

贵州地区节水灌溉对小麦生长状况和水分利用情况的影响

余青,陈思璇 (贵州省水利科学研究院,贵州贵阳 550002)

摘要 [目的]探求适合贵州地区的小麦节水灌溉制度,以高效利用农田水资源。[方法]在小麦各个生育期设计不同的土壤含水率上下限值,通过大田露地及测坑试验测定了不同水分处理下的小麦产量及水分生产率。[结果]小麦对缺水的敏感性,是开花期大于产量形成期,产量形成期大于营养生长期;小麦水分生产率随着灌水量的增加而减小;小麦的产量和灌水定额呈明显的二次抛物线型关系,当灌水量小于某一临界值时,产量会随着水量的增加而增加,但当超过临界值之后,产量反而会随着水量的增加而减少。[结论]该研究成果可为贵州省水利灌溉工程规划设计、大型灌区节水改造建设、集雨灌溉工程、水资源评价和优化配置、防旱抗旱、黔中枢纽工程农业用水量分析及各受益区配水量分析等提供科学依据。
关键词 小麦;节水灌溉;灌溉水量;灌溉制度
中图分类号 S274.1 **文献标识码** A **文章编号** 0517-6611(2013)01-00065-03

Effects of the Water-saving Irrigation on Wheat's Growth Status and Water Use Efficiency
YU Qing et al (Guizhou Institute for Water Resources, Guiyang, Guizhou 550002)

Abstract [Objective] To bring up some theory index, and supply some reference for the efficient utilization of irrigation water resources in midland of Guizhou Province. [Method] An upper and lower limit value for the water content of soil in different vegetation period of wheat were designed, water productivity and yield under different water condition were determined according to the open air and survey-pit test. [Result] The result showed that the most sensitive period to hydropenia of wheat was a florescence, grain-filling period secondly, vegetative period thirdly; the water productivity decreased with the increasing of the water volume; there were parabola relationship between yield and volume of water, while the water volume was less than the definite value, the wheat yield increased with the increasing of the water volume, while the water volume was more than the definite value, the yield decreased. [Conclusion] These study might provide some scientific clew for programming and design of irrigation project, water-saving construction of large irrigation area, irrigation scheme, evaluation and optimization scheme of water resources, flood control and drought relief, analyzing of agriculture water consumption in midland of Guizhou Province.
Key words Wheat; Water-saving irrigation; Water volume; Irrigation schedule

农作物的灌溉制度是为满足作物生长需要且又获得一定产量而制定的适时、适量的灌水方案。合理的灌溉制度是要在作物生长、发育和产量形成对水分条件反映的基础上,把给定的供水量在时间上作合理的分配,达到产量最大化的目的^[1-2]。灌溉试验是研究作物需水规律,揭示水分与作物生长发育及产量的关系,探求经济合理的灌溉制度和灌水技术等问题的科学试验。目前小麦灌溉试验在北方已经进行了系统研究,但对西南喀斯特地区小麦灌溉制度系统的研究很少,贵州的小麦节水高效灌溉制度研究还是空白。因此,笔者拟对贵州地区小麦不同水分处理下的生长状况和水分利用情况等进行研究,旨在为找出适合西南喀斯特地区的小麦节水高效灌溉制度提供理论参数。

1 材料与方法

1.1 试验地概况 试验地位于贵州省灌溉试验中心站暨修文高科技节水灌溉示范园内,106°37' E、26°52' N,园区海拔在1 270~1 280 m。多年平均降雨1 235 mm,多年平均径流深550 mm,多年平均气温12.6℃,年日照时数1 324 h,年活动积温4 097℃,无霜期270 d,多年平均风速2.3 m/s,强风以南风为主。灌溉试验小区土壤为黄壤土,耕作层40 cm左右,土壤pH为7.32,全氮1.26 g/kg,碱解氮65.89 mg/kg,全磷0.33 g/kg,有效磷11.61 mg/kg,全钾10.36 g/kg,有效钾186.53 mg/kg,有机质20.35 g/kg,土壤肥力中等。

基金项目 水利部公益性行业专项经费项目(201201025);贵州省水资源高效利用创新服务能力团队建设(KY-2010N-004)。
作者简介 余青(1970-),女,贵州贵阳人,高级农艺师,从事节水灌溉研究,E-mail:125466098@qq.com。
收稿日期 2012-10-29

1.2 供试材料 当地大面积种植的高抗条锈强筋小麦新品种川麦36。

1.3 试验设计

1.3.1 大田露地试验。试验设计以土壤含水率的下限为参考,在各个生育期低于设计的土壤含水率下限(表1)时即灌溉至适宜含水率上限。各生育期适宜含水率上限(相对于饱和土壤含水量)为:播种~拔节期为80%,拔节~抽穗期为80%,抽穗~灌浆期为85%,灌浆~成熟期为70%,计划湿润层为40 cm。试验区总面积为0.12 hm²,分4个处理,3个重复,采用随机排列,小区面积100 m²。按0.40、0.70 m宽窄行进行条播。

表1 大田露地小麦灌溉试验设计方案

处理	不同生育期含水率控制上~下限//%			
	播种~拔节期	拔节~抽穗期	抽穗~灌浆期	灌浆~成熟期
1	80~65	80~75	85~70	70~65
2	80~60	80~70	85~65	70~60
3	80~55	80~65	85~60	70~55
4	不灌	不灌	不灌	不灌

1.3.2 水分调亏灌溉试验。试验布置在测坑区,设计根据作物生育阶段的适宜土壤含水率下限值,在播种~拔节期和拔节~抽穗期设置低于土壤含水率下限值15% 1个水平,在抽穗~灌浆期和灌浆~成熟期设置低于土壤含水率下限值15%和30% 2个水平;当小麦各生育期含水率到达下限值时,即灌至适宜含水率^[3-4],具体见表2。试验分8个处理,3个重复,共24个测坑,采用随机排列方式。每个测坑种植2行小麦,按间距0.40、0.70 m宽窄行进行条播。

表2 测坑小麦灌溉试验设计方案 %

序号	处理	不同生育期含水率控制上~下限			
		播种~拔节期	拔节~抽穗期	抽穗~灌浆期	灌浆~成熟期
1	播种~拔节期干旱	80~45	80~70	85~65	70~60
2	拔节~抽穗期干旱	80~60	80~55	85~65	70~60
3	抽穗~灌浆期轻旱	80~60	80~70	85~50	70~60
4	抽穗~灌浆期重旱	80~60	80~70	85~35	70~60
5	灌浆~成熟期轻旱	80~60	80~70	85~65	70~45
6	灌浆~成熟期重旱	80~60	80~70	85~65	70~30
7	干旱处理	80~45	80~55	85~50	70~45
8	对照	80~60	80~70	85~65	70~60

1.4 试验方法

1.4.1 主要栽培管理。人工均匀翻耕土地,按设计画线开沟作畦及清理畦面杂草,施底肥。为防治虫害,每10 kg麦种用辛硫磷100 g对水1 kg拌种堆闷4 h,晾干后干拌15%粉锈宁200 g对种子进行处理,然后按预画线进行条播(窄行0.40 m,宽行0.70 m)。除草2次,施肥2次,施肥以尿素为主,均在除草后1 d进行。在拔节前以25%吡蚜酮、40%新农宝、10%蚜虱净的混合药液喷施3次。

1.4.2 指标的测定及计算方法。露地灌溉采用软管浇灌,在软管进口安装水表,同一处理等量灌溉,并记录各小区的灌水量的水表读数。水分调亏灌溉试验采用喷壶浇灌,预先测量壶的容积,每次灌溉记录灌溉壶数。土壤水分测定采用

频域反射仪(FDR)进行测定,土壤水分测定深度分别为10、15、20 cm。测定点选择在距离小麦根部10~15 cm的圆环范围内。定植前先测定试验区田间持水量,土壤含水率按FDR实测数据除以田间持水量获得。相关气象资料由示范园自动气象站提供。

2 结果与分析

2.1 不同生育阶段水分胁迫对小麦生长发育和产量的影响 由表3可知,在不同的生育阶段,作物生长发育及产量对水分亏缺的敏感性不同。在发芽出苗阶段,一般土壤水分胁迫使植株短小,叶小、穗短,籽粒数少,严重时甚至死苗。拔节~抽穗期是麦株由营养生长转为营养生长与生殖生长并进阶段,此时小麦生长速率加快,干物质累积增加,光合作用加强,此时期麦株受水分胁迫,会影响光合作用及干物质累积。抽穗~灌浆阶段是幼穗分化的最后阶段,小麦株体代谢作用最强,蒸腾作用也十分强烈,对光合作用的需求量达到最大,对水分亏缺的反应最为敏感,是小麦的需水临界期。此时期麦株受水分胁迫,不仅减少穗数,穗粒数也明显降低,严重影响产量。小麦对缺水的敏感性,是开花期大于产量形成期,产量形成期大于营养生长期。因此,在灌溉水量有限的条件下,应保证作物缺水敏感期内的水分供应,把该时期的水分胁迫减少到最低程度,对于稳定产量、提高水的利用率均有大的作用。

表3 小麦不同阶段不同程度胁迫对产量的影响

序号	处理	灌水定额//m ³ /hm ²	穗长//cm	穗粒数//粒	单株穗重//g	株高//cm	实产//kg/hm ²
1	播种~拔节期中旱	691.5	9.5	34.71	4.57	60.3	5 461.8
2	拔节~抽穗期中旱	588.0	9.2	34.87	4.54	48.8	5 437.8
3	抽穗~灌浆期轻旱	652.5	9.4	36.28	4.45	61.4	5 527.8
4	抽穗~灌浆期重旱	484.5	9.1	34.27	4.25	54.3	5 077.8
5	灌浆~成熟期轻旱	636.0	9.4	34.64	4.62	59.4	5 394.3
6	灌浆~成熟期重旱	498.0	9.2	34.59	4.41	57.1	5 260.8
7	干旱处理	307.5	9.3	34.16	4.21	53.9	4 590.3
8	对照	772.5	9.4	34.85	4.65	59.7	5 323.8

2.2 不同处理水分生产率 消耗每单位水量所生产的小麦重量称为小麦的水分生产效率,该指标可用于衡量水资源开发利用的程度。因此,以单位灌溉水量所生产小麦产量计算的小麦灌溉水生产效率则可用以衡量同一降水量范围内的灌区所采用灌溉技术的先进性和合理性。灌溉水分生产率的计算如下: $I=Y/ET$,式中, Y 为作物产量(kg/hm²), ET 为作物灌溉定额(m³/hm²)。

由露地和测坑试验的小麦水分生产率结果可知,水分生产率随灌溉水量的增加而减小。在露地试验的3种水分处理下(不灌除外),各处理的水分生产率分别为9.91、9.62、14.50 kg/m³(图1);在测坑试验的8种水分处理下,处理7的水分生产率最高,为14.93 kg/m³;处理8的灌溉水利用效率最低,水分生产率为6.89 kg/m³(图2)。

2.3 不同处理的灌水量及产量分析 虽然作物产量是很多因素共同作用的结果,但水分起到了最为主要的作用。图3、4所示的是各处理产量和灌水定额之间的拟合曲线;露地

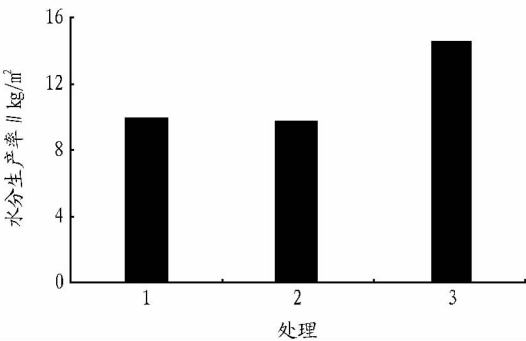


图1 露地灌溉试验不同处理的水分生产率

试验小麦产量(y)和灌溉水量(x)之间关系为 $y = -0.139 9x^2 + 8.612 4x + 231.28$,相关系数 $R^2 = 0.996 8$ (图3);水分调亏灌溉试验小麦产量和灌水量间的关系为 $y = -0.098 6x^2 + 8.849 8x + 164.03$,相关系数 $R^2 = 0.949 6$ (图4)。

这表明,小麦的产量和灌水定额成明显的二次抛物线型

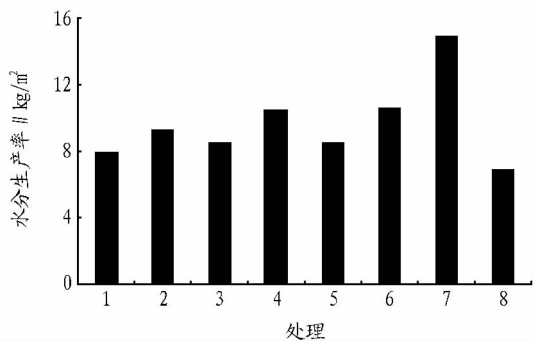


图2 水分调亏灌溉试验不同处理的水分生产率

关系;当灌水量小于某一临界值时,产量会随着水量的增加而增加,但当超过最大之后,产量反而会随着水量的增加而减少。这说明,虽然小麦是一种高耗水性作物,但当灌水量或耗水量增加到一定数值时,此时再增加供水不能增加产量,反而会使产量下降。具体而言,在露地试验中,灌水量为

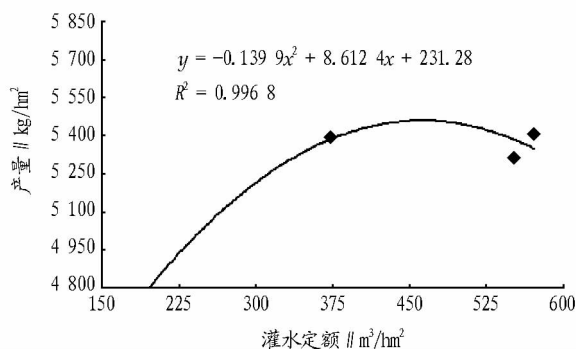


图3 露地试验小麦产量与灌溉水量关系

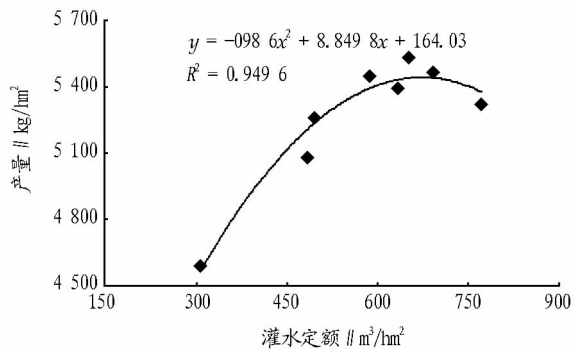


图4 水分调亏灌溉试验小麦产量与灌溉水量关系

38.10 kg/m³ 时,小麦产量最高,可达 5 651.0 kg/hm²;在测坑试验中,灌水量为 43.5 kg/m³ 时产量最高,达 5 527.8 kg/hm²。

3 结论与讨论

该试验结果表明,小麦不同阶段不同水分胁迫对产量的影响很大,以开花期最为敏感,其次是产量形成期和营养生长期。因此,在灌溉水量有限的条件下,应保证作物缺水敏感期内的水分供应,把该时期的水分胁迫减少到最低程度,以稳定产量,提高水的利用效率。小麦的水分生产率随着灌水量的增加而减小,其产量与灌水定额呈明显的二次抛物线型关系,露地产量和灌水定额之间的关系式: $y = -0.139 9x^2 + 8.612 4x + 231.28$,相关系数 $R^2 = 0.996 8$;水分调亏灌溉试验小麦产量和灌水量间的关系为 $y = -0.098 6x^2 + 8.849 8x + 164.03$,相关系数 $R^2 = 0.949 6$ 。当灌水量和耗水量小于某一临界值时,产量会随着水量的增加而增加,但当超过最大之后,产量反而会随着水量的增加而减少。这与前人关于节水灌溉的研究结果一致^[5-6]。推荐灌水量为 35 kg/m³ 比较适宜,估计小麦产量可达 5 550.0 kg/hm²。

随着经济社会的发展和农业生产力水平的提高,以及农业灌溉方式、灌溉技术、作物品种、种植结构和种植技术的变化,作物需水规律、用水定额已随之发生了很大的改变,这些具体的参数都需要通过灌溉试验加以确定。该小麦系统的灌溉试验研究,不仅可为西南喀斯特地区水利灌溉工程规划设计、大型灌区节水改造建设、集雨灌溉工程、水资源评价和优化配置、防旱抗旱、黔中枢纽工程农业用水量分析及各受益区配水量分析等提供科学依据,同时也可指导生产,为贵州地区农业丰收、农村产业结构调整 and 农民增收作出贡献。

参考文献

- [1] 张和喜,迟道才,王群,等. 农业节水灌溉理论与技术研究进展[J]. 灌溉排水学报,2009,28(3):145-146.
- [2] 董成森,姚邦松. 作物非充分灌溉研究进展[J]. 湖南农业科学,2003(4):42-44.
- [3] 柴红敏,蔡焕杰,王健,等. 亏缺灌溉中土壤含水量的试验控制[J]. 安徽农业科学,2008,36(34):15081-15082.
- [4] 王群,张和喜,房军,等. 黔中地区典型旱坡地土壤水分入渗试验研究[J]. 灌溉排水学报,2009,28(3):57-59.
- [5] YANG Y L, QIAN L, LIU M C, et al. Effects of different irrigation amounts on wheat growth in arid oasis area[J]. Agricultural Science & Technology, 2010,11(2):102-105,142.
- [6] 韩娜娜,王仰仁,孙书洪,等. 灌水对冬小麦耗水量和产量影响的试验研究[J]. 节水灌溉,2010(4):4-7.

(上接第 64 页)

- [2] 马本宁,熊晶,张荣春. 低纬度高海拔地区烤烟移栽期与烟叶产质量关系研究[J]. 现代农业科技,2008(24):161-162.
- [3] 冉法芬,王海涛,许自成. 不同移栽期和土壤类型对烤烟品种 NC89 品质的影响[J]. 江西农业学报,2009,21(11):24-26.

- [4] 王克占,孙伟奇,王玉军. 不同移栽时间对烟草长势和烟叶产量、质量的影响[J]. 山东农业科学,2009(2):48-49.
- [5] 祖朝龙,徐经年,殷凤生,等. 皖南烟区烤烟移栽适期的研究[J]. 安徽农业科学,2004,32(5):969-970.