

中图分类号: S532 文献标识码: B 文章编号: 1672-3635(2018)02-0081-05

## 山区坡地马铃薯不同起垄方式对土壤水分蓄积和产量的效果

孙小娟\*

(甘肃省天祝县农产品质量检测检验站, 甘肃 天祝 733299)

**摘要:** 山区坡地马铃薯种植中分别采用横向垄、纵向垄、网格垄和平地种植(CK), 研究不同起垄方式对土壤水分蓄积和马铃薯产量的影响。结果表明, 与对照(CK)平地种植相比, 横向垄和网格垄降雨后不同时期土壤含水量提高, 地表径流痕降低, 促进马铃薯早出苗、早现蕾、早开花, 出苗率提高, 成熟期延迟、生育期延长, 并提高了商品薯率和产量, 而纵向垄降雨后不同时期土壤含水量有所降低, 地表径流痕提高, 使马铃薯晚出苗、晚现蕾、晚开花, 降低了出苗率, 成熟期提前、生育期缩短, 并降低了商品薯率和产量。不同处理中网格垄的商品薯率和产量最高, 较对照(CK)平地种植分别提高14.64%和39.67%。因此, 在山区坡地马铃薯种植中建议利用横向垄或网格垄来蓄积雨水和增产提质。

**关键词:** 马铃薯; 起垄; 水分; 蓄积; 产量

## Effects of Different Ridging Modes on Soil Water Accumulation and Potato Yield in Sloping Field of Mountain Region

SUN Xiaojuan\*

(Tianzhu Agricultural Products Quality Inspection Station, Tianzhu, Gansu 733299, China)

**Abstract:** Horizontal ridge, vertical ridge, grid ridge and level ground were used to plant potato in sloping field of mountain region, and the effects of different ridging modes on soil water accumulation and potato yield were studied. Compared with control (level ground), the soil moisture contents of horizontal ridge and grid ridge in different periods after rainfall were increased, and the runoff marks were decreased. Furthermore, the emergence, bud flower and flowering stages were advanced, the emergence percentages were increased, the maturities were postponed, and the growth durations were prolonged. Therefore, the marketable tuber percentage and yield were increased. On the contrary, the soil moisture content of vertical ridge in different periods after rainfall was decreased, and the runoff mark was increased. Besides, the emergence, bud flower and flowering stages were postponed, the emergence percentage was decreased, the maturity was advanced, and the growth duration was shortened. All of these led to decreased marketable tuber percentage and yield. Among different treatments, the marketable tuber percentage and yield of grid ridge were the highest, increasing 14.64% and 39.67%, respectively, comparing to control (level ground). Therefore, the horizontal ridge and grid ridge should be used to preserve water and increase potato yield and quality.

**Key Words:** potato; ridge; water; accumulation; yield

收稿日期: 2016-12-01

基金项目: 国家科技支撑计划项目(2012BAD06B03)。

作者简介: 孙小娟(1981-), 女, 硕士, 高级农艺师, 主要从事农产品质量安全检测检验和果蔬标准化栽培研究。

\*通信作者(Corresponding author): 孙小娟, E-mail: 174456480@qq.com。

马铃薯是粮菜兼用作物,为解决中国的粮食供给和提高人民的生活水平发挥了巨大作用<sup>[1]</sup>。山区马铃薯因产量高、耐贮运和抗冰雹,被称作“铁秆”庄稼。但山区耕地因坡度大、降雨周年供应不均等原因,常常造成马铃薯种植地降雨时地表形成径流,造成水土流失,雨后地表干旱龟裂,给雨水利用、马铃薯生长和产量带来一定负面影响。本试验在山区,30°以上坡地种植马铃薯,研究不同起垄方式对雨水截流、水分蓄积、马铃薯生长和产量的影响,以期为山区坡地马铃薯种植中高效利用降雨和提高马铃薯产量和品质提供理论参考。

## 1 材料与方 法

### 1.1 试验地概况

试验地设在甘肃省天祝县东坪乡先锋村,海拔2 050 m、土壤为山地粟钙土,属大陆性高原季风气候区。年平均气温1.8℃,≥10℃积温2 400℃,年日照2 500 h,早霜9月下旬,晚霜4月下旬,无霜期155 d,年平均降雨量465 mm。试验地位于祁连山东端北麓浅山区,坡度30°~45°,易形成锋面雨,马铃薯是当地的主要经济作物。

### 1.2 试验材料

供试马铃薯品种为‘陇薯3号’1级种薯,由甘肃省定西市农业科学研究院提供。播种前将薯块切成40 g左右,每个切块带有1~2个芽眼,切块每50 kg用50%多菌灵加水2 kg进行拌种,拌种24 h后播种。

### 1.3 试验方法

试验共设4个不同起垄处理。处理1:横向垄,沿坡地等高线横向起垄;处理2:纵向垄,垂直坡地等高线纵向起垄;处理3:网格垄,沿坡地等高线横向起垄后,再垂直坡地等高线纵向起垄,垄形呈网格状;处理4:平地种植为对照(CK),沿坡地等高线横向平地种植。处理1横向垄、处理2纵向垄和处理3网格垄中的横向垄起垄规格均为高25 cm、顶宽60 cm、垄沟40 cm,垄面覆宽100 cm白色地膜,垄沟取土压实地膜两侧,垄沟底部裸露,处理3网格垄中的纵向垄间距2.0 m,处理4平地种植沿等高线平地覆宽60 cm地膜,膜边距40 cm,膜间取土压实地膜两侧,膜间裸露。所有处理沿膜顶中线点播,株距50 cm。每处理667 m<sup>2</sup>为1个小区,

随机区组,重复3次。不同处理播期均为2016年4月25日,不同处理除起垄方式不同外,其他栽培管理措施均相同。

### 1.4 测定方法

马铃薯出苗后每次降雨后4, 8, 12, 16和20 d分别测定地表以下25 cm土壤相对含水量,田间观察记录出苗期、现蕾期、开花期和成熟期(落叶期),统计出苗率,并记录每小区全年形成的地表径流痕迹。马铃薯成熟采收时每小区随机抽取100株测定单株薯重,统计商品薯率和单株结薯数,并测定小区产量。土壤相对含水量测定时采用“S”形5点取样法采集土样,烘干法测定<sup>[2]</sup>。

土壤相对含水量(%)=[(原土重-烘干土重)/烘干土重]×100

出苗率(%)=(出苗数/播种薯块数)×100

商品薯率(%)=(大于150 g块茎产量/总块茎产量)×100

测定数据求其平均值,利用Excel 2007、DPS 7.05软件对试验数据进行分析。

## 2 结果与分析

### 2.1 不同起垄方式对土壤水分蓄积的影响

由表1可以看出,马铃薯采用不同起垄方式种植后,土壤在降雨后不同时期的土壤相对含水量不同,降雨后每处理全年形成的地表径流痕也不同。不同起垄方式中,降雨后不同时期网格垄的土壤相对含水量最高,由降雨后4 d的38.12%逐渐降低到雨后20 d的17.12%,降雨后4 d和降雨后20 d的土壤相对含水量较对照(CK)分别提高了39.33%和105.77%;而降雨后不同时期纵向垄的土壤相对含水量最低,由降雨后4 d的25.14%逐渐降低到雨后20 d的7.30%,降雨后4 d和降雨后20 d的土壤相对含水量较对照(CK)平地种植分别降低了8.11%和12.26%;不同起垄方式在降雨后不同时期的土壤相对含水量由高到低的排序均为网格垄>横向垄>平地(CK)>纵向垄。不同起垄方式中网格垄降雨后每小区全年形成的地表径流痕最低,为0条,而纵向垄降雨后每小区全年形成的地表径流痕最高,为4.65条,较对照(CK)平地种植提高了25.00%;不同起垄方式降雨后每小区全年形成的地表径流痕由高

到低的排序均为纵向垄>平地(CK)>横向垄>网格垄。土壤含水量高有利于马铃薯的植株生长和块茎膨大,地表径流痕少说明更多的降雨下渗进入土壤,提高了土壤水分蓄积量。

## 2.2 不同起垄方式对马铃薯物候期的影响

由表2可以看出,马铃薯采用不同起垄方式种植后,出苗期、现蕾期、开花期和成熟期不同,出苗率和生育期也不同。不同起垄方式中网格垄的出苗期、现蕾期和开花期均最早,分别为5月10日、6月12日和7月5日,较对照(CK)平地种植分别提早了8、3和4 d,而纵向垄的出苗期、现蕾期和开花期均最晚,分别为5月21日、6月18日和7月10日,较对照(CK)平地种植推迟了3、3和1 d。不同起垄

方式中网格垄的成熟期最晚,为9月20日,较对照(CK)平地种植推迟了13 d,而纵向垄的成熟期最早,为9月5日,较对照(CK)平地种植提早了2 d。不同处理中网格垄的出苗率最高、生育期最长,分别为85.43%和133 d,较对照(CK)平地种植分别提高了14.61%和22 d,而纵向垄的出苗率最低、生育期最短,分别为70.21%和106 d,较对照(CK)平地种植分别降低了5.81%和5 d;不同起垄方式出苗率由高到低和生育期由长到短的排序均为网格垄>横向垄>平地(CK)>纵向垄。马铃薯播种后出苗期早、成熟期晚有利于延长生长周期,提高了叶片光合作用时间,从而提高了薯块有机物质积累,为提高产量和品质奠定了物质基础。

表1 不同起垄方式的土壤含水量和径流痕

Table 1 Soil moisture content and runoff mark of different ridging modes

处理 Treatment	土壤含水量(%) Soil moisture content					径流痕(条) Runoff mark (No.)
	4 d	8 d	12 d	16 d	20 d	
横向垄 Horizontal ridge	32.08	27.55	22.45	17.21	12.11	2.71
纵向垄 Vertical ridge	25.14	21.47	17.80	12.96	7.30	4.65
网格垄 Grid ridge	38.12	33.05	28.42	23.04	17.12	0
平地(CK) Level ground	27.36	22.15	18.32	13.67	8.32	3.72

表2 不同起垄方式的马铃薯物候期

Table 2 Potato phenological period of different ridging modes

处理 Treatment	出苗期(D/M) Emergence	出苗率(%) Emergence percentage	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
横向垄 Horizontal ridge	13/05	81.06	13/06	07/07	12/09	122
纵向垄 Vertical ridge	21/05	70.21	18/06	10/07	05/09	106
网格垄 Grid ridge	10/05	85.43	12/06	05/07	20/09	133
平地(CK) Level ground	18/05	74.54	15/06	09/07	07/09	111

## 2.3 不同起垄方式对马铃薯产量构成因素的影响

由表3可以看出,马铃薯采用不同起垄方式种植后,产量构成因素商品薯率、单株薯重和单株结薯数不同。不同起垄方式中网格垄的商品薯率和单株薯重最高,分别为70.87%和567.49 g,较对照(CK)平地种植分别提高了14.64%和26.95%,而纵向垄的商品薯率和单株薯重最低,分别为56.43%

和425.24 g,较对照(CK)平地种植分别降低了8.72%和4.87%;不同起垄方式商品薯率和单株薯重由高到低的排序均为网格垄>横向垄>平地(CK)>纵向垄。不同起垄方式中网格垄的单株结薯数最低,为3.50个,较对照(CK)平地种植降低了23.91%,而纵向垄的单株结薯数最高,为4.67个,较对照(CK)平地种植提高了1.52%;不同起垄

方式单株结薯数由高到低的排序为纵向垄 > 平地 (CK) > 横向垄 > 网格垄。马铃薯单株结薯数少, 但单株薯重高说明马铃薯整个生育周期有限的光合产物供给了一定数目的薯块, 从而提高了商品薯率和商品性状。

### 2.4 不同起垄方式对马铃薯产量的影响

由表4可以看出, 马铃薯采用不同起垄方式种植获得产量不同。网格垄的折合产量最高, 为

33 444 kg/hm<sup>2</sup>, 较对照 (CK) 平地种植提高了 39.67%, 差异达到极显著水平 ( $P < 0.01$ ), 而纵向垄的折合产量最低, 为 19 666 kg/hm<sup>2</sup>, 较对照 (CK) 平地种植降低了 17.87%, 差异也达到显著水平 ( $P < 0.05$ ); 不同起垄方式折合产量由高到低的排序为网格垄 > 横向垄 > 平地 (CK) > 纵向垄。高产量和高品质是马铃薯生产的最终目的, 也是获得马铃薯种植效益的基础。

表3 不同起垄方式的马铃薯产量构成因素  
Table 3 Potato yield component of different ridging modes

处理 Treatment	商品薯率 (%) Marketable tuber percentage	单株薯重 (g) Tuber yield per plant	单株结薯数 (个/株) Tuber number per plant (No./plant)
横向垄 Horizontal ridge	63.58	508.26	3.76
纵向垄 Vertical ridge	56.43	425.24	4.67
网格垄 Grid ridge	70.87	567.49	3.50
平地 (CK) Level ground	61.82	447.02	4.60

表4 不同起垄方式的马铃薯产量  
Table 4 Potato yield of different ridging modes

处理 Treatment	小区产量 (kg/667m <sup>2</sup> ) Plot yield				折合产量 (kg/hm <sup>2</sup> ) Equivalent yield (kg/ha)	差异显著性 Difference significant	
	I	II	III	平均 Average		0.05	0.01
横向垄 Horizontal ridge	1 987.92	2 100.45	2 020.92	2 036.43	30 546	a	A
纵向垄 Vertical ridge	1 487.31	1 117.05	1 328.91	1 311.09	19 666	c	B
网格垄 Grid ridge	2 267.76	2 209.35	2 211.66	2 229.59	33 444	a	A
平地 (CK) Level ground	1 679.70	1 546.05	1 563.21	1 596.32	23 945	b	B

注: 表中同列不同小写和大写字母分别表示 0.05 和 0.01 水平差异显著性。处理平均值多重比较采用 Duncan's 法。

Note: Small and capital letters in same column indicate significance at 0.05 and 0.01 levels of probability respectively, as tested by Duncan's multiple range method.

## 3 讨论

大量研究表明, 山区坡地不同起垄方式从水分、养分和土壤理化性状等层面上间接影响种植作物的产量和质量。史淑娟等<sup>[3]</sup>对坡耕地种植烤烟研究发现, 横坡垄作能明显减小地表径流量和侵蚀泥沙量, 横坡垄作处理侵蚀泥沙量占顺坡垄作处理的 14%~45%。官赛赛等<sup>[4]</sup>研究结果表明,

坡地烟草种植中, 等高线起垄的土壤容重、有机质、碱解氮、速效磷、速效钾含量显著高于顺坡起垄。邱学礼等<sup>[5]</sup>研究结果也表明, 在红壤坡耕地养分流失方面, 横坡垄作减少养分流失效果远远优于顺坡垄作, 在减少烤烟坡耕地养分流失方面效果最好。周丽敏等<sup>[6]</sup>研究结果表明, 沿坡地等高线起垄, 垄上覆膜, 垄间带底下设地槽相结合可降低土壤的容重, 大大提高马铃薯的地上生

物量、水分利用效率及大中薯率。毕再昌和刘翠华<sup>[7]</sup>在丘陵坡地垄田耕作中研究表明,水平垄种植的玉米、甘薯、花生等作物较平地种植增产20%以上。

本试验研究结果表明,山区坡地马铃薯种植中横向垄和网格垄具有截留雨水、减少地表径流、提高土壤含水量和产量的优势,而纵向垄沿山坡将雨水汇集成地表径流流失掉,起到田间排水的作用,这与前人的研究结果相同。马铃薯种植过程中施入土壤的氮、磷、钾肥,只有在水的溶解下,变成离子状态才能被根系吸收和利用,土壤含水量的高低直接影响肥料的吸收和利用率及肥效的发挥<sup>[8]</sup>。山区坡地雨季的不均衡性和降雨流失造成的水分匮乏可能是制约作物增产的主要因素,试验地马铃薯种植中横向垄和网格垄对产量的提高可能主要来源于水分蓄积和改善土壤的含水量。山区坡地提高水分利用的方法有多种,不同起垄方式仅仅是对富集降雨的源头探讨,应开展雨水富集、减少蒸发和高效利用等方面的综合配套研究。

[ 参 考 文 献 ]

[ 1 ] 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.

[ 2 ] 马东辉, 赵长星, 王月福, 等. 施氮量和花后土壤含水量对小麦旗叶光合特性和产量的影响 [J]. 生态学报, 2008, 28(10): 64-69.

[ 3 ] 史淑娟, 张亚丽, 韩丽, 等. 烟草种植区坡耕地水土流失特征及影响因素 [J]. 人民黄河, 2014, 36(2): 75-77.

[ 4 ] 官赛赛, 于晓娜, 李志鹏, 等. 起垄方式和垄间覆盖物互作对坡地烟田土壤理化性状及烤烟经济性性状的影响 [J]. 西南农业学报, 2016, 29(7): 1573-1578.

[ 5 ] 邱学礼, 李军营, 李向阳, 等. 云南曲靖烤烟坡耕地不同农作处理的水土流失特征 [J]. 中国水土保持科学, 2012, 10(6): 98-103.

[ 6 ] 周丽敏, 李凤民, 刘长安. 坡耕地起垄和埋设地槽对土壤水分和马铃薯产量的影响 [J]. 干旱地区农业研究, 2013, 31(5): 89-94.

[ 7 ] 毕再昌, 刘翠华. 丘陵坡地起垄耕作能增产 [J]. 河北农业, 1994(5): 38-42.

[ 8 ] 肖强, 蒙美莲, 陈有君, 等. 肥料配施对阴山北麓旱区马铃薯产量和水分利用效率的影响 [J]. 干旱地区农业研究, 2014, 32(6): 118-124.

欢迎订阅《中国马铃薯》杂志

《中国马铃薯》杂志是由东北农业大学和中国作物学会马铃薯专业委员会主办的国内唯一的马铃薯专业领域科技期刊。

它以繁荣中国马铃薯事业为办刊宗旨, 设有遗传育种、栽培生理、土壤肥料、病虫害防治、综述、产业开发、品种介绍等栏目。

本刊国内外公开发行人, 双月刊, 大16开本, 每期定价12.00元, 全年72.00元, 哈尔滨市邮局发行, 全国各地邮局订

阅, 邮发代号: 14-167。读者也可直接汇款至编辑部订阅。

本刊承揽广告业务, 欢迎各界广为利用。

通讯地址: 哈尔滨市东北农业大学《中国马铃薯》编辑部 邮编: 150030 电话: 0451-55190003