

中图分类号: S532 文献标识码: A 文章编号: 1672-3635(2009)03-0148-04

马铃薯膜下滴灌节水及生产效率的初步研究

王玉明¹, 张子义², 樊明寿²

(1. 内蒙古达茂旗农业技术推广站, 内蒙古 达茂旗 014500; 2. 内蒙古农业大学农学院, 内蒙古 呼和浩特 010019)

摘要: 为了探索膜下滴灌在马铃薯生产中应用的可行性, 于内蒙古达茂旗进行了膜下滴灌试验。结果表明: 膜下滴灌比露地滴灌平均增产 26%, 水分利用效率提高 28.5%, 灌水的平均生产效率提高 26%, 因此, 膜下滴灌应该成为内蒙古西部地区马铃薯生产中有效的增产节水措施。一带双行滴灌模式下马铃薯平均产量显著高于一带一行处理, 这种滴灌模式不仅节约管道设备, 而且进一步提高了水分利用效率和灌水生产效率, 值得在生产中广泛推广。尽管露地滴灌条件下马铃薯产量与滴灌带的密度有关, 一带一行灌溉方式下产量高于一带双行, 但总体而言, 露地滴灌在水分利用效率上显著低于膜下滴灌, 因此在水分不足的内蒙古西部马铃薯产区, 不建议广泛推广露地滴灌。

关键词: 马铃薯; 覆膜; 露地; 滴灌

我国人均水资源只有世界的 1/4, 其中北方是我国水资源最紧缺的地区, 同时又是我国粮、棉的集中产区, 耕地占全国总量的 45%, 而多年平均水资源总量只占全国的 20%, 每 667 m² 耕地占有量只相当于全国平均数的 36%。统计数据表明, 农业灌溉是我国的用水大户, 约占 70%^[1]。因此, 发展节水灌溉农业是缓解我国特别是北方地区水资源供需矛盾的主要途径之一, 也是农业可持续发展的要求, 而且正在成为全社会的共识。马铃薯是内蒙古的重要经济作物, 然而主产区不仅年降水量少, 而且可利用的水资源缺乏, 属于典型干旱、半干旱农业区。随着马铃薯产业化发展、马铃薯种植效益的提高, 井灌面积逐年增加。虽然马铃薯单产由于灌溉量的增加而增加, 但地下水位在明显下降, 水资源的耗竭日趋严重。因此, 马铃薯节水灌溉技术的研究与推广刻不容缓。

地膜覆盖是 1976 年从日本引进的一项作物栽培技术, 我国已用于蔬菜、棉花、瓜类、烟草、甜

菜等 80 多种作物, 其保温、保水、增产效果已经得到了普遍证实。地膜覆盖栽培技术在马铃薯上发展也很迅速, 取得了明显的增产效果^[2]。然而, 仅地膜覆盖技术还不能充分发挥马铃薯的增产潜力, 而且增产效应受降水量影响较大^[1, 3], 因此, 补充灌溉仍然是必要的。

众所周知, 传统的渠灌存在严重的水分浪费问题, 在水资源短缺的马铃薯产区显然不宜实行。20 世纪 70 年代中期, 我国从墨西哥引进了现代滴灌技术, 经过多年的消化吸收以及试验研究, 已经在果树、蔬菜、花卉、棉花等作物生产体系中推广应用, 取得了很好的节水效果^[1, 3]。一些研究小组在西北地区开始了滴灌条件下马铃薯耗水规律及需水量、水肥配合的研究^[4-6]。近年来, 把地膜覆盖和滴灌两项技术结合在一起的膜下滴灌已被证明是有效的增产和节水技术, 而且在棉花等作物上得到了应用^[1, 7], 然而在马铃薯生产中尚未进行节水和生产效率等方面的深入研究。由于马铃薯不同于棉花等作物, 块茎生长要求相对低温和通气良好等环境, 因此不能简单将在棉花、小麦上的试验结果直接搬到马铃薯应用。因此有必要系统研究膜下滴灌马铃薯的生长发育、产量形成规律以及水分利用效率, 进而为马铃薯生产中推广膜下滴灌技术提供依据。

达茂旗气候为温带干旱半干旱类型, 平均年降

收稿日期: 2009-03-09

基金项目: 十一科技支撑课题“西北干旱区高效施肥关键技术与示范”(2008BADA4B09); 农业部公益性行业计划(200803030)。

作者简介: 王玉明(1964-) 男, 高级农艺师, 主要从事旱作节水、土壤肥料及技术推广工作。

* 通讯作者: E-mail: fmswh@yahoo.com.cn

水量 247 mm, 蒸发量 2 752 mm, 无霜期 105 d, $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 的有效积温 2 205 $^{\circ}\text{C}$, 是内蒙古重要的马铃薯产区^[8]。由于降水较少, 因此该地成为理想的膜下滴灌试验区。

本项研究的具体目的即在于通过在达茂旗的试验, 探讨马铃薯膜下滴灌的节水效率, 并摸索适宜膜下滴灌的配套栽培技术措施, 以期马铃薯生产实践提供较为准确的指导。

1 材料与方法

1.1 试验地概况

试验于 2008 年在内蒙古达茂旗乌克镇乌克新村进行。试验地土壤类型为栗钙土, 质地为沙壤土, 耕层土壤有机质为 17.2 g·kg⁻¹, 全氮 1.23 g·kg⁻¹, 有效磷 8.7 mg·kg⁻¹, 速效钾 119.4 mg·kg⁻¹, pH 值 8.3, 0~20 cm 土壤容重 1.44 g·cm⁻³, 20~40 cm 土壤容重 1.15 g·cm⁻³。

1.2 试验材料

供试的马铃薯品种为脱毒克新 1 号生产种, 种薯来自内蒙古正丰马铃薯种业股份有限公司。

1.3 试验处理及田间布置

试验设 2 因素 2 水平, 形成如表 1 所示的 4 个处理组合。

表 1 试验处理设置

处理	露地	覆膜
一带一行	露地+一带一行	覆膜+一带一行
一带双行	露地+一带双行	覆膜+一带双行

试验小区面积 45 m², 重复 3 次。试验于 2008 年 5 月 14 日播种, 一带一行覆膜行距 80 cm, 株距 25 cm, 采用 75 cm 膜。一带双行覆膜采用 100 cm 膜, 大行距 120 cm, 小行距 40 cm, 株距 25 cm。无膜处理株行距与相应的覆膜处理相同。4 个处理每 667 m² 种植密度均为 4 100 株。试验采用起垄栽培, 垄高 20 cm, 播种后开始布管、覆膜。待出苗后进行人工放苗。每一处理每 667 m² 施复合肥(22-12-11)30 kg, 施肥时化肥与种子分隔, 结合播种 1 次深施, 尿素用作追肥, 每一处理每 667 m² 施 10 kg, 分别在马铃薯块茎形成和块茎膨大期分 2 次追施, 每次将所追施的尿素溶于肥料罐中, 采用压差法追施。9 月 27 日收获。

1.4 测定内容及方法

1.4.1 生育期间降雨量

雨量器法。

1.4.2 田间腾发量的估算方法

试验中马铃薯腾发量采用田间水量平衡法:

$$ET_c = I + P \pm \Delta S - R - D \quad (1)$$

式中: ET_c 为作物腾发量, I 为灌水量; P 为降水量, R 为地表径流量, D 为深层渗漏量。深层渗漏量用定位通量法计算, 通量面深度为 80 cm。 ΔS 为土体贮水量变化, $\Delta S =$ 收获后土壤含水量-播前土壤含水量。土壤含水量采用烘干法测定, 马铃薯播前和收获后均取 0~40 cm 的土壤样品。

在本试验中, 由于没有地表径流, 而且设计的单次灌溉量不足以形成渗漏, 因此公式中的 D 和 R 忽略不记。

1.4.3 产量测定

3 次重复全部收获, 测定马铃薯产量、单株结薯个数(个)、单株大薯率(大于 150 g)。

1.4.4 灌溉水生产效率

产量/灌溉水量。

1.4.5 水分利用效率

产量/腾发量。

1.4.6 统计分析

方差分析采用 Excel 进行。

2 结果与分析

2.1 不同处理对马铃薯块茎产量和数量的比较

覆膜条件下, 马铃薯平均单株结薯 4.2 个, 高于露地处理的平均结薯数(3.6 个·株⁻¹), 统计测验显著。覆膜马铃薯的平均 667 m² 产量为 2469 kg, 显著高于露地处理(1 960 kg), 而大于 150 g 的大薯比例在覆膜与露地间没有显著差异(表 2)。

表 2 马铃薯露地及膜下滴灌产量和结薯数量比较

处理		单株结薯数 (个·株 ⁻¹)	>150g 大薯率 (%)	667 m ² 产 量 (kg)
覆膜	一带一行	3.90a	72.6b	2 373.45b
	一带双行	4.50a	77.8a	2 564.57a
露地	一带一行	4.25a	77.5a	2 166.78c
	一带双行	3.00b	77.5a	1 753.42d

注: 表中数字为 3 个重复的平均值, 后面具有相同英文字母, 表示其所对应的处理差异不显著($\alpha = 0.05$)。

在露地条件下, 采用一带一行的滴灌方式, 马铃薯块茎的单株结薯数量大于一带双行处理, 最终的单产量也表现为一带一行大于一带双行, 而一带一行灌溉模式下大于 150 g 的大薯与比例与一带双行无显著差异(表 2)。

覆膜条件下, 一带一行灌溉的马铃薯单株结薯数与一带双行处理无显著差异, 但大薯比例低于一带双行, 最终单产为一带双行处理显著高于一带一行。

比较 4 个处理组合的产量, 可以看出一带双行覆膜马铃薯的产量最高, 其次是一带一行覆膜处理, 而一带双行露地处理的产量最低。

2.2 不同处理水分利用状况的比较

2008 年试验区马铃薯生长期(5 月 14~9 月 27 日)总降雨量为 272.7 mm, 逐月测定结果见表 3。

表 3 马铃薯生育期降水情况

月份	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	合计
降水量(mm)	8.1	75.9	85	69	34.7	272.7
降水天数(d)	3	12	5	10	3	33

根据降雨量、灌溉量以及马铃薯播种和收获时土壤含水量可以计算出不同处理组合下田间蒸腾蒸发量如表 4。

表 4 不同处理条件下马铃薯田间蒸腾蒸发量

	处理	灌水量(mm)	土壤蓄变量(mm)	田间蒸腾蒸发量(mm)	667 m ² 水分利用率(kg·mm ⁻¹)	667 m ² 灌溉水生产效率(kg·mm ⁻¹)
覆膜	一带一行	202	10.11 b	464.59 b	5.11 b	11.75 b
	一带双行	202	18.02 a	456.68 c	5.62 a	12.70 a
露地	一带一行	202	5.55 c	469.00 a	4.62 c	10.73 c
	一带双行	202	5.04 c	469.70 a	3.73 d	8.68 d

从表 4 可看出, 露地栽培条件下马铃薯田间水分的蒸腾蒸发量远大于覆膜处理。平均而言, 在覆膜与露地两种栽培模式下, 一带一行与一带双行灌溉措施没有引起田间蒸腾蒸发量的显著差异。覆膜马铃薯的水分利用效率显著高于露地, 而且膜下一带双行的滴灌模式效率最高, 而露地情况下一带双行的滴灌模式效率最低。灌溉水的生产效率与之相似, 膜下一带双行滴灌模式下单位灌溉水量的马铃薯块茎产量最高, 露地情况下一带双行滴灌的生产效率最低。

3 讨 论

膜下滴灌的增产节水效应已在园艺作物和其他经济作物上得到证实^[9], 无需讨论, 本文的结果表明, 膜下滴灌也是内蒙古西部地区马铃薯的增产节水措施。膜下滴灌马铃薯平均单产比露地滴灌高 26%(表 2), 而且覆膜比露地平均水分利用效率提高 28.5%, 灌水的平均生产效率提高 26%。在同样的一带双行灌溉模式下, 膜下滴灌比露地滴灌的水分利用效率高 50% 以上, 灌溉水的生产效率高

46%(表 4)。尽管马铃薯块茎发育需要相对较低的土壤温度和良好的通气状况, 地膜覆盖似乎不利形成这样一个条件, 但本试验的结果充分说明, 在干旱地区, 无论地膜覆盖有何负效应, 其提高水分利用效率和马铃薯块茎产量的正效应是显著的。因此, 膜下滴灌的栽培模式值得在马铃薯生产中广泛推广。

在覆膜条件下, 一带双行滴灌模式马铃薯平均产量显著高于一带一行处理的结果, 一带双行的滴灌模式不仅节约了管道设备投资, 而且进一步提高了水分利用效率和灌水生产效率。

根据资料, 西北地区马铃薯整个生育期的耗水量约 370 mm^[10]。2008 年度试验区马铃薯生长期降水总量 272.7 mm(表 3), 加上灌水共 474.7 mm。这意味着马铃薯生育期内的水分需求得到了满足。然而膜下滴灌比露地滴灌平均增产 26% 的结果说明, 在内蒙古达茂旗马铃薯的耗水量可能超过 474 mm。虽然马铃薯的耗水量与种植密度、产量水平等有关, 但特定自然气候条件下马铃薯的耗水量值得进一步研究, 这将为区域马铃薯规划提

供依据。

在露地滴灌条件下, 一带一行滴灌马铃薯的平均产量比一带双行处理高 23.6%, 说明在露地蒸发量相对较大的情况下, 一带一行的滴灌模式是水分利用效率和灌水生产效率较高的措施。但是由于露地滴灌的节水效率远低于膜下滴灌, 因此从节水以及增产效果考虑, 这种栽培模式不值得优先推广。另外, 2008 年是当地的丰水年, 仅 5~9 月就降水 272.7 mm, 而常年整个年度的降水总量平均只有 247 mm, 蒸发量却 2 752 mm, 因此, 倘在欠水年, 露地滴灌的产量与膜下滴灌的产量差距将更大。尽管露地滴灌有利于创造通气良好和土温较低的块茎生长环境, 但本文的研究结果表明, 在水分缺乏的内蒙古马铃薯主产区, 提高水分利用效率显得更为重要。

[参 考 文 献]

- [1] 李久生, 张建君, 薛克宗. 灌溉施肥灌溉原理与应用[M]. 北京: 中国农业科技出版社, 2003.
- [2] 君存宝, 吕英, 郜彦如, 等. 覆膜马铃薯栽培技术是发展旱作节水、节肥的有效增产措施[J]. 内蒙古农业科技, 2004(专辑), 135-136
- [3] 李守谦, 马忠明, 兰念军. 中国节水农业研究的现状与发展[M]//李守谦. 干旱地区农作物需水量及节水灌溉研究. 兰州: 甘肃科学技术出版社, 1992.
- [4] 王凤新, 康跃虎, 刘士平. 滴灌条件下马铃薯耗水规律及需水量的研究[J]. 干旱地区农业研究, 2005, 23(1): 9-16.
- [5] 王凤新, 康跃虎. 用负压计拟定滴灌马铃薯灌溉计划的方法研究[J]. 干旱地区农业研究, 2005, 23(3): 58-65.
- [6] 周娜娜, 张学军, 秦亚兵, 等. 不同滴灌量和施氮量对马铃薯产量和品质的影响[J]. 土壤肥料, 2004(6): 11-16.
- [7] 侯振安, 李品芳, 吕新. 不同滴灌施肥方式下棉花根区的水、盐和氮素分布[J]. 中国农业科学, 2007, 40(3): 549-557.
- [8] 那音太, 韩海宝. 内蒙古自治区达尔罕茂明安联合旗农牧业资源区划[M]. 呼和浩特: 内蒙古人民出版社, 1999.
- [9] 夏敬源, 彭世琪. 中国灌溉施肥技术的发展与展望[M]//夏敬源, 张福锁. 国内外灌溉施肥技术研究与进展. 北京: 中国农业出版社, 2000: 318-321.
- [10] 赵聚宝, 徐祝龄, 钟兆站, 等. 中国北方旱地农田水分平衡[M]. 北京: 中国农业出版社, 2000.

Water Use Efficiency and Water Production Efficiency of Potato (*Solanum tuberosum* L.) with under-mulch Drip Irrigation

Wang Yuming¹, Zhang Ziyi², Fan Mingshou²

(1. Agricultural Technology Center of Damaoqi, Damaoqi, Inner Mongolia 014500, China;

2. College of Agronomy, Inner Mongolia Agricultural University, Huhhot, Inner Mongolia 010019, China)

Abstract: In order to know the possibility of the application of drip irrigation under mulch in potato production in dry land area of Inner Mongolia where potato is main crop, field experiment about effects of drip irrigation under mulch on potato tuber yield and water use efficiency was conducted in Damaoqi, Inner Mongolia. The results showed that under drip irrigation with mulch cover, potato tuber yield was averagely increased by 26% compared with drip irrigation without mulch cover, and water use efficiency and production efficiency of irrigation were increased by 25.8% and 26% respectively, therefore drip irrigation with mulch cover is an extension deserving technology for increasing potato tuber yield and water use efficiency. The results also showed that two rows of potato with one irrigation strap got more efficient water use rate and greater yield than one row of potato with one irrigation strap. Due to its lower water use efficiency and lower yield under drip irrigation without mulch cover, it is not suggested that drip irrigation without mulch cover should be extended extensively in potato production in the western area of Inner Mongolia.

Key Words: potato (*Solanum tuberosum* L.); mulch cover; bare land; drip irrigation