

中图分类号: S532 文献标识码: A 文章编号: 1672-3635(2020)03-0187-04

## 浅埋式滴灌在内蒙古自治区马铃薯种植中的应用分析

关婷<sup>1</sup>, 乌兰<sup>1</sup>, 贾立国<sup>1</sup>, 苏亚拉其其格<sup>2</sup>, 樊明寿\*, 今芝<sup>3</sup>

(1. 内蒙古农业大学农学院, 内蒙古 呼和浩特 010019; 2. 内蒙古农业大学草原与资源环境学院, 内蒙古 呼和浩特 010011;

3. 乌兰察布市土壤肥料站, 内蒙古 乌兰察布 012000)

**摘要:** 马铃薯是内蒙古自治区的优势作物, 但是近年来内蒙古自治区马铃薯产业出现了停滞不前的局面, 水资源匮乏和水分高效利用技术落后是其主要原因。分析了马铃薯生产现状和水资源及其利用现状, 然后对浅埋式滴管技术在其他作物上的效果进行了综述。在此基础上, 对浅埋式滴管技术在内蒙古自治区马铃薯上的应用进行了展望, 以期马铃薯的水分高效和安全利用提供参考。

**关键词:** 马铃薯; 浅埋式滴灌; 节水

## Analysis of Shallow Buried Drip Irrigation Applied in Potato Cultivation in Inner Mongolia Autonomous Region

GUAN Ting<sup>1</sup>, WU Lan<sup>1</sup>, JIA Ligu<sup>1</sup>, SU Yalaqiqige<sup>2</sup>, FAN Mingshou<sup>1\*</sup>, JIN Zhi<sup>3</sup>

(1. College of Agronomy, Inner Mongolia Agricultural University, Hohhot, Inner Mongolia 010019, China; 2. College of Grassland,

Resources and Environment, Inner Mongolia Agricultural University, Hohhot, Inner Mongolia 010011, China; 3. Ulanqab Soil and

Fertilizer Station, Ulanqab, Inner Mongolia 012000, China)

**Abstract:** Potato is the advantageous crop in Inner Mongolia Autonomous Region, however, the potato industry in Inner Mongolia Autonomous Region has been stagnant in recent years. Water resource deficiency and lack of high water efficiency use technology are major reasons. The recent status of potato production and water resource use technologies were analyzed, then the effects of shallow-buried drip irrigation in some other crops were reviewed. Based on these situations, the application of shallow buried drip irrigation technology in Inner Mongolia Autonomous Region potato production was prospected, which would provide a reference for the efficient and safe water use in potato production.

**Key Words:** potato; shallow-buried drip irrigation; water saving

内蒙古自治区是马铃薯北方一作区的主产区<sup>[1,2]</sup>, 其种植面积和总产量长期居于全国前列, 为中国粮食需求提供了重要的保障<sup>[3]</sup>。尤其是内蒙古自治区阴山南北麓地区, 昼夜温差大的气候与马铃薯喜阴凉

的特性十分吻合, 使马铃薯成为该地区的优势作物<sup>[4]</sup>。但近年来, 内蒙古自治区马铃薯产业的发展进程缓慢, 其种植面积及产量均出现逐渐下滑的局面, 其主要原因是水资源的短缺和马铃薯种植模式

收稿日期: 2019-11-14

基金项目: 内蒙古自然科学基金(2018BS03002, 2018MS03018)。

作者简介: 关婷(1996-), 女, 硕士研究生, 从事植物营养生理研究。

\*通信作者(Corresponding author): 樊明寿, 教授, 博士生导师, 主要从事植物营养生理教学和研究, E-mail: fmswh@126.com。

的落后<sup>[5]</sup>。资料显示<sup>[6,7]</sup>, 内蒙古自治区雨季和非雨季降水中, 雨季降水量逐年减少, 无法满足马铃薯各生育时期对水分的需求。马铃薯植株有机体中含水量为70%~90%, 块茎含水量为75%~80%, 其蒸腾系数为400~600, 即每形成1 kg干物质需要耗水400~600 kg, 每形成1 kg鲜块茎需要耗水100~150 kg, 对水分的需求较大<sup>[8]</sup>。水分亏缺不仅导致马铃薯减产、劣质, 而且严重影响到内蒙古自治区马铃薯产业的可持续发展。

## 1 马铃薯生产现状

中国马铃薯种植区主要集中在西南、西北和东北三个地区, 特别是西南地区, 马铃薯种植面积逐年扩增, 使马铃薯的生产出现由北向南转移的趋势<sup>[9,10]</sup>。中国马铃薯总播种面积2013年达到最高峰503万hm<sup>2</sup>, 2015年进入低谷479万hm<sup>2</sup>, 2016~2017年又逐渐恢复性增长。播种面积的扩张在一定程度上引起其块茎总产量的增加, 2016和2017年全国马铃薯总产分别达1 698.57万和1 769.63万t<sup>[11]</sup>, 但马铃薯单位面积产量仍远远低于发达国家<sup>[10,12]</sup>。

马铃薯是内蒙古自治区的第二大粮食作物<sup>[13]</sup>。据统计, 2013~2017年内蒙古自治区马铃薯总产量随其种植面积的减少而降低。2017年马铃薯单产出现小幅度增加, 可能与优良品种的引进、节水灌溉技术的应用有关。内蒙古自治区中西部地区光照充足、气候冷凉、昼夜温差大、土壤质地疏松, 为马铃薯的生长提供了优质的气候地理条件<sup>[14,15]</sup>。然而, 马铃薯主产区呼和浩特市、乌兰察布市、锡林郭勒盟等地区大部分处于农牧交错地带, 生态环境脆弱, 降水量逐年减少, 受干旱影响显著<sup>[4]</sup>。另外, 这些地区地下水资源储量不足, 灌溉条件差, 水分成为该地区马铃薯生产的主要限制因子<sup>[16,17]</sup>。综上, 基于有限的水资源现状, 筛选推广节水灌溉技术是内蒙古自治区马铃薯生产中的必要考虑因素。

## 2 内蒙古水资源现状

内蒙古自治区80%以上土地属于典型的干旱、半干旱地区<sup>[6,18]</sup>。据资料显示<sup>[19]</sup>, 该地区2016年水利资源总量为426.5亿m<sup>3</sup>, 地表水资源为268.51亿m<sup>3</sup>, 地下水资源为248.17亿m<sup>3</sup>; 而2017年水利资源总量减

少至309.9亿m<sup>3</sup>, 地表水资源量降至194.1亿m<sup>3</sup>, 地下水资源量降至207.3亿m<sup>3</sup>。由于存在水量重复计算部分, 地表水资源量与地下水资源量之和并不等于水资源总量。这些数据说明了内蒙古自治区水资源量正在逐年下降, 严峻的水资源环境必将阻碍内蒙古自治区马铃薯产业的发展。

另外, 内蒙古自治区水资源分布不均匀, 在时间和空间上均有表现<sup>[20,21]</sup>。该地区年均降水量为216~431 mm<sup>[6,7]</sup>。时间上, 降水月主要集中在7~8月, 在两季降水量中, 东部、中部和西部的雨季降水量逐年递减, 对全年降水量减少的影响最大。空间上, 内蒙古自治区降水区域差异较大, 降水量分布趋势由南向北, 由东向西逐渐减少; 全区一半以上的降水量集中在东部区, 年降水量从东部500 mm降至西部37 mm左右, 从而东部区的水资源总量占全区90%, 而西部区只占10%。胡琦等<sup>[4]</sup>的研究表明, 内蒙古自治区马铃薯生育期降水量为25~240 mm, 蒸散量为300~700 mm, 马铃薯灌溉需水量由东到西不断增加, 而且区域间的差异很大, 因此如何在马铃薯生产中实现水分高效利用尤为重要。

## 3 马铃薯生产中的几种灌溉模式

随着当下马铃薯产业的发展, 其灌溉模式也从传统灌溉模式转向高效节水灌溉模式。传统灌溉模式主要指漫灌, 而高效节水灌溉模式包括喷灌、膜下滴灌、高垄滴灌。

漫灌是灌水时任其顺着沟、畦、地面漫流, 是一种粗放的灌水方式。无法精量控制供水, 只能凭借经验漫灌, 不仅严重浪费水资源, 而且对作物的生长、产量的形成均产生一定的副作用, 土壤板结现象严重<sup>[22]</sup>, 现已逐渐被农户淘汰。

喷灌是利用喷头以及其他专用设备将有压水喷洒到空中, 形成水滴落到地面和作物表面的灌溉方式。其具有一定程度的节水功能, 但需要形成喷灌圈, 应用过程较复杂, 而且喷灌设备需要巨额投资, 不适合在中国大多数地区普遍开展应用。

膜下滴灌是将滴管技术与覆膜栽培技术有机结合的灌溉模式。滴管技术是利用管道、滴水设施将作物所需要的水分和肥料输送到作物的根部<sup>[22]</sup>。首先滴管技术可以精准灌水, 避免水分过度浪费。其

次减少土壤板结现象, 改善土壤理化性质<sup>[23,24]</sup>。地膜在一定程度上可以减少水分蒸发, 抑制膜内杂草丛生, 改善土壤物理性状和微生物的活动<sup>[25-27]</sup>。覆膜虽然在作物生长前期进行增墒保温, 但在作物生长后期会抑制其根系生长, 对地下水、生态环境造成严重污染<sup>[28]</sup>。

高垄滴灌起高垄 25 cm 左右, 中耕时将滴灌带埋于垄内<sup>[29]</sup>。其是由高垄覆膜滴管技术演变而来的。此灌溉模式的优势在于减少地膜的使用, 对环境相对友好, 且具有一定节水效果; 但在增温保墒方面较膜下滴灌差, 无法有效阻止水分蒸发。

目前, 膜下滴灌和高垄滴灌在内蒙古自治区乃至全国马铃薯种植区域被广泛应用, 但与马铃薯产业快速发展均不相匹配, 均存在各自的缺陷。在灌溉技术上创新, 选用适合地区特点的节水灌溉技术是今后农业研究热点话题。

#### 4 浅埋式滴灌及其研究进展

浅埋式滴灌是地下滴管技术的一种。其是使用管道系统输水, 通过埋在地下毛管上的灌水器将灌溉用水释放到根区土壤, 供作物充分吸收利用水分的一种灌溉方式<sup>[30,31]</sup>。地下滴管技术较地面滴管和覆膜滴灌技术而言, 更加经济实用、环保、节水效果显著。地面滴管将管道铺设于土地表面, 水分通过管道蒸发到大气; 而浅埋式滴灌减少了水分蒸发, 同时改善了作物根区的土壤条件, 将作物所需水分快速输送至根部; 由于管道浅埋于地表, 避免了管道曝晒, 防止管道老化, 延长了管道的使用寿命。浅埋式滴灌较覆膜滴灌最显著的优点是操作简便, 并减少地膜的危害。普通地膜的主要成分是聚乙烯, 具有分解难、降解周期长等缺陷, 故随着其投入时间和投入量的不断增加, 地膜在土壤中的残留不断积累, 进而直接引起土壤养分降低、土壤理化性质的改变和土壤次生盐渍化的加强, 影响作物生长发育与产量, 最终造成恶劣的环境污染<sup>[28,32]</sup>。黄少辉等<sup>[33]</sup>的研究发现, 土壤中的地膜残留对马铃薯地上部和地下部干鲜重、植株生长发育、块茎产量形成的影响显著; 残膜会阻碍马铃薯根系的发生与生长, 进而抑制其对水分和养分的吸收利用。目前, 浅埋式滴管技术已在北疆牧区使用, 并且成效显

著。王春霞<sup>[34]</sup>通过调查发现, 浅埋式滴灌示范区的紫花苜蓿根系明显变长, 产量大幅提高。毛管理深 10 cm 时的苜蓿根系湿润灌溉效果等同于埋深 20 cm 的传统埋式滴灌, 由此, 将其定为优化的毛管理深值<sup>[35]</sup>。地表、膜下、浅埋 3 种滴管模式中, 浅埋式滴灌能有效降低滴灌带附近的温度, 水分利用效率和玉米产量显著高于地表滴灌<sup>[31,36]</sup>。大田试验中也已验证<sup>[37]</sup>, 玉米宽窄行浅埋式滴灌技术可适量向玉米根区输送水分和肥料, 减少水分蒸发, 改善玉米生长的微气候环境, 为玉米提供良好的通风透光条件, 进而增产。梅园雪等<sup>[38]</sup>在通辽玉米种植研究中发现, 浅埋滴灌种植模式与其他模式相比较, 从保苗效果、籽粒产量、平均产量及前期投入等方面表现良好。刘慧军等<sup>[39]</sup>研究了内蒙古自治区翁牛特旗大豆无膜浅埋滴灌技术发现, 浅埋滴灌可以节水省肥。

#### 5 浅埋式滴灌在马铃薯种植中的应用前景

如前文所述, 内蒙古自治区中西部地处干旱、半干旱地区, 常年少雨, 年平均降水量为 150~220 mm, 年蒸发量为 3 000 mm。由于水分胁迫引起马铃薯块茎产量低、效益差, 因此灌溉马铃薯的面积呈逐渐增加趋势。陈玉珍等<sup>[15]</sup>提出不同于雨养马铃薯的对策, 即灌溉马铃薯。灌溉马铃薯主要通过“3R”策略 (Right mode, Right timing 和 Right rate), 基于正确的灌溉模式, 正确的灌溉时间, 正确的灌溉量进行有效的水管理, 而浅埋式滴灌技术就能有效实现对灌溉量和灌溉时间的控制, 促进马铃薯对水分的高效利用。除此之外, 浅埋式滴灌在玉米、大豆和牧草种植中取得了一定的成果, 逐渐被认可接受。

综上, 浅埋式滴管技术在内蒙古自治区马铃薯生产中的应用前景巨大, 对水资源的高效利用和绿色环保方面具有极大潜力, 无疑是干旱、半干旱区农业节水灌溉技术的发展方向。

#### [ 参 考 文 献 ]

- [1] 陈华宁. 中国马铃薯产业发展现状及对策 [J]. 世界农业, 2008 (8): 13-15.
- [2] 杨帅, 闵凡祥, 高云飞, 等. 新世纪中国马铃薯产业发展现状及存在问题 [J]. 中国马铃薯, 2014, 28(5): 311-316.

- [3] 罗善军, 何英彬, 罗其友, 等. 中国马铃薯生产区域比较优势及其影响因素分析 [J]. 中国农业资源与区划, 2018, 39(5): 137-144.
- [4] 胡琦, 潘学标, 邵长秀, 等. 内蒙古降水量分布及其对马铃薯灌溉需水量的影响 [J]. 中国农业气象学, 2013, 34(4): 419-424.
- [5] 岳晓甜, 曲峻岭, 郭燕枝, 等. 中国马铃薯产业现状、影响因素及对策初探 [J]. 农业与展望, 2016, 12(11): 55-58.
- [6] 马梓策, 于红博, 张巧凤, 等. 内蒙古地区1960—2016年气温和降水特征及突变 [J]. 水土保持研究, 2019, 26(3): 114-121.
- [7] 吴英杰, 李玮, 王文君, 等. 基于降水量距平百分率的内蒙古地区干旱特征 [J]. 干旱区研究, 2019, 36(4): 943-952.
- [8] 门福义, 陈尚达. 马铃薯对水分的要求 [J]. 宁夏农林科技, 1986(2): 50-51.
- [9] 罗其友, 刘洋, 高明杰. 我国马铃薯生产区域格局变化分析 [C]// 陈伊里, 屈冬玉. 马铃薯产业与粮食安全. 哈尔滨: 哈尔滨工程大学出版社, 2009: 207-212.
- [10] 关佳晨, 蔡海龙. 我国马铃薯生产格局变化特征及原因分析 [J]. 中国农业资源与区划, 2019, 40(3): 92-100.
- [11] 国家统计局. 国家统计局年鉴2018 [M]. 北京: 中国统计出版社, 2018.
- [12] 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.
- [13] 李文娟, 秦军红, 谢开云, 等. 从世界马铃薯的发展看中国马铃薯 [J]. 农业工程技术, 2015(23): 16-19.
- [14] 石晓华, 杨海鹰, 樊明寿. 非充分灌溉在内蒙古马铃薯生产中的应用前景 [J]. 节水灌溉, 2014(9): 73-76.
- [15] 陈玉珍, 温淑慧, 王永明, 等. 内蒙古马铃薯生产体系中水分管理的问题及对策 [J]. 节水灌溉, 2016(4): 90-93, 97.
- [16] 金萌, 魏红, 杨云波, 等. 阴山北麓干旱地区水分对马铃薯产量及养分吸收的影响 [J]. 作物杂志, 2017(3): 85-90.
- [17] 金林雪, 李云鹏, 李丹, 等. 气候变化背景下内蒙古马铃薯关键生长气候适宜性分析 [J]. 中国农业生态学报, 2018, 26(1): 38-48.
- [18] Jia L, Qin Y, Chen Y, *et al.* Fertigation improves potato production in Inner Mongolia (China) [J]. *Journal of Crop Improvement*, 2018, 32(5): 648-656.
- [19] 内蒙古自治区统计局. 内蒙古统计年鉴2017 [M]. 北京: 中国统计出版社, 2017.
- [20] 杨贵羽, 王浩, 李烁阳, 等. 内蒙古水资源形势及开发利用对策 [J]. 中国水利, 2017(23): 32-35.
- [21] 尹默雪, 赵先贵. 基于水足迹理论的内蒙古1990~2016年水资源评价 [J]. 干旱区资源与环境, 2018, 32(6): 120-125.
- [22] 李强, 雷俊, 张婷. 不同灌溉技术对农作物的影响探究 [J]. 农业技术与装备, 2019(2): 14-15.
- [23] 秦永林, 井涛, 康文钦, 等. 阴山北麓马铃薯在不同灌溉模式下的水肥效率 [J]. 中国生态农业学报, 2013, 21(4): 426-431.
- [24] 贾瑞琪. 不同灌溉方式枣树林地节水效率及土壤水分下渗模型的研究 [D]. 合肥: 安徽农业大学, 2013.
- [25] 樊吴静, 罗兴录, 单忠英. 灌溉定额对膜下滴灌木薯产量及土壤理化性状的影响 [J]. 中国农学通报, 2019, 35(28): 25-31.
- [26] 井涛, 秦永林, 樊明寿, 等. 高垄覆膜滴灌下水氮互作对马铃薯水分利用特性的影响 [J]. 内蒙古农业大学学报: 自然科学版, 2012, 33(z1): 41-45.
- [27] 江燕, 史春余, 王振振, 等. 地膜覆盖对耕层土壤温度水分和甘薯产量的影响 [J]. 中国生态农业学报, 2014, 22(6): 627-634.
- [28] 冯欢, 何文清, 张风华, 等. 生物降解地膜性能及对棉花产量的影响评价研究 [J]. 生态环境学报, 2019, 28(3): 580-586.
- [29] 金丽萍, 张雄, 孙国梁. 北方马铃薯高垄膜下滴灌高产栽培技术 [J]. 内蒙古农业科技, 2011(4): 102, 129.
- [30] 郑梅锋. 干旱地区苏丹草浅埋式滴灌技术 [J]. 吉林农业, 2016(5): 112.
- [31] 李雪, 尹光华, 马宁宁, 等. 浅埋滴灌水氮运筹对春玉米产量及水分利用效率的影响 [J]. 干旱地区农业研究, 2019, 37(2): 172-178.
- [32] 赵岩, 陈学庚, 温浩军, 等. 农田残膜污染治理技术研究现状与展望 [J]. 农业机械学报, 2017, 48(6): 1-14.
- [33] 黄少辉, 李俊良, 王继芳, 等. 残留地膜对马铃薯生长及产量的影响 [J]. 中国马铃薯, 2019, 33(1): 28-33.
- [34] 王春霞. 浅埋式滴灌技术在新疆阿苇灌区的应用探讨 [J]. 水资源开发与管理, 2017(1): 61-63, 72.
- [35] 潘小保, 缴锡云, 郭维华, 等. 浅埋式滴灌毛管埋深对苜蓿生长的影响 [J]. 干旱地区农业研究, 2018, 36(4): 152-157.
- [36] 王建东, 张彦群, 龚时宏, 等. 覆膜浅埋滴灌技术模式田间应用试验研究 [J]. 灌溉排水学报, 2015, 34(11): 1-5.
- [37] 黄斌, 张朋飞, 周飞星, 等. 毛乌素腹地玉米宽窄行浅埋式滴灌高产栽培技术 [J]. 宁夏农林科技, 2018, 59(10): 18-19.
- [38] 梅园雪, 冯玉涛, 冯天骄, 等. 玉米浅埋滴灌节水种植模式产量与效益分析 [J]. 玉米科学, 2018, 26(1): 98-102.
- [39] 刘慧军, 王桂杰, 李海东, 等. 大豆无膜浅埋滴灌栽培技术 [J]. 中国农技推广, 2019, 35(8): 45-46.