

# 山地果园施用保水剂的效果研究

张永涛<sup>1</sup>, 李增印<sup>2</sup>, 汤天明<sup>3</sup>

(1 山东农业大学水土保持系, 山东泰安 271018; 2 山东省平邑县科学技术委员会, 山东平邑 273300;

3 山东省林木种苗站, 山东济南 250014)

**摘要:** 主要研究了山地果园施用保水剂后的蓄水保土效益。研究结果表明: 施用保水剂有效地改善果园的水分状况和土壤物理性状, 大大促进幼树的生长。降低了蒸散量和水分亏缺, 在旱地果园的抗旱保墒中发挥良好作用。

**关键词:** 果园; 保水剂; 保水效果; 土壤水分

中图分类号: S606.1

文献标识码: A

文章编号: 1005-3409(2001)03-0065-03

## Effect on Using Water-retention Preparation in Mountain Orchard

ZHANG Yong-tao<sup>1</sup>, LI Zeng-yin<sup>2</sup>, TANG Tian-ming<sup>3</sup>

(1 Department of Soil and Water Conservation, Shandong Agricultural University, Taian 271018, Shandong Province, China;

2 The Science and Technology Commission of Pingyi County 273300, Shandong Province, China;

3 Forestry Stock Station of Shandong, Jinan 250014, Shandong Province, China)

**Abstract:** Benefits of soil and water conservation was mainly studied after water-retention was used in mountain orchard. The research result indicated that using water-retention could effectively improve the soil moisture and soil physical characteristic, decrease the evapotranspiration and water deficit.

**Key words:** orchard; water-retention preparation; benefits of water conservation; soil moisture

### 1 试验地概况

试验地设在山东省平邑县大卜槐流域北王庄村, 位于蒙山西麓, 隶属于大卜槐流域。地处中纬度, 海拔 230~380 m, 属暖温带季风半干旱性气候, 四季分明, 平均温度 11.9~14.1。1 月份平均最低温度为 -2, 7 月份平均最高温度为 26。年绝对最高气温为 39.4, 绝对最低气温为 -22。历年无霜期 212 d, 降水量 769.3 mm, 多集中于 6~9 月份。历年平均地温 17.1。春季降水稀少, 多风。北王庄村现有 395 人, 耕地 21 hm<sup>2</sup>, 山林 46.7 hm<sup>2</sup>。保水剂是近年来应用到农业、林业、果树、水土保持等方面的一项新技术, 它是一种高吸水性树脂, 可以吸收相当于自身重量的数百倍乃至千倍的水分, 而且可以

在较干旱缺水的情况下释放出来、提高土壤的含水量, 让林木根系直接吸收, 这对提高项目区内果树水分利用效率、成活率和生长量, 增加经济效益都有重要的作用。

### 2 试验内容与方法

在项目区选择了多个树种进行保水剂的试验, 既有十几年生的大树, 也有几年生的小树, 大树每株施入 100 g, 距树干 40 cm 分东西南北 4 个方向施入; 小树每株施入 50 g, 距树干 20 cm 分东西 2 个方向施入, 施入深度在 30 cm 左右。观测 0~20 cm 和 20~40 cm 不同深度施用保水剂和对照的土壤水分等指标, 研究施用保水剂的效果。施入的保水剂为青岛开达实业有限公司生产的 KD-1 型高吸水树脂。

\* 收稿日期: 2001-06-06

山东省人民政府可持续发展科技示范工程“山区生态资源保护及综合开发利用技术的研究与示范”项目资助。

作者简介: 张永涛(1972-), 男(汉族), 硕士, 讲师, 从事水土保持与荒漠化防治的教学与研究。

## 2.1 土壤水分的测定

在试验地中挖土壤剖面,分 0~20 cm 与 20~40 cm 2 个层次,用铝盒取土,每个层次重复 3 次,每个试验地重复 3 次,用酒精燃烧法测定土壤重量含水量(%).在测定重量含水量的同时和同一地点,用英国 Delta-T 公司生产的高精度土壤水分测量仪 ML2X,根据时域反射原理,测定土壤容积含水量(V/%).水分观测每 5 d 一次。

## 2.2 土壤物理性状的测定

每个试验地取 0~20 cm 与 20~40 cm 2 个层次。用环刀浸水法测定土壤容重、孔隙度、毛管最大持水量、土壤饱和含水量和土壤贮水量等指标,每个试验地重复 3 次,结果取平均值。

## 2.3 土壤水势的测定

定点埋设带有与土壤互相通水通气的陶土头的张力计管,采用澳大利亚生产的 Soilspec 张力计进行测定,测定深度为 30 cm。

## 2.4 生长量的测定

对多个树种的生长量、分枝数、成活率按照果园生长调查方法的规定进行调查。

# 3 试验结果与分析

## 3.1 施用保水剂与否的土壤水分动态变化规律

KD-1 型保水剂于 2000 年 5 月 17 日施入的,我们于 2001 年的 3~5 月间对其施入区域,重点是 20~40 cm 深度内的土壤水分作了动态观测,数据如表 1。

表 1 15 年生山楂地水分调查表 %

日期	3.15	3.23	3.31	4.11	4.19	5.5	5.10
施保水剂	12.41	12.37	12.44	13.08	12.50	9.57	8.43
对照	11.39	11.88	11.18	10.32	8.14	6.29	7.14

结果表明,经过较长期的调查,施用保水剂的树盘内土壤水分都比未施入保水剂的要高,平均高出 17.9%,而且施用保水剂的土壤水分波动范围较小,在 4.65% 之内,而未施用保水剂的波动范围为 0.21%~5.59%,波动幅度比较大。这说明保水剂的吸水能力比较强,而且在果园干旱时能持续供水,比较稳定。

为了研究保水剂对施用范围较远处土壤水分的影响,我们还分别调查了 15 年生的苹果和山楂距树干 20 cm,40 cm 和 60 cm 的不同深度的土壤水分状况,同时设立对照株,调查数据如表 2。

表 2 距干不同距离处的土壤水分状况 %

处理	15 a 苹果			15 a 山楂		
	20 cm	40 cm	60 cm	20 cm	40 cm	60 cm
施用保水剂	9.47	11.30	9.59	11.19	13.08	11.56
对照	9.56	11.13	10.88	12.93	10.32	12.56

结果表明:距树干 40 cm 处施保水剂区域的土壤水分状况要比对照好,但距树干 20 cm 和 60 cm 处土壤水分比对照低,这说明,施用保水剂对离施入区域较远处的土壤水分影响不大,所以施入保水剂应尽量施入根系的吸收层次间,保证水分的最大效率利用。

## 3.2 施用保水剂的土壤水势动态变化规律

土壤水势是土壤水分运动的驱动力,水势梯度越大,土壤水越容易移动。水分保持曲线告诉我们,土壤水势与土壤含水量有一定的函数关系<sup>[1]</sup>。

表 3 15 年生山楂地土壤水势动态测定表 kPa

日期	3.15	3.23	3.31	4.11	4.19	5.5	5.10
施用保水剂	-11	-11	-12	-10.5	-11	-14.5	-15.5
对照	-13	-13	-13	-14	-15	-17.5	-16

表 3 数据表明:15 年生山楂地的土壤水势波动范围在 10.5~17.5 kPa 之间,而且施保水剂比对照的水势都要低,根据水分保持曲线中水势与土壤含水量的关系来分析,土壤越干旱,其水势梯度越大<sup>[1]</sup>,从我们测得的水势数据来看,也基本符合这一规律,而且水势的动态变化规律也与表 1 反映的土壤含水量的动态变化规律相一致,总体表现出彼消此长,土壤含水量与水势是反比例函数的关系。

## 3.3 果园蒸散量与水分亏缺的研究

蒸散量是指单位面积的土壤蒸发量和植物蒸腾量的统称,在流域水文学上可以用坑测法进行较长时间段内的蒸散测定<sup>[2]</sup>。我们取无雨的 4 月 11 日至 4 月 19 日作为研究时间段,通过测定 40 cm 土层深的体积含水量的前后差异来推算蒸散量。

水分亏缺 (Deficit) 是指林木需水量和供水量之间的关系,用土壤水分的短缺量来计算水分亏缺是一种简单快捷的方法。一般来说,在一定的条件下,从林木永久凋萎点至田间持水量(Field Water Capacity)之间,有一个林木生长发育的最适水量<sup>[3]</sup>,这个水量大致为田间持水量的 60%~80%<sup>[4]</sup>。我们在这里取田间持水量的 70% 为最适水量,来研究不同处理的 40 cm 土层深内的水分亏缺状况。田间持水量我们用环刀法进行测定(见土壤物理性状测定方法),那么求蒸散量和水分亏缺的公式分别为:

$$E = (\theta_{01} - \theta_{02}) \quad l$$

$$DEF = (\theta_{wc} \quad 70\% - \theta) \quad l$$

式中:  $E$ ——蒸散量(mm);  $\theta$ ——体积含水量(%);  
 $l$ ——土层厚度(mm);  $\theta_{FWC}$ ——田间持水量(%);  
 $DEF$ ——水分亏缺(mm)。

表 4 15 年生山楂园蒸散量和水分亏缺计算表

处理	$\theta_{FWC}$ %	初期 $\theta$ %	初期 $DEF$ mm	末期 $\theta$ %	末期 $DEF$ mm	$E$ mm
施用保水剂	35.8	18.3	27.0	17.5	30.2	3.2
对照	34.5	14.4	39.0	11.4	51.0	12.0

表 4 表明: 施后保水剂处理的土壤体积含水量在无天然降雨的研究时间段内下降幅度为 4.4%, 而对照为 20.8%, 因此, 对照处理损失水分较多。从区间蒸散量上来看, 对照为 12.0 mm, 为施用保水剂的 3.75 倍, 所以保水剂能够减少蒸散量, 减少无谓的土壤蒸发, 保水效果较好。从水分亏缺上我们也可以看到, 由于春天较干旱, 所以样地中均出现不同程度的水分亏缺, 但很明显施用保水剂处理比对照的水分亏缺少, 有着良好的保水效果。

### 3.4 土壤物理性状测定

施用保水剂后, 由于其吸水后体积膨胀, 从而导致果园土壤产生凸起, 为了研究保水剂对土壤物理性状的影响, 我们以 3 年生的凯特杏为例, 用环刀法测定了各物理性状指标数据见表 5。

表 5 施用保水剂与否的土壤物理性状

处理	土层深度/ cm	土壤容重/ ( $g \cdot cm^{-3}$ )	总孔隙度/ %	毛管孔隙度/ %	非毛管 孔隙度/ %	毛管最大 贮水量/ mm
施用保水剂	0~20	1.30	48.71	46.74	1.97	93.48
	20~40	1.31	43.26	41.03	2.23	82.06
对照	0~20	1.25	46.35	46.15	0.20	92.30
	20~40	1.49	34.77	32.01	2.76	64.02

结果表明, 施入保水剂后, 土壤 0~40 cm 层次内的土壤容重为  $1.31 g/cm^3$ , 比对照的  $1.37 g/cm^3$  有所降低。同时总孔隙度、毛管孔隙度都有所升高, 因为毛管孔隙度的大小是评价林地蓄水保土能力的指标之一<sup>[5]</sup>, 所以施用保水剂处理具有比对照要强的蓄水保土能力, 从毛管最大贮水量上我们也可以发现这一现象。

### 3.5 土壤三相比的对比分析

土壤三相比是自然状态下单位体积土壤中所含水分、空气、固体物质的百分数。它反映土壤供给林

木的水分、氧气、肥力支持的能力<sup>[6]</sup>。计算公式如下:

$$\text{土壤固体物质 \%} = 1 - \text{总孔隙度 \%}$$

$$\text{土壤空气含量 \%} = \text{总孔隙度 \%} - \text{土壤体积含水量 \%}$$

式中, 总孔隙度可以引用表 5 数据, 体积含水量用英国 Delta-T 公司生产的 ML2X 型水分探头直接测定。

表 6 不同处理的土壤三相比

处理	15 a 苹果			15 a 山楂		
	水分含量	空气含量	固体物质	水分含量	空气含量	固体物质
施保水剂	18	30	52	17	31	52
对照	13	33	54	11	36	53

从表 6 可以看出, 施保水剂处理的水分含量在三相中的百分值都比对照偏大, 这是因为保水剂吸附周围土壤水的能力较强, 使单位体积土壤中的三相比发生重新分配, 从而改变了土壤中的水分状况, 为日后林木的生长提供了较好的微域环境。

### 3.6 施用保水剂对幼树生长的影响

表 7 不同幼树施保水剂与否的生长量

处理	3 a 凯特杏		3 a 油桃		3 a 板栗	
	树高/cm	分枝数	树高/cm	分枝数	树高/cm	分枝数
施保水剂	110	8	128	21	60	2.7
对照	90	5	80	7.3	24	2.3

表 7 表明, 施保水剂的幼树都比对照有较高的树高和较多的分枝数, 这说明, 保水剂具有促进幼树生长量和生物量的作用, 这为幼树尽早开花结果奠定了很好的生物基础, 这些都是与保水剂提高了土壤的保水能力分不开的。

## 4 结 论

(1) 保水剂能够有效地提高土壤的含水量, 提高幅度达 17.9%, 同时提高单位土层的贮水量, 提高了供水能力, 但这种能力仅限于施入保水剂的区域。

(2) 保水剂能够降低果园的蒸散量和水分亏缺, 减少无谓的损失。

(3) 保水剂改善土壤的物理性状, 提高水分在三相中的百分数, 为幼树的生长提供良好微域环境。

### 参考文献:

- [1] 黄洪峰. 土壤—植物—大气相互作用原理及模拟研究[M]. 北京: 气象出版社, 1997.
- [2] 张增哲. 流域水文学[M]. 北京: 中国林业出版社, 1992.
- [3] 王斌瑞. 黄土高原径流林业[M]. 北京: 中国林业出版社, 1992.
- [4] 刘振岩. 山东果树[M]. 上海: 上海科技出版社, 2000.
- [5] 王礼先. 山地防护林水土保持水文生态效益及其信息系统[M]. 北京: 中国林业出版社, 1999.
- [6] 朱祖祥. 土壤学[M]. 北京: 农业出版社.