

中图分类号: S532 文献标识码: A 文章编号: 1672-3635(2022)03-0223-05

DOI: 10.19918/j.cnki.1672-3635.2022.03.004

栽培生理

## 二作区马铃薯全程机械化绿色高效栽培关键技术

张淑青<sup>1</sup>, 相丛超<sup>1</sup>, 封志明<sup>1</sup>, 贾明飞<sup>1</sup>, 李东玉<sup>1</sup>, 胡金雪<sup>1</sup>, 刘 强<sup>2</sup>, 樊建英<sup>1\*</sup>

(1. 石家庄市农林科学研究院, 河北 石家庄 050021; 2. 石家庄市农业技术推广中心, 河北 石家庄 050051)

**摘 要:** 河北省二季作区采用地膜种植马铃薯, 2月下旬播种, 6月上中旬收获, 且不误下茬作物种植, 如玉米、大豆、谷子、大葱、秋季蔬菜等, 经济效益好, 种植面积不断扩大。但目前生产上仍存在机械化应用水平低、施肥利用率低和农药超量使用等问题, 限制了当地马铃薯产业发展。因此, 为进一步提高二作区马铃薯种植水平, 从播前准备、机械播种、田间管理、病虫害防治、机械杀秧与收获6个关键技术环节进行了总结, 形成二作区马铃薯全程机械化绿色高效栽培关键技术, 指导生产, 促进河北省二季作区马铃薯产业健康发展。

**关键词:** 二作区; 马铃薯; 全程机械化; 绿色; 高效

## Key Techniques of Mechanized Green and Efficient Cultivation of Potato in the Double Cropping Region

ZHANG Shuqing<sup>1</sup>, XIANG Congchao<sup>1</sup>, FENG Zhiming<sup>1</sup>, JIA Mingfei<sup>1</sup>, LI Dongyu<sup>1</sup>, HU Jinxue<sup>1</sup>, LIU Qiang<sup>2</sup>, FAN Jianying<sup>1\*</sup>

(1. Shijiazhuang Academy of Agricultural and Forestry Sciences, Shijiazhuang, Hebei 050021, China;

2. Shijiazhuang Agricultural Technology Extension Center, Shijiazhuang, Hebei 050051, China)

**Abstract:** In the double cropping region of Hebei Province, potatoes are mainly planted with plastic film mulching, sown in late February and harvested in early to middle June. This planting method does not delay the subsequent planting of maize, soybean, millet, green Chinese onion and other autumn vegetables, which leads to good economic results and growing acreage. However, there are still problems like low level of mechanization, low fertilizer utilization rate and excessive use of pesticides, which restrict the development of local potato industry. For further improvement of the potato cultivation level in the double cropping region, the six key technical links of pre-sowing preparation, mechanical sowing, field management, disease and pest control, mechanical haulm killing and harvesting were summarized to form the key technology of full mechanized green and efficient potato cultivation, which would guide production, and promote the healthy development of the potato industry in the double cropping region of Hebei Province.

**Key Words:** double cropping region; potato; full mechanization; green technology; benefit

马铃薯 (*Solanum tuberosum* L.) 为喜冷凉作物<sup>[1]</sup>, 原产于美洲, 是世界第四大粮食作物, 广泛种植于世界各地<sup>[2]</sup>。中国是世界马铃薯生产第一大国, 种植面积占世界的27.82%, 产量占世界

收稿日期: 2022-06-17

基金项目: 河北省现代农业产业技术体系(HBCT2018080202); 石家庄市国际合作项目(211490044A)。

作者简介: 张淑青(1968-), 女, 推广研究员, 主要从事马铃薯育种及栽培技术研究。

\*通信作者(Corresponding author): 樊建英, 高级农艺师, 主要从事马铃薯育种及栽培技术研究, E-mail: fjj55@163.com。

的26.21%<sup>[3]</sup>。河北省是中国马铃薯重要生产省份之一<sup>[4]</sup>, 经调研, 2018年全省马铃薯播种面积19.15万hm<sup>2</sup>, 平均产量27 675 kg/hm<sup>2</sup>, 鲜薯总产量530万t, 总产值72.8亿元。目前马铃薯已经成为河北省农业支柱性产业之一, 为河北省创造了巨大的经济效益, 有力地带动了农民致富增收。在河北省二季作区2月底土壤即可化冻, 到6月中旬才进入高温期, 非常适宜发展早熟马铃薯生产。近几年来随着早熟马铃薯品种的引进、培育和推广, 河北省二季作区马铃薯种植面积不断增加<sup>[5]</sup>。农民采用地膜种植马铃薯, 2月下旬播种, 6月上中旬收获, 经济效益好, 且不误下茬作物种植, 如玉米、大豆、谷子、大葱、秋季蔬菜等, 因此马铃薯种植从一家一户小面积种植, 发展到目前的专业合作社、家庭农场及租地大户规模化种植。但生产上仍存在3个主要问题。一是, 机械化应用水平低<sup>[6]</sup>, 大面积种植马铃薯大量采用人工播种、掏苗培土和打药收获, 受人工种植效率较低和劳动力短缺限制, 经常因播种过晚、掏苗不及时, 造成膜下烫苗或冻苗; 打药效率低, 错过防病最佳时间; 收获不及时, 错过市场最好价格及影响下茬作物种植; 人工成本过高, 影响马铃薯的产量和效益, 导致丰产不丰收等问题, 挫伤农民的种植积极性。二是, 肥料的过量施用<sup>[7]</sup>, 由于农民科学施肥意识淡薄, 且缺乏科学施肥技术, 对化肥的投入不断加大。目前在马铃薯集约化、规模化种植区, 过量施用化肥问题尤为突出, 化肥用量普遍在2.4~3.6 t/hm<sup>2</sup>, 养分用量大大超出马铃薯需求量, 造成了资源浪费及经济效益下降, 同时产生土壤盐渍化和地下水污染等问题<sup>[8]</sup>。三是, 农药的超量使用<sup>[7]</sup>, 在二季作区马铃薯早疫病、疮痂病等病害的发生成为目前生产中重要的制约因素, 由于缺乏相关病害的绿色防控技术, 种植者往往超常规加大农药施用量和次数, 不仅防治效果不佳, 还带来了农产品质量安全、面源污染、生态环境恶化等问题<sup>[9]</sup>。为此, 经多年对二季作区马铃薯全程机械绿色栽培技术进行研究, 通过试验, 总结出二季作区马铃薯机械播种、培土、收获, 水肥一体化, 科学防病等技术, 并取得了一定的成效, 为二季作区马铃薯全程机械化绿色高

效生产提供技术支持。

本技术包括机械化整地施肥、播种覆膜、中耕培土、除草封地、水肥一体化、病虫害防治、杀秧收获等马铃薯栽培环节。采用全程机械化绿色高效栽培技术种植马铃薯, 应选择地势平坦, 土壤疏松肥沃, pH 6.0~7.5的地块, 地块长度宜在100 m以上, 面积在0.67 hm<sup>2</sup>以上。

## 1 播前准备

### 1.1 机械施肥

土壤封冻前用撒肥机将有机肥均匀撒施于地表, 一般腐熟农家肥15~30 t/hm<sup>2</sup>或优质商品生物有机肥1.2~1.8 t/hm<sup>2</sup>, 拌入3%辛硫磷60~75 kg/hm<sup>2</sup>, 防治地下害虫及越冬虫卵。

### 1.2 耕翻作业

选用深翻犁机具翻地30~35 cm, 打破犁底层, 翻垡晾晒。播前用旋耕机浅耕, 深度15~20 cm, 使地表平整, 土块细碎, 均匀一致。

### 1.3 种薯选择

选用通过审定或登记的马铃薯品种, 生育期在70 d以内、结薯集中、丰产、大薯率高、脱毒优良种薯。河北省二季作区气候特点决定适宜种植早熟马铃薯, 早疫病、疮痂病和蚜虫为主要病虫害, 因此在品种选择时应选择早熟和抗病性强的品种。可选择品种有‘石薯1号’‘石薯2号’‘石薯3号’‘费乌瑞它’和‘中薯5号’。

### 1.4 种薯处理

#### 1.4.1 催芽

马铃薯机械化播种增加了机械与种薯、种薯与种薯之间的摩擦, 种薯发芽过长容易机械损伤或碰掉, 影响出苗。因此, 一般在播种前10~15 d催芽, 催芽温度15~20℃。薯块堆积厚度不超过15 cm, 芽长0.1~0.2 cm时拣出, 单层摆放见光炼芽一周左右, 切块时芽长不超过0.3 cm。

#### 1.4.2 切块

切块时为了防止病原菌的交叉感染, 一定注意切刀消毒, 切块前和切到病烂薯时, 切刀应浸在3%高锰酸钾溶液或75%酒精中进行消毒。每个切块保证有1~2个健康芽眼, 单块重25~30 g。种薯用量1.88~2.25 t/hm<sup>2</sup>。切好的薯块不宜装袋

或放在塑料薄膜上, 应置于竹帘或草苫上, 在温度不低于 10℃ 的阴凉通风处摊晾 7~8 h, 待伤口愈合后进行播种。

### 1.4.3 拌种

为有效防治土传病害的侵染, 播种前应用 70% 甲基硫菌灵可湿性粉剂 1.50~2.25 kg/hm<sup>2</sup> + 4% 春雷霉素可湿性粉剂 0.3 kg/hm<sup>2</sup> 或 25% 咯菌腈悬浮剂 0.45 L/hm<sup>2</sup>, 混匀后拌种或包衣, 晾干即可播种。

## 2 机械播种

### 2.1 播种时间

土壤 10 cm 地温稳定通过 6~7℃, 适宜播期为 2 月下旬至 3 月中旬。

### 2.2 播种机械

选用马铃薯播种机, 将开沟、施肥、撒杀虫剂、播种、覆土起垄、铺设滴灌带及覆膜一次性完成, 并达到以下指标要求: 播深 8~12 cm, 播深一致、行距准确、下种均匀、不漏行漏穴, 空穴率 ≤ 3%。株距合格率 ≥ 80%, 播种深度合格率 ≥ 75%, 施肥断条率 ≤ 3%, 行距合格率 ≥ 90%, 起垄高度、宽度误差为 2~3 cm, 合格率 ≥ 80%, 覆土覆膜要求均匀严实。

### 2.3 播种方式

大垄双行, 垄距 90~100 cm, 垄上行距 15~20 cm, 株距 30~33 cm, 交错播种; 地膜宽 110 cm, 垄顶宽 50~60 cm, 垄高 22~25 cm; 施马铃薯专用肥 (推荐 N:P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>:K<sub>2</sub>O = 15:10:20) 1.35~1.50 t/hm<sup>2</sup>。

## 3 田间管理

### 3.1 机械培土

播种后培土时间对出苗率有重要影响, 培土过早造成种薯出苗困难, 培土过晚又会造成冻烫伤苗。一般播种后 20 d 或出苗前 10 d, 用培土机膜上培土 2~3 cm。通过调整培土机与地面夹角调整垄高和垄宽, 作业后垄沟整齐、垄形完整, 避免培土刀片刮伤地膜, 保持膜上培土薄厚均匀。

### 3.2 封地除草

膜上培土后立即用打药机封地除草。33% 二甲戊灵 1.50~2.25 L/hm<sup>2</sup> 封地除草。喷除草剂要达

到喷雾均匀, 药液雾化良好, 各喷头喷量均匀一致, 药液在地面覆盖率达到 100%。

### 3.3 水肥一体化追肥浇水

采用水肥一体化灌溉机进行追肥浇水, 可以有效提高马铃薯水肥利用效率。追肥前先滴灌 0.5~1.0 h 清水, 追肥结束后再滴灌 0.5 h 清水。齐苗后随滴灌施液态氮 (N ≥ 420 g/L) 375 kg/hm<sup>2</sup> 或平衡大量元素水溶肥 (推荐 N:P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>:K<sub>2</sub>O = 20:20:20) 150 kg/hm<sup>2</sup>, 现蕾期追施高钾大量元素水溶肥 150~225 kg/hm<sup>2</sup> (推荐 N:P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>:K<sub>2</sub>O = 17:4:30)。

### 3.4 化控

使用植保无人机进行化控。封垄后植株出现徒长, 用烯效唑可湿性粉剂 450~750 g/hm<sup>2</sup> 进行植保无人机喷施, 7 d 后使用磷酸二氢钾 (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ≥ 52%, K<sub>2</sub>O ≥ 34%) 1 500~3 000 g/hm<sup>2</sup> 叶面喷洒控上促下。植保无人机雾化扇形喷嘴喷出药液中间多、两侧少, 要调整相邻喷嘴间距, 使其重叠范围保持在 30% 以上, 确保喷洒效果。飞行高度控制在 1.5~3.0 m, 飞行速度 2.3~5.5 m/s, 保持稳定飞行, 药物雾滴均匀分布。

## 4 病虫害防治

按照“预防为主、综合防治”的植保方针, 采用无害化的农业防治和化学防治综合防治措施。河北省二季作区马铃薯主要病害为早疫病、疮痂病、炭疽病, 虫害有蛴螬、金针虫、蚜虫等。

农业防治: 选用脱毒种薯, 防止种薯携带病原菌。严格切刀消毒, 防止病烂薯交叉传染。选择地势平坦、排灌方便, 土层深厚、疏松肥沃的地块, 采用水肥一体化进行浇水施肥, 合理水肥促进植株健壮生长、提高抗病性。选择偏酸性土壤, 防止疮痂病的发生。忌与茄科作物重茬, 预防土传病害。使用充分腐熟有机肥减少虫卵和虫口基数, 在田间按照 300~450 块/hm<sup>2</sup> 的密度悬挂黄板 (推荐规格: 20 cm × 25 cm), 诱杀蚜虫等。

化学防治: 化学防治要严格按照 NY/T 393—2020 绿色食品 农药使用准则<sup>[10]</sup>、GB/T 8321.8—2007 农药合理使用准则 (八)<sup>[11]</sup> 和 GB 12475—2006 农药贮运、销售和使用的防毒规程<sup>[12]</sup> 选择合适农药及进行安全操作。切块后用春雷霉素、中

生菌素等拌种预防疮痂病和黑胫病;播种时沟施噻虫嗪防治蛴螬和金针虫等地下害虫;苗期用代森锰锌、啮菌酯等进行黑痣病、晚疫病防治;结薯期用高效氯氰菊酯加吡虫磷喷雾防治蚜虫。封垄前用苯醚甲环唑、吡唑醚菌酯,使用大型喷药机预防早疫病等病害,喷药机要求雾化良好,喷雾均匀,喷头与作物距离调至高度40~50 cm,不漏喷、不重喷,药液在植株上的覆盖率达到100%。封垄后,将丙环唑、戊唑醇等使用植保无人机预防炭疽病等病害,无人机要求同3.4。

## 5 机械杀秧与收获

### 5.1 杀秧

马铃薯杀秧应在收获作业前7 d左右进行,应选用结构型式、工作幅宽符合马铃薯种植垄距要求的打秧机械。打秧时,调节打秧机限深轮的高度来控制留茬高度为10~15 cm,漏打率<2%,伤薯率<1%。杀秧前拆除滴灌总管道。

### 5.2 收获

6月上中旬,当下部叶片开始发黄时进行收获。收获时避免破皮,不伤不绿的薯块装于纸箱内,及时上市或避光存放,防止见光变绿影响品

质。如超过20 d未上市的应在2~4℃的冷库中保存。

马铃薯收获机工作幅宽应大于马铃薯生长宽度两边各10 cm以上,挖掘深度应较马铃薯种植深度深10 cm以上,收获挖掘铲的入土角度10~20°。马铃薯收获作业质量达到挖净率≥98%,明薯率≥97%,伤薯破皮率≤3%。

## 6 效果分析

### 6.1 农民常规种植技术

在施肥方面,施底肥复合肥(推荐N:P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>:K<sub>2</sub>O = 15:15:15)1.50~1.65 t/hm<sup>2</sup>,硫酸钾(K<sub>2</sub>O≥50%)300 kg/hm<sup>2</sup>;苗期追施尿素(N≥46%)375~450 kg/hm<sup>2</sup>;结薯期追施硝酸钾(K<sub>2</sub>O≥46%,N≥13.5%)375~450 kg/667m<sup>2</sup>,硝酸钙镁(CaO≥15%,MgO≥6%,NO<sub>3</sub>-N≥13%)150~300 kg/hm<sup>2</sup>,合计施用化肥2.70~3.15 t/hm<sup>2</sup>。在浇水方面,整个生育期灌水量约为2 550 m<sup>3</sup>/hm<sup>2</sup>。在防治病虫害方面,河北省二作区主要病害为早疫病、疮痂病、蚜虫等,共防治早疫病、疮痂病、蚜虫等4次,用药量6.0 kg/hm<sup>2</sup>。在用工方面,据测算在马铃薯播种、生长期管理和收获等环节总计产生75个工/hm<sup>2</sup>,一般每个工是60元/d,人工成本4 500元/hm<sup>2</sup>(表1)。

表1 采用不同种植方式的效果比较

Table 1 Comparison of different cultivation methods

| 技术模式<br>Technical mode                                                   | 农药用量(kg/hm <sup>2</sup> )<br>Pesticide<br>application<br>rate (kg/ha) | 减药率(%)<br>Pesticide<br>reduction<br>percentage | 化肥用量(t/hm <sup>2</sup> )<br>Chemical<br>fertilizer<br>application<br>rate (t/ha) | 节肥率(%)<br>Chemical<br>fertilizer<br>reduction<br>percentage | 人工成本<br>(元/hm <sup>2</sup> )<br>Labor cost<br>(Yuan/ha) | 省工率(%)<br>Labor cost<br>reduction<br>percentage | 灌水量<br>(m <sup>3</sup> /hm <sup>2</sup> )<br>Irrigation<br>volume<br>(m <sup>3</sup> /ha) | 节水率(%)<br>Water<br>saving<br>percentage |
|--------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|-------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------|
| 全程机械化绿色<br>高效栽培<br>Full mechanized<br>green and efficient<br>cultivation | 4.5                                                                   | 25                                             | 1.65~2.10                                                                        | 22.2~47.6                                                   | 2 250                                                   | 50                                              | 1 650                                                                                     | 35.3                                    |
| 农民常规栽培<br>Farmers' conventional<br>cultivation                           | 6.0                                                                   | —                                              | 2.70~3.15                                                                        | —                                                           | 4 500                                                   | —                                               | 2 550                                                                                     | —                                       |

### 6.2 全程机械化绿色高效栽培技术

在施肥方面,施底肥复合肥(推荐N:P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>:K<sub>2</sub>O = 15:10:20)1.35~1.50 t/hm<sup>2</sup>;苗期随水滴灌

液态氮(N≥420 g/L)375 kg/hm<sup>2</sup>或平衡大量元素水溶肥150 kg/hm<sup>2</sup>,现蕾期追施大量元素水溶肥(推荐N:P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>:K<sub>2</sub>O = 17:4:30)150~225 kg/hm<sup>2</sup>,合计

施用化肥 1.65~2.10 t/hm<sup>2</sup>。在浇水方面, 整个生育期灌水量约为 1 650 m<sup>3</sup>/hm<sup>2</sup>。在病虫害防治方面, 采用本技术防治病害, 主要以预防为主。预防早疫病、疮痂病、蚜虫等 3 次, 用药量 4.5 kg/hm<sup>2</sup>。在用工方面, 本技术实现了播种环节中开沟、点块、施肥、防虫、培土、铺设滴灌带及覆膜机械化一次操作完成, 生长期机械化培土和化控, 收获期机械化杀秧和收获, 并结合应用水肥一体化实现马铃薯种植全程机械化。采用本技术节肥 22.2% 以上, 节水 35.3%, 减药 25%, 节省人工 50%(表 1), 实现马铃薯全程机械化绿色高效生产, 促进河北省二季作区马铃薯产业健康发展。

#### [ 参 考 文 献 ]

- [1] 孟丽丽. 马铃薯块茎形成机制及其对品种与氮素的响应[D]. 呼和浩特: 内蒙古农业大学, 2020.
- [2] 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.
- [3] 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.
- [4] 王哲, 刘德超, 翟宇. 河北省马铃薯产业发展研究[J]. 河北农业大学学报: 社会科学版, 2019, 21(4): 8-13.
- [5] 张淑青, 张铁石, 封志明, 等. 河北二季作区马铃薯春季多膜覆盖高效种植模式[J]. 中国马铃薯, 2015, 29(4): 213-216.
- [6] 李扬, 王靖, 唐建昭, 等. 中国马铃薯主产区生产特点、限制因子和对策分析[J]. 中国马铃薯, 2020, 34(6): 374-382.
- [7] 罗其友, 伦闰琪, 高明杰, 等. 2021—2025 年我国马铃薯产业高质量发展战略路径[J]. 中国农业资源与区划, 2022, 43(3): 37-45.
- [8] 吴凤娉. 长期过量施用化肥对农业生态环境的负面影响及对策[J]. 中国农业信息, 2016(10): 67-68.
- [9] 杨普云, 王凯, 厉建萌, 等. 以农药减量控害助力农业绿色发展[J]. 植物保护, 2018, 44(5): 95-100.
- [10] 中华人民共和国农业农村部. NY/T 393—2020 绿色食品 农药使用准则[S]. 北京: 中国标准出版社, 2020.
- [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. GB/T 8321.8—2007 农药合理使用准则(八)[S]. 北京: 中国标准出版社, 2008.
- [12] 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. GB 12475—2006 农药贮运、销售和使用的防毒规程[S]. 北京: 中国标准出版社, 2006.