《马铃薯滴灌水肥一体化技术规程》

（征求意见稿）编制说明

起草单位：榆林市农业科学研究院

起草时间：2024年10月15日

《马铃薯滴灌水肥一体化技术规程》

编制说明

一、工作概况

# （一）任务来源

陕西省市场监督管理局《陕西省市场监督管理局关于下达2024年第二批地方标准制修订计划的函》（陕市监函〔2024〕590号）中将《马铃薯滴灌水肥一体化技术规程》的项目列入2024年度第二批陕西省地方标准制修订项目计划。

所申请的《马铃薯滴灌水肥一体化技术规程》项目编号SDBXM 205-2024，符合中、省有关马铃薯产业发展的相关政策要求。

（二）制定标准的背景目的和意义

马铃薯是陕西省仅次于小麦、玉米的第三大粮食作物，2022年，种植面积达到28.28万公顷，占全省粮食作物播种面积的9.37%；总产88.7万吨（折粮），占到全省粮食总产量的6.83%。陕西马铃薯主要分布在陕北和陕南地区，是当地仅次于玉米的第二大宗农作物，占到全省马铃薯总面积的60%和35%。马铃薯水分利用效率高于小麦、玉米等大宗粮食作物，在同等条件下，单位面积蛋白质产量分别是小麦的2倍、水稻的1.3倍、玉米的1.2倍，扩种马铃薯，减轻了我省农业用水压力，改善了农业生态环境，实现了资源永续利用。目前，我省马铃薯生产中主要存在以下问题：

1、水资源严重不足。陕西省是水资源缺乏区，水资源总量约370亿立方米，其中陕南约260亿立方米，约占到全省的70%；陕北约35亿立方米，约占到全省的10%。所以说，水资源是陕北主产区马铃薯生产的主要制约因素，在陕南地区季节性干旱也非常突出，发展节水灌溉势在必行。

2、单产水平较低。陕西省马铃薯单产水平较低，为3134.8公斤/公顷，仅排在全国的第24位，不仅低于全国平均水平（3943.4公斤/公顷），而且在西北五省区排名最低，因此单产水平低是当前限制陕西省马铃薯产业的发展瓶颈。

3、生产管理肥水过量使用。近年来，由于马铃薯效益较好，农民种植意愿较强，特别是社会资本的注入，使得马铃薯家庭农场发展迅速，马铃薯单产水平提高。生产中，为了追求马铃薯产量，对肥料尤其是化肥的使用量越来越大，肥料利用率逐年降低，且土壤理化性状变差。在陕北灌溉地区，马铃薯灌溉以喷灌为主，虽较传统灌溉方式节水不少，但仍存在水资源浪费现象。

4、病虫害孳生。一是陕南地区降雨量较大，高温高湿天气多；陕北地区立秋后降雨增多，且多为连阴雨，为晚疫病的大发生创造了条件。二是近年来，不少种植大户自发外出调种，使得马铃薯黑痣病、黑胫病、粉痂病等从未在陕西发生的病害开始危害。采用滴灌栽培由于地下浸润灌溉，对田间湿度影响较小，晚疫病等病害流行较小。

水肥一体化是建立在微灌溉（喷灌、滴灌、微灌）基础上的一种先进的灌水施肥技术，顾名思义，就是将灌溉和施肥融于一体，不仅能够大幅度的减少灌溉量、施肥量，避免了资源的浪费，而且减少了后期管理和养护的工作量，节约了人力成本的投入。陕西省是水资源缺乏区，人均水资源占有量低于全国平均水平，陕北地区十年九旱，陕南地区也经常发生季节性干旱，在马铃薯灌溉区以喷灌和漫灌为主，水分和肥料利用率均较低。因此，坚持节本增效理念和差异化管理思维，制定科学合理的施肥灌水制度，是提高肥水利用效率、降低生产成本，实现产量和效益最大化的根本举措，在马铃薯生产由传统方式向现代化转变过程中发挥积极作用，对区域水土资源保护性开发利用和面源污染防控有重要意义。

（三）主导单位及协作单位

主导单位：榆林市农业科学研究院

协作单位：陕西大地种业（集团）有限公司、汉中市农业技术推广与培训中心、安康市农业科学研究院

（四）主要工作过程

1．为了促进陕西省马铃薯产业快速发展，榆林市农业科学研究院联合陕西大地种业（集团）有限公司、汉中市农业技术推广与培训中心、安康市农业科学研究院等单位，2022年9月决定成立标准编写小组，负责标准编制和组织申报工作。标准编写小组认真学习GB/T 1.1-2020等有关标准编写要求，2022年11月建立标准编制交流群，邀请市内标准编制专家进行标准编写指导、研讨和交流。

2．标准编写小组成员2023年1月-2023年9月，田间调查和了解马铃薯不同熟性品种的需肥、需水规律，广泛收集国内相关马铃薯水肥一体化的技术资料，并结合陕西省气候和马铃薯生产实际，研究集成马铃薯滴灌水肥一体化技术规程，并进一步规范主要技术内容。

3.根据项目组研究时的实践经验和GB/T 1.1-2020等有关标准编写要求，制定标准草案和编制说明，于2024年2月完成标准草案，并向陕西省市场监督管理局提出立项申请。2024年9月，地方标准《马铃薯滴灌水肥一体化技术规程》（草案）正式立项。标准编写小组着手开展标准的征求意见稿的编制以及试验项目的实施工作，于2024年10月编写完成了地方标准《马铃薯滴灌水肥一体化技术规程》（征求意见稿）。

# 编写组成员及任务分工

表1 编写组成员及任务分工

| **姓名** | **职称** | **工作单位** | **承担的工作** |
| --- | --- | --- | --- |
| 张春燕 | 高级农艺师 | 榆林市农业科学研究院 | 项目负责人，负责项目整体实施与技术审核。 |
| 方玉川 | 正高级农艺师 | 榆林市农业科学研究院 | 负责标准的起草工作。 |
| 高祥 | 高级农艺师 | 榆林市榆阳区农业技术推广中心 | 负责标准部分内容起草。 |
| 汪奎 | 高级农艺师 | 榆林市农业科学研究院 | 负责标准部分内容起草工作。 |
| 刘勇 | 正高级农艺师 | 汉中市农业技术推广与培训中心 | 负责项目总体技术及栽培技术有关内容的起草。 |
| 郑敏 | 高级农艺师 | 安康市农业科学研究院 | 负责标准部分内容起草工作。 |
| 郝永康 | 农艺师 | 陕西大地种业（集团）有限公司 | 负责标准部分内容起草工作。 |
| 张艳艳 | 高级农艺师 | 榆林市农业科学研究院 | 负责标准部分内容起草工作。 |
| 冯瑞瑞 | 农艺师 | 榆林市农业科学研究院 | 负责标准部分内容起草工作。 |
| 刘柏林 | 副教授 | 西北农林科技大学 | 负责标准部分内容起草工作。 |
| 高青青 | 助理农艺师 | 榆林市农业科学研究院 | 负责标准部分内容起草工作。 |
| 杭建梅 | 农艺师 | 榆林市榆阳区农业技术推广中心 | 参与标准部分内容起草。 |
| 艾荣 | 高级农艺师 | 靖边县农业技术推广中心 | 参与栽培有关内容的起草及相关工作实施。 |
| 乔彩卫 | 高级农艺师 | 定边县农牧技术推广中心 | 参与栽培有关内容的起草及相关工作实施。 |

1. 标准编制的原则和标准主要内容

（一）标准编制的原则

本标准按 GB/T 1.1-2020标准的要求进行编写，以马铃薯滴灌水肥一体化技术文献为基础，同时参考国家和国际相关标准要求，使标准真正起到指导和规范陕西省马铃薯生产的作用，确保本标准具有科学性、先进性和可操作性，力求做到科学规范、指标准确，操作易行，并符合生产实际，有利于提高陕西省马铃薯水肥管理水平，确保马铃薯产业的健康、高质量发展。

（二）标准主要内容

1.术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

⑴滴灌系统

将灌溉水进行加压、过滤，并通过低压管道送达滴头，以点滴方式湿润作物根区的灌溉系统。

⑵水肥一体化

根据作物需求，对农田水分和养分进行综合调控和一体化管理，因水施肥、以水促肥，实现水肥耦合。

2.滴灌系统配置

⑴总体要求

滴灌系统由滴灌首部系统、支管和毛管组成，应符合GB/T 19812的要求。

⑵滴灌首部系统配置

①水泵。当水源为河流和水库水，一般选用离心泵，水质较差时，需建沉淀池。水源为机井时，一般选用潜水泵。

②过滤设备。过滤设备有离心过滤器、筛网过滤器和叠片过滤器，各种过滤器可以在首部枢纽中单独使用，也可以根据水质情况及滴头抗堵塞能力组合使用。

③施肥装置。使用注入式施肥装置，根据设计流量和灌溉面积的大小、肥料的类型确定肥料的施入量

④控制设备。马铃薯滴灌常用的控制设备有闸阀、球阀和给水栓。

⑤量测设备。量测设备主要有压力表、水表或流量计。

⑥保护设备。常用的保护设备有排气阀、安全阀、调压装置、逆止阀和排水阀，用来保护滴灌系统安全运行。

⑶支管的配置

支管采用薄壁PE管。根据地形、地块及水源井出水量大小不同，可双向或单向布置支管。按照轮灌组的划分，支管上应安装阀门，一般采用塑料球阀，管径与支管相同。

⑷毛管（滴灌带）的配置

马铃薯膜下滴灌宜采用内镶贴片式滴灌带，滴头流量应根据土壤类型、种植模式、灌水器水力特性综合选择。沙性土壤滴头流量≥2.5L/h，粘性土壤滴头流量≤2.0L/h，但滴头滴水强度应小于土壤入渗速度。

3.播前准备

⑴选地

选择有灌溉条件、地形平坦（＜5°）、土层深厚、土壤疏松、通透性好的轻质壤土或砂壤土，土壤pH5.5～8.5，不得连作，也不宜与茄科和块根块茎类作物轮作，适宜与禾本科和豆科作物轮作。

⑵整地

深耕应在前作收获后及早进行，耕深25 ㎝以上，随即精细整地、耙耱保墒。

⑶施基肥

整地前每667㎡施有机肥150kg～200kg或充分腐熟的农家肥2000kg～3000kg，马铃薯专用复合肥或尿素、硫酸一铵、磷酸二铵、硫酸钾、氯化钾等化学肥料（养分总含量：N 6 kg～9 kg，P2O5 9 kg～12 kg，K2O 8 kg～10 kg），可根据地力情况调整施肥量。有机肥符合NY/T 525的规定，化肥符合NY/T 496的规定。

⑷灌溉水

符合GB 5084的要求。

⑸种薯

①品种选择。根据陕西省马铃薯不同产区的自然、气候特征选择生育期适宜、优质高产、符合市场需求的品种。

②种薯选择。选用脱毒种薯，级别原种或一级种，用量150 kg/667㎡～200 kg/667㎡，质量符合GB 18133规定。

⑹种薯处理

①晒种催芽。种薯出窖剔除病、虫、烂薯后，在散射光、通风、温度18 ℃～20 ℃条件下催芽，芽长0.2 cm～0.5 cm。

②切种拌种。≤50 g薯块整薯直播；＞50 g块茎切块，单块重35 g～50 g，带1 个～2 个芽，刀具用75%酒精消毒。每100 ㎏切块后的种薯，用滑石粉1 ㎏和6%春雷霉素40 g、70%甲基硫菌灵可湿性粉剂40 g混合拌种，农药使用应符合GB/T 8321.9的规定。

4.播种与中耕

⑴适期播种

10cm地温稳定在10℃以上开始播种，以4月下旬至5月中旬为宜。

⑵种植方式与密度

采用起垄滴灌种植，单垄单行，行距90㎝，株距20㎝～22㎝，密度3300株/667㎡～3700株/667㎡；播种深度一般为8㎝～10㎝左右，不能超过12㎝；播种同时进行沟施药剂，选择60%吡虫啉悬浮剂20mL/667㎡～30mL/667㎡或70%噻虫嗪20g/667㎡～30g/667㎡+25%氟唑菌苯胺50mL/667㎡进行垄沟喷施。农药使用应符合GB/T 8321.9的规定。

⑸中耕培土

播后15 d开始在膜上中耕培土，应用配套培土机械培土厚度3 cm～5 cm。

5.水肥管理

灌溉与追肥的时间和用量参照表1执行，肥料选择应符合NY/T 496的规定。

表1 灌溉追肥

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 生育时期 | 灌溉追  肥次数 | 追肥量 | 灌溉后田  间持水量 |
| 芽条期 | 1 | 0 | 60%～65% |
| 苗期 | 1 | 高氮水溶型复合肥（N：P2O5：K2O=20：0：24）10㎏/667㎡。 | 65%～70% |
| 现蕾期-盛花期 | 3 | 第一次：水溶型复合肥（N：P2O5：K2O=16：16：16）10 ㎏/667 ㎡+磷酸一铵10㎏/667㎡；  第二次：硫酸铵10㎏/667 ㎡+硝酸钾5㎏/667 ㎡+200 g/667㎡微量元素水溶性肥；  第三次：硝酸钾10㎏/667㎡+200g/667 ㎡微量元素水溶性肥。 | 65%～75% |
| 块茎膨大期 | 3 | 第一次：硝酸钾5㎏/667 ㎡；  第二次：水溶性硫酸钾5㎏/667 ㎡；  第三次：水溶性硫酸钾5㎏/667 ㎡。 | 75%～85% |
| 淀粉积累期 | 1 | 0 | 60%～65% |
| 注：灌溉时间、灌溉次数及灌水量应根据实际降水情况适当调整。 | | | |

6.病虫草害防治

⑴农业防治

主要包括选用抗病抗虫品种、使用非化学药剂进行种薯处理、提倡整薯播种、使用脱毒种薯、培育壮苗、加强栽培管理、播期调整、中耕除草、及时拔除病株、秋季深翻晒土、清洁田园、轮作倒茬等措施。

⑵物理防治

主要包括利用灯光、色彩、性激素等诱捕害虫、机械捕捉害虫、机械除草或人工除草等措施。

⑶化学防治

化学防治时，宜交替使用不同有效成分的药剂，应符合GB/T 8321.9的规定，马铃薯主要病虫草害化学防治参照附录B执行。

7.收获与贮藏

⑴收获前准备

马铃薯地上大部分枯黄，达到生理成熟时即可进行收获。收获前15d控水，提前7d杀秧。

⑵收获与贮藏

获时防雨、防高温、防曝晒、防冻，应减少机械损伤、剔除病伤薯块。收获后的鲜薯按照用途进行分级，及时入库（窖）贮藏，贮藏管理应符合NY/T 2789的规定。

1. 实证研究

**(一）不同熟性马铃薯品种养分需求量的研究**

陕西省马铃薯种植早熟品种主要以费乌瑞它、希森6号为主，搭配种植尤金、中薯5号等品种；中晚熟品种以冀张薯12号、V系列、陇薯7号为主，搭配种植大西洋、丽薯6号、青薯9号、陇薯10号、中加2号等品种。为此，项目组选择费乌瑞它为代表、冀张薯12号为代表分别开展了早熟品种和中晚熟品种的对N、P、K等大量元素的需求研究。

**1.试验方案与结果**

试验设置配方全肥区、配方无氮区、配方无磷区、配方无钾区、常规全肥区、常规无氮区、常规无磷区、常规无钾区和空白区等9个小区。底施有机肥1000kg，化学肥料施肥方案如下：

1、配方施肥全区（kg/亩）：N：6，P2O5：3，K2O：12

2、配方施肥无氮区（kg/亩）：N：0，P2O5：3，K2O：12

3、配方施肥无磷区（kg/亩）：N：6，P2O5：0，K2O：12

4、配方施肥无钾区（kg/亩）：N：6，P2O5：3，K2O：0

5、常规施肥全区（kg/亩）：N：6，P2O5：6，K2O：7

6、常规施肥无氮区（kg/亩）：N：0，P2O5：6，K2O：7

7、常规施肥无磷区（kg/亩）：N：6，P2O5：0，K2O：7

8、常规施肥无钾区（kg/亩）：N：6，P2O5：6，K2O：0

9、空白区（kg/亩）：N：0，P2O5：0，K2O：0

表2 费乌瑞它100kg生物学产量吸收养分量试验结果及分析结果汇总表

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 项目 | 产量(kg） | | 块茎养分含量(%） | | | 茎叶养分含量(%） | | |
| 块茎 | 茎叶 | 全氮 | 全磷 | 全钾 | 全氮 | 全磷 | 全钾 |
| 配方全肥区 | 2486 | 376 | 0.3578 | 0.0728 | 0.4504 | 0.8475 | 0.102 | 2.591 |
| 配方无氮区 | 1620 | 306 | 0.3325 | 0.066 | 0.444 | 0.79 | 0.0912 | 2.55 |
| 配方无磷区 | 1878 | 342 | 0.3444 | 0.0659 | 0.446 | 0.798 | 0.917 | 2.5087 |
| 配方无钾区 | 1592 | 325 | 0.3438 | 0.0677 | 0.3106 | 0.72 | 0.0906 | 2.4653 |
| 常规全肥区 | 1985 | 357 | 0.3238 | 0.0595 | 0.4331 | 0.81 | 0.1007 | 2.524 |
| 常规无氮区 | 1601 | 301 | 0.3239 | 0.0555 | 0.3932 | 0.776 | 0.0965 | 2.507 |
| 常规无磷区 | 1753 | 334 | 0.3384 | 0.0587 | 0.4296 | 0.724 | 0.0942 | 2.4678 |
| 常规无钾区 | 1539 | 318 | 0.3295 | 0.0586 | 0.4256 | 0.75 | 0.0865 | 2.4046 |
| 空白区 | 1077 | 292 | 0.3099 | 0.0516 | 0.2001 | 0.712 | 0.0892 | 2.3976 |

表3 冀张薯12号100kg生物学产量吸收养分量试验结果及分析结果汇总表

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 项目 | 产量(kg） | | 块茎养分含量(%） | | | 茎叶养分含量(%） | | |
| 块茎 | 茎叶 | 全氮 | 全磷 | 全钾 | 全氮 | 全磷 | 全钾 |
| 配方全肥区 | 2375 | 452 | 0.329 | 0.0738 | 0.4225 | 1.0075 | 0.0801 | 2.61 |
| 配方无氮区 | 2192.5 | 420 | 0.2931 | 0.072 | 0.4064 | 0.989 | 0.0767 | 1.854 |
| 配方无磷区 | 2225.5 | 426 | 0.2678 | 0.0728 | 0.3856 | 1.001 | 0.0634 | 1.939 |
| 配方无钾区 | 1738.8 | 397 | 0.2645 | 0.0705 | 0.2496 | 1.0575 | 0.0753 | 2.599 |
| 常规全肥区 | 1964.5 | 366 | 0.2911 | 0.0735 | 0.4032 | 1.0375 | 0.0956 | 2.43 |
| 常规无氮区 | 1565.5 | 350 | 0.2859 | 0.0716 | 0.3998 | 1.0475 | 0.0726 | 2.001 |
| 常规无磷区 | 1565.5 | 351 | 0.2464 | 0.0715 | 0.4171 | 1.0025 | 0.0566 | 1.995 |
| 常规无钾区 | 1499.5 | 345 | 0.261 | 0.0708 | 0.3501 | 1.04 | 0.0745 | 2.444 |
| 空白区 | 1226.3 | 328 | 0.286 | 0.0654 | 0.3443 | 0.9625 | 0.0763 | 1.996 |

采用配方区和常规区顺序排列的方式，5月中下旬种植，9月下旬收获。收获时小区块茎全收全计，然后换算为亩鲜薯重，而茎叶则取具有代表性的1m2的茎叶，换算为亩鲜重。同一品种的同一小区产量取平均值。

每一小区的鲜薯块与茎叶，混合后取样称量进行化验，检测全氮、全磷、全钾含量。

全氮采用H2SO4-H2O2消煮法-半微量蒸馏滴定法，全磷采用H2SO4-H2O2消煮法-钼锑抗吸光光度法，全钾采用H2SO4-H2O2消煮法-火焰光度法。产量与检测结果汇总表如下（见表2、3）。

利用《测土配方施肥资金补贴项目》的数据库管理系统中的计算软件，得出结果（见表4）。

表4 费乌瑞它、冀张薯12号100kg块茎养分吸收量

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 项目 | 费乌瑞它100kg块茎养分吸收量(kg） | | | 冀张薯12号100kg块茎养分吸收量(kg） | | |
| N | P2O5 | K2O | N | P2O5 | K2O |
| 配方全肥区 | 0.486 | 0.204 | 1.107 | 0.521 | 0.202 | 1.015 |
| 配方无氮区 | 0.482 |  |  | 0.483 |  |  |
| 配方无磷区 |  | 0.195 |  |  | 0.189 |  |
| 配方无钾区 |  |  | 1.136 |  |  | 0.98 |
| 常规全肥区 | 0.469 | 0.209 | 1.031 | 0.484 | 0.178 | 1.069 |
| 常规无氮区 | 0.47 |  |  | 0.52 |  |  |
| 常规无磷区 |  | 0.193 |  |  | 0.176 |  |
| 常规无钾区 |  |  | 1.099 |  |  | 1.111 |
| 空白区 | 0.503 | 0.197 | 1.048 | 0.543 | 0.174 | 1.024 |
| 平均值 | 0.482 | 0.1996 | 1.0842 | 0.5102 | 0.1838 | 1.0398 |

**2.试验结论**

分析上述数据表明，滴灌条件下，以费乌瑞它为代表的早熟品种100kg经济产量吸收N：0.482kg，P2O5：0.1996kg，K2O：1.0842kg；以冀张薯12号为代表的中晚熟品种100kg经济产量吸收N：0.5102kg，P2O5：0.1838kg，K2O：1.0398kg。

**（二）马铃薯大量养分供给方案的研究**

为了研究出马铃薯水肥一体化栽培中大量元素N、P、K的用量，在榆林市农科院榆卜界实验区安排了该试验。

**1.试验方案**

供试品种为冀张薯8号原种。小区行长10m，宽5m，每小区50㎡。试验设置14个处理： 1 N0P0K0、2 N0P2K2、3 N1P2K2、4 N2P2K2、5 N3P2K2、6 N4P2K2、7N2P0K2、8N2P1K2、9 N2P3K2、10 N2P4K2、11 N2P2K0、12 N2P2K1、13 N2P2K3、14 N2P2K4，采用完全随机区组设计，3次重复。有机肥于种植前施入并与耕层土壤混匀，具体见表5。

表5 马铃薯不同肥料用量试验处理方案

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 处理 | 肥料水平 | 有机肥用量  （kg/亩） | N  (kg/亩） | P2O5  （kg/亩） | K2O  （kg/亩） |
| 1 | N0P0K0 | 2000 | 0 | 0 | 0 |
| 2 | N0P2K2 | 2000 | 0 | 6 | 7.5 |
| 3 | N1P2K2 | 2000 | 5 | 6 | 7.5 |
| 4 | N2P2K2 | 2000 | 10 | 6 | 7.5 |
| 5 | N3P2K2 | 2000 | 15 | 6 | 7.5 |
| 6 | N4P2K2 | 2000 | 20 | 6 | 7.5 |
| 7 | N2P0K2 | 2000 | 10 | 0 | 7.5 |
| 8 | N2P1K2 | 2000 | 10 | 3 | 7.5 |
| 9 | N2P3K2 | 2000 | 10 | 9 | 7.5 |
| 10 | N2P4K2 | 2000 | 10 | 12 | 7.5 |
| 11 | N2P2K0 | 2000 | 10 | 6 | 0 |
| 12 | N2P2K1 | 2000 | 10 | 6 | 3.75 |
| 13 | N2P2K3 | 2000 | 10 | 6 | 11.25 |
| 14 | N2P2K4 | 2000 | 10 | 6 | 15 |

表6 2017年不同肥料用量对马铃薯产量的影响 （kg/亩）

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 处理 | I | Ⅱ | Ⅲ | 平均值 | 位次 |
| 1 | 1381 | 1404 | 1452 | 1412b | 14 |
| 2 | 1604 | 1941 | 2407 | 1984ab | 10 |
| 3 | 2111 | 2015 | 2611 | 2246a | 4 |
| 4 | 2204 | 2196 | 2552 | 2317a | 3 |
| 5 | 2093 | 1530 | 1552 | 1725ab | 13 |
| 6 | 1700 | 1015 | 2496 | 1737ab | 12 |
| 7 | 2019 | 1915 | 2770 | 2235a | 5 |
| 8 | 2344 | 1563 | 2567 | 2158a | 7 |
| 9 | 2289 | 2556 | 2300 | 2381a | 1 |
| 10 | 1804 | 2604 | 2559 | 2322a | 2 |
| 11 | 1944 | 2311 | 2415 | 2223a | 6 |
| 12 | 1896 | 2367 | 1867 | 2043ab | 9 |
| 13 | 1111 | 2307 | 2348 | 1922ab | 11 |
| 14 | 1993 | 2130 | 2078 | 2067ab | 8 |

表7 2018年不同肥料用量对马铃薯产量的影响 （kg/亩）

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 处 理 | Ⅰ | Ⅱ | Ⅲ | 平均 | 位次 |
| 1 | 2144 | 2030 | 2019 | 2064c | 14 |
| 2 | 2356 | 2511 | 2233 | 2367abc | 6 |
| 3 | 2293 | 2537 | 2233 | 2354abc | 7 |
| 4 | 2507 | 2300 | 2900 | 2569ab | 2 |
| 5 | 2311 | 2356 | 1900 | 2189bc | 11 |
| 6 | 2019 | 1841 | 2363 | 2074c | 13 |
| 7 | 2274 | 2063 | 2141 | 2159c | 10 |
| 8 | 2122 | 2241 | 1863 | 2075c | 12 |
| 9 | 2430 | 2463 | 2404 | 2432abc | 4 |
| 10 | 2137 | 2363 | 2678 | 2393abc | 5 |
| 11 | 2468 | 2433 | 2443 | 2448abc | 3 |
| 12 | 2041 | 2285 | 2526 | 2284abc | 9 |
| 13 | 2485 | 2656 | 2744 | 2628a | 1 |
| 14 | 2274 | 2100 | 2685 | 2353abc | 8 |

**2.结果分析**

试验结果肥料水平N2P2K2，即氮、磷和钾施用量分别为10、6和7.5 kg/亩时，马铃薯获得较高的产量和品质，两年产量分别为2317 kg/亩和2569 kg/亩。因此今后风沙土地马铃薯有机肥、化肥氮、磷和钾肥推荐量应该分别是2000、10、6和7.5 kg/亩。

根据试验的推荐施肥量和投入产出品的市场调价格（化学肥料价格为N：4.6元/kg，P2O5：6.3元/kg，K2O：11.2元/kg，马铃薯价格为1.2元/kg，化学肥料之外其他生产投入以1500元计），进一步分析滴灌条件下大量元素施肥的效应。结果表明，在滴灌条件下的施肥成本为167.8元/亩，亩产值为3082.8元，较无化学肥料处理增产505.0kg/亩，增加产值606.0元/亩，化肥投入产出比为1︰18.37，亩纯收益为1415.0元。

**（三）低成本肥料配置方案的集成**

根据本地多年多点试验结果，综合土壤养分供给能力和不同肥料的增产增收效应，拟合出不同熟性品种的马铃薯主要养分需求规律（见图1、图2），提出滴灌条件下的施肥方案（见表8），并经过生产验证，表现出较好的生产水平。与喷灌相比，同样施肥水平下增产16.5%，NPK的肥料利用率提高16.7%。

**1.主要养分需求规律**

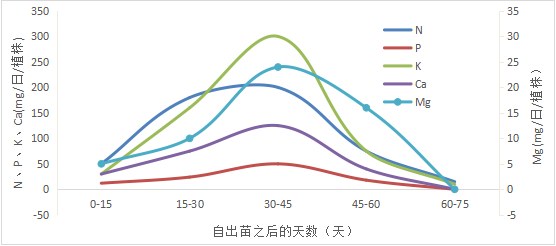


图1 早熟品种需肥规律

图2 中晚熟品种需肥规律

**2.配肥方案**

**肥料配方一：**根据滴灌的水分和肥料利用效率，集成适宜滴灌模式的配肥方案，详见表8。

表8 滴灌配肥方案（目标产量4000㎏/亩）

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 土壤类型 | 基肥（kg/亩） | | | | 追肥（kg/亩） | | | | | | 肥力状况 |
| 有机肥 | 尿素 | 磷酸二铵 | 颗粒  硫酸钾 | 尿素 | 硫酸铵 | 磷酸一铵 | 氯化钾 | 硝酸钾 | 水溶性  硫酸钾 |
| 潮 土 | 2000 | 10 | 18 | 10 | 15 | 15 | 23 | 10 | 10 | 20 | 中上 |
| 黄绵土 | 2000 | 10 | 20 | 10 | 16 | 18 | 23 | 10 | 12 | 20 | 中等 |
| 新积土 | 2000 | 12 | 20 | 10 | 18 | 20 | 23 | 10 | 15 | 20 | 中下 |

注：肥料选用符合NY/T496-2010要求。

**（四）不同灌水量和施肥水平对马铃薯产量及其构成因素的影响**

项目组研究水分和氮磷钾施用量对马铃薯产量及其构成因素的影响，为马铃薯合理灌水和施肥以及优质、高效栽培提供理论依据和技术参考。

**1.试验设计**

试验灌溉为滴灌，供试肥料尿素（N 46%）、磷酸一铵（N: P＝12: 61）、硝酸钾（N: K＝13.5: 46）；供试马铃薯品种为冀张薯8号，种薯级别为脱毒原种。试验设置了3个灌水水平和4个施肥水平。当地大水漫灌用水量400～500m3/亩，喷灌用水量300～400m3/亩，滴灌用水量120～160m3/亩。本试验用的是滴灌，设置3个灌水水平：W1（110m3/亩）、W2（130m3/亩）、W3（150m3/亩），灌水量通过水表控制，每个小区装有独立的水表和阀门。当地传统种植方式下马铃薯氮、磷、钾施肥量为16-9-20kg/亩，施肥量较大且利用效率低。施肥量设置4个水平：F1(6-4-9kg/亩)、F2(9-5.5-12kg/亩)、F3（12-7-15 kg/亩）和F4（15-8.5-18kg/亩)。施肥时先将肥料溶于水，然后通过施肥罐进行滴灌施肥。试验共12个处理，每个处理重复3次，共36个小区。小区长10m，宽5m，面积50㎡。

**2.结果与分析**

**①不同灌水、施肥处理对马铃薯单株块茎数的影响**

不同灌水量和施肥水平对马铃薯的单株块茎数有不同程度的影响。施肥水平相同时，单株块茎数随着灌水量的增加而增加；灌水量相同时，随着施肥水平的提高，马铃薯单株茎数先增加后减少（图3）。经方差分析，灌水处理中，W3的单株块茎数最多，平均值为10.45个，与W1差异显著，与W2差异不显著；施肥处理中，F3的单株块茎数最多，平均值为11.13个，与其他三个处理均达到显著差异（表9）。

表9 不同处理下马铃薯产量构成因素及产量

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 处理 | | 单株块茎数  （个） | 单株块茎重  （㎏） | 商品率  （%） | 平均产量  （㎏/亩） |
| 灌水量 | 施肥处理 |
| W1 | F1 | 9.1 | 0.85 | 59.8 | 2529 |
| F2 | 9.3 | 0.95 | 63.4 | 2826 |
| F3 | 10.5 | 1.19 | 72.3 | 3540 |
| F4 | 8.4 | 1.03 | 65.6 | 3064 |
| W2 | F1 | 9.8 | 1.01 | 62.4 | 3005 |
| F2 | 10.2 | 1.16 | 67.2 | 3213 |
| F3 | 11.4 | 1.35 | 78.5 | 4016 |
| F4 | 10.3 | 1.27 | 67.8 | 3659 |
| W3 | F1 | 9.6 | 0.97 | 61.8 | 2886 |
| F2 | 10.2 | 1.07 | 63.2 | 3182 |
| F3 | 11.5 | 1.36 | 72.0 | 4045 |
| F4 | 10.5 | 1.32 | 66.5 | 3926 |

**②不同灌水、施肥处理对马铃薯单株块茎重的影响**

由图4可见，不同灌水量和施肥水平对马铃薯的单株块茎重有不同程度的影响，低肥水平下随着灌水量增加而先增加后降低，高肥水平下则随着灌水量增加而增加。经方差分析，灌水处理中，W2的单株块茎重最高，平均值为1.198㎏，与W1差异显著，与W3差异不显著；施肥处理中，F3的单株块茎重最高，平均值为1.30㎏，与F1和F2差异显著，与F4差异不显著（表10）。

**③不同灌水、施肥处理对马铃薯块茎商品率的影响**

由图4可见，不同灌水量和施肥处理对马铃薯块茎商品率的影响较大，均为先增加后降低，并在处理W2F3时达到最大值，为78.5%。方差分析结果表明，在不同灌水量处理中，处理W2商品率最高，平均值为68.98%，并与其他两个处理达到显著差异；在不同施肥水平处理中，处理F3商品率最高，平均值为73.20%，并与其他三个处理达到显著差异（表11）。

表10 不同灌水量、施肥水平马铃薯产量构成因素的方差显著水平

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 处理 | | 单株块茎数均值（个） | 单株块茎重均值（㎏） | 商品率均值（%） |
| 灌水量 | W1 | 9.33 b | 1.005 b | 60.80 c |
| W2 | 10.43 a | 1.198 a | 68.98 a |
| W3 | 10.45 a | 1.180 a | 65.28 b |
| 施肥 | F1 | 9.50 b | 0.943 c | 59.30 c |
| F2 | 9.90 b | 1.060 b | 64.13 b |
| F3 | 11.13 a | 1.300 a | 73.20 a |
| F4 | 9.73 b | 1.207 a | 63.43 b |

**④不同灌水、施肥处理对马铃薯产量的影响**

产量构成因素直接影响马铃薯的产量，由图5可见，在低肥水平处理中，马铃薯产量随着灌水量增加先增加后降低；高肥水平处理中，马铃薯产量随着灌水量增加而增加。方差分析结果表明，各小区平均产量在处理W3F3时最高为4045㎏/亩，其次为W2F3处理4016㎏/亩和W3F4处理3926㎏/亩，这三个处理间差异不显著，但与其他处理均达到显著差异。

表11 各处理间产量差异显著性

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 处理 | 产量均值（㎏/hm2） | 位次 | 5%显著水平 |
| W3F3 | 60675 | 1 | a |
| W2F3 | 60240 | 2 | a |
| W3F4 | 58890 | 3 | a |
| W2F4 | 54885 | 4 | b |
| W1F3 | 53100 | 5 | b |
| W2F2 | 48195 | 6 | c |
| W3F2 | 47730 | 7 | c |
| W1F4 | 45960 | 8 | cd |
| W2F1 | 45075 | 9 | de |
| W3F1 | 43290 | 10 | ef |
| W1F2 | 42390 | 11 | f |
| W1F1 | 37935 | 12 | g |

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |
| **图3 不同水肥处理对马铃薯单株块茎数的影响** | **图4 不同水肥处理对马铃薯单株块茎重的影响** |
|  |  |
| **图5 不同水肥处理对马铃薯商品率的影响** | **图6 不同水肥处理对马铃薯产量的影响** |

**3.结论**

不同的水肥组合对滴灌条件下大田马铃薯有显著性影响，低肥处理下产量随着灌水量的增加先增加后降低，高肥处理下则随着灌水量的增加而增加，且最大产量在高水较高肥（W3F3）处理获得，其次为中水较高肥（W2F3）处理、高水高肥（W3F4）处理，三个处理间差异不显著。商品率以W2F3处理最高，达到78.5%，较W3F3处理高6.5个百分点。因此，适宜的灌水量和氮磷钾施用量能提高马铃薯单株块茎数、块茎重、商品率等产量构成因素，从而获得较大的产量和经济效益。在增加产量和节水节肥的目标条件下，W2F3处理（灌水量130m3/亩，N-P-K施用量12-7-15 kg/亩）可作为本试验条件下较为合理的水肥组合。

四、知识产权说明

本标准的制定依托陕西省农业科技创新转化项目《马铃薯控水减耗生产技术集成研究与示范》等相关科技项目的主要成果、技术、专利、论文等，属于自主知识产权。

五、制定标准的原则和依据，采标情况

1、在本标准编制过程中，我们遵循“先进性、实用性、统一性、规范性以及最大自由度”的原则，注重标准的可操作性，面向榆林甘薯生产实际，具有良好的推广应用前景。

2、标准结构和编写规则严格遵守GB／T1.1-2020的规定。

3、本标准的编制引用了部分现行的国家和地方标准，引用了以下规范性文件，均现行有效。

GB 5084 　农田灌溉水质标准

GB/T 19812 塑料节水灌溉器材

GB/T 8321.9 农药合理使用准则(九)

GB 18133 马铃薯种薯

NY/T 496 肥料合理使用准则 通则

NY/T 525 有机肥料

NY/T 2789 薯类贮藏技术规范

六、重大意见分歧的处理依据和结果

《马铃薯滴灌水肥一体化技术规程》标准编制小组在编写和征求生产应用、科研、行业主管、农技推广等多家单位及专家的意见过程中无重大意见分歧。

七、采用国内外先进标准对比

本标准是依据陕西省马铃薯生产实际情况制定，未见国内外同类标准。

八、其他应说明的事项

无

九、作为推荐或强制性标准的建议及其理由

建议将《马铃薯滴灌水肥一体化技术规程》作为推荐性地方标准发布实施。

2024年10月15日

2023年12月\*日