

灌水量对宁夏中部干旱带沙地土壤水分的影响研究

李 明<sup>1</sup>,张清云<sup>1</sup>,蒋 齐<sup>1</sup>,贾爱冬<sup>2</sup>,武文渊<sup>3</sup>

(1. 宁夏农林科学院荒漠化治理研究所,银川 750002; 2. 宁夏水土保持局;3. 宁夏平罗县农业局)

摘 要:通过对宁夏中部干旱带沙地种植甘草的不同灌水定额及次数的研究,结果表明,适当的增加灌水次数和灌水定额对于保持和增加干旱带沙壤土持水率具有积极的作用,有利于植物的生长发育。

关键词:灌溉;沙壤土;土壤水分

中图分类号:S152.7;S274.4

文献标识码:A

文章编号:1005-3409(2006)06-0222-06

Influence of Irrigation Water Volumes on Sandy  
Soil Moisture of Arid Regions of Middle Ningxia

LI Ming<sup>1</sup>,ZHANG Qing-yun<sup>1</sup>,JIANG Qi<sup>1</sup>,JIA Ai-dong<sup>2</sup>,WU Wen-yuan<sup>3</sup>

(1. Institute of Desert Administer, Ningxia Academy of Agriculture and Forestry Sciences, Yinchuan 750002, China;

2. Ningxia Bureau of Conservation of Soil and Water;

3. Ningxia Agricultural Bureau of Pingluo County)

Abstract :Through the study on irrigation quota and irrigation times for licorice root planted in arid sandy land of middle Ningxia , the result shows: by increasing irrigation frequency and irrigation fixed quantity properly , it can play a positive role in the conserving and increasing water-holding capacity in arid-belt sandy area.

Key words irrigation;sandy soil;soil moisture

宁夏中部干旱带属荒漠草原生态区,是自治区天然草地的主体,共涉及 10 个县(市、区)的 91 个乡镇,98 万多人,土地面积 240 多万  $\text{hm}^2$ ,土地面积和草地面积均占宁夏全自治区的一半以上。长期以来,由于降雨量小,水资源短缺,加上长期开荒种粮,过度放牧,滥垦乱采,土地荒漠化严重,造成这里的土地大面积退化、沙化,这里已成为宁夏生态环境最为脆弱的地带。

2003~2004 年我们在位于宁夏中部干旱带的红寺堡开发区进行了不同灌水定额、不同灌水次数对沙地土壤水分特征影响研究,旨在为制定宁夏沙地土壤灌溉制度提供依据。

1 试验地基本情况

试验地土壤系沙壤土,种植历史 3 年。土壤剖面结构:0~25 cm 为细黄沙,较疏松;25~115 cm 为细黄沙,较紧实,115 cm 以下为白僵土,土壤紧实。土壤养分状况为:土壤 pH 值 8.59,全盐 0.44 g/kg,有机质 3.93 g/kg,全氮 0.20 g/kg,全钾 17.8 g/kg,全磷 0.28 g/kg,水解氮 25.2 mg/kg,有效钾 203.0 mg/kg,有效磷 12.0 mg/kg。

2 研究方法

设计灌水定额为:600  $\text{m}^3/\text{hm}^2$ 、900  $\text{m}^3/\text{hm}^2$ 、1 200  $\text{m}^3/\text{hm}^2$ ;灌水次数分别为全生育期灌 1 次、2 次、3 次,以不灌水为对照。田间试验小区面积 33  $\text{m}^2$ ,重复 3 次。灌水时间分别为 5 月 20 日、6 月 20 日、7 月 20 日。试验地移栽甘草。试验时期为 2 年。

各小区间埋设 120 cm 深度的隔水膜,以防小区之间相互测渗。试验采用泵灌和水表计量的灌溉量方法。其它田间管理措施同大田一样。

每年 5 月份开始,用 TDR 和烘干法,每 10 d 测定一次土壤 0~20 cm、20~40 cm、40~60 cm、60~100 cm 土壤含水量。

表 1 灌水方案

灌水时间 处 理	20/5 (日/月)	20/6 (日/月)	20/7 (日/月)	灌水定额/ ( $\text{m}^3 \cdot \text{hm}^{-2}$ )	灌溉定额/ ( $\text{m}^3 \cdot \text{hm}^{-2}$ )
A0 (不灌水)					
A (灌 1 水)	灌水			600,900,1200	600,900,1200
A (灌 2 水)	灌水	灌水		600,900,1200	1200,1800,2400
A (灌 3 水)	灌水	灌水	灌水	600,900,1200	1800,2700,3600

3 试验结果分析

3.1 同一灌水定额不同灌水次数对土壤含水量的影响

图 1~15 中,除 5 月 20 日第一次灌溉期、6 月 20 日第二次灌溉期、7 月 20 日第三次灌溉期外,其余高峰峰值均为降雨后土壤含水量。

3.1.1 同一灌水定额不同灌水次数对土壤 0~20 cm 含水量影响

图 1、2、3 分别为 600  $\text{m}^3/\text{hm}^2$ 、900  $\text{m}^3/\text{hm}^2$ 、1 200  $\text{m}^3/\text{hm}^2$  灌 1 次、2 次、3 次水的土壤 0~20 cm 含水量的变化情况。从图中看出,灌溉和降雨均能有效增加土壤的含水量,使短期内土壤含水量得以迅速提高。同时随着时间的延长,土壤水在植物吸收和自然蒸发状态下,日渐趋于稳定。水分变化特征曲线表明,灌溉量一定灌水次数对干旱期土壤 0~20 cm 含水量,没有明显的影响,其土壤含水量与对照(未灌水)基本持平,说明灌溉仅对短期内土壤 0~20 cm 含水量的增加有作用,而对灌后长时间内土壤 0~20 cm 含水量的保持和蓄积基本没有作用。

\* 收稿日期:2005-04-26

基金项目:宁夏回族自治区“8613”农业科技攻关项目“农业产业化关键技术与开发”重大专项-重点地道中药材开发技术研究(项目编号 2002-Z01-08);国家科技部西部专项“宁夏地道沙生中药材资源保护及可持续发展关键技术与示范”(项目编号 2002BA901A32);宁夏自然科学基金项目“人工栽培对甘草质量影响研究”(项目编号 AC0003-2004)

作者简介:李 明(1966-),男,宁夏平罗县人,副研究员,现从事中药材种植技术研究。

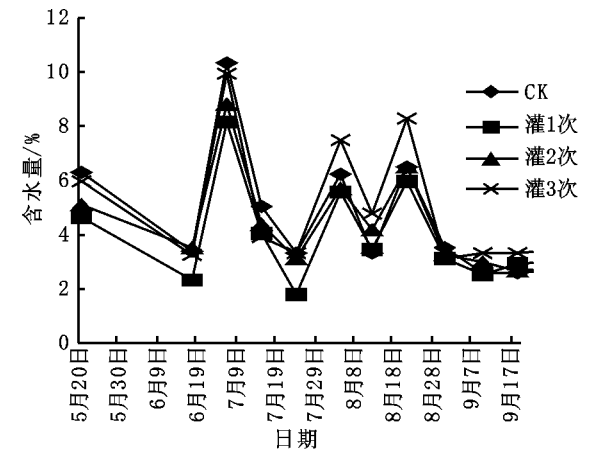


图 1 600 m<sup>3</sup>/hm<sup>2</sup> 不同灌溉次数土壤 0~20 cm 含水量

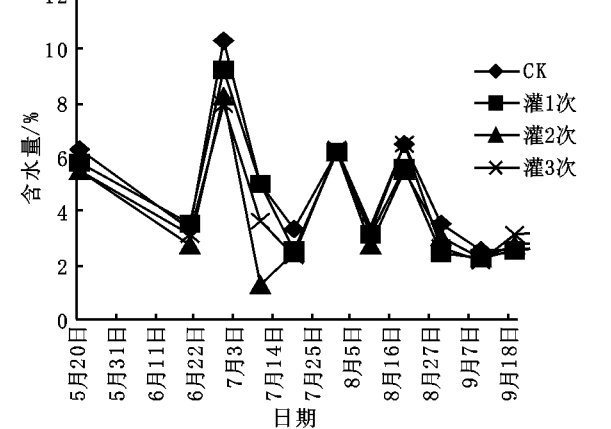


图 2 900 m<sup>3</sup>/hm<sup>2</sup> 不同灌溉次数土壤 0~20 cm 含水量

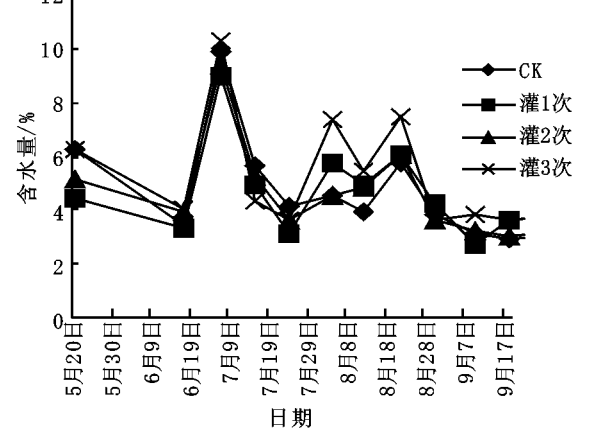


图 3 1200 m<sup>3</sup>/hm<sup>2</sup> 不同灌溉次数土壤 0~20 cm 含水量

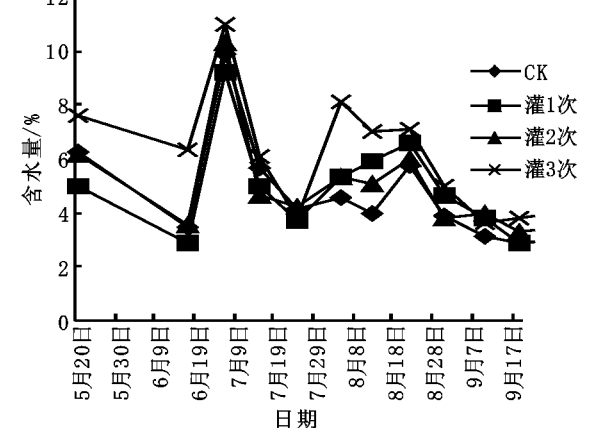


图 4 600 m<sup>3</sup>/hm<sup>2</sup> 不同灌溉次数土壤 0~40 cm 含水量

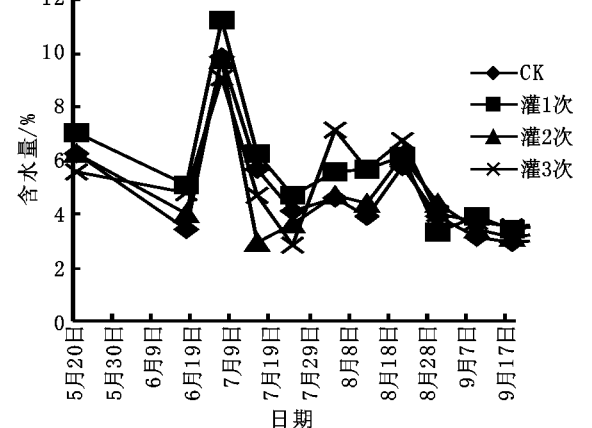


图 5 900 m<sup>3</sup>/hm<sup>2</sup> 不同灌溉次数土壤 0~40 cm 含水量

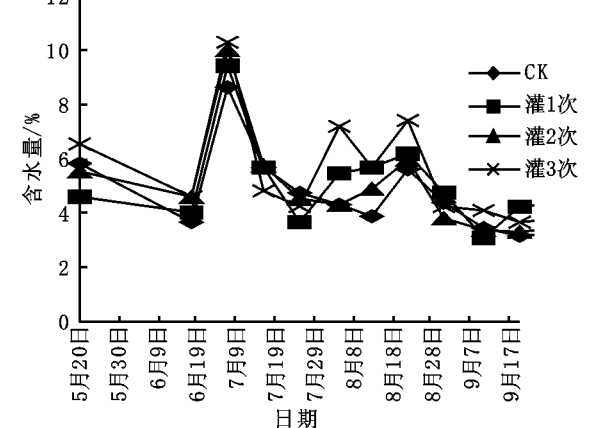


图 6 1200 m<sup>3</sup>/hm<sup>2</sup> 不同灌溉次数土壤 0~40 cm 含水量

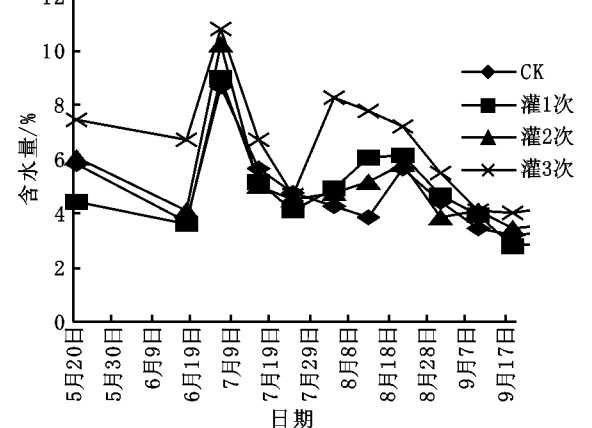


图 7 600 m<sup>3</sup>/hm<sup>2</sup> 不同灌溉次数土壤 0~60 cm 含水量

图 8 900 m<sup>3</sup>/hm<sup>2</sup> 不同灌溉次数土壤 0~60 cm 含水量

### 3.1.2 同一灌水定额不同灌水次数对土壤 0~40 cm 含水量影响

图 4、5、6 分别为  $600\text{ m}^3/\text{hm}^2$ 、 $900\text{ m}^3/\text{hm}^2$ 、 $1\,200\text{ m}^3/\text{hm}^2$  灌 1 次、2 次、3 次水的土壤 0 cm~40 cm 含水量的变化情况。从图中看出,灌溉和降雨均能有效增加土壤的含水量,使短期内土壤含水量得以迅速提高。同时随着时间的延长,土壤水在植物吸收和自然蒸发状态下,日渐趋于稳定。水分变化特征曲线显示,在干早期土壤水处于最低峰值时,灌溉处理的土壤最低含水量均高于未灌溉土壤最低含水量。表明,灌溉量一定灌水次数对干早期土壤 0~40 cm 含水量,具有一定的影响。

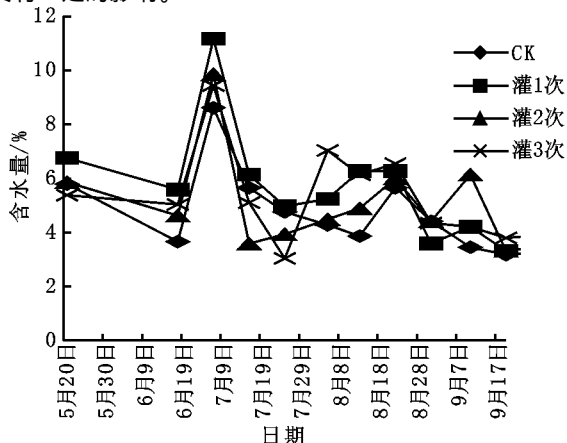


图 9  $1\,200\text{ m}^3/\text{hm}^2$  不同灌溉次数土壤 0~60 cm 含水量

### 3.1.4 同一灌水定额不同灌水次数对土壤 60~100 cm 含水量影响

图 10、11、12 分别为  $600\text{ m}^3/\text{hm}^2$ 、 $900\text{ m}^3/\text{hm}^2$ 、 $1\,200\text{ m}^3/\text{hm}^2$  灌 1 次、2 次、3 次水的土壤 60~100 cm 含水量的变化情况。水分变化特征曲线显示,灌溉处理土壤含水量高于未灌水的对照处理,特别是在干早期土壤水处于最低峰值时,灌溉处理的土壤最低含水量亦均高于未灌溉土壤最低含水量。表明,灌溉量一定灌水次数对干早期土壤 0~60 cm 含水量,具有一定的影响。

### 3.1.5 同一灌水定额不同灌水次数对土壤 0~100 cm 含水量影响

图 13、14、15 分别为  $600\text{ m}^3/\text{hm}^2$ 、 $900\text{ m}^3/\text{hm}^2$ 、 $1\,200\text{ m}^3/\text{hm}^2$  灌 1 次、2 次、3 次水的土壤 0~100 cm 含水量的变化情况。水分变化特征曲线显示,灌溉处理土壤含水量高于未灌水的对照处理,特别是在干早期土壤水处于最低峰值时,灌溉处理的土壤最低含水量亦均高于未灌溉土壤最低含水量。表明,灌溉也同样有利于干早期整个根系层土壤,即土壤 0~100 cm 的水含量的保持和蓄积。

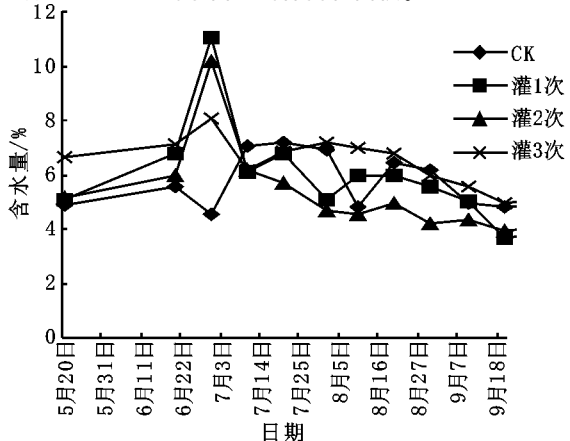


图 11  $900\text{ m}^3/\text{hm}^2$  不同灌溉次数土壤 0~100 cm 含水量

### 3.1.3 同一灌水定额不同灌水次数对土壤 0~60 cm 含水量影响

图 7、8、9 分别为  $600\text{ m}^3/\text{hm}^2$ 、 $900\text{ m}^3/\text{hm}^2$ 、 $1\,200\text{ m}^3/\text{hm}^2$  灌 1 次、2 次、3 次水的土壤 0~60 cm 含水量的变化情况。从图中看出,灌溉和降雨均能有效增加土壤的含水量,使短期内土壤含水量得以迅速提高。同时随着时间的延长,土壤水在植物吸收和自然蒸发状态下,日渐趋于稳定。水分变化特征曲线显示,在干早期土壤水处于最低峰值时,灌溉处理的土壤最低含水量均高于未灌溉土壤最低含水量。表明,灌溉量一定灌水次数对干早期土壤 0~60 cm 含水量,具有一定的影响。

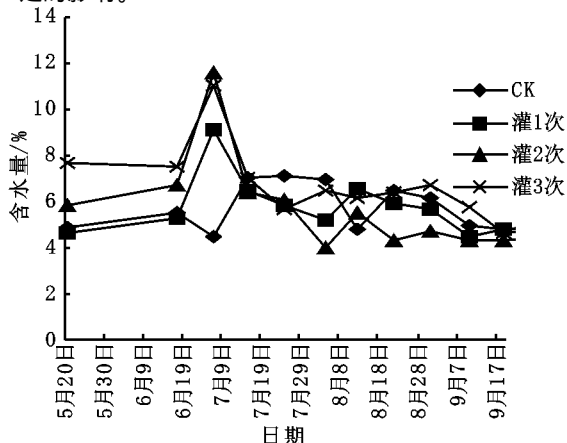


图 10  $600\text{ m}^3/\text{hm}^2$  不同灌溉次数土壤 0~100 cm 含水量

以上充分表明,适当的增加灌水次数对于干旱环境中甘草生长期整个根系层土壤含水量的保持具有积极的作用。也将更加有利于干旱逆境中植物的生长和发育。

### 3.2 同一灌水次数不同灌水定额对土壤含水量的影响

图 16~30 中,除 5 月 20 日第一次灌溉期、6 月 20 日第二次灌溉期、7 月 20 日第三次灌溉期外,其余高峰峰值均为降雨后土壤含水量。

#### 3.2.1 同一灌水次数不同灌水定额对土壤 0~20 cm 含水量影响

图 16、17、18 分别为同一灌水定额  $600\text{ m}^3/\text{hm}^2$ 、 $900\text{ m}^3/\text{hm}^2$ 、 $1\,200\text{ m}^3/\text{hm}^2$  不同灌水次数的土壤 0~20 cm 含水量的变化情况。水分变化特征曲线显示,灌溉处理土壤含水量高于未灌水的对照处理,特别是在干早期土壤水处于最低峰值时,灌溉处理的土壤最低含水量亦均高于未灌溉土壤最低含水量。且灌 3 次水和灌 2 次水的处理高于灌 1 次水处理。表明增加灌水次数对干早期土壤 0~20 cm 含水量的增加和保持,具有一定的积极作用。

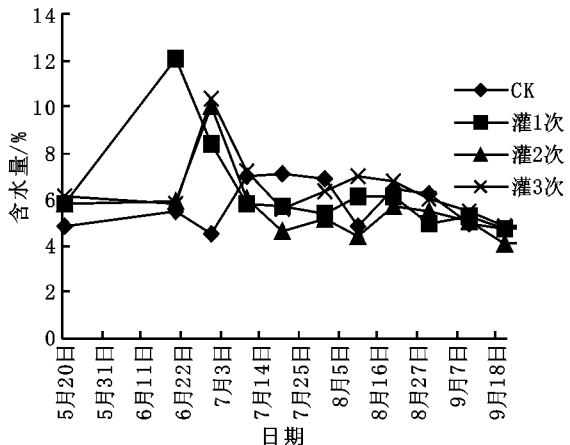


图 12  $1\,200\text{ m}^3/\text{hm}^2$  不同灌溉次数土壤 60~100 cm 含水量

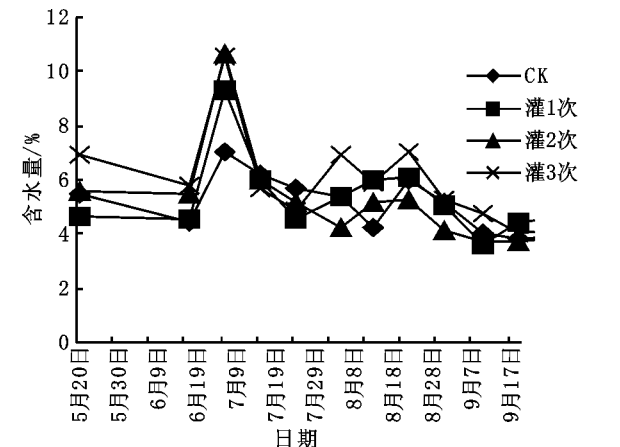


图 13 600 m<sup>3</sup>/hm<sup>2</sup> 不同灌溉次数土壤 0~100 cm 含水量

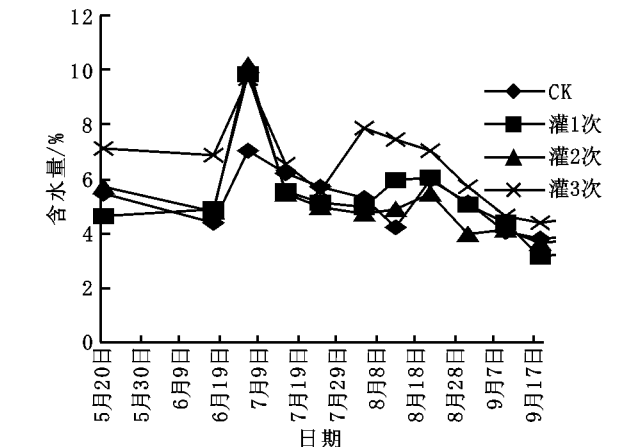


图 14 900 m<sup>3</sup>/hm<sup>2</sup> 不同灌溉次数土壤 60~100 cm 含水量

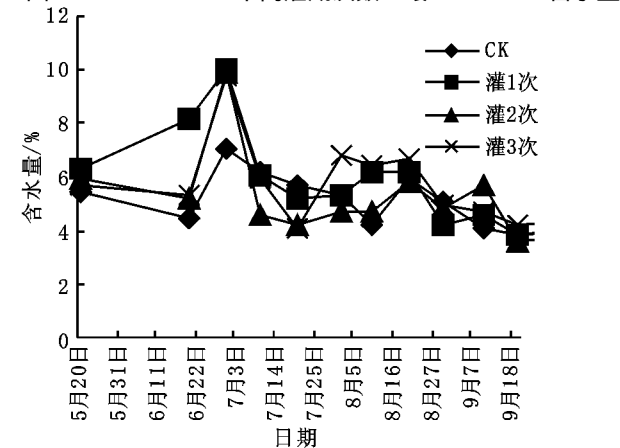


图 15 1 200 m<sup>3</sup>/hm<sup>2</sup> 不同灌溉次数土壤 0~100 cm 含水量

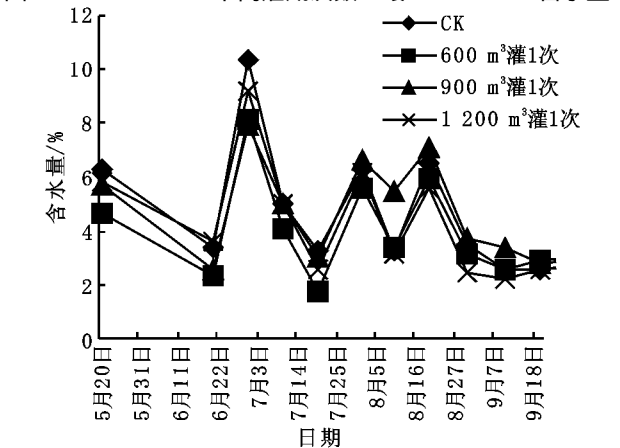


图 16 同一灌溉次数不同灌溉次数土壤 60~100 cm 含水量

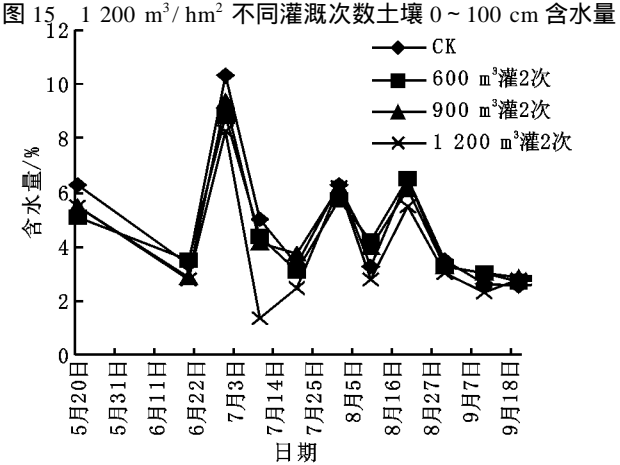


图 17 同一灌溉次数不同灌溉次数土壤 0~20 cm 含水量  
3.2.2 同一灌溉次数不同灌水定额对土壤 0~40 cm 含水量影响

图 19、20、21 分别为同一灌水定额不同灌水次数的土壤 0~40 cm 含水量的变化情况。水分变化特征曲线显示,灌水处理土壤含水量高于未灌水的对照处理,特别是在干旱期土壤水处于最低峰值时,灌溉处理的土壤最低含水量亦均高于未灌溉土壤最低含水量。且灌 3 次水和灌 2 次水的处理高于灌 1 次水处理。表明,增加灌水次数对干旱期土壤 0~40 cm 含水量的增加和保持,具有一定的积极作用。

3.2.3 同一灌水次数不同灌水定额对土壤 0~60 cm 含水量影响

图 22、23、24 分别为同一灌水定额不同灌水次数的土壤 0~60 cm 含水量的变化情况。水分变化特征曲线显示,灌水处理土壤含水量高于未灌水的对照处理,特别是在干旱期

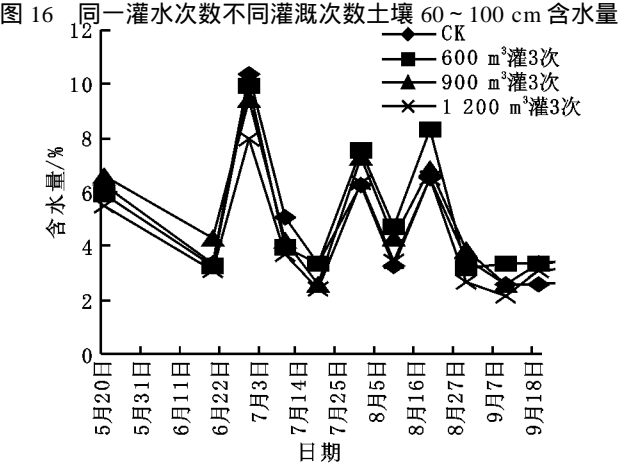


图 18 同一灌溉次数不同灌溉次数土壤 0~20 cm 含水量  
土壤水处于最低峰值时,灌溉处理的土壤最低含水量亦均高于未灌溉土壤最低含水量。且灌 3 次水和灌 2 次水的处理高于灌 1 次水处理。表明,增加灌水次数有利于干旱期土壤 0~60 cm 含水量的增加和保持。

3.2.4 同一灌水次数不同灌水定额对土壤 60~100 cm 含水量影响

图 25、26、27 分别为同一灌水定额不同灌水次数的土壤 60~100 cm 含水量的变化情况。水分变化特征曲线显示,灌水处理土壤含水量高于未灌水的对照处理,特别是在干旱期土壤水处于最低峰值时,灌溉处理的土壤最低含水量亦均高于未灌溉土壤最低含水量。且灌 3 次水和灌 2 次水的处理高于灌 1 次水处理。表明,增加灌水次数有利于干旱期土壤 60~100 cm 含水量的增加和保持,对于根系层深处的土壤水的保持和蓄积具有明显的作用。

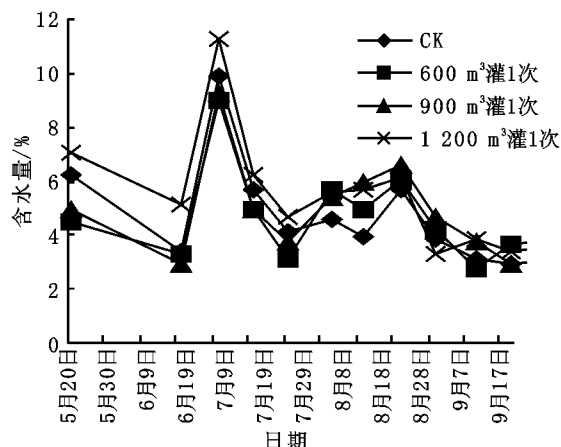


图 19 同一灌水次数不同灌溉次数土壤 0~40 cm 含水量

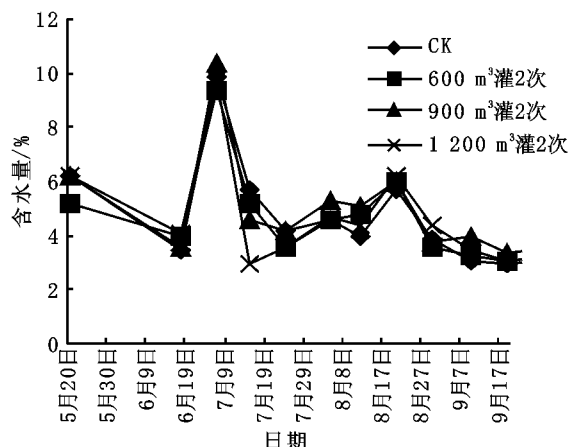


图 20 同一灌水次数不同灌溉次数土壤 0~40 cm 含水量

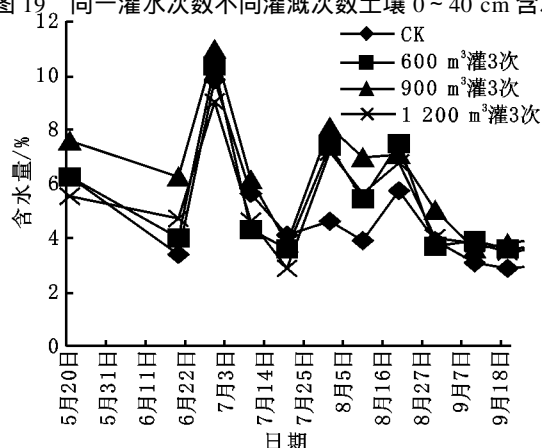


图 21 同一灌水次数不同灌溉次数土壤 0~40 cm 含水量

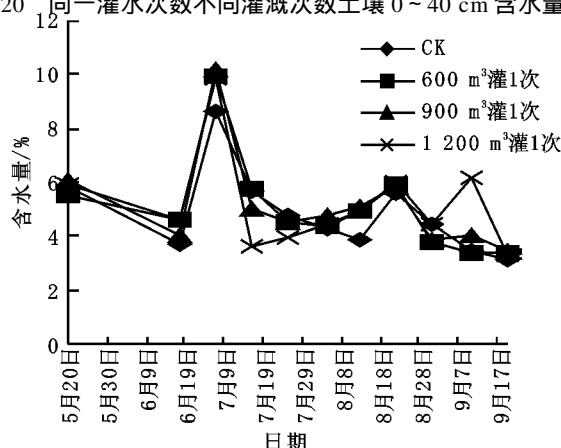


图 22 同一灌水次数不同灌溉次数土壤 0~40 cm 含水量

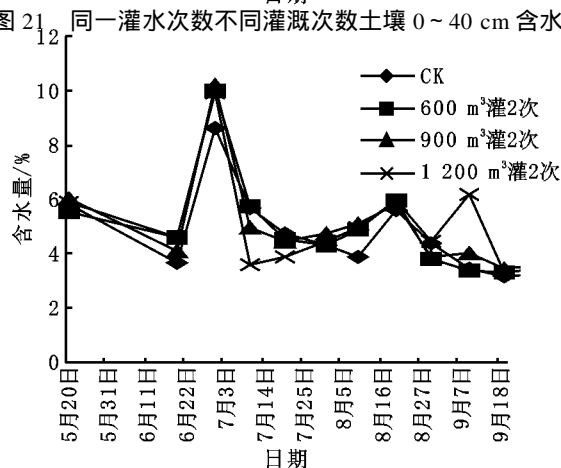


图 23 同一灌水次数不同灌溉次数土壤 0~40 cm 含水量

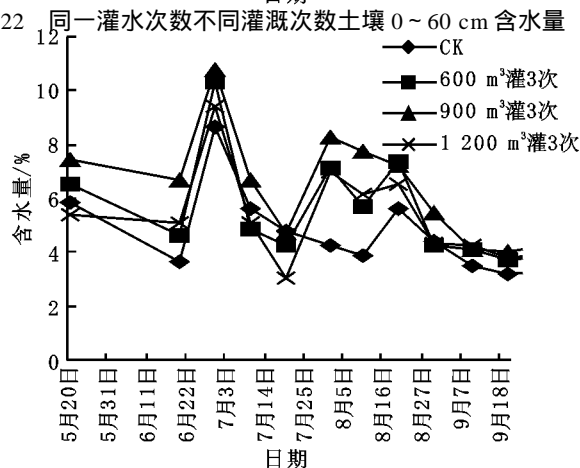


图 24 同一灌水次数不同灌溉次数土壤 0~40 cm 含水量

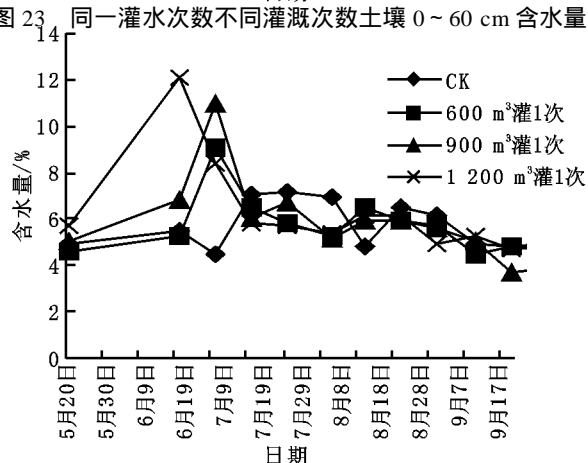


图 25 同一灌水次数不同灌溉次数土壤 60~100 cm 含水量

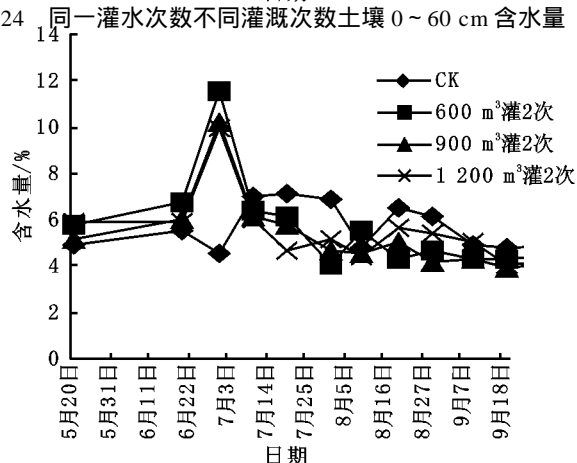


图 26 同一灌水次数不同灌溉次数土壤 60~100 cm 含水量

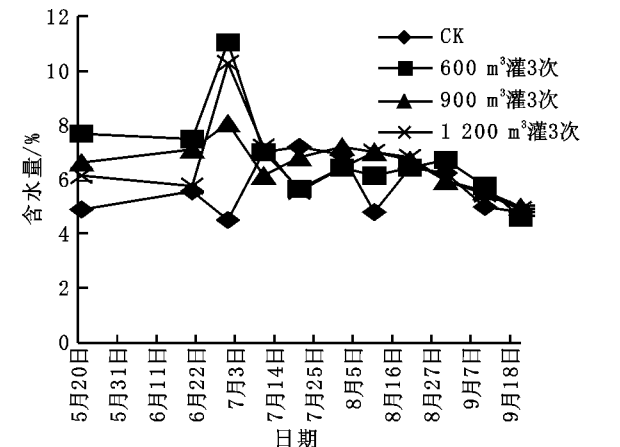


图 27 同一灌水次数不同灌溉次数土壤 60 ~ 100 cm 含水量

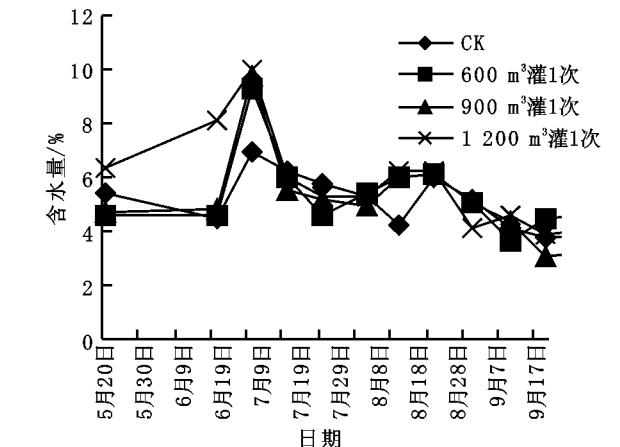


图 28 同一灌水次数不同灌溉次数土壤 0 ~ 100 cm 含水量

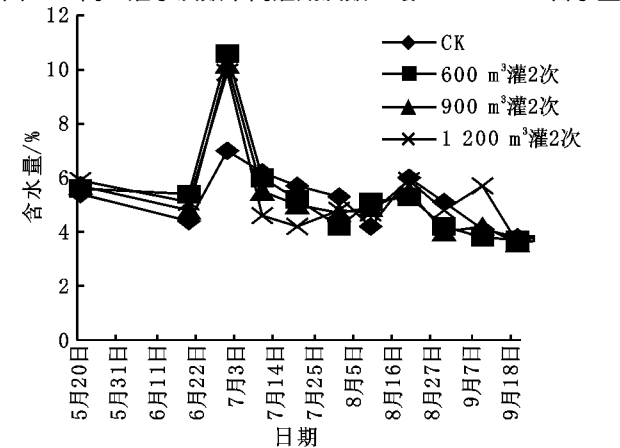


图 29 同一灌水次数不同灌溉次数土壤 0 ~ 100 cm 含水量

3.2.5 同一灌水次数不同灌水定额对土壤 0 ~ 100 cm 含水量影响

图 28,29,30 分别为同一灌水定额不同灌水次数的土壤 0 ~ 100 cm 含水量的变化情况。水分变化特征曲线显示,灌水处理土壤含水量高于未灌水的对照处理,特别是在干旱期土壤水处于最低峰值时,灌溉处理的土壤最低含水量亦均高于未灌溉土壤最低含水量。进一步说明了适当增加灌水定

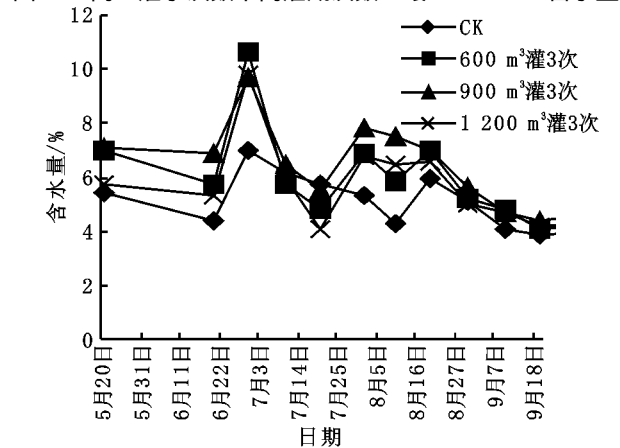


图 30 同一灌水次数不同灌溉次数土壤 0 ~ 100 cm 含水量

额有利于干旱期整个根系层土壤,即土壤 0 ~ 100 cm 的水含量的保持和蓄积。

#### 4 小 结

适当的增加灌水次数、灌水定额,有利于干旱期整个根系层 0 ~ 100 cm 土壤水含量的保持和蓄积,有利于干旱逆境中植物的生长和发育。

(上接第 221 页)

[21] 马建军. 腐植酸钠对小麦幼苗生长及镉吸收和累积的影响(简报)[J]. 河北职业技术师范学院学报,2001,15(4):58-61.

[22] Guoping Zhang, Motohiro Fukami and Hitoshi Sekimoto. Genotypic differences in effects of cadmium on growth and nutrient compositions in wheat[J]. Journal of Plant Nutrition,2000,23(9):1337-1350.

[23] 蔡保松,张国平. 大、小麦对镉的吸收、运输及在籽粒中的积累[J]. 麦类作物学报,2002,22(3):82-86.

[24] Herren T, Feller U. Transfer of zinc from xylem to phloem in the peduncle of wheat[J]. Journal of Plant Nutrition,1994,171:1587-1598.

[25] Cakmak I, Welch R M, Erenoglu B, et al. Influence of varied zinc supply on retranslocation of cadmium and rubidium applied on mature leaf of durum wheat seedling[J]. Plant and Soil,2000,219:279-284.

[26] Cakmak I, Welch R M, Hart J, et al. Uptake retranslocation of leaf applied cadmium in diploid tetraploid and hexaploid wheat[J]. Journal of Experimental Botany,2000,51:221-226.

[27] Nell S, Harris, Gregory J. Taylor Remobilization of cadmium in maturing shoots of near isogenic lines of durum wheat that differ in grain cadmium accumulation[J]. Journal of Experimental Botany,2001,52:1473-1481.

[28] 王凯荣. 我国农田镉污染现状及其治理利用对策[J]. 农业环境保护,1997,16(6):274-278.

[29] Szeke B, Jedrzejczak R, et al. Influence of the environmental factors on cadmium content in strawberry fruit[J]. Fruit Science Reports,1989,16(1):1-6.

[30] 赵博生,莫华. 镉对蒜根生长的毒害及抗坏血酸、铁盐的解毒效应[J]. 武汉植物学研究,1997,15(2):167-172.

[31] 张金彪,黄维南. 镉对植物的生理生态效应的研究进展[J]. 生态学报,2000,20(3):514-523.

[32] 慈敦伟,姜东,戴廷波,等. 曹卫星镉毒害对小麦幼苗光合及叶绿素荧光特性的影响[J]. 麦类作物学报,2005,25(5):88-91.