

# 保水剂用量对土壤水分的影响

宋海燕<sup>1</sup>, 汪有科<sup>1,2\*</sup>, 汪星<sup>1</sup>, 汪勇<sup>1</sup>, 杨直毅<sup>2</sup>, 蒋中波<sup>1</sup>

(1. 西北农林科技大学资源环境学院, 陕西 杨凌 712100; 2. 中国科学院水土保持研究所, 陕西 杨凌 712100)

**摘要:** 为确定保水剂的合理用量, 于2008年5月在陕西米脂县进行保水剂不同用量玉米盆栽试验研究。盆栽试验设置了保水剂不同用量(0、30、40、50、60 g)五个处理及保水剂与风干黄绵土配比用量(0、0.05%、0.10%、0.15%、0.20%、0.30%)6个处理, 分别研究了保水剂不同用量与土壤水势、土壤含水量的关系及对土壤持水时间的影响。试验结果表明, 土壤含水量高(>18%)时各处理土壤吸水力十分接近, 在土壤吸水力相同时, 随着保水剂用量的提高其土壤含水量也随着提高; 保水剂用量越大的处理玉米存活的时间也越长, 0.20%和0.30%处理玉米存活时间较对照长3 d; 综合分析表明本试验中保水剂与黄绵土配比0.20%和0.3%应用效果较好。

**关键词:** 保水剂用量; 土壤吸水力; 土壤含水量; 黄绵土

**中图分类号:** S157.9 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-7601(2009)03-0033-04

水资源紧缺已成为制约我国经济和社会可持续发展的重要因素, 近几年来, 随着干旱农业研究的不断深入, 提高降水和灌溉水利用效率已成为我国干旱半干旱地区农林业的重要研究方向之一, 而采用保水剂达到节水增产的目的是旱作农林业研究的一种新途径和新方法。保水剂是一种抗旱节水材料, 能吸收比自身重数百倍甚至上千倍的纯水, 而且具有反复吸水功能<sup>[1,2]</sup>, 吸水后膨胀为水凝胶, 可缓慢释放水分供作物吸收利用, 且所保持水分的85%~95%是植物可以利用的有效水。保水剂是调节土壤水、热、气状况, 改善土壤结构, 提高土壤肥力的有效手段。经过30多年来的发展, 在农林业生产上的应用越来越受到重视<sup>[3~9]</sup>。在保水剂的应用研究中, 由于保水剂品种较多, 各地土壤、气候条件差异较大, 适于不同地区、不同气候条件的保水剂施用方法研究不足, 为此, 本文以聚丙烯酸钠保水剂为研究对象, 采用室外盆栽的试验方法, 探讨新型保水剂(鸿森保水剂)在陕北黄绵土上的施用方法, 为大面积推广提供科学依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验地区概况

本试验在陕西米脂试验站进行, 该区域属中温带半干旱性气候区, 全年雨量不足, 气候干燥, 冬长夏短, 四季分明, 日照充沛, 春季多风, 昼夜温差大, 年平均气温8.5℃, 极端最高气温38.2℃, 极端最低气温-25.5℃, 无霜期162 d。年平均降雨量451.6

mm, 主要集中在7~9月。最大年降雨量704.8 mm, 最小年降雨量186.1 mm。

### 1.2 供试材料及试验方法

土壤为黄绵土, 肥力中等, 容重1.47 g/cm<sup>3</sup>, 土壤饱和持水量(SW)22.5%(环刀法); 供试保水剂为西安鸿森农业生态科技股份有限公司提供的一种新型功能高分子材料——聚丙烯酸钠, pH 6.7, 纯水中吸水倍率500~600。为了便于测定保水剂对土壤水势的作用, 本试验采用自制的直径20 cm, 高度47 cm的铁皮桶, 不栽种作物; 测定保水剂对玉米存活的影响, 本实验采用体积为4.71×10<sup>3</sup> cm<sup>3</sup>塑料小盆。

**盆栽试验:**

供试玉米为农科大108; 试验用深15 cm和直径20 cm的白色塑料盆, 不同量保水剂分别与3 500 g风干土配比, 共有0、0.05%、0.10%、0.15%、0.20%、0.30%六个处理, 重复3次, 共18盆, 待种子发芽后于2008年7月16日栽种, 每盆3粒种子, 种子埋深5 cm。

**铁皮桶试验:**

试验采用深47 cm和直径20 cm的铁皮桶, 每桶装风干土15 kg, 设保水剂施用量五种处理: CK(不施保水剂)、A30(30 g保水剂)、A40(40 g保水剂)、A50(50 g保水剂)和A60(60 g保水剂), 均与风干土混拌均匀装入铁皮桶。试验观测期为2008年6月26日至2008年8月15日, 每天8:00测定土壤水势及土壤含水量。

收稿日期: 2008-04-20

基金项目: 陕西半干旱区山地特色果品综合节水技术与示范(2007BAD88B05)

作者简介: 宋海燕(1981-), 女, 河北承德人, 硕士研究生, 主要从事水土保持、节水灌溉方面研究。E-mail: songhaiyan527@163.com。

\* 通讯作者: 汪有科, E-mail: gjzwk@vip.sina.com

### 1.3 测定内容

盆栽试验:每天称重测土壤含水量,出苗稳定后间苗,每穴留 1 株,测株高。记录幼苗存活天数、地上干物质重,试验期间不再浇水。

叶绿素含量:采用 CCM-200 叶绿素仪测定;干物质重用烘干称重法测定(105℃下杀青 30 min, 75℃下烘 12 h);土壤水势于每天上午九点用 TRS-1 型便携式土壤水势测定仪测定。

## 2 结果与分析

### 2.1 保水剂不同用量下土壤含水量与水吸力关系

土壤含水量并不能充分说明土壤水分的全部情况及其有效性,土壤水势反映了土壤对水分的吸纳能力及土壤水分对作物的供给状况,是进行水分控制时比较常用的参考指标<sup>[10]</sup>,土壤水吸力与土壤水势的数值相同,但符号相反,使用土壤水吸力可以避

免使用土水势负值的麻烦和在增减问题上弄错<sup>[11]</sup>,所以试验中采用了水吸力处理问题。

对于不同土壤,凡是土壤水吸力在 0~10 kPa 范围均为过湿,10~30 kPa 范围为湿润,30~50 kPa 为干爽,>50 kPa 为干燥<sup>[11]</sup>。土壤干燥时,作物基本上停止生长。图 1 是土壤含水量和水吸力的关系曲线,从图中可以看出,当含水量比较高(>18%)时,各处理间的水吸力差异不大。在一定范围(含水量<18%)内,当含水量相同时,土壤水吸力随保水剂用量增加而增大,在相同的水分能态下,土壤质量含水量随保水剂施用量的增加而明显增大;当土壤水吸力为 50 kPa 时,施 30 g、40 g 保水剂和对照的土壤含水量接近约为 4%左右,而施 50 g 保水剂的土壤含水量为 6%。施 60 g 保水剂的土壤含水量为 8%。由此可知,保水剂用量越大,土壤中无效水的含量也越高。

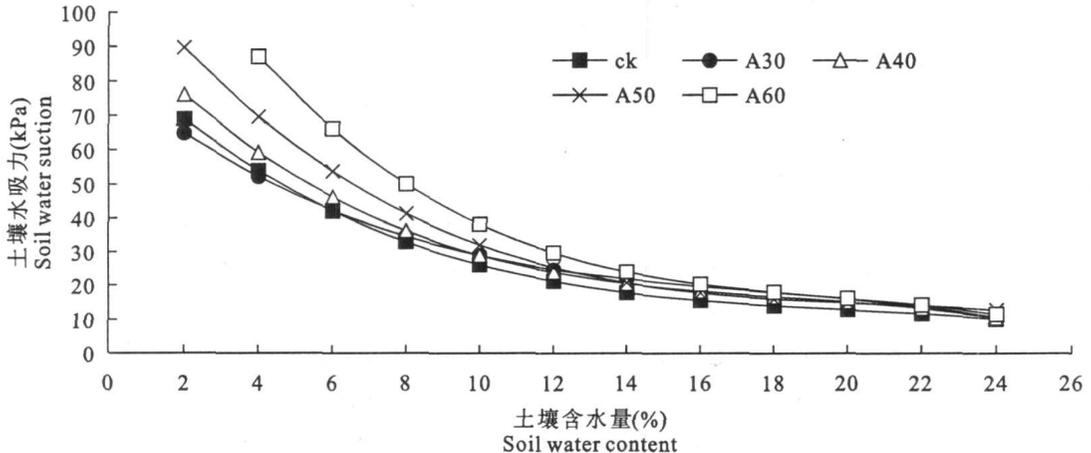


图 1 保水剂不同用量下土壤含水量与水吸力关系曲线

Fig. 1 Soil water content and suction curves under the different application rate of superabsorbent

### 2.2 保水剂不同用量对土壤含水量日变化的影响

保水剂的保水能力是指保水剂吸水后,其膨胀体能保持其水溶液不离析状态的能力。土壤施用保水剂后,水分蒸发受到抑制,对水的保持能力提高,并且随着保水剂用量的增加,其保水能力越强,图 2 为盆栽试验中保水剂对水分蒸发的影响,图中横坐标的起始日期为试验开始后的第 4 d(起始含水量相同,直到第 4 d 各处理间才出现差异),纵坐标为土壤含水量。从图中可以看出:试验由第 4 d 开始,各处理土壤含水量差异逐渐增大;试验到第 16 d(玉米高生长基本停止)时,各处理间土壤含水量差异逐渐减小;从第 8 d 到 12 d 之间各处理差异比较显著,保水剂含量 0.30% 的处理其土壤含水量是 CK 的 1.46 倍,保水剂含量 0.20% 处理土壤含水量是 CK 的 1.40 倍,保水剂含量 0.15% 处理土壤含水量是 CK 的 1.23 倍。

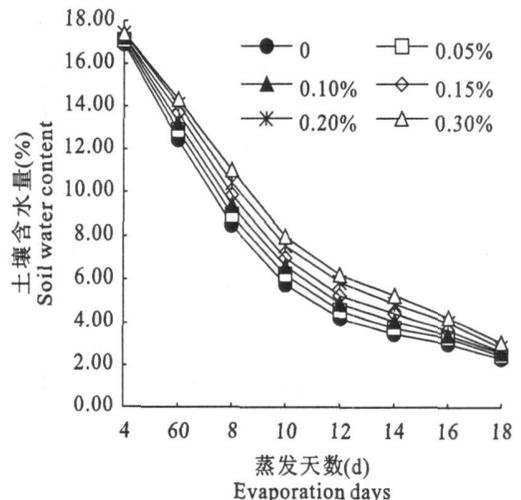


图 2 保水剂不同用量下土壤含水量的日变化

Fig. 2 Diurnal variation of soil water content under the different application rate of superabsorbent

### 2.3 保水剂不同用量对作物存活时间的影响

保水剂不仅对土壤水分的含量有较大影响,而且能够影响土壤水分的持续时间,这一点我们从图2中可以看出,为了更进一步确定其特性,试验中我们还测定了作物存活期间的一些生长指标,记录了作物的存活天数,结果如下:

2.3.1 玉米株高生长 保水剂不同用量下的作物生存比较试验采用盆栽试验进行研究,玉米于7月16日栽种,各处理起始含水量相同,试验期间不再浇水。图3为各处理玉米存活期间高生长曲线,横坐标表示日期,纵坐标表示玉米株高。从图3中可以看出,从播种(7月16日)到第9d(7月24日),0.20%和0.30%两个处理的玉米高生长迅速,从第9d到14d(7月29日)两处理开始进入缓慢生长阶段,第14d后玉米停止高生长,且两处理差异不显著;从播种后到第5d(7月20日)0.05%、0.10%和0.15%三处理玉米高生长缓慢,从第5d到第8d(7月23日)玉米高生长迅速,从第8d到第13d(7月28日)玉米高生长开始变缓;对照从播种后第5d(7月20日)到第8d(7月23日)玉米高生长迅速,到第11d(7月26日)玉米停止高生长。

2.3.2 叶绿素、干物质 图4和图5分别是各处理

的干物质重、叶绿素含量柱状图。由图4可知,对照叶绿素含量最低,施0.20%、0.30%保水剂叶绿素含量较高外,其余处理之间无明显差异。由图5可看出,对照处理下,玉米干物质质量最低;0.20%、0.30%处理下玉米干物质质量最高,效果最好,且两者之间无明显差异。

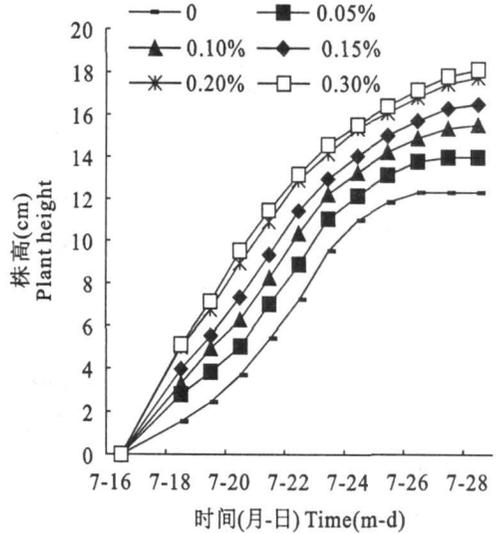


图3 保水剂不同用量下玉米高生长  
Fig.3 Maize height growth under the different application rate of superabsorbent

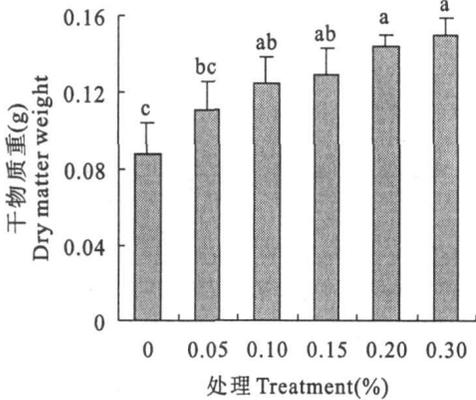


图4 保水剂不同量下玉米萎蔫后的干物质重  
Fig.4 Dry weight of corn under the different application rate of superabsorbent

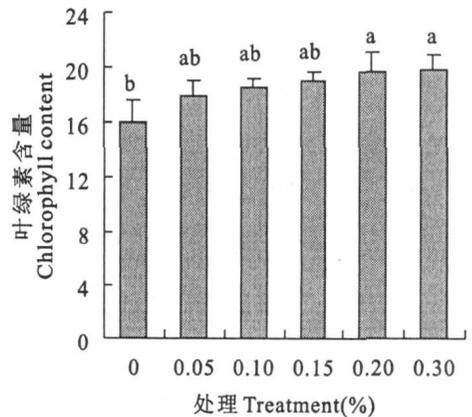


图5 保水剂不同量下玉米叶绿素含量  
Fig.5 Chlorophyll content of corn under the different application rate of superabsorbent

2.3.3 存活天数 玉米于7月16日栽种,直至玉米死亡(以玉米幼苗叶片全部萎蔫时间作为判断玉米死亡日期),记录玉米幼苗存活天数,图6为不同保水剂用量处理下玉米存活天数,保水剂用量越大,玉米存活时间越长,从图中还可以看出0和0.05%、0.10%和0.15%、0.20%和0.30%处理间的差异不大,0.20%和0.30%两处理的玉米存活时间最长。

## 3 结论

1) 在不栽种作物的条件下,保水剂不同量处理的土壤水势表现为,土壤含水量高(>18%)时各处理土壤水吸力十分接近;随着土壤含水量的降低(<18%)土壤水吸力增大,其排序为A60>A50>A40>A30>CK,且各处理间的水吸力差异变大;在相同的土壤吸水力时,随着保水剂用量的提高其土壤含水量也随着提高。

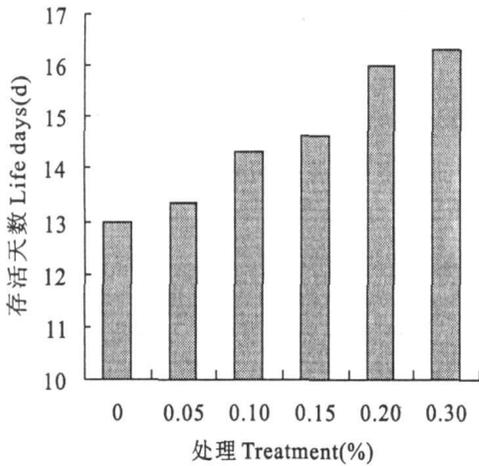


图 6 保水剂不同用量下玉米存活天数

Fig. 6 Life days of corn height under the different application rate of superabsorbent

2) 施用保水剂的土壤能有效抑制水分蒸发,且随着用量的增加,其持水性能逐渐增强。保水剂用量越大的处理,土壤含水量日变化越小,土壤含水量可长期处于较高水平。

3) 从本试验来看,保水剂用量越大的处理玉米存活的时间越长,0.20%和0.30%两种处理的盆栽玉米存活可达到16 d,比对照延长3 d;0.20%和0.30%两处理间玉米生长差异很小。从经济角度考虑,我们建议在生产中推广保水剂与风干土配比为0.20%为宜。

## 参考文献:

- [1] Michael S. Johnson, Comelis J Veltkamp. Structure and functioning of water-storing agricultural polyacrylamides[J]. J Sci Food Agri, 1985, 36:789-793.
- [2] Janardan S, Singh J. Effect of stockosorb polymers and potassium levels on potato and onion[J]. Journal of Potassium Research, 1998, 4(1):78-82.
- [3] Silberbush M, Adear E, De Malach Y. Use of an hydrophilic polymer to improve water storage and availability to crops grown in sand dunes I. Corn irrigated by trickling[J]. Agricultural Water Management 1993, 23:303-313.
- [4] 邹新喜. 超强吸水剂(第2版)[M]. 北京:化学工业出版社, 2002:473-505.
- [5] 杜晓东, 王丽娟, 刘作新. 保水剂及其在节水农业上的应用[J]. 河南农业大学学报, 2000, 34(3):255-259.
- [6] 黄占斌, 万会娥, 邓西平, 等. 保水剂在改良土壤和作物抗旱节水中的效应[J]. 土壤侵蚀与水土保持学报, 1999, 5(4):52-55.
- [7] 介晓磊, 李有田, 韩燕来, 等. 保水剂对土壤持水性的影响[J]. 河南农业大学学报, 2000, 34(1):22-24.
- [8] 汪立刚, 武继承, 王林娟. 保水剂有效使用的土壤水分条件及对小麦的增产效果[J]. 土壤通报, 2003, (1):80-82.
- [9] 武继承, 王志和, 何方, 等. 不同技术措施对降水利用和土壤养分的影响[J]. 华北农学报, 2005, 20(6):73-76.
- [10] Hegde D M. Effect of soil matric potential, method of irrigation and nitrogen fertilization on yield, quality, nutrient up take and water use of radish[J]. Irrig Sci, 1987, (8):13-32.
- [11] 刘茂祥, 王林, 王振东. 浅析水稻节水灌溉技术适宜控制的方法[J]. 水利与建筑工程学报, 2005, 3(2):56-57.

## Effects of the application rate of superabsorbent on water characteristics of soil

SONG Hai-yan<sup>1</sup>, WANG You-ke<sup>1,2\*</sup>, WANG Xing<sup>1</sup>, WANG Yong<sup>1</sup>, YANG Zhi-yi<sup>2</sup>, JIANG Zhong-bo<sup>1</sup>

(1. College of Resources and Environment, Northwest A & F University, Yangling, Shaanxi 712100, China;

2. Institute of Soil and Water Conservation, CAS and MWR, Yangling, Shaanxi 712100, China)

**Abstract:** In order to determine the amount of Superabsorbent, a pot experiment was conducted in Mizhi County, Shaanxi Province to study different amount of superabsorbent in May 2008. The experiment set different amount of Superabsorbent (0, 30, 40, 50 and 60 g) in five treatments and the ratio of Superabsorbent and loessal soil (0, 0.05%, 0.10%, 0.15%, 0.20% and 0.30%) in six treatments, to find out the relation of amount of superabsorbent, soil water suction and soil water content and the influence of different amount of superabsorbent on soil retention water time respectively. The results showed that, when high soil water content (>18%), soil water suction of all treatments come to approach, when same soil water suction, soil water content would be longer when increasing the amount of superabsorbent; The survival time of maize were longer when the amount of superabsorbent were higher, the survival time of maize of both 0.2% and 0.3% treatments were 3 days longer compared with the control treatment; Integrated analysis indicated that the of superabsorbent and loessal soil with the ratio of 0.2% and 0.3% achieved remarkable effect in the experiment

**Keywords:** amount of superabsorbent; soil water suction; soil water content; loessal soil