

西北寒旱区马铃薯原原种离地生产模式技术规程

王红梅¹, 姚乔花², 张娟宁³, 韩傲仁³, 雷艳红²

(1. 甘肃省农业科学院生物技术研究所以, 甘肃 兰州 730070; 2. 定西市安定区农业技术推广服务中心, 甘肃 定西 743000; 3. 定西市农业科学研究院, 甘肃 定西 743000)

摘要: 为提高陇中旱作区马铃薯种薯生产的质量与产量, 基于 2020–2024 年原原种生产试验与技术优化改进, 协同提升水肥利用效率与病虫害防控效果, 系统构建了脱毒马铃薯原原种离地生产技术体系。通过集成水肥一体化智能管控、病原体隔离防控及环境因子精准调节等关键技术, 提炼制定了脱毒马铃薯原原种离地生产模式技术规程, 为区域马铃薯产业可持续发展提供核心种源保障。

关键词: 马铃薯原原种; 离地生产模式; 技术规程

中图分类号: S532

文献标志码: B

文章编号: 2097-2172(2025)10-1075-04

doi: 10.3969/j.issn.2097-2172.2025.10.017

Technical Regulations for Soilless Production Systems of Pre-elite Potato Seeds in the Cold and Arid Regions of Northwest China

WANG Hongmei¹, YAO Qiaohua², ZHANG Juanning³, HAN Jingren³, LEI Yanhong²

(1. Institute of Biotechnology, Gansu Academy of Agricultural Sciences, Lanzhou Gansu 730070, China; 2. Anding District Agricultural Technology Extension Service Centre of Dingxi City, Dingxi Gansu 743000, China; 3. Dingxi Academy of Agricultural Sciences, Dingxi Gansu 743000, China)

Abstract: To enhance the quality and yield of seed potato production in the dryland region of central Gansu, this study systematically established a standardized technical framework for soilless production of virus-free pre-elite potato seeds. Grounded in production experiments and iterative technological refinements from 2020 to 2024, the framework synergistically improves water-fertilizer efficiency and disease-pest control effectiveness. By integrating core technologies including intelligent fertigation management, pathogen containment systems, and precision environmental modulation, we formulated the Technical Regulations for Standardized Soilless Production of Pre-elite Potato Seeds. This protocol ensures a sustainable supply of premium seed stock for regional potato industry development.

Key words: Pre-elite potato seed; Soilless production system; Technical regulation

马铃薯是我国第四大粮食作物, 也是甘肃省六大优势特色产业之一, 在保障国家粮食安全和带动农民群众增收致富中发挥了重要的作用。2024 年甘肃省马铃薯种植面积 57.8 万 hm^2 、产量 1 153.5 万 t, 均居全国第 3 位; 2024 年全省生产脱毒苗 12 亿株, 原原种 18.69 亿粒, 生产原种 39.03 万 t, 一级种 68.13 万 t^[1-2]。甘肃省有 60% 以上的马铃薯种植面积集中分布在中部干旱地区、高寒阴湿及二阴地区^[3], 海拔较高(2 000 ~ 2 800 m)、气候冷凉(日均

温 14 ~ 18 $^{\circ}\text{C}$)、无霜期长(120 ~ 150 d)、干旱少雨(年降水 < 400 mm), 寒旱区地形复杂、山脉纵横交错, 是防止病虫害传播的天然屏障。定西市具有“中国马铃薯之乡”的美誉, 因其适宜的气候条件和黄土高原得天独厚的区位优势而成为马铃薯生产和种薯繁育的黄金地带^[4]。定西市连续多年种植面积稳定在 300 万 hm^2 以上、总产量 500 万 t 以上, 2024 年全产业链产值达到 254 亿元, 马铃薯产业收入占当地人均可支配收入的 23%, 已成为贫困

收稿日期: 2025-07-15; 修订日期: 2025-09-10

基金项目: 甘肃省科技特派员创新创业示范基地项目(21CX1NA364); 甘肃省重点研发计划(24YNJ002); 甘肃省现代农业产业技术体系建设专项(GSARS-05); 甘肃省农业科学院区域协同创新专项(2024GAAS02-02、2025GAAS07); 定西市科技局创新联合体支持专项(DX2024AZ28)。

作者简介: 王红梅(1972—), 女, 甘肃平凉人, 副研究员, 主要从事生物技术应用与分子育种研究工作。Email: wanghm@gsagr.ac.cn。

通信作者: 姚乔花(1969—), 女, 甘肃临洮人, 高级农艺师, 主要从事农业技术推广工作。Email: 710532768@qq.com。

区农民脱贫致富和区域经济增长的支柱产业^[5-6]。

多年来,甘肃省坚持把马铃薯产业作为全省战略主导性产业来抓,在政策、资金、技术等方面大力扶持,尽管在马铃薯新品种选育、高产栽培技术应用及淀粉精深加工等方面取得了丰硕的成绩,但仍然存在优质加工专用品种缺乏、脱毒种薯质量参差不齐、繁种供种体系不够完善等问题,严重制约着甘肃省马铃薯产业的可持续发展^[7]。针对马铃薯脱毒原原种增产增收潜能不能有效发挥及马铃薯种薯疮痂病、粉痂病、黑痣病等的危害严重^[8-9],我们基于连续多年马铃薯原原种生产试验与优化改进,协同提升水肥利用效率与病虫害防控效果,系统构建了脱毒马铃薯原原种离地生产标准化技术体系,提炼制定了脱毒马铃薯原原种离地生产模式技术规程,为寒旱区马铃薯产业可持续发展提供核心种源保障。

1 适用范围

本规范规定了马铃薯原原种苗床繁育技术要求和操作规程,适用于甘肃、宁夏等西北寒旱区节能日光温室、防虫网棚中马铃薯原原种的繁育。

2 引用标准文件

本规范参考以下文件但不限于以下现行有效标准。

GB 7331—2003 马铃薯种薯产地检疫规程^[10]

GB 18133—2012 马铃薯脱毒种薯^[11]

NY/T 1212—2022 马铃薯脱毒种薯生产技术规程^[12]

GB/T 29376—2012 马铃薯脱毒原原种繁育技术规程^[13]

NY/T 496 肥料合理使用准则^[14]

3 术语和定义

GB 18133—2012 界定的下列术语和定义适用于本规范。

3.1 脱毒组培苗

利用马铃薯顶端分生组织(茎尖)不含病毒或病毒含量极低的原理,通过茎尖剥离和组织培养技术获得的试管苗,去除病毒恢复原种优良性状。

3.2 原原种

在育种过程中获得的遗传性状稳定的基础种质材料,采用脱毒组培苗或试管薯,在严格隔离的防虫网室或温室环境下繁育出的微型种薯。达到 GB 18133—2012 标准界定的符合作为马铃薯原种生产用种的质量规范要求。

3.3 离地苗床原原种繁育

在具备隔离条件的日光温室或防虫网室内,采用 30~50 cm 的高架苗床,以蛭石等基质进行无土栽培,从而实现优质马铃薯原原种规模化生产的技术体系。

3.4 复合型肥料

将不同营养成分的肥料按特定比例混合而成的复合型肥料。

3.5 水肥一体化

通过压力管道系统将可溶性肥料配制成溶液,与灌溉水同步精准输送到植物根部的现代农业新技术。

4 设施条件与要求

4.1 必备条件

温室、网室需具备温湿度调控、通风透光及防雨防虫功能,所有开口处须安装孔径 0.247 mm (60目)防虫网。入口处设缓冲间并配备生石灰/高锰酸钾消毒设施。选址以气候冷凉、天然隔离条件好的区域为宜,周边 500 m 内无茄科作物及蚜虫寄主植物。

4.2 苗床要求

由金属网或高强度塑料板等材料制作而成的槽状结构。宜采用网孔为(100~130)mm×(30~50)mm 的金属网,网底用宽 5~7 cm 国标方钢产品焊接承载框或空心砖按一定密度垫空承载。苗床排列整齐、高度一致,苗床距离地面高度为 30~50 cm。苗床长度根据温室大小定制,宽度在 150 cm 左右便于农事操作,地布铺设需完整覆盖床面,接缝处重叠 ≥ 10 cm。

4.3 基质准备

基质需疏松透气,并具有一定的保水、保肥能力,容易灭菌处理,不利于杂菌滋生,马铃薯组培苗移栽常用的基质有蛭石(颗粒直径 1~3 mm)或椰糠(EC 值小于 0.5 ms/cm)等。预先将温室、网室内部采用 50%多菌灵可湿性粉剂 800 倍液喷洒,或用 5 g/kg 高锰酸钾溶液进行喷雾消毒处理,然后将新基质平铺在活动苗床上,厚度 8~10 cm,施有机肥 3 750 kg/hm² 作为底肥,用水肥一体机将基质浇透水,浇水至基质含水量为 400~500 g/kg 时进行组培苗移栽。旧的基质使用前需要进行严格的消毒处理。

4.4 灌溉条件

苗床浇水采用小型喷灌系统,根据喷头流量(2~4 m³/h)及覆盖半径(1.5~2.0 m)计算设备功率

与喷头间距。600 m² 设施需配置 ≥ 20 m³ 蓄水装置(PE材质), 水位需高出灌溉管网 1.5 m 以保证工作压力。喷头悬挂高度距苗床 1.2 ~ 1.5 m, 采用十字型布局以确保全覆盖(重叠率 $\geq 30\%$)。

4.5 施肥系统

马铃薯原原种栽培过程中采用全水溶营养液喷灌系统, 氮、磷、钾及微量元素按生育期需求动态配比。600 m² 栽培区需配置 ≥ 1 m³ 溶肥容器(PE材质), 并加配搅拌和过滤设施。工作压力 0.2 ~ 0.3 MPa, 肥液 EC 值控制在 1.2 ~ 1.8 ms/cm(25 °C)。

4.6 消毒要求

温室、网室及其内部设施需定期消毒。常规消毒方式分 3 种情况, 生长季可选 50% 多菌灵可湿性粉剂 600 ~ 800 倍液, 或 75% 百菌清可湿性粉剂 700 倍液, 或 1 g/kg 高锰酸钾现配溶液喷雾, 密闭 48 h 后通风 3 ~ 4 d; 休棚期高温闷棚 5 ~ 7 d, 可采用硫黄 5 g/m³ + 锯末 10 g/m³, 或 25% 百菌清烟剂 1 g/m³ + 锯末 8 g/m³ 点燃熏蒸, 密闭 24 h。缓冲间使用生石灰等进行快速辅助消毒。

5 马铃薯原原种水肥一体化离地繁育技术

5.1 脱毒苗组培快繁

选用经 ELISA 或 TR-PCR 检测无病毒的基础苗, 待长至 7 ~ 8 片叶时, 在无菌条件下切段(至少含 1 个腋芽), 接种于 MS 培养基(约 20 苗/瓶)。培养条件为恒温 22 °C, 光照 16 h/d, 光强 3 000 lx, 相对湿度 60%。继代培养周期为 25 ~ 30 d, 通过连续增殖以实现几何级数扩繁。扩繁达到预期数量后, 当组培苗长到 5 ~ 8 cm, 且形成 ≥ 3 条次生根(根长 1 ~ 2 cm)时, 转入温室进行炼苗, 逐步降低温湿度至自然环境水平。采用逆推法制定脱毒苗扩繁计划, 如年产 100 万粒原原种需 60 万株组培苗, 约 3 万瓶。提前安排人员、物资(培养基、培养瓶及其他试剂耗材等), 并按进度扩繁, 实际超计划 10% ~ 20% 作为生物学冗余。

5.2 炼苗

试管苗移栽前需在自然光下进行炼苗, 炼苗过程需渐进适应环境。周期一般为 5 ~ 7 d, 温度控制在 10 ~ 25 °C。炼苗第 1 天、第 2 天晴天中午需遮阳网防护(防强光灼伤及脱水), 阴天可减少或不遮阴。第 3 天后打开瓶盖, 继续炼苗 2 ~ 3 d, 直至试管苗茎秆变硬、叶色浓绿, 此时移栽成活率最高。

5.3 移栽

将经过炼苗的组培苗从瓶内小心取出, 用自来水轻轻洗掉根部附着的培养基, 彻底洗净以免

残留培养基滋生杂菌。修剪过长或老化根系(保留 5 mm 左右), 湿报纸包裹以保持根部湿润, 放入泡沫箱中备用。提前湿润基质, 移栽深度 2 ~ 3 cm, 株行距 5 × 10 cm 密度大约 200 株/m²。移栽时用镊子轻夹根部垂直植入, 确保根系舒展。移栽后管理, 温度控制在 18 ~ 25 °C, 强光时遮阴 70%, 采用喷灌保持基质湿度 80%。过渡 10 ~ 15 d 后逐步增强光照与通风, 直至适应自然环境。

5.4 生长期管理

5.4.1 浇水 采用喷灌微喷技术, 根据天气与基质湿度(手握成团、细捏出水为基准)灵活调整浇水时间和次数。精准控水可协调植株生长与块茎发育, 实现优质高产。在生长期保持基质含水量 500 ~ 600 g/kg, 每 2 ~ 3 d 浇水 1 次。生长后期逐步减少浇水频次与水量。收获前 10 ~ 15 d 完全停水, 促进薯皮老化、降低块茎含水量, 提升养分转运效率及耐贮性。

5.4.2 施肥 缓苗(移栽 7 ~ 10 d)后开始施肥, 通过喷灌系统同步施用水溶肥。根据植株不同生长阶段调整水溶性肥料类型, 如平衡型(氮磷钾 20-20-20)、高钾型(氮磷钾 10-9-40)等, 定植 60 d 后增加钾肥比例。每 10 万株苗全生育期推荐氮、磷、钾施用量分别为 22.5 kg、13.8 kg、44.0 kg。施肥时要避免肥液浓度过高导致烧苗, 喷施后需冲洗叶面残留; 结薯期减少氮肥比例增施钾肥有利于促进块茎膨大与干物质积累。

5.4.3 病虫害防控 马铃薯设施栽培常见病害主要为早疫病、晚疫病和黑痣病。早疫病在现蕾期前后重点观察叶片黑褐色圆形具同心轮纹病斑; 晚疫病在连续阴雨天时检查茎叶暗绿色水渍状病斑(湿度大时边缘生白霉)。有零星早疫病病斑出现, 则用 50% 多菌灵可湿性粉剂 800 倍 + 80% 代森锰锌可湿性粉剂 800 倍液复配喷雾, 或 10% 苯醚甲环唑悬浮剂 1 500 倍液, 或 50% 烯酰吗啉可湿性粉剂 800 倍液等叶片正反面喷雾防治; 晚疫病采用 50% 烯酰吗啉可湿性粉剂 800 倍液, 或 20% 氟啶胺悬浮剂 2 000 倍液喷雾防治, 7 ~ 10 d 喷 1 次, 轮换用药 2 ~ 3 次。预防黑痣病使用 22% 氟唑菌苯胺悬浮剂(抑制率 74.8%), 搭配 30% 噻虫胺·吡唑醚菌酯·咯菌腈悬浮剂 1 500 倍液喷雾。马铃薯大棚内虫害主要为白飞虱、蓟马、斑潜蝇和蚜虫等, 可采用物理与化学方法进行防治。虫口密度低时可悬挂黄/蓝板 375 ~ 450 张/hm² 诱杀白飞虱、蓟马等, 东西向悬挂, 底部高出植株 10 cm, 并定期

更换(15 d/次)以维持诱杀效率;虫口密度高时喷10%吡虫啉可湿性粉剂3 000~4 000倍液和22.4%螺虫乙酯悬浮剂1 500倍液交替使用喷雾杀虫,斑潜蝇、红蜘蛛、蚜虫可采用20%灭蝇胺可湿性粉剂800倍液与5%甲维盐可溶粒剂3 000倍液复配喷雾防治。病虫害防治需多措并举,优先选用物理方法,同时在阴雨天加强通风降湿,控制种植密度(180~200株/m²);收获后及时清理病残体,减少病原积累;化学防治需交替使用药剂以延缓耐药性。

5.4.4 培基质 定植后30 d左右(苗高约10~15 cm)首次进行培基质,方法是扶正幼苗后沿茎基两侧填入1~2 cm新基质,压实以稳固植株并促进直立生长。一个生长周期内培基质2~3次,每次间隔15~20 d,根据植株长势调整厚度(后期可增至3~5 cm)。注意不能埋没生长点。

6 收获及贮藏

6.1 原原种收获

收获前7 d割去茎秆,清除种植基质表面残叶及病残体,运至棚外集中销毁以减少病原残留。选择连续晴天进行收获,采收时轻拿轻放,避免机械损伤,剔除畸形、病斑、绿皮薯,按品种分类存放。采收后的原原种在遮阴通风环境中摊晾,厚度15~20 cm,晾晒10~15 d后种薯表皮木栓化。

6.2 分级

使用专业分选设备按重量(<2 g、2~3 g、3~5 g、5~10 g、10~20 g、>20 g)进行分级,按规格分级后采用智能计数设备装入透气网袋,并附加包含品种、规格、数量、生产日期等信息的标签,避免混种。

6.3 贮藏

入库前,启动臭氧机对贮藏库内墙壁、库顶、地面和置物架进行熏蒸消毒30 min以杀灭真菌(晚疫病孢子)和细菌(如软腐病菌),并结合紫外线灯照射(波长254 nm)增强杀菌效果。消毒后启动制冷设备,逐步降温至1~3℃,避免温度骤降导致块茎冷害或糖化。入库时,按品种、用途(种薯/商品薯/加工薯)、等级分区存放,种薯需单独隔离。严格限制库容利用率≤65%,防止局部积热或CO₂浓度超标。贮藏期间严格控制库内温湿度,并做好虫害防治和通风换气。

7 注意事项

所有温室、大棚必须设置物理隔离缓冲间,实行“单进单出”管理制度;接触过毒源的人员禁止进入棚内工作;每个棚内配置专用农机具;拌

种、配制农药及喷药时,需要带防毒口罩和防护手套,要远离饮用水源≥100 m,并在无风的环境下进行,防治粉尘或喷雾随风飞扬;播种点籽时同样需戴防护手套和口罩,工作结束后用肥皂水多次洗手;接触药品的器具也要清洗干净。有毒物品不得放置在小孩能触摸到的地方,避免误食。

参考文献:

- [1] 罗磊,李啸云,董彦文,等. 2024年定西市马铃薯产业发展现状、存在问题及建议[C]//中国作物学会马铃薯专业委员会. 马铃薯产业与乡村振兴(2025). 哈尔滨:黑龙江科学技术出版社,2025.
- [2] 张美兰,郭世乾,贾蕊鸿,等. 甘肃省马铃薯种植适宜性评价及影响因素分析[J]. 寒旱农业科学,2023,2(8):731-735.
- [3] 甘肃省统计局. 甘肃统计年鉴[M]. 北京:中国统计出版社,2024.
- [4] 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(2019). 哈尔滨:黑龙江科学技术出版社,2019.
- [5] 魏进堂,李旭华,邹金秋. 甘肃定西马铃薯及其脱毒种薯产业发展现状、存在问题与思路建议[J]. 中国农业资源与区划,2021,42(6):16-21.
- [6] 孙莉莉,陈海生. 甘肃省马铃薯产业高质量发展研究[J]. 中国马铃薯,2022,36(6):565-572.
- [7] 王爱民. 高原干旱区马铃薯生产布局特征及可持续发展策略[J]. 寒旱农业科学,2023,2(3):209-212.
- [8] 李亚杰,范奕,冯梅,等. 不同药剂对旱区马铃薯脱毒原原种疮痂病的防效[J]. 寒旱农业科学,2023,2(7):669-673.
- [9] 朱永永,赵婧,赵贵宾,等. 旱作区富锌马铃薯绿色高质高效生产技术[J]. 寒旱农业科学,2023,2(2):145-147.
- [10] 中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局. 马铃薯种薯产地检疫规程:GB 7331—2003[S]. 北京:中国标准出版社,2003.
- [11] 中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局,中国国家标准化管理委员会. 马铃薯脱毒种薯:GB 18133—2012[S]. 北京:中国标准出版社,2012.
- [12] 中华人民共和国农业农村部. 马铃薯脱毒种薯生产技术规程:NY/T 1212—2022[S]. 北京:中国标准出版社,2022.
- [13] 中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局,中国国家标准化管理委员会. 马铃薯脱毒原原种繁育技术规程:GB/T 29376—2012[S]. 北京:中国标准出版社,2012.
- [14] 中华人民共和国农业部. 肥料合理使用准则:NY/T 496—2010[S]. 北京:中国标准出版社,2010.