

陇中半干旱区集雨限灌对马铃薯干物质积累和产量的影响

刘震^{1,2}, 秦舒浩^{1,2}, 王蒂^{1,2}, 张俊莲^{1,2}

(1. 甘肃省作物遗传改良与种质创新重点实验室, 甘肃兰州 730070; 2. 甘肃农业大学农学院, 甘肃兰州 730070)

摘要: 研究了大田条件下集雨有限补偿灌溉对旱区马铃薯干物质积累分配和产量的影响。结果表明: 进行有限补充灌溉对旱作马铃薯有显著的增产效果, 其经济系数也得到相应提高, 与对照(不灌水)相比, 补灌处理产量增幅在 3.91%~21.21% 之间, 苗期补灌 45 mm 与 90 mm 对马铃薯产量的补偿效应显著; 补灌马铃薯干物质积累量与对照相比无显著差异, 但花后干物质的分配运转, 苗期补灌处理比对照移动量大, 转换率高, 有利于花后薯块营养物质的积累; 薯块膨大期补灌 45 mm 和 90 mm, 在干物质积累和花后干物质转化方面均低于对照, 增产效果也并不显著。

关键词: 旱作马铃薯; 集雨限灌; 干物质积累分配; 产量

中图分类号: S532.01 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-7601(2010)04-0046-04

马铃薯因具有高产、耐贫瘠的特性而在世界范围内得到大面积种植, 现已成为继水稻、小麦、玉米之后的第四大粮食作物。定西地区地处甘肃省中部, 海拔较高, 日照充足, 雨热同季, 昼夜温差大, 生长周期长, 深厚的黄土特别适合马铃薯的生长发育, 具有生产马铃薯得天独厚的自然条件, 是甘肃省乃至全国种植马铃薯比较集中的主产区之一。但主栽品种同薯 23 号平均单产只有 14 t/hm², 比世界平均水平低 12.9%, 与理论产量 120 t/hm²[1] 相差更远, 因此, 定西地区马铃薯具有很大的增产潜力。

集蓄雨水进行有限补偿灌溉是一种新型集水农业技术, 是对降雨调控利用方式的进一步发展, 它能在时间和空间两个方面实现降雨径流的富集叠加, 能充分发挥环境资源与水肥光热因子的协同增效作用, 大幅度提高农业生产力[2]。在干旱、半干旱的气候条件下, 众多学者对马铃薯的集雨补灌进行了大量的研究, 并确定了小麦和玉米最适补灌定额, 最佳补灌时期, 水分利用效率及增产机理等[3-6], 但是目前关于干旱地区马铃薯集雨限灌的研究还有不足。本试验通过对当前主栽品种同薯 23 号[6,7] 在其需水关键期进行补灌试验, 研究不同补灌处理对其干物质分配积累、花后干物质转化及产量的影响, 以期在当地马铃薯种植提供可借鉴的灌溉措施并为完善

集雨农业技术体系提供参考资料。

1 材料与方法

1.1 试区概况

本研究于 2008 年 3~11 月在甘肃省定西市旱农研究所试验站进行, 试验区为典型的半干旱偏旱区, 农业土壤以黄绵土为主, 土质绵软, 土层深厚, 质地均匀, 贮水性能良好; 该区降水总量不足, 水土流失严重, 生产力水平低下, 种植作物为一年一熟。

1.2 试验设计

本试验采用自建的集流场及蓄水窖(300 m³) 集蓄雨水, 在马铃薯水分临界期和需水关键期进行补偿灌溉, 共设 5 个处理, 分别为: 对照(不灌水); 苗期补灌 45 mm; 苗期补灌 90 mm; 薯块膨大期补灌 45 mm; 薯块膨大期补灌 90 mm, 随机排列, 3 次重复, 品种选用当地主栽品种同薯 23 号。处理间距为 0.8 m, 区组间距为 1.2 m, 试验小区周边均留出 1.0 m 的保护带。小区面积为 6.9 × 7.0 m², 株距 30 cm, 行距 70 cm, 每小区种 230 株。播前施马铃薯专用肥 750 kg/hm², 生长中期追施相同量同种肥料。种植方式采用平畦栽培, 薯块膨大期灌水前起垄, 垄高 10 cm。

1.3 测定项目及方法

马铃薯干物质测定: 在马铃薯苗期、花期、薯块

收稿日期: 2009-12-28

基金项目: 农业部行业专项(nyhy2X07-006); 现代农业产业技术体系(Nycytx-15); 国家科技支撑计划项目(2006BA021B05); 甘肃省教育厅项目(0902B-06)

作者简介: 刘震(1982-), 男, 甘肃兰州人, 硕士研究生, 研究方向为蔬菜栽培及农田水分生理研究。E-mail: lllbb@126.com。

膨大期、成熟期,选取有代表性的马铃薯植株5株,洗净并用滤纸吸干,将植株的地上部、根系、薯块分开,称鲜重,放入105℃烘箱中杀青30 min,然后在85℃(12 h)条件下烘干称重。

$$\text{转换率}(\%) = [(W_f - W_r) / W_y] \times 100\%$$

式中, W_f 为各器官开花期干重; W_r 为各器官成熟期干重; W_y 为薯块干重^[7]。

产量:产量(Y)按小区单收计产。

1.4 数据处理

数据处理采用软件为 Excel 和 DPS7.05^[8]。

2 结果与分析

2.1 不同补灌处理马铃薯干物质积累

由图1可看出,开花之前不同处理间干物质积累量无显著差异。苗期补灌的T2和T3处理干物质积累量均高于对照。成熟期干物质积累量为T3 > T2 > T1 > T4 > T5。在本试验条件下,苗期补灌90 mm的T3处理有利于提高花后的干物质积累和干物质积累总量。

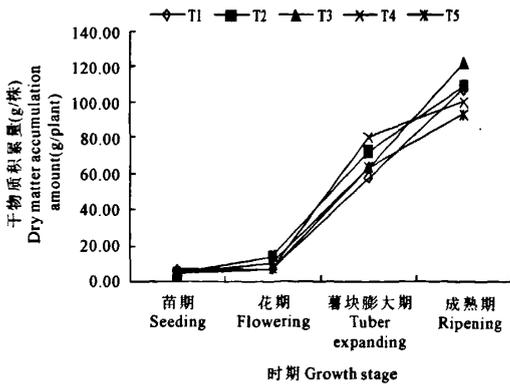


图1 单株干物质随时间变化

Fig.1 Changes of the dry matter per plant in different supplementary irrigation treatments

2.2 不同补灌处理条件下马铃薯干物质运转与分配特点

2.2.1 不同补灌处理马铃薯干物质分配 由图2~5看出,苗期干物质地上部分与地下根系分配基本平衡,随着地上部分的生长,其干物质迅速积累,至花期地上部分干物质分配T2和T3略高于其他处理,此时期植物地上部分为主要生长中心。进入薯块膨大期后,地上部分干物质向薯块转移,生长中心也随之下移至薯块。成熟期薯块干物质分配处理间差异不显著。

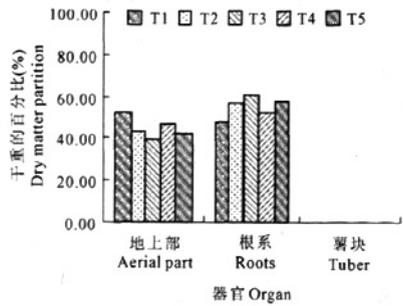


图2 苗期不同处理各部分占总干重的百分比

Fig.2 Dry matter partition in seeding stage

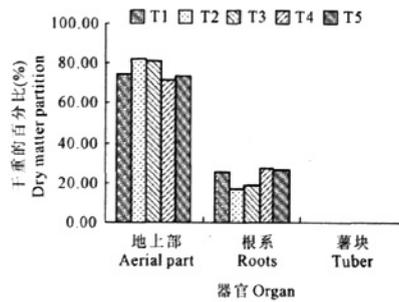


图3 花期不同处理各部分占总干重的百分比

Fig.3 Dry matter partition in flowering stage

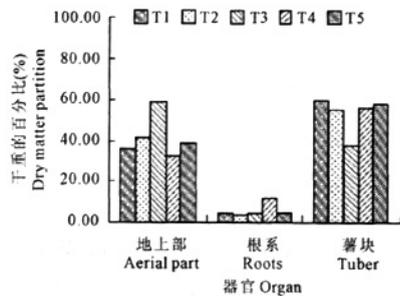


图4 薯块膨大期不同处理各部分占总干重百分比

Fig.4 Dry matter partition in tuber expanding stage

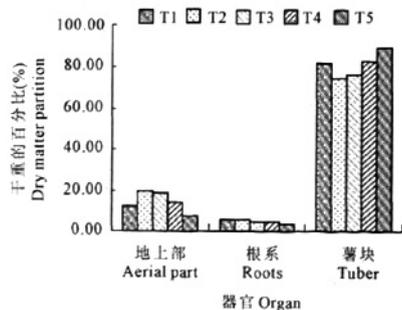


图5 成熟期不同处理各部分占总干重百分比

Fig.5 Dry matter partition in ripening stage

2.2.2 不同补灌处理花后马铃薯干物质的运转
由表 1 可以看出,在干物质运转分配方面,苗期补灌处理的 T2 和 T3 处理比对照移动量大,转换率高。T2 处理马铃薯单株总移动量为 12.56 g/株,转换率为 15.28%,T3 处理马铃薯单株总移动量为 16.77 g/株,转换率为 17.62%,较对照高出 2.16% 和

4.50%。而薯块膨大期补灌处理的 T4 和 T5 在干物质移动总量和转换率两个方面均低于对照处理。苗期补灌的 T2 和 T3 处理和对照开花后营养物质转移的差异主要表现在地上茎叶部分,T2 和 T3 补灌处理马铃薯前期生长良好,干物质运转期长。后期转移到薯块的营养物质质量多,产量均高于对照。

表 1 开花后不同补灌处理干物质的运转

Table 1 Dry matter transfer after flowering in different supplementary irrigation treatments

处理 Treatments	器官 Organ	干物质重量(g/株) Dry matter weight (g/plant)			转换率(%) Transfer ratio
		花期 Flowering	成熟期 Ripening	移动量 Transfer amount	
T1	茎叶 Stem and leaf	5.29	12.95	7.66	8.69%
	根系 Roots	1.86	5.77	3.91	4.43%
	合计 Total	7.15	18.72	11.57	13.12%
T2	茎叶 Stem and leaf	11.42	20.47	9.05	11.01%
	根系 Roots	2.37	5.88	3.51	4.27%
	合计 Total	13.79	26.35	12.56	15.28%
T3	茎叶 Stem and leaf	8.13	21.50	13.37	14.05%
	根系 Roots	1.65	5.05	3.40	3.57%
	合计 Total	9.78	26.55	16.77	17.62%
T4	茎叶 Stem and leaf	6.55	14.85	8.30	9.24%
	根系 Roots	2.53	5.15	2.62	2.92%
	合计 Total	9.08	20.00	10.92	12.15%
T5	茎叶 Stem and leaf	5.28	5.87	0.59	0.71%
	根系 Roots	1.76	3.66	1.90	2.29%
	合计 Total	7.04	9.53	2.49	3.00%

2.3 集雨补灌对旱地马铃薯产量的影响

由表 2 可看出,对马铃薯进行有限补充灌溉有显著的增产效果,经济系数也得到相应的提高。补灌处理与对照相比,经济产量增幅为 3.91% ~ 21.21%,而生物产量增幅 2.67% ~ 13.91%。处理间产量高低顺序为 T3 > T2 > T5 > T4 > T1。其中 T3

增产达到 21.21%。方差分析表明,T2、T3 与 T1、T4、T5 间的产量均达到了显著差异水平,而 T2 与 T3 间及 T1 与 T4、T5 间的差异均不显著。由此可看出在苗期补灌比薯块膨大期补灌对产量的影响更为敏感。

表 2 不同补灌条件下马铃薯产量表现

Table 2 Yield of potato in different supplementary irrigation treatments

处理 Treatments	生物产量 Biomass (kg/hm ²)	经济产量 Economical yield (kg/hm ²)	增产率 Production increase (%)		经济系数 Economical coefficient
			生物产量 Biomass	经济产量 Economical yield	
T1	54280.49b	42338.78b	—	—	0.78
T2	60791.44a	49848.98a	12.00	17.74	0.82
T3	61831.00a	51319.73a	13.91	21.21	0.83
T4	56403.28ab	43994.56b	3.43	3.91	0.78
T5	55732.37ab	44028.57b	2.67	3.99	0.79

3 结 论

集雨有限补灌能显著提高旱作马铃薯的产量水平。与对照相比,所有补灌处理均不同程度增产,经济产量增幅在3.91%~21.21%之间。其中,苗期补灌的T2、T3处理分别比对照增产17.74%和21.21%,对马铃薯产量的补偿效应显著。而薯块膨大期补灌的T4、T5处理的增产效果不明显。补灌处理干物质积累量与对照相比无显著差异,但花后干物质的运转方面,苗期补灌的T2、T3处理比对照移动量大,转换率高,有利于花后薯块营养物质的积累。但薯块膨大期补灌的T4、T5处理移动量、转换率均低于对照。所以认为苗期补灌45 mm和苗期补灌90 mm是最优补灌方案和备选方案。

可以看出,在苗期进行补灌有利于花后薯块营养物质的积累,有显著的增产效果。2008年是一个相对丰水年,前期降雨少,且多为无效降雨;后期降雨多,这可能也是薯块膨大期补灌处理增产不显著

的原因之一,从产量表现和花后干物质运转方面也可看出这一点。

参 考 文 献:

- [1] 屈冬玉,金黎平,谢开云,等.中国马铃薯产业现状、问题和趋势[C]//陈伊里.马铃薯产业与西部开发.哈尔滨:哈尔滨工程大学出版社,2001:1-8.
- [2] 赵西宁,吴普特,冯浩,等.黄土高原半干旱区集雨补灌生态农业研究进展[J].中国农业科学,2009,42(9):3187-3194.
- [3] 张步群,李凤民,成自勇.集雨限量补灌条件下带田玉米土壤水分时空动态研究[J].灌溉排水学报,2009,23(2):49-51.
- [4] 李兴,程满金,史海滨,等.黄土高原半干旱区集雨补灌玉米增产机理的研究[J].干旱地区农业研究,2008,26(4):7-12.
- [5] 李玲玲,秦舒浩.陇中半干旱区集雨补灌小麦玉米复合群体产量及水分效应[J].干旱地区农业研究,2005,23(6):38-41.
- [6] 蔺海明,牛俊义,秦舒浩.陇中半干旱区小麦和玉米补灌效应研究[J].干旱地区农业研究,2001,19(4):80-86.
- [7] 秦舒浩,李玲玲.集雨补灌春小麦花后干物质积累分配及灌浆特性[J].水土保持学报,2005,19(4):173-177.
- [8] Tang Q Y, Feng M G. DPS Data Processing System for Practical Statistics[M]. Beijing: Science Press, 2002:1-648.

Effects of limited supplementary irrigation using catchment rainfall on accumulation and distribution of dry matter and yield of potato in Longzhong semiarid area

LIU Zhen^{1,2}, QIN Shu-hao^{1,2}, WANG Di^{1,2}, ZHANG Jun-lian^{1,2}

(1. Gansu Key Laboratory of Crop Genetic & Germplasm Enhancement, Lanzhou, Gansu 730070;

2. Agronomy College, Gansu Agricultural University, Lanzhou, Gansu 730070, China)

Abstract: The effect of limited supplementary irrigation with catchment rainfall on dry matter accumulation and distribution and yield of potato in arid region under field condition was studied. The results showed that the yield of potato increased and corresponding economical coefficient also improved when using limited supplementary irrigation. Compared with the control, the increase amplitude of yield was between 3.91% and 21.21%. There had significant compensation effect on yield of potato between seedling stage supplementary irrigation of 45 mm and 90 mm, but dry matter accumulation was not significantly different from the control. However, it showed larger transportation amount and higher distribution rate of dry matter after anthesis, which would be beneficial to the nutrient accumulation of tuber. The accumulation amount and distribution rate of dry matter were lower in tuber enlargement stage under 45 mm and 90 mm supplemental irrigation, there were no remarkable yield-increasing effects.

Keywords: rainfed potato; limited supplementary irrigation with catchment rainfall; accumulation and distribution of dry matter; yield