

中图分类号: S532 文献标识码: B 文章编号: 1672-3635(2017)03-0154-06

病虫害防治

马铃薯生产中马铃薯纺锤块茎类病毒的综合防治

邱彩玲, 范国权, 申 宇, 马 纪, 高艳玲, 张 威, 张 抒,
胡林双, 芦 娜, 韩树新, 白艳菊, 吕典秋*

(黑龙江省农业科学院植物脱毒苗木研究所/农业部脱毒马铃薯种薯质量监督检验测试中心, 黑龙江 哈尔滨 150086)

摘 要: 马铃薯纺锤块茎类病毒是影响中国马铃薯生产重要的检疫性病害。该病害具有广泛的自然寄主, 可侵染马铃薯、番茄和辣椒等重要作物。该病害可通过植物学种子、花粉或卵细胞、无性繁殖以及机械等方式传播。马铃薯纺锤块茎类病毒可造成马铃薯产量降低, 块茎畸形、变小, 商品性和商品薯率下降。该病害主要可通过培育抗病品种、使用脱毒种薯、加强种质资源和种薯卫生管理、加强检验检疫以及实行马铃薯种薯质量认证制度等措施进行综合防治。

关键词: 马铃薯; 马铃薯纺锤块茎类病毒; 综合防治

Integrated Control of Potato Spindle Tuber Viroid in Potato Production

QIU Cailing, FAN Guoquan, SHEN Yu, MA Ji, GAO Yanling, ZHANG Wei, ZHANG Shu,

HU Linshuang, LU Na, HAN Shuxin, BAI Yanju, LU Dianqiu*

(Virus-free Seedling Research Institute, Heilongjiang Academy of Agricultural Sciences/Supervision and Testing Center for Virus-free Seed Potatoes Quality, Ministry of Agriculture of the People's Republic of China, Harbin, Heilongjiang 150086, China)

Abstract: Potato spindle tuber viroid (PSTVd) is an important quarantine disease affecting potato production in China. The disease has a wide range of natural host, which can infect potatoes, tomatoes and peppers and so on. The disease can spread through botanical seeds, pollen or the ovule, vegetative propagation and mechanical transmission, and it can cause yield reduction, tuber deformity, smaller tuber, poor quality and less marketable tuber percentage. The disease can be controlled through disease-resistant breeding, the use of virus-free seed potatoes, germplasm resources/seed potatoes sanitation control, strengthened inspection and quarantine of PSTVd and implementation of potato seed quality certification system.

Key Words: potato; potato spindle tuber viroid; integrated control

马铃薯(*Solanum tuberosum* L.)是世界第三大粮食作物, 中国第四大粮食作物。马铃薯原产于南美安第斯山区, 栽培历史已逾 7 000 年^[1]。该作物

最早可能在明朝万历年间(公元 1573~1619 年)引入中国, 距今约有 400 多年的历史^[2]。马铃薯被普遍认为是保障粮食安全的推荐性作物^[3,4], 现已成为

收稿日期: 2016-11-25

基金项目: 现代农业产业技术体系专项资金(CARS-10-P14); 科技支撑项目(2012BAD06B02); 国家自然科学基金青年基金项目(31501608); 出国(境)培训项目(P152011004); 黑龙江省青年基金项目(QC2015026)。

作者简介: 邱彩玲(1976-), 女, 博士, 主要从事马铃薯种薯质量检测技术研究及推广应用。

*通信作者(Corresponding author): 吕典秋, 研究员, 主要从事马铃薯综合增产技术研究及病虫害防治, E-mail: smallpotatoes@126.com。

为中国的主粮作物之一。

由于马铃薯主要依靠无性繁殖, 因此, 比较容易受到病毒的侵染并逐代积累, 导致种性下降, 产量和品质大大降低。在植物界大约有 40 种病毒侵染马铃薯, 引起马铃薯种性退化^[5-7]。在自然状态下能够侵染马铃薯的类病毒目前发现有 2 种^[8,9], 其中马铃薯纺锤块茎类病毒(Potato spindle tuber viroid, PSTVd)是影响中国马铃薯生产比较严重的检疫性病害。PSTVd 是马铃薯纺锤块茎类病毒科马铃薯纺锤块茎类病毒属的代表种, 其是一种单链、环状、无蛋白质外壳的 RNA, 碱基高度配对, 具有非常稳定的棒状的二级结构, 能够在寄主体内自我复制, 一般为 359 nt, 少数为 358 或 360 nt^[10]。该病害早在 1922 年就已经在北美被发现, 但直到 1971 年才被 Diener^[11]首次分离出来, 并将其命名为马铃薯纺锤块茎类病毒。目前, 该病害已经在 40 多个国家发现, 自然状态下可侵染马铃薯(*Solanum tuberosum*)、番茄(*S. lycopersicum*)、辣椒(*Capsicum annuum*)、茄子(*S. melongena*)、鳄梨(*Persea americanum*)和甘薯(*Ipomoea batatas*)等 18 种作物^[12-14]。PSTVd 侵染马铃薯后的症状与环境条件、病原的致病株系、侵染类型(初侵染、次侵染)以及品种有关, 轻者甚至不表现症状, 重者接近绝产, 并且随着侵染代数的增加症状逐年加重。一般来讲, 该病害可引起植株矮化, 叶片皱缩, 马铃薯块茎畸形、变小, 产量降低, 严重降低其商品薯率。一些感病的地方马铃薯品种减产幅度可达 80%^[15]。PSTVd 可以通过植物学种子传播, 番茄通过种子传播的概率为 11%, 马铃薯为 33%~67%^[14,16]。PSTVd 可以通过花粉或者卵细胞传递给马铃薯实生种子^[16-20], 导致杂交后代容易携带 PSTVd, 从而影响马铃薯杂交育种工作。

PSTVd 还很容易通过机械传播, 这种方式传播的效率与核酸的稳定性、核酸浓度以及接种源有关^[21,22]。Bonde 和 Merriam^[23]发现切割种薯的切刀可以在病健种薯之间传播 PSTVd。另外, Merriam 和 Bonde^[24]还报道, 在田间耕作过程中, 拖拉机轮胎擦伤感染 PSTVd 植株后接触健康植株, 其传播 PSTVd 的效率可达 80%~100%; Manzer 和 Merriam^[25]研究发现,

耕作和培土过程中, 只有较大的植株容易传播 PSTVd, 当植株较小或者耕作较早时传播效率则比较低。在病健植株间通过根的接触传播 PSTVd 的可能性不大^[26,27], 而且当将 PSTVd 接种物接种到番茄根部时也没有侵染成功^[28]。但由于 PSTVd 在水中可以存活 7 周, 因此 PSTVd 通过灌溉的方式传播的可能性依然存在^[29]。

PSTVd 不同于一般的病毒病, 很难通过茎尖剥离、组织培养来脱除^[30], 因此, PSTVd 的防治技术有其独有的特点。

1 培育抗病品种

使用抗病品种一直是种植业中首选的既经济又环保的措施。然而, 由于 PSTVd 具有易于通过机械传播的特性, 因此, 在进行马铃薯品种选育时, 应重点选择抗 PSTVd 侵入的材料, 而不是可以携带 PSTVd 但不表现症状的耐病型材料。因为抗侵入型的材料可以抵抗 PSTVd 的入侵, 在保持自身生产水平的同时, 不会成为带病材料而传播 PSTVd。而耐病型材料则不然, 这些材料可以感染 PSTVd 后而不表现症状或者症状较轻, 在田间及库房检测过程中不易被发现, 从而成为 PSTVd 的携带者传播病害。因此, 在马铃薯育种过程中进行田间选择时, 不能仅凭症状轻重有无进行选择, 因为不表现症状或者症状较轻的材料有可能是耐病型的材料, 还应结合实验室的检测以确认其抗病类型, 避免筛选出耐病型的材料, 培育出病害传播者, 造成严重的后果。

2 加强种质资源及育种材料管理工作

育种工作者或育种单位之间进行种质资源交流是非常普遍且行之有效的资源交流手段。通过种质资源的交流, 育种工作者可以互通有无, 扩大育种材料的遗传背景, 提高杂交后代的产量及品质, 加速育种进程。然而, 忽视对种质资源的检验检疫工作经常会导致病害在育种单位之间传播, 甚至从国外引入检疫性病害。由于 PSTVd 还可以通过卵细胞或者花粉传递给实生种子(植物学种子), 因此, 携带有 PSTVd 的种质资源的杂交后代很可能也携带

PSTVd, 不易选出健康的后代, 影响育种工作。

1989年, 刘喜才^[31]利用双向聚丙烯酰胺凝胶电泳法对黑龙江省农业科学院马铃薯研究所(克山)保存的898份马铃薯种质资源试管苗进行了PSTVd检测, 结果表明, 在供试的898份材料中, 有157份材料为阳性, PSTVd检出率为17.4%。Singh等^[32]则对黑龙江省农业科学院克山马铃薯研究所的1700余份马铃薯实生种子进行PSTVd检测, 结果表明, 52.17%的材料感染了PSTVd。19世纪80年代, Bao和Zhang^[33]也曾检测出有40%~60%的马铃薯育种材料感染了PSTVd。优良的种质资源(亲本)和健康的实生子(杂交后代)是马铃薯育种工作顺利开展的前提和基础条件, 不能保证上述材料的健康, 育种工作就很难开展并有所突破。而PSTVd又很难脱除, 并且可以通过花粉或卵细胞传递给后代, 因此, 上述情况对马铃薯杂交育种及资源的利用工作造成了极大的困扰, 严重阻碍了马铃薯育种工作的正常开展。因此, 切实把好种质资源质量关, 加强卫生管理对马铃薯育种工作的顺利开展至关重要。

除上述马铃薯试管苗和实生子感染PSTVd的例子外, 近年来, 在马铃薯杂交育种工作中, 也发现一些感染了PSTVd的杂交后代。这些后代植株和块茎都表现良好, 表现并无异常, 但经PSTVd检测却呈阳性, 这样的材料很难培育出健康的、可以推广的新品种, 只能淘汰。造成这种情况的原因一方面可能是种质资源自身携带PSTVd, 另外也可能是在杂交以及后代选择、培育等过程中没有足够注意卫生而互相传染造成的。这种情况严重影响了马铃薯育种工作的进程, 并且浪费了大量的人力、物力、财力以及最宝贵的时间。

马铃薯是无性繁殖作物, 其种质资源在保存和交换的过程中非常容易感染各种病害, 并且随着无性繁殖或者试管苗的继代繁殖继续保存和传播。因此, 为了确保种质资源的安全, 在条件允许的情况下, 最好将不同来源的种质资源进行检测, 淘汰感染PSTVd的材料, 同时将不同来源的材料隔离保存, 避免交叉感染, 并做好消毒处理, 避免病原扩散, 造成更严重的后果。

3 茎尖剥离材料宜在剥离之前进行PSTVd检测

虽然防治马铃薯纺锤块茎类病毒与防治病毒病相似, 但由于PSTVd具有不易通过茎尖剥离后组织培养的方式脱除和有时不表现症状的特性, 仅凭目测不能确保备选材料的健康。因此, 在选择茎尖剥离材料时, 最好能够对备选材料进行PSTVd检测, 淘汰PSTVd呈阳性的材料。因为茎尖剥离周期较长, 一般需要3~4个月, 如果在茎尖剥离之前不进行PSTVd检测, 而茎尖剥离时又难以脱除, 当发现培育出的再生试管苗携带PSTVd时再重新剥离为时已晚, 会影响生产进度, 错过最佳生产季。

4 加强检验检疫

在马铃薯种薯生产的各个环节都需要对PSTVd进行检验以确保种薯/苗的健康。目前, 在中国境内发现的PSTVd还没有强毒株系^[34,35], 因此, 在马铃薯种薯/苗的进出口贸易中, 应加强PSTVd的检验检疫, 杜绝从国外引入PSTVd, 尤其是强毒株系。

5 加强马铃薯种薯田间卫生管理

PSTVd很容易通过机械传播。据报道, 将感染了PSTVd番茄叶片汁液涂在8种常用材料(棉织物、木头、橡胶轮胎、皮革、塑料、金属、人类皮肤以及植物纤维)表面, 经过5 min~24 h不等的时间后再接种到健康番茄植株, 除人类皮肤以外, 其他材料24 h后仍然具有侵染性, 其中在皮革材料、塑料和植物纤维等表面的存活力最高, 在棉织物、木头以及橡胶上次之, 而在人类皮肤上PSTVd的侵染性仅能保持30 min^[36]。

鉴于以上原因, 在马铃薯脱毒种薯生产过程中应做到以下几点: (1)切割种薯时对切刀进行消毒处理; (2)田间管理时使用的机械、农具及衣物等进行消毒处理; (3)田间检测发现可疑植株时应及时拔除并消毒处理; (4)在种薯贮运过程中对接触的物品及器械进行消毒处理; (5)所用农具等最好与商品薯田分开, 如果条件不允许而无法分开, 应按照从高级别种薯到低级别种薯再到商品

薯的顺序进行农事操作, 且要严格消毒。

在上述生产过程中消毒处理时可选择漂白剂作为消毒剂。许多研究结果都表明漂白剂对 PSTVd 具有很好的消毒效果, 并且能够对一些其他病毒也具有一定的防效^[37-40]。Olivier 等^[41]曾经使用 5 种消毒剂 (Virkon[®], Hyprelva[™] SL, Jet 5[®], MENNO[®] clean 和 Virocid[™]) 对 PSTVd 的消毒效果进行了研究, 该研究以漂白剂作为对照, 进一步表明漂白剂对 PSTVd 具有很好的消毒效果。然而, 该研究还发现一些欧洲国家唯一普遍认可的消毒剂——‘MENNO[®] clean’在使用最小推荐浓度、最小推荐接触时间和中等接触时间时对 PSTVd 基本没有消毒效果。Li 等^[42]分别采用 16 种消毒剂对凤果花叶病毒 (Pepino mosaic virus, PepMV)、马铃薯纺锤块茎类病毒 (PSTVd)、番茄花叶病毒 (Tomato mosaic virus, ToMV) 和烟草花叶病毒 (Tobacco mosaic virus, TMV) 等在机械传播过程中的消毒效率进行了研究, 结果显示 2 种消毒剂——2% Virkon S 和 10% 的漂白剂 (10% Clorox regular bleach) 对 PepMV、PSTVd、ToMV 和 TMV 机械传播的消毒效率最高。另外, Mackie 等^[36]的试验也表明漂白剂对 PSTVd 具有非常好的消毒效果。

漂白剂在中国是非常常用的消毒剂, 因此, 使用该药剂对切刀、机械、器具及污染物等进行消毒的技术很容易推广, 但使用漂白剂也存在一定的缺点, 如其有效成分次氯酸钠对人类有刺激, 并能够腐蚀金属, 与有机材料接触时会降解等^[43]。

6 实行马铃薯种薯质量认证制度

马铃薯种薯认证程序是指国家 (或地方政府) 制定的由相关的检验检疫部门管理实施, 以保证马铃薯种薯的健康和纯度, 并对生产用种进行规范的法律程序。该程序包括对种薯生产单位进行登记注册; 通过脱毒组培苗在无菌条件下生产原种薯; 限定种薯代数并对种薯分级; 针对不同级别的种薯制定相应标准进行定期的田间调查、检测; 收获仓贮时的薯块调查、检测, 检测的主要对象是病毒、真菌、细菌等病原物^[44]。刘洪义^[44]通过调查分析后发现, 马铃薯种薯的健康状况和纯度情况已经成为制约单产提高的主要因素, 建立

马铃薯种薯质量认证程序对马铃薯产业的发展极为重要。

在马铃薯种薯质量认证的过程中, 对马铃薯种薯质量进行监督检验是其中重要、关键和核心环节。马铃薯种薯质量监督检验是指依据国家有关法律法规和相关标准, 对各级种薯生产的每个环节定期进行常规检测, 建立完整的种薯档案, 根据检测结果, 对种薯进行定级, 发放质量合格证, 检验不合格的脱毒苗不能繁殖, 栽培不规范、管理不严格的种薯基地不予认可, 不合标准的种薯不准进入种薯市场^[45]。通过马铃薯种薯质量监督检验的种薯/苗的质量相对比较有保障, 可以在很大程度上确保种薯/苗的质量安全, 规范种薯/苗市场。

无论是种薯生产者还是使用者都希望在中国实行马铃薯种薯质量认证制度。该制度的实施不仅可以确保种薯质量, 保障各方面的利益不受侵害, 还可以改善马铃薯种薯市场的秩序, 推动马铃薯产业的健康发展。随着人们对种薯质量认证制度认识的提高, 已有部分省/市/地区开始逐步推行马铃薯种薯质量认证制度。希望马铃薯种薯质量认证制度能够尽快在全国范围推行, 并建立一个全国范围普遍适用的马铃薯种薯质量认证体系, 切实提高种薯质量, 规范种薯市场, 推动中国马铃薯产业健康发展。

[参 考 文 献]

- [1] Hawkes J G. The potato: evolution, biodiversity and genetic resources [M]. London: Belhaven Press, 1990.
- [2] 佟屏亚. 中国马铃薯栽培历史 [J]. 中国科技史料, 1990(1): 10-19.
- [3] 刘洋, 高明杰, 罗其友, 等. 世界马铃薯消费基本态势及特点 [J]. 世界农业, 2014, 421(5): 119-216.
- [4] 联合国粮农组织. 2008 国际马铃薯年: 重新认识被埋没的宝物 [R]. 罗马: 联合国粮农组织, 2009.
- [5] Jeffries G J. FAO/IPGRI technical guidelines for the safe movement of potato germplasm. No 19: Potato [M]. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations, 1998: 33-96.
- [6] Loebenstein G, Berger P H, Brunt A, et al. Virus and virus-like diseases of potatoes and production of seed-potatoes [M]. Berlin:

- Springer, 2001.
- [7] Valkonen J P T. Viruses: economical losses and biotechnological potential [M]//Vreugdenhil D. Potato biology and biotechnology, advances and perspectives. Amsterdam: Elsevier, 2007: 619–641.
- [8] Palukaitis P. Resistance to viruses of potato and their vectors [J]. Plant Pathology Journal, 2012, 28(3): 248–258.
- [9] Wang B, Ma Y, Zhang Z, *et al.* Potato viruses in China [J]. Crop Protection, 2011, 30(9): 1117–1123.
- [10] Gross H J, Domdey H, Lossow C, *et al.* Nucleotide sequence and secondary structure of potato spindle tuber viroid [J]. Nature, 1978, 273: 203–208.
- [11] Diener T O. Potato spindle tuber 'virus': VI. A replicating, low molecular weight RNA [J]. Virology, 1971, 45(2): 411–428.
- [12] Singh R P. Experimental host range of the potato spindle tuber 'virus' [J]. American Journal of Potato Research, 1973, 50(4): 111–123.
- [13] Owens R A, Khurana S M P, Smith D R, *et al.* A new mild strain of potato spindle tuber viroid isolated from wild *Solanum* spp. in India [J]. Plant Disease, 1992, 76: 527–529.
- [14] CABI/EPPPO. 2015. Potato spindle tuber viroid (spindle tuber of potato) [C/OL]. CABI International, Wallingford, <http://www.cabi.org/isc/datasheet/43659>.
- [15] 孙慧生. 马铃薯育种学 [M]. 北京: 中国农业出版社, 2003: 200–205.
- [16] Singh R P, Boucher A, Somerville T H. Detection of potato spindle tuber viroid in the pollen and various parts of potato plant pollinated with viroid-infected pollen [J]. Plant Disease, 1992, 76 (9): 951–963.
- [17] Fernow K H, Peterson L C, Plaisted R L. Spindle tuber virus in seeds and pollen of infected potato plants [J]. American Journal of Potato Research, 1970, 47(3): 75–80.
- [18] Hunter D E, Darling H M, Beale W L. Seed transmission of potato spindle tuber virus [J]. American Journal of Potato Research, 1969, 46(7): 247–250.
- [19] Singh R P. Seed transmission of potato spindle tuber virus in tomato and potato [J]. American Journal of Potato Research, 1970, 47(6): 225–227.
- [20] Grasmick M E, Slack S A. Symptom expression enhanced and low concentrations of potato spindle tuber viroid amplified in tomato with high light intensity and temperature [J]. Plant Disease, 1985, 69(1): 49–51.
- [21] De Bokx J A. Characterization and identification of potato viruses and viroids: Biological properties [M]//De Bokx J A, van der Want J P H. Viruses of potato and seed potato production. Wageningen: Center for Agricultural Publishing and Documentation, 1972: 58–82.
- [22] Singh R P, Bagnall R H. Infectious nucleic acid from host tissue infected with potato spindle tuber virus [J]. Phytopathology, 1968, 58: 696.
- [23] Bonde R, Merriam D. Studies on the dissemination of the potato spindle tuber virus by mechanical inoculation [J]. American Journal of Potato Research, 1951, 28(3): 558–560.
- [24] Merriam D, Bonde R. Dissemination of spindle tuber by contaminated tractor wheels and by foliage contact with diseased plants [J]. Phytopathology, 1954, 44: 111.
- [25] Manzer F E, Merriam D. Field transmission of potato spindle tuber virus and virus X by cultivating and hilling equipment [J]. American Journal of Potato Research, 1961, 38(10): 346–352.
- [26] O'Neil T M, Mumford R A. Potato spindle tuber viroid in tomato and new viroid reports [R]. UK: Horticultural Development Council, Department for Environment, Food and Rural Affairs, 2006.
- [27] van Brunschot S L, Verhoeven J T J, Persley D M, *et al.* An outbreak of potato spindle tuber viroid in tomato is linked to imported seed [J]. European Journal of Plant Pathology, 2014, 139 (1): 1–7.
- [28] Verhoeven J T J, Hüner L, Virscek M M, *et al.* Mechanical transmission of potato spindle tuber viroid between plants of *Brugmansia suaveoles*, *Solanum jasminoides* and potatoes and tomatoes [J]. European Journal of Plant Pathology, 2010, 128(4): 417–421.
- [29] Mehle N, Gutiérrez-Aguirre I, Prezelj N, *et al.* Survival and transmission of potato virus Y, pepino mosaic virus, and potato spindle tuber viroid in water [J]. Applied and Environmental Microbiology, 2014, 80(4): 1455–1462.
- [30] 白建明, 陈晓玲, 卢新雄, 等. 超低温保存法去除马铃薯X病毒和马铃薯纺锤块茎类病毒 [J]. 分子植物育种, 2010, 8(3): 605–611.
- [31] 刘喜才. 马铃薯种质资源研究与利用进展 [J]. 中国蔬菜, 2006 (s1): 25–27.

- [32] Singh R P, Boucher A, Wang R G. Detection, distribution and long-term persistence of potato spindle tuber viroid in true potato seed from Heilongjiang, China [J]. American Journal of Potato Research, 1991, 68(1): 65–74.
- [33] Bao C, Zhang S. Progress on the potato breeding research work of KPRI [C]//Workshop for Chinese and Canadian Potato Project. Harbin, 1991: 104–107.
- [34] 何小源, 周广和, 刘艾生. 马铃薯纺锤块茎类病毒株系鉴定 [J]. 植物病理学报, 1993, 23(4): 361–365.
- [35] Qiu C L, Zhang Z X, Li S F, *et al.* Occurrence and molecular characterization of potato spindle tuber viroid (PSTVd) isolates from potato plants in North China [J]. Journal of Integrative Agriculture, 2016, 15(2): 349–363.
- [36] Mackie A E, Coutts B A, Barbetti M J, *et al.* Potato spindle tuber viroid: stability on common surfaces and inactivation with disinfectants [J]. Plant Disease, 2015, 99(6): 770–775.
- [37] Garnsey S M, Jones J W. Mechanical transmission of exocortis virus with contaminated budding tools [J]. Plant Disease, 1967, 51: 410.
- [38] Garnsey S M, Whidden R. Decontamination treatments to reduce the spread of citrus exocortis virus (CEV) by contaminated tools [J]. Fla State Hort Soc Proc, 1972, 84: 63–67.
- [39] Singh R P, Boucher A, Somerville T H. Evaluation of chemicals for disinfection of laboratory equipment exposed to potato spindle tuber viroid [J]. American Journal of Potato Research, 1989, 66(4): 239–245.
- [40] Matsuura S, Matsushita Y, Kozuka R, *et al.* Transmission of tomato chlorotic dwarf viroid by bumblebees (*Bombus ignitus*) in tomato plants [J]. European Journal of Plant Pathology, 2010, 126(1): 111–115.
- [41] Olivier T, Sveikauskas V, Grausgruber-Groger S, *et al.* Efficacy of five disinfectants against potato spindle tuber viroid [J]. Crop Protection, 2015, 67(2): 257–260.
- [42] Li R G, Baysal-Gurel F, Abdo Z, *et al.* Evaluation of disinfectants to prevent mechanical transmission of viruses and a viroid in greenhouse tomato production [J]. Virology Journal, 2015, 12(1): 5.
- [43] Dennis L, Amandaj H, Scott A. Surprising results from a search for effective disinfectants for contaminated tools [J]. Plant Disease, 2010, 94: 542–550.
- [44] 刘洪义. 马铃薯种薯认证程序的建立与马铃薯产业化发展 [J]. 中国马铃薯, 2004, 18(3): 177–179.
- [45] 李学湛, 白艳菊, 郭梅, 等. 大力推进我国马铃薯种薯质量监督检测认证体系建设 [M]//陈伊里, 屈冬玉. 马铃薯产业—更快、更高、更强. 哈尔滨: 哈尔滨工程大学出版社, 2008: 297–300.

新书书讯

由中国农业出版社出版, 金光辉、王腾、吕文河撰写的《黑龙江省马铃薯晚疫病菌群体结构及抗病种质资源研究》一书于2016年11月正式出版发行, 该书针对黑龙江省马铃薯晚疫病发生发病规律, 明确菌群群体遗传结构, 以抗源鉴定研究为重点, 利用有效的抗源筛选方法鉴定出重要的马铃薯晚疫病抗源。该书是我国马铃薯晚疫病研究方面比较全面深入的专著, 值得马铃薯研究者和生产者拥有和珍藏。每本定价: 45元(包括邮费)。

有需购者请联系微信号: tudou772480099, 其微信名: 马铃薯书籍。