

中图分类号: S532 文献标识码: B 文章编号: 1672-3635(2016)04-0204-06

栽培生理

注水补灌对砂田马铃薯产量及效益的影响

顾淑琴¹, 沈宝云^{2*}, 张好新³, 王进明¹

(1. 靖远县农业技术推广中心, 甘肃 靖远 730699; 2. 甘肃条山集团农林科学研究所, 甘肃 景泰 730400;

3. 景泰县农业技术推广中心, 甘肃 景泰 730400)

摘要: 春夏季连旱是严重制约靖远县旱作区马铃薯高产稳产的关键因素, 为了探索利用田间地头的集雨水窖, 用少量的水保障砂田马铃薯的生长, 最大限度地提高水资源利用率, 达到旱作区砂田马铃薯高产稳产的目的, 引进注水补灌技术, 利用地头的集雨水窖开展注水补灌次数对砂田马铃薯的增产效果试验。结果表明, 马铃薯注水3次产量最高, 达30 870 kg/hm², 增产率49.89%, 注水2次增产率33.50%, 注水1次增产率23.89%; 马铃薯注水3次单株鲜薯重、单株鲜薯重、单株商品薯重等经济性状明显改善, 马铃薯单株商品薯重注水3次最高为0.59 kg, 注水2次为0.53 kg, 注水1次为0.49 kg, 不注水的为0.34 kg。商品薯率、经济效益随着注水补灌次数的增加而增加。注水补灌是砂田马铃薯抗旱增产的有效途径。

关键词: 注水补灌; 次数; 旱作区; 砂田马铃薯; 产量; 经济效益

Effects of Supplemental Irrigation on Potato Yield and Benefit in Sand Field

GU Shuqin¹, SHEN Baoyun^{2*}, ZHANG Haoxin³, WANG Jinming¹

(1. Jingyuan Agricultural Technology Extension Center, Jingyuan, Gansu 730699, China;

2. Gansu Tiaoshan Agriculture and Forestry Research Institute, Jingtai, Gansu 730400, China;

3. Jingtai Agricultural Technology Extension Center, Jingtai, Gansu 730400, China)

Abstract: Spring and summer drought is a key factor restricting stable and high yield of potato in Jingyuan arid area. In order to make use of the field water cellars, to maximize the utilization of water resources, improve sand field potato production, and achieve the stable and high yield, supplemental irrigation technology was introduced, and field experiments were carried out on sand field potato. The results showed that the highest yield of potato reached 30 870 kg/ha when potato plant was irrigated three times during the growing season, and the yield increased by 49.89%, 33.50% and 23.89%, respectively, when supplemental irrigation was made three times, two times and one time compared with the control (no supplemental irrigation). Economic characters such as the quantity and weight of fresh and marketable tuber per plant were also improved significantly with irrigation three times. The weight of marketable tuber per plant was 0.59, 0.53, 0.49, and 0.34 kg, respectively, when the irrigation times were 3, 2, 1 and 0. Marketable tuber percentage and economic benefit were increased with increase in irrigation times. This experiment suggests that supplemental irrigation is an effective way to increase production of sand field potato.

Key Words: supplemental irrigation; time; arid area; sand field potato; yield; economic benefit

收稿日期: 2016-05-10

基金项目: 甘肃省科技重大专项专用型马铃薯品种选育与转化应用(143NKDJ022)。

作者简介: 顾淑琴(1965-), 女, 高级农艺师, 主要从事栽培技术与示范推广。

*通信作者(Corresponding author): 沈宝云, 高级农艺师, 主要从事马铃薯水肥一体化研究及示范推广, E-mail: 821897014@qq.com。

靖远县旱作区位于甘肃中部干旱区, 马铃薯是当地主要的粮食作物和经济作物, 在农业生产中具有不可替代的地位, 春夏季连旱严重制约马铃薯的生产。靖远县年平均降雨量 165 mm, 小麦、玉米和马铃薯等作物因春旱常常无法下种和出苗, 导致颗粒无收。几百年来, 当地农民群众总结出, 土地只有铺砂压砂形成砂田, 通过砂田的蓄水保墒种植马铃薯、小麦、瓜类和豆类等作物, 土地才能获得效益^[1-4]。近年来受气候条件的影响, 往往是春夏连旱, 4~6月降水仅占全年总降水量的10%~20%, 这与农作物需水关键期严重错位, 导致春播、夏播均受干旱影响严重, 产量低而不稳, 旱作区的粮食安全面临严峻挑战。春夏季出现的“卡脖子”旱, 仍然是制约马铃薯高产稳产的关键因素。注水补灌技术是将运到地边的水利用农用注水补灌机, 通过手动或电动增压泵加压后由输水管和注水枪直接注入地表下的作物根部^[5,6], 用少量的水保障农作物的成活率, 最大限度地提高水资源利用率, 提高作物产量, 解决了干旱缺水季节农作物补水保丰产的难题。该技术与设备同集雨窖贮水利用和地膜覆盖相组合, 抗旱节水效果更为显著^[7-11]。为了探索利用田间地头的集雨水窖, 用少量的水保障砂田马铃薯的生长, 最大限度地提高水资源利用率, 达到旱作区砂田马铃薯高产稳产的目的, 于2013~2014年在甘肃省靖远县若笠乡曹岷村利用地头的集雨水窖开展砂田马铃薯注水补灌次数增产效果试验。试验研究证明, 干旱山区种植马铃薯应用抗旱注水补灌技术, 能很好地提高抗旱效率, 减轻抗旱劳动强度, 降低抗旱成本, 是抗旱减灾的一项好措施, 值得在本地区及同类地区推广应用。

1 材料与方法

1.1 试验地概况

试验设在靖远县若笠乡曹岷村, 海拔2 090 m, 位于N 36°23.338', E 104°37.384'。年平均气温8.6℃, 年降雨量164 mm, 平均蒸发量1 730 mm, 为降雨量的10.55倍, 年日照时数2 700 h, 无霜期157 d; 光照充足, 温差大, 干旱少雨。土地类型属山塬旱地, 是典型的雨养农业区, 土层深厚, 有机质9.3 g/kg, 全氮6.5 g/kg, 全磷4.5 g/kg, 碱解氮

49.0 mg/kg, 速效磷15.8 mg/kg, 速效钾150 mg/kg, 肥力中等。

1.2 试验材料

供试马铃薯品种为‘陇薯3号’, 注水补灌设备采用甘肃三力现代农业有限公司生产的农用注灌器。

1.3 试验设计与方法

在砂田马铃薯上进行注水补灌注水次数试验。试验设计根据马铃薯生长需水关键时期和当地的蓄水条件确定, 采用单因素随机区组设计, 共设4个处理。T1: 砂田不注水(CK), T2: 砂田注水1次(7月10日现蕾中期), T3: 砂田注水2次(7月10日现蕾中期第1次、7月26日开花期第2次), T4: 砂田注水3次(6月15日苗期第1次、7月10日现蕾中期第2次、7月26日开花期第3次), 3次重复, 小区面积28.8 m²(4.8 m × 6 m), 每株马铃薯注水0.5 kg/次。

试验在砂田马铃薯上实施, 种植带幅120 cm(宽行80 cm, 窄行40 cm), 株距30~33 cm, 保苗49 500株/hm²。每次注水24.75 m³/hm²。4月25日利用马铃薯播种机播种, 并施磷酸二铵(N 18%, P₂O₅ 46%)5 kg/667m²、过磷酸钙(P₂O₅ 43%)10 kg/667m²、硫酸钾复合肥(K₂O 50%)7.5 kg/667m²、尿素(N 46%)2.5 kg/667m², 全部作为基肥1次性施入。分别于6月23日、7月3日用58%甲霜锰锌WP喷雾防治马铃薯早、晚疫病2次。10月2日马铃薯成熟后随机取10株进行相关数据测定。

1.4 测定项目及方法

生物性状: 每小区在中间2行随机选取10株, 测定薯块总数、薯块重量、商品薯个数、商品薯重。

产量: 按全小区单收计算经济产量。

1.5 数据处理

试验数据采用SPSS 17.0分析软件进行统计分析, 采用Duncan's新复极差法(SSR法)进行差异显著性分析。

2 结果与分析

2.1 不同处理对马铃薯产量的影响

通过对不同注水次数砂田马铃薯产量的测定表明(表1), 砂田马铃薯应用注水补灌技术, 产量随

注水次数的增加而提高, 注水3次增产率为49.89%, 平均产量达到30 870 kg/hm²。显著性分析结果表明, 砂田马铃薯注水3次的产量与注水2次、注水1次及不注水的产量相比, 差异显著; 注

水2次与注水1次、不注水的产量相比, 差异显著; 注水1次与不注水的产量相比, 差异显著。综合上述分析, 砂田马铃薯注水补灌3次增产幅度最大, 产量表现最好, 较其他处理增产效果显著。

表1 不同处理马铃薯产量分析
Table 1 Yield analysis of different treatments on potato

处理 Treatment	小区产量(kg/28.8m ²) Plot yield	产量(kg/hm ²) Yield (kg/ha)	增产(%) Increase
T1(CK)	59.3 d	20 595 d	—
T2	73.5 c	25 515 c	23.89
T3	79.2 b	27 495 b	33.50
T4	88.9 a	30 870 a	49.89

注: 产量为2013和2014年2年的平均值。列中数字后字母(SSR测验)相同表示差异不显著, 字母不同表示差异显著($P < 0.05$)。下同。

Note: Yield of potato was averaged over 2013 and 2014. Different small letters after means in the same column indicate significant difference ($P < 0.05$) as tested by SSR method. The same below.

2.2 不同处理对马铃薯经济性状的影响

通过对不同注水补灌次数马铃薯经济性状的测定结果表明(表2), 马铃薯单株鲜薯数、单株鲜薯重、单株商品薯数、单株商品薯重, 均随着注水次数的增加而增加。注水3次的平均单株鲜薯数为3.70个, 单株鲜薯重为0.64 kg, 单株商品薯数为2.97个, 单株商品薯重为0.59 kg, 均显著高于其他处理, 较注水2次、注水1次和不注水分别增加12.12%、18.21%和30.74%, 10.34%、18.52%和60.00%, 15.56%、23.75%和32.59%, 11.32%、20.41%和73.53%。马铃薯商品薯率随注水次数的增加而增加, 不注水、注水1次、注水2次和注水3次依次为84.85%、90.52%、91.43%和92.23%。在干旱雨养农业区, 砂田马铃薯生产采用注水补灌技术, 对单株商品薯数、单株鲜薯重、商品薯率均有提高, 为马铃薯产量效益的提高奠定了基础。

2.3 不同处理对马铃薯生育期的影响

从表3可以看出, 注水次数对马铃薯生育期无明显影响。试验于4月25日播种, 出苗期为5月20日, 各处理现蕾期一致, 均为7月7日, 开

花期为7月20日, 各处理10月5日均达到成熟标准并收获。

2.4 不同处理马铃薯经济效益分析

从不同注水补灌次数砂田马铃薯的经济效益分析看出(表4), 砂田马铃薯注水补灌, 经济效益明显提高, 纯收入随着注水补灌次数的增加而增加, 注水3次、注水2次、注水1次较不注水纯收益分别增加9 937.0, 6 690.7和5 285.7元/hm², 增效显著。

3 讨 论

甘肃省农业技术推广总站在甘肃榆中、皋兰、永登、景泰、会宁、安定、通渭、陇西、秦安、环县、东乡和临洮十二县(区)进行了玉米、西瓜等作物抗旱注水补灌试验示范, 结果表明, 全生育期注水补灌1次可使作物增产15%以上, 注水补灌2次可增产30%以上^[5,6]。注水补灌试验示范主要是在旱地全膜双垄沟播栽培条件下进行, 该方法可明显减少水分蒸发散失, 提高作物水分利用效率^[12], 这是旱地作物采用注水补灌灌溉模式增

表2 不同处理马铃薯经济性状						
Table 2 Economic characters of different treatments on potato						
处理 Treatment	年份 Year	单株鲜薯数(No.) Tuber number per plant	单株鲜薯重(kg) Tuber weight per plant	单株商品薯数(No.) Marketable tuber number per plant	单株商品薯重(kg) Marketable tuber weight per plant	商品薯率(%) Marketable tuber percentage
T1(CK)	2013	2.73	0.44	2.20	0.38	86.36
	2014	2.93	0.36	2.27	0.30	83.33
	平均 Average	2.83 d	0.40 d	2.24 c	0.34 c	84.85 b
T2	2013	2.93	0.56	2.43	0.54	96.43
	2014	3.33	0.52	2.37	0.44	84.62
	平均 Average	3.13 c	0.54 c	2.40 bc	0.49 b	90.52 ab
T3	2013	3.13	0.60	2.60	0.54	90.00
	2014	3.47	0.56	2.53	0.52	92.86
	平均 Average	3.30 b	0.58 b	2.57 b	0.53 b	91.43 ab
T4	2013	3.60	0.66	2.73	0.60	90.91
	2014	3.80	0.62	3.20	0.58	93.55
	平均 Average	3.70 a	0.64 a	2.97 a	0.59 a	92.23 a

表3 生育期观察记载						
Table 3 Observation records of growth period						
处理 Treatment	播种期(D/M) Sowing	出苗期(D/M) Emergence	现蕾期(D/M) Bud flower	开花期(D/M) Flowering	成熟期(D/M) Maturity	生育期(d) Growth duration
T1(CK)	25/04	20/05	07/07	20/07	05/10	163
T2	25/04	20/05	07/07	20/07	05/10	163
T3	25/04	20/05	07/07	20/07	05/10	163
T4	25/04	20/05	07/07	20/07	05/10	163

表4 不同处理马铃薯经济效益分析
Table 4 Economic benefit analysis of different treatments on potato

处理 Treatment	物化投入(水) Material input (water)		人工投入 Labor input		合计(元) Total (Yuan)	产量 (kg/hm ²) Yield (kg/ha)	产值 (元/hm ²) Output value (Yuan/ha)	纯收入 (元/hm ²) Net income (Yuan/ha)	增收 (元/hm ²) Increased income (Yuan/ha)
	数量 (kg) Quantity	成本 (元) Cost (Yuan)	数量 (No.) Quantity	成本 (元) Cost (Yuan)					
T1(CK)	0	0	0	0	—	20 595	27 185.4	22 635.4	—
T2	24 750	8.7	15	1 200	1 208.7	25 515	33 679.8	27 921.1	5 285.7
T3	49 500	17.3	30	2 400	2 417.3	27 495	36 293.4	29 326.1	6 690.7
T4	74 250	26.0	45	3 600	3 626.0	30 870	40 748.4	32 572.4	9 937.0

注: 人工80元/个; 马铃薯平均市场价2013年1.30元/kg, 2014年1.34元/kg。物化劳动中地膜成本800元/hm², 种子成本1 500元/hm², 肥料成本2 250元/hm²。

Note: It costs 80 Yuan for one labor; the average market price of potato is 1.30 Yuan/kg in 2013, and 1.34 Yuan/kg in 2014. Other material inputs include agricultural film, seed, and fertilizer, which cost 800, 1 500, and 2 250 Yuan/ha, respectively.

产的重要原因。马铃薯作为甘肃地区的一大特色优势作物,生产的马铃薯产品以品质优、风味佳而闻名。但由于该区自然条件限制及早作栽培技术落后,使马铃薯产量与国内其他马铃薯产区以及国外马铃薯产量还存在较大差距,水分利用效率还处于较低水平。前人在大田条件下研究了集雨有限补偿灌溉对旱区马铃薯产量及水分利用效率的影响。结果表明,补灌能显著提高旱作马铃薯的产量、水分利用效率和经济系数。与对照相比,补灌处理产量增幅3.99%~21.21%,具有高补偿效应^[13],这与本试验结果一致;砂田马铃薯注水补灌技术解决了本地区干旱少雨,生长期严重缺水的问题,使马铃薯的产量明显提高,注水次数越多,马铃薯产量越高。与不注水对照相比,注水3次产量最高,增产率49.89%,注水2次增产率33.50%,注水1次增产率23.89%。康跃虎等^[14]针对灌溉频率对马铃薯产量的影响也做出了相应报道,灌溉频率对块茎生长有明显的影。每2~8 d灌1次水时,灌溉频率越高块茎生长越快,马铃薯产量和商品薯产量也越大。

本试验设置的4个注水补灌处理除了注水量不同之外,注水次数也存在差异,随着注水量的增加,注水次数增加,T4处理砂田注水频率达3次,有利于增产。马铃薯是一种需水量较大的作物,每形成500 g干物质需水量约200 kg左右。不同生育期对水分的要求不同,播种期至出苗期需水分最少;出苗期至现蕾期,是马铃薯营养生长和生殖生长关键时期;现蕾期至开花期是结薯盛期,需水量最大,有效的灌水不仅可以降低土壤温度,而且有利于块茎形成膨大,对提高马铃薯的单产具有明显作用^[15]。T4处理分别在苗期、现蕾中期、开花期进行注水灌溉,可满足马铃薯不同时期对水分的需求,增产效果最显著。所以在干旱地区靖远县砂田采用多次注水补灌技术是马铃薯稳产增产的主要措施。

砂田马铃薯采用注水补灌技术,虽然增加了耗水和人工成本,但是该灌溉方法满足了马铃薯生长对水分的需求,其产量和商品薯率显著增加,马铃薯单株鲜薯数、单株鲜薯重、单株商品薯数、单株商品薯重均随着注水次数的增加而增加,商品薯率

提高了 5.67~7.38 个百分点, 注水 3 次、注水 2 次、注水 1 次较不注水纯收益可分别增加 9 937.0, 6 690.7 和 5 285.7 元/hm², 增效显著。靖远县干旱山区种植马铃薯长期以来受到严重干旱的威胁, 抗旱注水补灌技术的应用, 能很好地提高抗旱效率、减轻抗旱劳动强度, 降低抗旱成本, 注水补灌以 3 次为宜, 增产增收效果显著, 再增加注水补灌次数, 因蓄水量有限而无法实施。注水多次补灌技术是抗旱减灾的一项好措施, 值得在本地区及同类地区推广应用。

[参 考 文 献]

- [1] 张浚渤. 旱砂田籽瓜丰产栽培技术[J]. 甘肃农业科技, 1994(10): 35.
- [2] 罗崇明. 景泰县旱砂田籽瓜栽培与贮藏技术[J]. 甘肃农业科技, 2002(11): 46-47.
- [3] 宫建军. 旱砂田籽瓜整蔓丰产栽培技术[J]. 甘肃农业科技, 2001(12): 28-29.
- [4] 张好新. 景泰县旱砂田马铃薯机械化全膜双垄栽培技术[J]. 中国农技推广, 2012, 28(1): 21.
- [5] 刘广才, 李福, 张静, 等. 注水补灌技术的抗旱增产效果[J]. 农业科技与信息, 2012(3): 5-7.
- [6] 李福, 刘广才, 陈广仁. 甘肃省抗旱注水补灌技术应用效果及发展建议[J]. 中国农技推广, 2012, 28(6): 37-38.
- [7] 江俊燕, 汪有科. 不同灌水量和灌水周期对滴灌马铃薯生长及产量的影响[J]. 干旱地区农业研究, 2008, 26(2): 121-125.
- [8] 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, 2005(6): 11-12.
- [9] 黄彩霞, 施垌林. 不同灌水量对加工型马铃薯产量及生态生理指标的影响[J]. 灌溉排水学报, 2008, 27(5): 97-99.
- [10] 王凤新, 康跃虎, 刘士平. 滴灌与沟灌马铃薯覆膜效应研究[J]. 中国生态农业学报, 2003, 11(4): 99-102.
- [11] 罗昀, 王世荣, 王长军. 宁夏南部山区旱地马铃薯人工补灌研究初报[J]. 甘肃农业科技, 2008(11): 21-23.
- [12] 王雯, 张雄. 不同灌溉方式对榆林沙区马铃薯生长和产量的影响[J]. 干旱地区农业研究, 2015(4): 153-159.
- [13] 秦舒浩, 张俊莲, 王蒂, 等. 集雨限灌对旱作马铃薯产量及水分利用效率的影响[J]. 灌溉排水学报, 2009, 28(4): 93-95.
- [14] 康跃虎, 王凤新, 刘士平, 等. 滴灌调控土壤水分对马铃薯生长的影响[J]. 农业工程学报, 2004, 20(2): 66-72.
- [15] 李霄峰, 鲁喜荣, 田宏先. 不同灌溉量对马铃薯产量及品质的影响[J]. 内蒙古农业科技, 2011, 39(6): 30, 79.

公 示

2016年中国马铃薯大会期间, 中国作物学会马铃薯专业委员会决议通过新增补委员 16 人, 新团体会员单位 3 个, 现将名单公布如下:

新委员 16 人: 李佩华(四川省西昌学院)、张武(甘肃省农业科学院马铃薯研究所)、田正旺(辽宁兴佳薯业有限公司)、田正盛(辽宁兴佳薯业有限公司)、张远学(恩施土家族苗族自治州农业科学院)、吴京姬(延边农业科学院)、郎贤波(延边农业科学院)、白小东(山西省农业科学院高寒区作物研究所)、田世龙(甘肃省农业科学院农产品贮藏加工研究所)、魏一江(北大荒马铃薯集团种薯研发中心)、黄洪星(山东泉林嘉有肥料有限责任公司)、刘明(内蒙古兴佳薯业有限责任公司)、李梦龙(大兴安岭兴佳种业有限公司)、王海艳(黑龙江省农业科学院克山分院)、吴洪珠(青岛洪珠农业机械有限公司)、李金荣(张家口种子管理局)。

新团体会员单位 3 个: 安徽六国化工股份有限公司、华颂种业(北京)股份有限公司、山东泉林嘉有肥料有限责任公司。

中国作物学会马铃薯专业委员会
2016年7月25日于河北张家口