

中图分类号: S532 文献标识码: B 文章编号: 1672-3635(2022)05-0458-08
DOI: 10.19918/j.cnki.1672-3635.2022.05.009

产业开发

马铃薯种薯认证与马铃薯产业的健康发展

宋维际, 赵洁, 张清凤, 普春, 王晓娇, 肖德琴, 阮俊光, 胡祚*

(昭通市农业科学院, 云南 昭通 657000)

摘要: 马铃薯是世界第三大粮食作物, 对人类文明做出了卓越贡献。中国当代马铃薯产业的发展, 是伴随着脱毒种薯的不断推广而发展的, 但质量与欧美发达国家有较大差距, 其主要原因之一在于马铃薯种薯未实行认证制度, 市场混乱, 马铃薯种薯质量参差不齐, 影响了马铃薯产业的健康发展。文章对马铃薯种薯质量与马铃薯产业的关系进行了全面阐述, 对中国脱毒种薯生产、质量管理现状及存在问题进行分析, 提出了中国推行马铃薯种薯认证的对策, 即加快推进种薯认证法律体系建设、加快制定配套检测标准体系、健全认证队伍、加大财政对种薯认证的支持力度、加大认证工作宣传力度、压实地方政府及行业管理部门的责任等措施, 以此为马铃薯产业的健康发展提供借鉴。

关键词: 马铃薯种薯; 检验; 检测; 认证; 对策措施

Seed Potato Certification and Healthy Development of Potato Industry

SONG Weiji, ZHAO Jie, ZHANG Qingfeng, PU Chun, WANG Xiaojiao, XIAO Deqin, RUAN Junguang, HU Zuo*

(Zhaotong Academy of Agricultural Sciences, Zhaotong, Yunnan 657000, China)

Abstract: Potato is a world's third largest food crop, and made outstanding contributions to human civilization. The development of contemporary potato industry in China is accompanied by the continuous extension of virus-free seed potatoes, but there is still a big gap in quality compared with European and American developed countries. One of the main reasons is that the certification system is not implemented, the market is chaotic, and the quality of seed potatoes is uneven, which affects the healthy development of potato industry. In this article, the relationship between the quality of seed potato and potato industry was comprehensively expounded, the present situation and existing problems of production quality management of virus-free seed potato in China were analyzed, and the countermeasures of carrying out certification of seed potato were put forward, i.e. accelerate the construction of seed potato certification legal system, speed up the development of supporting testing standard system, improve the certification team, strengthen financial support for seed potato certification, intensify the publicity of certification work, and consolidate the responsibilities of local governments and industry authorities, so as to provide references for the healthy development of the potato industry.

Key Words: seed potato; inspection; testing; certification; countermeasure

收稿日期: 2022-08-22

基金项目: 昭通市“凤凰计划”柔性人才引进(2020); 云南省重点研发计划(202102AE090019-1); 昭通市东西部协作农业科技创新示范基地建设项目。

作者简介: 宋维际(1964-), 男, 农业推广研究员, 主要从事马铃薯种薯质量检验检测研究。

*通信作者(Corresponding author): 胡祚, 高级农艺师, 主要从事马铃薯种薯生产技术研发, E-mail: huzuo08@163.com。

位于南美洲安第斯山区中部西麓, 濒临太平洋的秘鲁—玻利维亚地区的奇尔卡峡谷, 是迄今为止发现最早的马铃薯栽培种驯化源地, 距今已有1万年历史^[1]。驯化与种植马铃薯, 印加文化自此发轫, 开启了欧洲工业文明的蓬勃历史; 1845~1946年, 马铃薯晚疫病重创爱尔兰, 拉开了其独立建国的序幕。在中国, 马铃薯在拓展耕地、增粮增人及推动社会发展等方面功不可没^[2]。马铃薯淀粉一般占总重的17.0%左右, 脂类含量极少, 因其丰富的维生素C, 欧洲人将其用于防治坏血病^[3,4]。

中国当代马铃薯产业的发展, 是伴随着脱毒种薯的不断推广而发展的, 但质量与欧美先进国家有较大差距, 其主要原因在于马铃薯种薯并未实行认证制度, 市场混乱, 马铃薯种薯质量参差不齐, 制约了马铃薯产业的快速健康发展^[5-10]。

1 马铃薯在世界及中国农业中的地位

1.1 马铃薯在世界农业中的地位

据联合国粮农组织 (Food and Agriculture Organization of the United Nations, FAO) 统计, 2020年全球收获谷物5.032亿hm²、产出谷物27.61亿t, 收获马铃薯1650万hm²、3.6亿t。在食物种类中, 人们更多的直接消费薯类, 而不是玉米, 因此薯类 (主要是马铃薯) 才是第三大口粮。全世界约有2/3人口将马铃薯作为主食^[7]。1985~2017年, 全球食用量从1.33亿t增至2.47亿t, 增长85.71%^[11]。在欧洲, 餐桌上常备马铃薯, 称之为“第二面包”“马铃薯造就了欧洲”。联合国将2008年定为“国际马铃薯年”, 马铃薯被定义为“未来的粮食”^[7]。联合国自创建以来, 只有2次以一种农作物作为年主题, 即2004年的“国际大米年”, 2008年的“国际马铃薯年”。马铃薯成为世界粮食安全保障体系中的首选作物之一^[12]。1845~1846年, 晚疫病摧毁了爱尔兰绝大多数马铃薯, 导致这个以马铃薯为主食的国家有逾百万人饿死, 120多万人被迫逃往北美洲的悲惨事件。作为人类历史上和平时期死亡人数最多的饥荒事件, 为日后爱尔兰民族和国家独立奠定了法理基础^[13]。

1.2 马铃薯在中国农业中的地位

粮食安全是“国之大者”^[14]。“中国人的饭碗任

什么时候都要牢牢端在自己手中, 饭碗主要装中国粮”^[15]。中国马铃薯总产占主粮作物总产超过10%, 超过2/3的面积分布在原连片贫困地区, 其重要性不言而喻。水稻、小麦、玉米受海拔和季节性湿度的变化只能固定在一定范围和季节内生产, 而马铃薯却能在高海拔地区和温暖地区的秋冬季生产, 并且绝大部分都在瘠薄的耕地上种植, 在国家粮食安全保障体系中占有极为重要且不可替代的地位^[16]。全国有20多个省份生产马铃薯, 提供了近5000万农村劳动力和200万城镇居民就业岗位, 为中西部2.4亿人口提供主食^[17]。马铃薯是原众多国定贫困县的主要粮食作物, 对全国粮食“十八连增”起到了重要作用^[18]。从1995年起, 中国马铃薯面积和产量均为世界第一^[19]。2020年, 中国马铃薯收获面积和总产为421.55万hm²、781.84万t (FAO数据)。

根据FAO统计, 中国马铃薯产量、收获面积和单产从1961~2020年呈上升趋势 (图1)。表明自农业部出台原种补贴政策、大力推广脱毒种薯的2010年以来, 马铃薯单产持续上升。

2 马铃薯种薯退化及解决退化的历史方法

2.1 马铃薯种薯退化的原因

马铃薯出苗后植株矮小瘦弱, 叶片有花叶、斑驳、非均匀性黄化、叶脉坏死、变小或皱缩等症状, 产量逐年明显递减、品质变劣, 称之为退化。关于马铃薯退化的理论有“高温诱发理论”“品种衰老理论”“病毒侵染理论”^[20,21]。通过世界各国数十年的研究, 明确了“马铃薯退化的主因是病毒”^[22], 蚜虫是传播马铃薯病毒病的重要媒介昆虫^[23,24]。马铃薯感染病毒后, 病毒在薯块中世代积累和传递, 最后必然失去继续栽培的价值。马铃薯病毒病是难以通过常规化学防控措施挽回损失的病害, 据报道, 2008~2017年西南混作区病毒病导致的减产为8.03%^[25]。

2.2 植物脱毒及解决马铃薯种薯退化的历程

常规病害防控措施难以解决因退化导致的减产, 脱除种薯的病毒是解决种薯退化的关键措施。植物脱毒的历史经历了由繁到简, 由难到易的过程, 其间经历了130年时间, 并且还在不断发展

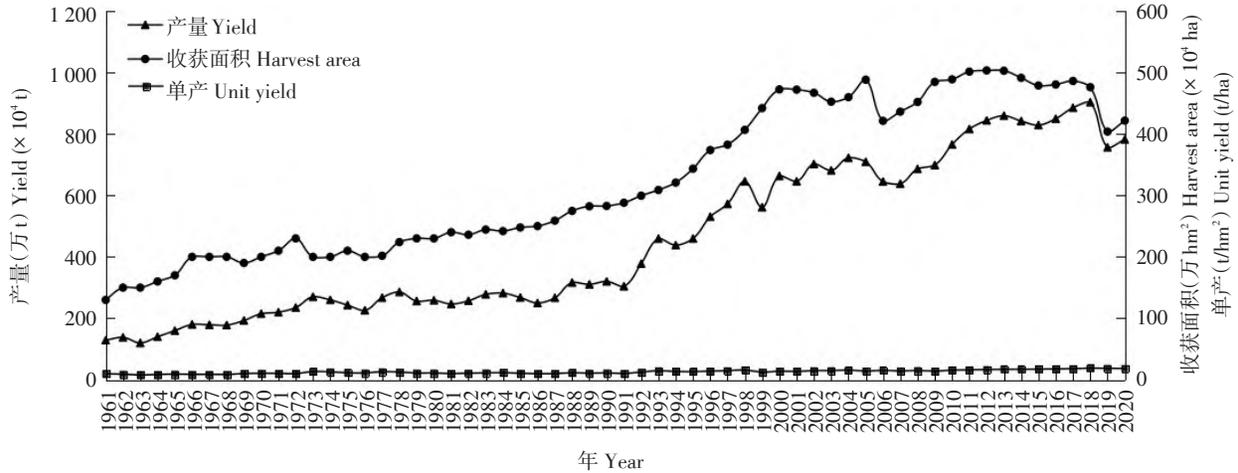


图1 中国马铃薯产量、收获面积和单产年变化

Figure 1 Annual changes of potato yield, harvest area and unit yield in China

中^[26]。目前成熟的技术有温汤浸渍法、茎尖剥离法、热空气处理法, 在培养基中加入抗病毒醚、病毒唑, 化学处理与超低温疗法^[26,27]。1976年, 由中国科学院牵头的马铃薯脱毒种薯技术协作组, 在内蒙古自治区建成 13.3 hm² 的无毒原种场, 开启了中国脱毒种薯生产的先河^[22]。

3 病毒降低马铃薯的产量和品质

3.1 对产量的影响

接种试验证明马铃薯纺锤块茎类病毒(Potato spindle tuber viroid, PSTVd)对马铃薯的产量有很大影响, 减幅为 17.4%~61.8%; 复合侵染中, 马铃薯 Y 病毒(Potato virus Y, PVY)和 PSTVd、马铃薯 X 病毒(Potato virus X, PVX)和 PVY 对产量的影响最大, 可减产 4.0%~93.2%, 复合侵染导致的减产远大于单独侵染^[28-30]。

据闫耀廷^[31]、闫耀廷等^[32]、毛玉金^[33]、郭喜文^[34]和谢奎忠等^[35]研究, 脱毒种薯生产下一代薯块的产量, 由高到低依次为原种、原原种、一级种、二级种、三级种、四级种。原种分别较微型薯(原原种)、一级种、二级种、三级种、四级种增产 7.4%~56.45%; 原种较农民自留种增产 49.6%~162%。近年来中国大面积推广脱毒种薯, 产量损失大大减轻, 据马中正等^[25]调查, 中国北方一作区、中原二作区、西南混作区和南方冬作区

因马铃薯感染病毒病造成的减产幅度分别为 6.93%、4.54%、8.03%和 6.22%。

3.2 对品质的影响

病毒不仅使马铃薯失去种用价值, 还影响品质和商品属性。随着脱毒世代的增加, ‘费乌瑞它’ ‘夏坡蒂’ 中的可溶性蛋白(Soluble protein, SPro)显著降低; 丙二醛(Malondialdehyde, MDA)、过氧化氢酶(Catalase, CAT)随着马铃薯脱毒世代的增加显著升高^[36]。块茎外观整齐度及大中薯率, 随着种薯级别的降低呈明显下降的趋势, 腐烂薯逐渐增多。原种(G2)的大薯最多, 最低的是 G4, G1、G3 居中^[37]。

3.3 脱毒种薯增产效果

马铃薯种薯对其产量和品质的影响起着关键作用^[38]。2010~2015年, 甘肃省累计推广马铃薯脱毒种薯(含原种)337.6 万 hm², 平均增产 4 500 kg/hm² 以上, 增幅 30%^[39]。马铃薯生产先进国家大面积使用优质脱毒种薯, 保证了其连年稳产高产。荷兰、法国、德国等国家脱毒种薯的利用率基本为 100%, 美国为 92%^[40]。1990~2018 年的 29 年间, 美国马铃薯单产提高了近 40%, 首先得益于认证体系和完善的马铃薯种薯生产体系, 以及高效的育种技术及全程机械化^[41]。使用脱毒种薯生产的马铃薯产量高、适销性和高质量是产业进步的主要原因^[42]。

4 马铃薯种薯认证与产业发展现状

4.1 先进国家马铃薯种薯认证与产业发展现状

欧洲种子产业先进国家历史上也曾经经历过假种子、坏种子的阶段, 经历一个多世纪的发展, 法律体系逐渐完善、执法亦严格, 使得高质量的种子有更高的收益, 低质量的种子或者假种子会受到严厉的惩治, 这才显示出优质脱毒种薯的优势^[43-45]。欧美国家马铃薯种薯由生产体系、检测体系和认证体系组成。以荷兰为例, 荷兰农业种子和马铃薯种薯总署(Nederlandse Algemene Keuringsdienst, NAK)负责荷兰种薯检测和认证工作。荷兰农业部指定该组织为荷兰农业种子和马铃薯种薯检测及定级的唯一权威组织^[46]。NAK颁发的合格证上包含了每种薯批的所有相关信息^[47]。以欧盟的标准为基础, 荷兰的马铃薯种薯认证, 其标准更严格^[48]。通过严格检测得到认证的荷兰马铃薯种薯, 可以将单位产量的成本降低到比水稻、小麦低得多的水平^[49]。再看美国和加拿大, 种薯也是依据田间检测、出库前检测结果, 结合繁种代数, 对种薯进行定级^[49,50]。质量检测贯穿整个马铃薯生产过程, 要拿到进入市场的入场券, 必须持有种薯合格证^[41]。

随着马铃薯专用品种选育的不断优化, 脱毒种薯生产、认证体系越来越完善, 欧美等一些国家马铃薯产业发展越来越强, 种薯出口、加工产品贸易在全球贸易中占比不断提高, 马铃薯单产水平遥遥领先全球平均水平。2006~2014年全球马铃薯平均单产为18.42 t/hm², 中国平均单产为15.54 t/hm²。荷兰、比利时平均分别为44.27、45.95 t/hm², 是中国单产水平的2.85倍、2.95倍^[8]; 美国在1985~1990年的平均单产未达33 t/hm², 经过20年坚持推行认证制度和提高生产技术, 2011~2016年, 平均单产突破了45 t/hm²^[28,51]。在马铃薯土地产出率指标上, 2014~2018年, 中国为2.32, 低于美国(6.22)、英国(4.83)、德国(5.36)、荷兰(4.44)^[52]。在欧洲的大多数马铃薯生产先进国家, 种薯必须通过认证才能销售。荷兰是世界上种薯出口量居首位的国家, 每年生产70万t, 销往84个国家^[8,51]。近年

来, 全球马铃薯种薯出口的第一方阵为荷兰、比利时、法国、英格兰、德国, 其种薯出口额合计占世界种薯出口额的89.5%。荷兰种用马铃薯出口额占比更是达到50.5%^[53]。

据美国农业部(United States Department of Agriculture, USDA)2009年统计, 其境内农场主种植马铃薯盈利34亿美元。加工薯条、薯片等, 为美国带来高达数十亿美元的税收, 可以说, 美国是世界上最会利用马铃薯赚钱的国家^[54]。2011~2015年, 美国马铃薯产值达9 060美元/hm², 而1985~1990年间仅3 950美元/hm²^[51]。美国农业部的网站上列出的马铃薯标准达数百项, 检测和认证范围包括种薯、鲜薯、储存及加工等^[55]。加拿大蔬菜产业利润的60%由马铃薯贡献, 每年超过了60亿美元, 该国马铃薯生产居世界第12位^[50]。

4.2 中国马铃薯种薯认证与产业发展现状

目前, 中国有2个部级脱毒马铃薯种薯质量监督检验测试中心, 分别是“农业农村部脱毒马铃薯种薯质量监督检验测试中心·张家口”和“农业农村部脱毒马铃薯种薯质量监督检验测试中心·哈尔滨”。哈尔滨中心培训了来自甘肃、云南、内蒙古、重庆、陕西、辽宁、宁夏等25个省(市、自治区)的科研单位、种子管理部门和部分种薯企业技术人员491人次, 几乎覆盖了中国的马铃薯种薯产区^[56]。经农业农村部颁证的农作物种子质量检验机构共有39个, 其中检验项目目录中有马铃薯种薯检验能力的仅3个, 即甘肃省农作物种子质量监督检验中心、河北省农作物种子监督检验站和内蒙古自治区农作物种子质量检验中心。截至2017年9月, 甘肃、内蒙古和河北3省(自治区)有8个市(旗)级种子质量检验机构具备了马铃薯种薯检验能力, 仅占市县级种子质量检验机构的2.7%, 中国与国外尚有很大差距^[57,58]。

中国马铃薯相关标准共有186项、涵盖领域不全, 尚未形成清晰的标准体系结构, 有的标准内容因南北气候差异有明显区别, 没有形成统一的整体, 与种薯相关的标准则更少^[59]。

1985年起, 天津市农业科学院建立了3年6代的马铃薯脱毒种薯繁育体系, 随后山东省也建立了

类似的繁种体系。经过近50年的发展, 中国在马铃薯病毒脱除、组培苗工厂快繁、试管薯研究、G1代种薯基质生产和雾化生产、种薯病害检验检测研究等方面均已接近世界先进水平, 甚至在某些方面(如试管薯生产研究和G1代雾培技术)处于世界领先水平。21世纪初, 中国马铃薯的脱毒种薯面积低于栽培面积的30%^[60], 平均单产仅为15 t/hm²左右。2008~2014年农业部及各省财政每年在良种补贴中专门切块对马铃薯原种给予补贴, 全国脱毒种薯应用率目前已达到44%左右的水平^[61]。单产自2011年(16.28 t/hm²)一直呈上升状态, 2020年达18.55 t/hm²(FAO数据)。2019年, 全国生产马铃薯原原种26.2亿多粒, 主要集中在甘肃省的定西市、河北省的张家口市、围场县, 内蒙古自治区牙克石市、四子王旗等地, 北方约占90%^[61-66]。但是, 种薯企业多未委托第三方予以质量检测, 监管缺位。种薯质量参差不齐, 总体质量偏低, 脱毒种薯的优势未得到充分发挥, 脱毒种薯信誉度不高, 农户主动购买的行为不及“两杂”种子。

国内种薯生产规模大的地区对种薯质量的重视程度和管理制度各不相同, 有的地方对区域内马铃薯脱毒苗、原原种、原种进行质量抽检, 试点认证种薯基地。但即使是马铃薯种薯主产区, 大部分也尚未开展认证工作, 种薯质量由生产企业管控^[62-66]。

因未实行认证, 没有形成种薯质量品牌, 种薯市场混乱, 基本为未经认证的种薯。据2017年全国种子质量监督抽查结果, 棉花种子、水稻杂交种子、大豆种子、玉米种子的合格率最高, 棉花种子接近100%, 最低的玉米种子也达97.4%, 而蔬菜(马铃薯种归入蔬菜类)种子合格率仅为88.3%。优质种薯的优势并未凸显, 未给使用者带来明显的经济效益^[59, 67-71]。

5 中国马铃薯种薯质量控制对策及建议

5.1 加快推进种薯认证法律体系建设

从长远来看, 需对现《种子法》进行修改, 推行马铃薯种薯强制认证, 为生生产者提供优质种

薯, 也为中国马铃薯种薯走出国门提供质量保障。目前应在现《种子法》的框架下, 国家市场监督管理总局和农业农村部加强沟通协商, 共同推进《农作物种子质量认证管理办法》的出台, 规范和提高中国马铃薯种薯质量管理水平, 提升企业的品牌效益。

认真总结自2017年以来全国农业技术推广服务中心组织的种子认证试点工作, 系统梳理面上问题和特殊个例, 持续改进实施模式和技术方案, 不断完善配套的规章制度、操作程序和救济措施。编排模式纲目清晰、内容构架完整、技术指标科学可行, 既与国际接轨, 也体现中国种业发展特色的《农作物种子质量认证管理方案》, 同时制定《马铃薯种薯质量认证和认证标志管理办法》《马铃薯种薯质量认证实施规则》《马铃薯种薯质量认证目录》《马铃薯种薯质量认证机构技术评审规范》《马铃薯种薯质量认证扦样员、田间检验员考核规范》《马铃薯种薯质量认证文件管理指南》《马铃薯种薯质量认证实施管理指南》等配套规范性文件。

5.2 加快制定配套检测标准体系

在严格执行GB 18133—2012的同时, 梳理各项标准, 解决互相矛盾的问题。对检测认证体系中缺失的标准, 制订如马铃薯产地区划、马铃薯种薯繁育基地土壤环境质量标准、马铃薯种薯繁育基地建设标准、马铃薯种苗(种薯)繁育设施工程建设标准等; 修订标龄过长标准, 如NY/T 401—2000、SN/T 1723.1—2006、SN/T 1723.2—2006等标准; 尽量把部分行业标准提升为国家标准, 如SN/T 1198—2013; 鼓励企业参与标准制定工作, 如地方品种的栽培技术、新型包装材料及包装方法等标准; 加快制定各级地方标准, 如马铃薯种薯常见病虫害防治技术规程。科研机构、大学、企业各自发挥自身的专业优势, 形成完整、完善并具有中国特色的马铃薯种薯标准体系。

在质量检测方面, 尤其要重视田间检测标准的修订, 如检测次数、检测时间、检测对象、检测方法、在低海拔地区进行田间种植出苗后的目测等, 降低检测费用。

5.3 健全认证队伍

5.3.1 加强执法机构的监管

部级层面应成立以农业农村部为主导的种薯认证工作委员会, 其主要职责是业务方面的监管、指导、能力验证及考核, 同时协调进出口种薯检疫; 国家市场监督管理总局主要抓好标准的制定和认证制度建设。

5.3.2 建立能力过硬的认证队伍

明确种薯质量认证机构的职责和权利, 设立类似于荷兰NAK的专门认证机构, 有育种家、种薯生产企业、经销商、技术专家、检验检测机构人员参与管理, 并在全国马铃薯种薯产业发达地区设立分支机构, 开展接受申请、土壤检验、田间检验、出库检测、发放合格证、规范标签等具体认证工作, 指导生产过程的二维码追溯体系建设。制定监督审核制度, 加大对获证企业的日常监督, 仔细审查内审制度和记录规范程度, 不断总结发现认证体系运行中出现的问题, 定期更新相关程序、技术等制度、标准文件。改变获证后内审失之于宽、失之于软的问题。

制定种薯质量认证机构的仪器参数、标准物质、检测技术能力、场地、设施标准, 引导科研机构 and 民营种子检验机构申请设立认证机构, 推进种子检验机构向规模和规范发展。在种薯生产大县(地、州、市)均应设立种薯检测机构。

参照荷兰NAK检测人员总数及质检人员配备比例, 在一定时限内配备质检人员到3 000人。

5.4 加大财政对种薯基地建设的支持力度

在种薯基地基础设施建设、温网室建设、检验检测及认证、质量追溯、仪器设备购置、新品种试验示范等关键环节上给予支持。

5.5 支持种薯检测技术与推广

各地农业农村主管部门应认定当地种薯生产企业(合作社), 种薯检验检测费由这些种薯生产企业(合作社)和当地财政各承担50%。

研发新的检验检测方法, 对大田种薯生产, 研究传毒媒介昆虫蚜虫、蓟马、叶蝉等在种薯田发生的时间和数量与病毒病发生情况的关系, 减少实验室检测量; 对大田种薯的纯度、真实性只

进行田间检测; 对大田种薯进行低海拔河谷地区种植鉴定等, 形成新的检测标准。降低种薯的检验检测费用。

5.6 加大认证工作宣传力度

推进种薯质量认证工作, 要在全社会大力宣传认证工作的重要意义。行业主管部门如农业农村管理部门和市场监管部门要主动宣传种薯认证相关规定, 将认证条款、程序、方案在中国农技推广、相关微信公众号、快手、抖音、今日头条、QQ群等网络媒介同步开展; 加强与《农民日报》《中国马铃薯》《中国种业》《中国蔬菜》《蔬菜》、有关电视频道及平面媒体的合作, 推送种薯生产及质量管理动态信息。培训种薯生产企业, 帮助他们尽快掌握标准化种薯生产技术、认证程序和步骤, 不断提高产量和质量, 增加企业效益。“以案释法”, 广泛开展种薯质量管理宣传教育, 让合格种薯成为推动中国马铃薯产业健康发展的重要推手。

5.7 压实地方政府及行业管理部门的责任

种薯产业发达地区的各级地方政府及农业行政主管部门, 应以“守土有责、守土尽责”的积极态度, 及早谋划, 狠抓落实。在职能监管、队伍建设、人才培养、经费保障上出台政策, 加强对马铃薯种薯生产的日常监督管理, 引导生产和经营进入认证状态, 提高本区域内马铃薯种薯质量。在《农作物种子质量认证管理办法》出台前, 制定当地《马铃薯种薯质量认证管理办法》, 并督促行业主管部门和相关检验检测机构按有关规章制度、相关标准予以落实, 培养知名企业带动行业发展。

[参 考 文 献]

- [1] 谷茂, 谷彦. 关于栽培马铃薯起源的探讨[J]. 农业考古, 1999(1): 191-195.
- [2] 王秀丽, 陈萌山. 马铃薯发展历程的回溯与展望[J]. 农业经济问题, 2020(5): 123-130.
- [3] 曾凡远, 许丹, 刘刚. 马铃薯营养综述[J]. 中国马铃薯, 2015, 29(4): 233-243.
- [4] 木泰华, 李鹏高. 马铃薯中生物活性成分及其功能[J]. 食品科学, 2016, 37(19): 269-276.

- [5] 中华人民共和国农业农村部. 农业部关于加快马铃薯产业发展的意见 [EB/OL]. (2006-10-20). http://www.moa.gov.cn/nybgb/2006/dshiq/201806/t20180616_6152353.htm.
- [6] 中华人民共和国农业农村部. 农业部关于推进马铃薯产业开发的指导意见 [EB/OL]. (2016-03-20). http://www.moa.gov.cn/nybgb/2006/dshiq/201806/t20180616_6152353.htm.
- [7] 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.
- [8] 李文华, 吕典秋, 闵凡祥. 中国、荷兰和比利时马铃薯生产概况对比分析 [J]. 中国马铃薯, 2018, 32(1): 54-60.
- [9] 崔永伟, 杜聪慧, 李树君. 中国马铃薯种薯产业发展分析与展望 [J]. 农业展望, 2020, 16(1): 71-76.
- [10] 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.
- [11] 崔勇, 雷雨颜, 王晓媛. 30多年来世界马铃薯种植及交易情况分析 [J]. 中国蔬菜, 2021(6): 1-10.
- [12] 徐娟娟. 马铃薯—粮食安全战略中的重要角色 [J]. 农业工程技术(农产品加工业), 2008(10): 36-40.
- [13] 杨靖. 爱尔兰大饥荒与大英帝国的解体 [N]. 中国科学报, 2020-03-12(005).
- [14] 吕佳珊. (两会·要闻)习近平在看望参加政协会议的农业界社会福利和社会保障界委员时强调 [N]. 中国日报, 2022-03-06.
- [15] 郝瑀然. 中央农村工作会议在京召开 习近平对做好“三农”工作作出重要指示 [N]. 新华社, 2012-12-26.
- [16] 谢从华, 柳俊. 中国马铃薯从济荒作物到主粮之变迁 [J]. 华中农业大学学报, 2021, 40(4): 8-15.
- [17] 黄凤玲, 张琳, 李先德, 等. 中国马铃薯贸易及竞争力分析 [J]. 中国马铃薯, 2017, 31(3): 178-185.
- [18] 刘小林. 马铃薯主粮化对粮食安全的积极影响及建议 [J]. 农村经济与科技, 2015, 26(11): 9-11.
- [19] 徐宁, 张洪亮, 张荣华, 等. 中国马铃薯种植业现状与展望 [J]. 中国马铃薯, 2021, 35(1): 81-96.
- [20] 高崇省. 马铃薯退化问题的研究进展 [J]. 天津农林科技, 1995(4): 31-32.
- [21] 熊继文, 谢发成, 刘振业, 等. 马铃薯病虫害及防治 [M]. 贵阳: 贵州科技出版社, 2003.
- [22] 刘宗樊. 马铃薯退化问题策略 [J]. 天津农业科学, 1991(2): 29-31.
- [23] Xu Y, Gray S M. Aphids and their transmitted potato viruses: a continuous challenges in potato crops [J]. *Journal of Integrative Agriculture*, 2020, 19(2): 367-375.
- [24] Milošević D, Milenković S, Perić P, *et al.* The effects of monitoring the abundance and species composition of aphids as virus vectors on seed potato production in Serbia [J]. *Pesticidi i Fitomedicina*, 2014, 29(1): 9-19.
- [25] 马中正, 任彬元, 赵中华, 等. 近年我国马铃薯四大产区病虫害发生及防控情况的比较分析 [J]. 植物保护学报, 2020, 47(3): 463-470.
- [26] 巩振辉, 申书兴. 植物组织培养 [M]. 2版. 北京: 化学工业出版社, 2017.
- [27] 颜克如, 毛碧增. 植物病毒脱毒技术进展与展望 [J]. 分子植物育种, 2019, 17(23): 7861-7870.
- [28] 张明爽. 马铃薯纺锤块茎类病毒对产量影响研究 [J]. 农业科技通讯, 2011(8): 58, 157.
- [29] 范国权, 高艳玲, 张威, 等. 马铃薯主要病毒侵染不同品种症状及对产量的影响 [J]. 中国马铃薯, 2019, 33(1): 34-42.
- [30] 张富荣, 戎素平, 张艳彦, 等. 马铃薯主要病毒病对种薯质量的影响 [J]. 种子, 2019, 38(3): 97-99.
- [31] 闫耀廷. 不同级别马铃薯脱毒种薯的生长表现及生理生化指标研究 [D]. 兰州: 甘肃农业大学, 2008.
- [32] 闫耀廷, 王一航, 陆立银. 马铃薯脱毒种薯退化规律研究 [J]. 安徽农业科学, 2008(13): 5360-5362.
- [33] 毛玉金. 脱毒马铃薯种薯增产效果研究 [J]. 青海农技推广, 2002(4): 19-20.
- [34] 郭喜文. 山西省马铃薯病毒病区系分布及综合防治的研究 [D]. 太原: 山西农业大学, 2014.
- [35] 谢奎忠, 陆立银, 胡新元, 等. 不同级别脱毒种薯对旱地马铃薯病毒和产量的影响 [J]. 中国马铃薯, 2016, 30(6): 330-335.
- [36] 刘福义. 马铃薯不同世代脱毒种薯的生物学性状及经济性状研究 [D]. 杨凌: 西北农林科技大学, 2018.
- [37] 张连瑞, 胡瑞瑞, 白鹏华. 山丹县马铃薯不同级别种薯应用效果研究 [J]. 天津农业科学, 2021, 27(8): 17-20.
- [38] 李文刚, 曹春梅, 刘富强, 等. 国际马铃薯种业现状及发展综述 I—国际马铃薯种业发展趋势分析 [C]//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: 72-77.
- [39] 王宏康. 甘肃省马铃薯产业发展现状与对策 [J]. 甘肃农业科技, 2017(1): 54-56.
- [40] 仲乃琴, 李丹, 任园园, 等. 现代农业科技助力马铃薯产业精准

- 扶贫-中国科学院微生物研究所马铃薯产业科技扶贫实践与启示[J]. 中国科学院院刊, 2019, 34(3): 349-356, 244.
- [41] 包丽仙, 蒋伟, 尹自友, 等. 美国马铃薯种薯生产及认证[J]. 作物研究, 2020, 34(1): 86-90.
- [42] Bagheri A. Determinants of adoption of mini-tuber seed potato: a case in Ardabil Province of Iran [J]. *International Journal of Agricultural Management and Development*, 2015, 5(4): 263-270.
- [43] Van Geffen A, 孙建华. 荷兰种子质量管理简介[J]. 国外畜牧学(草原与牧草), 1995(2): 41-44.
- [44] 廖琴, 孙世贤, 裴淑华, 等. 借鉴欧盟种子管理经验加快我种子产业化步伐—赴德国法国农作物种子管理考察报告[J]. 种子科技, 1999(3): 21-23.
- [45] 叶曙光. 欧洲发达国家种子产业发展特点及启示[J]. 种子世界, 2004(6): 56-57.
- [46] 庞芳兰. 发达国家马铃薯种薯产业的发展及其启示[J]. 世界农业, 2008(3): 53-55.
- [47] 白艳菊, 吕典秋. 荷兰马铃薯种薯检测、认证体系考察[J]. 农业质量标准, 2005(5): 41-43.
- [48] 申宇, 白艳菊, 刘伟婷, 等. 荷兰马铃薯种业发展对中国的启示[J]. 中国马铃薯, 2014, 28(4): 243-246.
- [49] Lamont J T J. Export success determinants in the new product development process for exported agricultural products: evidence from the Dutch seed potato industry [J]. *Agricultural Systems*, 1993, 41(4): 455-474.
- [50] 秦玉芝, 刘明月, 熊兴耀. 加拿大马铃薯品种繁育与种薯生产概况[J]. 中国马铃薯, 2014, 28(2): 117-122.
- [51] 姚春光, 隋启君, 白建明, 等. 美国马铃薯产业发展现状与启示[J]. 中国马铃薯, 2019, 33(2): 119-128.
- [52] 罗其友, 高明杰, 张烁, 等. 中国马铃薯产业国际比较分析[J]. 中国农业资源与区划, 2021, 42(7): 1-8.
- [53] 沈辰, 孙家波, 吴建寨, 等. 世界马铃薯生产、消费与贸易格局及演化分析[J]. 山东农业科学, 2021, 53(2): 127-132, 141.
- [54] 赵晓丹. 美国马铃薯产业发展及启示[J]. 北京农业, 2012(18): 29-31.
- [55] 李红梅. 美国马铃薯产业为何能做大做强[J]. 北京农业, 2007(20): 4.
- [56] 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.
- [57] 赵建宗, 申建平. 我国马铃薯种薯质量监督控制体系现状、问题与建议[J]. 种子, 2017, 36(12): 92-94.
- [58] 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.
- [59] 卓会敏, 付三泽, 刘恒, 等. 我国马铃薯产业标准现状分析及建议[J]. 安徽农业科学, 2019, 47(21): 248-250, 270.
- [60] 谢从华, 柳俊. 中国马铃薯科技发展与创新之回顾[J]. 华中农业大学学报, 2021, 40(4): 16-26.
- [61] 薄沁管, 余进隆, 高明杰, 等. “十四五”期间中国马铃薯种业发展战略思考[J]. 农业展望, 2021, 17(10): 54-59.
- [62] 张荣达, 刘红梅, 王立新, 等. 贵州毕节马铃薯产业发展的现状及提升措施[J]. 农技服务, 2019, 36(2): 83-86.
- [63] 张武, 王敏, 高彦萍, 等. 甘肃省马铃薯产业发展现状及提质增效建议[C]//屈冬玉, 金黎平, 陈伊里. 马铃薯产业与健康消费. 哈尔滨: 黑龙江科学技术出版社, 2019: 78-83.
- [64] 赵永萍, 潘丽娟. 甘肃省定西市安定区马铃薯产业发展现状及对策[J]. 中国马铃薯, 2019, 33(3): 189-192.
- [65] 卢丽丽, 包丽仙, 刘凌云, 等. 云南省马铃薯产业及贸易分析[J]. 作物研究, 2018, 32(3): 227-233.
- [66] 徐成勇, 陈学才, 王宗洪. 凉山州马铃薯良繁体系建设回顾、存在问题与发展建议[J]. 中国种业, 2020(4): 39-43.
- [67] 崔阔澍, 王斌, 卢学兰. 四川马铃薯产业优势及发展思路[J]. 中国农技推广, 2018, 34(4): 9-11.
- [68] 林团荣, 张志成, 王玉凤, 等. 2020年乌兰察布市马铃薯产业发展现状及2021年生产形势分析[C]//金黎平, 吕文河. 马铃薯产业与绿色发展. 哈尔滨: 黑龙江科学技术出版社, 2021: 51-56.
- [69] 何学功, 于光军, 常桂先. 我国马铃薯种业发展亟待解决的问题[J]. 中国种业, 2013(2): 9-13.
- [70] 胡泓林, 汪洋. 国外专家齐聚“土豆大会”话土豆 发达国家成功经验为我国马铃薯产业带来新启示[J]. 中国农资, 2015(30): 28.
- [71] 杜晓伟, 周泽宇, 胡从九, 等. 以新发展理念为统领 加强种子质量标准体系建设[J]. 中国种业, 2019(4): 1-5.