为3.13%。

真菌性病害主要以干腐病和黑痣病为主, 2种病害在各年度均有发生, 且侵染率整体呈现下降的趋势。马铃薯黑痣病2017年侵染率高达18.75%, 2020和2021年侵染率下降到6.25%。

2017和2018年马铃薯干腐病侵染率维持在12.50%, 到2021年侵染率下降到3.13%, 降幅达9.37个百分点。

另外, 2018和2019年检出马铃薯晚疫病的发生,

种薯批侵染率均为3.13%。

5年间, 外部缺陷发生率分别为9.38%、12.50%、9.38%、6.25%和6.25%。于2017, 2018和2020年检查到冻伤情况的发生, 种薯批发生率分别为9.38%、3.13%、3.13%。分别于2017~2019年检查到有土杂超标情况的发生, 种薯批发生率分别为3.13%、6.25%和3.13%(图6)。

3 讨论

通过对种薯合格率总体变化趋势可以看出, 近年来, 乌兰察布市种薯质量得到较大幅度的提升, 这与种薯企业质量意识逐渐增强及监管力度加大密切相关。现阶段, 当地种薯企业配备了专业检测设备, 培养了一批质量管理和检测人才, 部分龙头企业初步实现种薯质量全程监管与溯源。另一方面, 种子质量检验机构在加强种薯质量监管方面做了大量的工作, 每年在盛花期、入库后

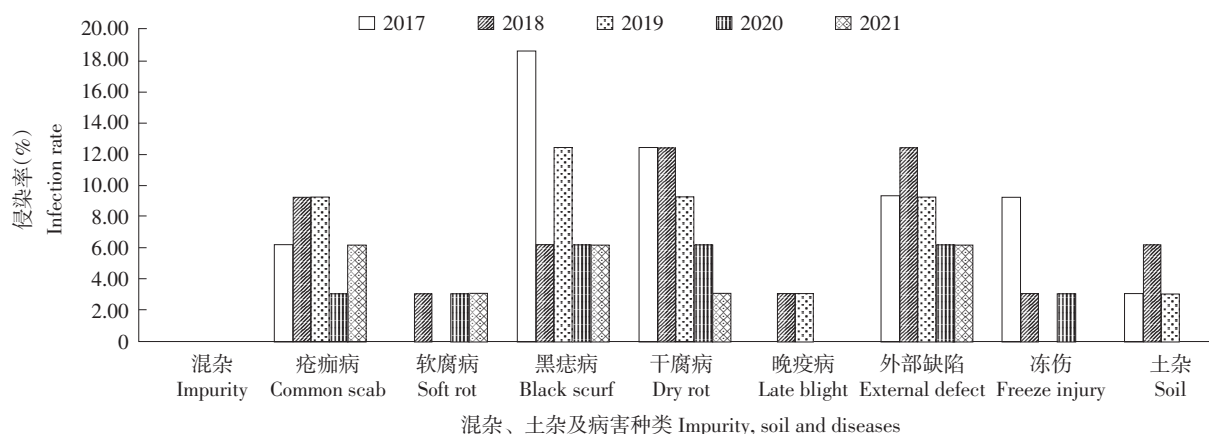


图6 不同年份库房检查品种混杂、土杂及病害感染率

Figure 6 Impurity rate of varieties, soil rate and infection rate of diseases in warehouse inspection in different years

及出库前定期开展检验,依据检验结果出具检验报告,对检验不合格的种薯批次要求进行降级或转商处理,并要求不合格种薯企业进行限期整改。同时,对种薯企业质量控制、生产经营档案、基地隔离、轮作倒茬以及质量自控体系建立及运行情况进行检查。

通过对种薯合格率的分析结果可以看出,种薯合格率上升主要体现在无病毒种薯批次数量的增多,种薯不合格主要是由种薯批次总病毒率超标引起的,但单项病毒率超标也是种薯不合格的重要组成部分,更应该引起重视。

在种薯生产和检验过程中单项病毒率往往容易被忽略,多数企业认为只要病毒病控制在总病毒允许率范围内就是合格种薯。因此,在保证种薯病毒率符合总病毒率的前提下,还要注意符合各项病毒指标。这对于种薯企业来说,无疑又提出了更高的要求,种薯企业要在全程质量管理方面下更大的功夫,做好基地隔离、切刀消毒、蚜虫监测、病虫害防控、病毒检测、拔除病等各方面工作,对种薯生产过程中每一个环节严格把关。

感染病毒种类和复合感染情况调查结果表明,乌兰察布市马铃薯种薯主要病毒检出率与高艳玲等^[12]在中国马铃薯主产区的病毒病发生情况调查结果相似。大田种薯中PVY检出率最高,主要是由于大田种薯生产环境控制难度大,种薯隔离不严格,致使PVY通过蚜虫以非持久性方式在田间

不同级别种薯之间迅速传播。PLRV感染率次于PVY,可能是由于PLRV只通过介体蚜虫传播。PVS和PVX田间感染率低,其主要原因是PVS和PVX病毒主要通过组培苗逐代向下积累病毒,随着茎尖脱毒技术及检测技术越来越成熟,脱毒苗质量越来越高,大田病毒发生率相应得到控制。同时还检出了PVA,可能是由于外地调种引入,具体发生原因有待进一步研究调查,因其属于检疫性病毒,一旦扩散会对种薯生产造成极大的危害,应该引起高度重视。

从细菌性病害感染情况可以看出,黑胫病和环腐病发生呈现“回头”的趋势,气生性茎腐病发生有加重的趋势,库房检查种薯块茎软腐病偶有发生,疮痂病感染率相对较高。其中气生性茎腐病因其具有危害程度高,防治难度大,而且可以通过种薯传播的特点,是近年来值得高度关注的细菌性病害,尤其是对于个别抗性较差的品种,产量和质量均有较大影响。徐利敏^[13]指出,内蒙古自治区气生性茎腐病发病地块一般发病率为10%~20%,严重时达50%以上,能够导致植株大量死亡。谢开云和何卫^[14]指出,气生性茎腐病病害可以潜伏在作物上,经过多个生长季都不会被注意到,这对于种薯生产是一个很严重的问题,不能通过淘汰劣株控制病害,降低传播。因此,防治措施主要通过选用健康种薯;加强田间管理,避免过度浇水及过度施用氮肥,控制植株过度生

长, 在农事操作时避免造成茎损伤, 并对器械进行消毒; 利用46%氢氧化铜 WG 80~100 g 或者46%氢氧化铜 WG 60 g 结合52.5%噁唑菌酮·霜脲氰 WG 35~40 g 叶面喷雾进行预防和控制^[15]。

马铃薯晚疫病、马铃薯黑痣病和马铃薯干腐病侵染率整体呈现下降的趋势, 马铃薯早疫病侵染率较为稳定, 这与漆文选^[16]对甘肃省渭源县多年调查结果较为一致, 他指出, 高寒地区马铃薯种薯晚疫病中度偏重发生, 早疫病、黑痣病、干腐病等中度发生。并建议防治上要在播前、选种、扩繁、种植、管理过程中早预防、适时防, 在病虫害发生时轮换用药连续规范防, 可有效控制病虫害的发生和流行。

此外, 2020年春播前, 通过对种植户种薯质量入户调查发现, 由外地调入携带粉痂病(*Spongospora subterranea*)和检疫性病虫害腐烂茎线虫(*Ditylenchus destructor*)的种薯, 对种薯生产是较大的潜在威胁。其主要原因是外地调种的监管难度大、监管力量薄弱, 应继续加大春季种薯质量入户检查力度和宣传力度, 倡导农民从本地购种, 从正规企业购种。

通过对比还可以看出, 收获后质量检测的合格率整体要低于田间检验, 其原因可能是田间检验到杀秧收获仍有一段时间间隔, 部分企业生长后期疏于管理, 蚜虫在收获期前入侵种薯田造成病毒传播; 另外, 田间检验主要是通过目测进行, 部分抗病性较强的品种病毒含量较低时, 可能出现潜伏侵染的现象。因此, 在种薯生产过程中要注意生长后期防蚜控蚜, 杀秧要彻底, 避免植株二次生长, 引起蚜虫爆发传毒。

总之, 种薯企业要想长远发展, 必须建立起质量控制体系; 在种薯生产、管理和自检过程中注意单项病毒率和生长后期管理等容易被忽略的细节和质量控制关键点; 根据当地病虫害发生情况, 针对PVY和PLRV两种主要病毒以及黑胫病、环腐病、气生性茎基腐病等严重影响种薯质量的细菌性病害, 制定出科学合理的植保方案并贯彻执行; 加强检疫性有害生物日常监测, 严防入侵制种基地。种薯企业只有生产出优质合格的产品才能在激烈的竞争中立于不败之地。

[参 考 文 献]

- [1] 钟鑫, 蒋和平, 张忠明. 我国马铃薯主产区比较优势及发展趋势研究[J]. 中国农业科技导报, 2016, 18(2): 1-8.
- [2] 邱彩玲, 申宇, 高艳玲, 等. 中国马铃薯种薯生产及质量控制[J]. 中国马铃薯, 2019, 33(4): 249-254.
- [3] 中华人民共和国国家质量技术监督局, 中国国家标准化管理委员会. GB 18133—2012 马铃薯种薯[S]. 北京: 中国标准出版社, 2012.
- [4] 范国权, 吕典秋, 高艳玲, 等. 中国马铃薯种薯质量检测认证现状及建议[J]. 中国马铃薯, 2018, 32(3): 184-190.
- [5] Valkonen J P T. Viruses: economical losses and biotechnological potential [M]//Vregugdenhil D. Potato biology and biotechnology advances and perspectives. Amsterdam: Elsevier, 2007: 619-641.
- [6] Li J W, Wang B, Song X M, et al. Potato leafroll virus (PLRV) and Potato virus Y (PVY) influence vegetative growth, physiological metabolism, and microtuber production of *in vitro*-grown shoots of potato (*Solanum tuberosum* L.) [J]. Plant Cell, Tissue and Organ Culture, 2013, 114(3): 313-324.
- [7] Wang B, Ma Y L, Zhang Z B, et al. Potato viruses in China [J]. Crop Protection, 2011, 30(9): 1117-1123.
- [8] Rahman M S, Akanda A M. Infection pattern of PVY and PLRV in potato tubers obtained from potato plants infected with both the viruses [J]. The Agriculturists, 2008, 6: 118-123.
- [9] Hoa V D, Rasco F T, Zaag P V. Effect of primary infection of PVY on potato [J]. Asian Potato Journal, 1991, 2(1): 31-35.
- [10] 熊慧君. 马铃薯脱毒种薯的主要质量病害及防治措施[J]. 农业机械, 2020(4): 89-92.
- [11] 白艳菊. 马铃薯种薯质量检测技术[M]. 哈尔滨: 哈尔滨工程大学出版社, 2016.
- [12] 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, 37(3): 149-151.
- [13] 徐利敏. 马铃薯病虫害的识别与防治[M]. 呼和浩特: 内蒙古人民出版社, 2021: 56-59.
- [14] 谢开云, 何卫. 马铃薯三代种薯体系与种薯质量控制[M]. 北京: 金盾出版社, 2011: 139-143.
- [15] 尹玉和. 乌兰察布马铃薯[M]. 北京: 中国农业科学技术出版社, 2021: 121-122.
- [16] 漆文选. 高寒山区马铃薯种薯主要病虫害调查与防治方法[J]. 中国蔬菜, 2017(9): 93-98.