

# 河北省平山县刺槐造林保水剂施用效果研究

周金池<sup>1</sup>, 马履一<sup>2</sup>, 王学勇<sup>3</sup>, 马增旺<sup>3</sup>

(1. 北京林业大学 生物中心, 北京 100083;

2. 北京林业大学 森林资源与环境学院, 北京 100083; 3. 河北省林业科学院, 河北 石家庄 050016)

**摘要:** 为改良河北省平山县研究区土壤水分匮乏的现状, 以刺槐为研究树种, 以保水剂施用方式和用量为研究重点, 采用完全随机实验设计方案, 通过调查保水剂对刺槐生长指标(株高、地径)和生理指标(光合)以及对研究区土壤养分和土壤水分等方面的影响, 确定保水剂最佳施用量和施用模式。试验结果表明, 保水剂直接与土壤混施比保水剂吸水后再与土壤混施效果更好, 这种施用模式可使刺槐地径增加 19.70%~34.02%; 株高增加 41.41%~48.04%, 而且连续施用 2 a 后土壤肥力水平明显增加。全氮增加 41.80%, 速效磷增加 130.77%, 速效钾增加 24.86%, 微量元素增加 41.37%~672.16%。保水剂的最佳施用量为 64 g/株, 且施用 3 a 后保水效果依然显著。

**关键词:** 刺槐; 保水剂; 混施

文献标识码: A

文章编号: 1000-288X(2008)04-0070-05

中图分类号: S728.2, S482.99

## Effect of Water-holding Agent on Acacia in Pingshan County of Hebei Province

ZHOU Jin-chi<sup>1</sup>, MA L üyi<sup>2</sup>, WANG Xue-yong<sup>3</sup>, MA Zeng-wang<sup>3</sup>

(1. Centre of Biology, Beijing Forestry University, Beijing 100083, China;

2. College of Resources and Environment, Beijing Forestry University,

Beijing 100083, China; 3. Hebei Academy of Forestry, Shijiazhuang, Hebei 050016, China)

**Abstract:** In order to resolve soil water deficiency in Pingshan County, Hebei Province, the application of the technology of water-holding agent was studied. In this experiment, acacia was used as an example of forest species and absolute random design was used to investigate the effect of water-holding agent on growing items (height of plant and diameter of stem) and ecological item (photosynthesis) and the effect of water-holding agent on soil water content and soil nutrients. Results showed that the direct applying model of mixing soil with water-holding agent was better than that of mixing soil with water-holding agent absorbing water beforehand. The diameter of stem and the height of plant were promoted by 19.70%~34.02% and 41.41%~48.04% by this applying mode, respectively. Soil fertility level was improved after 2 year application (Total N was increased by 41.80%; available P, by 130.77%; available K, 24.86%; and Microelements, by 41.37%~672.16%). 64 g/plant was the best amount of application and water-remaining effect was still significant after applying water-holding agent 3 years later.

**Keywords:** acacia; water-holding agent; mixed applying

保水剂主要有两大类:一类是丙稀酰胺-丙稀酸盐共聚交联物(丙稀酰胺为白色颗粒状晶体,特点是使用周期和寿命长,可以维持 4 a 左右,但是其吸水能力逐年下降;聚丙烯酸钠为白色或者浅灰色颗粒状晶体,吸水倍率高,吸水速度快,但是寿命短,只有 2 a 左右,还容易造成土壤中钠离子的增加,所以多以聚丙烯酸钾或者铵代替);另一类是淀粉接枝丙稀酸盐共聚交联物(它是白色或者淡黄色颗粒状晶体,使

用寿命 1 a 左右,吸水倍率和吸水速度好)<sup>[1-2]</sup>。保水剂由于其特殊的化学成分、物理结构和吸水性能,使其在工、农、医、林等行业得到广泛的应用,尤其是在农田抗旱保水<sup>[3]</sup>,作物保苗增产<sup>[4-5]</sup>,花木生产<sup>[6-7]</sup>以及造林树种抗旱节水<sup>[8-9]</sup>等方面具有广阔的应用前景。

国内外众多学者对保水剂的效果进行了研究。Sojka 等人发现在土壤中施入保水剂能够促进土壤

中微生物活动,提高土壤养分的利用效率<sup>[10]</sup>。Melissa 和 Paul Walker 通过试验发现在废水中和动物粪便溶液中加入保水剂可以吸附溶液中的氮磷钾等营养元素<sup>[11-12]</sup>。但是保水剂主要应该应用到干旱半干旱地区以弥补当地水资源的不足。

在干旱半干旱区进行植被恢复,选用抗旱节水树种是一个技术关键,另外采用保水和节水技术,提高自然降水利用率也是很重要的方面。我们在研究区河北省平山县引进的刺槐(*Robinia pseudoacacia*. L)品种比较耐旱,研究区土壤条件恶劣,土层厚度只有5~10 cm,基本上全都是刚风化的母质。通过使用保水剂来提高刺槐的成活率和促进刺槐能在该立地正常生长是本文研究的主要目的。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验设计方案

试验用保水剂是青岛开达实业有限公司生产的KD-1型高吸水树脂。供试树种为新栽植的1年生刺槐苗木,保水剂施用方式分保水剂直接与土壤混匀和保水剂先吸水后与土壤混匀两种方式,施用量分0,32,64,96 g/株。一共7个处理。CK为0 g/株; , 为保水剂直接与土壤混匀的3个处理,施用量分别为32,64,96 g/株; , 为保水剂先吸水后与土壤混匀的3个处理,施用量分别为32,64,96 g/

株。每个处理重复5次。施入方式为按照树干4个方向平均分配,深度为15 cm。

刺槐生长量指标(包括南北地径、株高和冠幅);叶片光合;土壤表层水分含量;土壤养分含量;刺槐根系生长状态观察。

### 1.2 测定仪器

叶片光合作用采用美国的Li-6400光合仪测定;生长量指标测定采用林业常规测定工具;土壤表层水分测定为澳作生态有限责任公司(Instrumentation Consultancy Technology)生产的高精度水分测量仪器AZX-2;土壤养分分析为农业常规分析方法;刺槐根系采用剖土取根系后用数码相机拍摄。

## 2 结果与分析

### 2.1 试验地土壤与苗木概况

刺槐被栽种在平山研究区坡地类型的阳坡上,坡度低于15°。在种植之前为穴状开沟,株行间距为3 m ×4 m。主要植被为矮生灌木和杂草。试验面积大约为0.01 hm<sup>2</sup>。土壤基本上全部为细小砾石,土层只有5 cm左右,施用保水剂之前刺槐株内土壤养分测定结果见表1。在施保水剂之前刺槐苗木基本生长状况见表2。由表1可以看出,土壤有机质含量中等,土壤全氮含量很低,速效磷含量很低,钾含量比较丰富,微量元素含量很缺乏,尤其是有效铁的含量极低。

表1 保水剂试验地土壤状况

pH 值 (5-1)	有机质/ %	全氮/ %	速效磷/ (mg·kg <sup>-1</sup> )	速效钾/ (mg·kg <sup>-1</sup> )	有效 Zn/ (mg·kg <sup>-1</sup> )	有效 Fe/ (mg·kg <sup>-1</sup> )	有效 Mn/ (mg·kg <sup>-1</sup> )	有效 Cu/ (mg·kg <sup>-1</sup> )
8.35	1.57	0.09	5.10	111.50	2.70	6.00	16.60	338.70

表2 刺槐保水剂试验苗木状况

树种	南北地径/cm	东西地径/cm	株高/cm
刺槐	1.06 ±0.16	1.04 ±0.19	33.75 ±7.14

### 2.2 保水剂对刺槐土壤表层含水率的影响

保水剂能否保持足够的水分来满足刺槐生长的需要,必须对刺槐根系附近的土壤含水率进行调查,以证明确实保水剂能够保持自然降水,并且能把水分提供给刺槐根系利用(见表3)。

从表3中可以看出,不施用保水剂的刺槐对照土壤含水量仅为7.16%,周围不使用保水剂的火炬树更低,只有5.49%。直接与土壤混匀的处理使用2 a保水剂以后,其平均土壤水分含量为37.8%;比对照增加427.9%;比周围不使用保水剂的火炬树增加588.5%。先吸水后混匀处理的土壤含水量平均为

35.8%,比对照增加400.0%;比周围不使用保水剂的火炬树增加552.1%。这表明施用保水剂的土壤含水量同刺槐对照和周围不使用保水剂的其它树种相比,保水剂保水效果非常显著。

### 2.3 保水剂对土壤养分含量的影响

使用保水剂对改良土壤方面的作用主要是间接的作用,由于能长期保持土壤处于一个相对稳定的比较湿润的环境,所以能够影响土壤中微生物的种类和动态变化,刺槐根系的分布范围和周围杂草等根系的分布等,对于土壤中发生的各种物理和化学变化也有影响。

本文主要是比较了施用保水剂2 a后土壤的养分状况,结果见表4。由表4中可以看出,使用保水剂2 a后刺槐树冠范围内的土壤养分状况同刚开始试验时候的养分状况发生了一些变化,主要表现在有机质含量

显著增加,同对照相比增加 140.98%、全氮含量增加 41.80%,速效磷增加 130.77%,速效钾增加 24.86%。

土壤中微量元素也增加,有效锌增加 98.32%,有效铁增加 672.16%;有效锰增加 67.70%,有效铜增加 41.37%。土壤酸碱性降低 0.6%。保水剂提高土壤中养分的含量主要是由于改善了刺槐根系的水分状况,使根际微生物的生长趋于旺盛,一方面根际分

泌物的增加促进了土壤中元素矿化过程,另一方面根瘤菌、自生固氮菌和菌根真菌等的生命活动使土壤中有机氮的含量增加,从而增加了土壤的肥力水平。

2.4 保水剂对刺槐叶片光合和蒸腾作用的影响

本文还研究了保水剂对刺槐叶片光合和蒸腾的相关关系,在每年 8 月中旬晴朗天气下对不同保水剂处理的刺槐叶片的光合和蒸腾进行了测定,结果见图 1。

表 3 保水剂对土壤含水率的影响

处理	测定时间	含水率/ %	处理	测定时间	含水率/ %
保水剂直接与土壤混匀	200403	25.40	保水剂先吸水后与土壤混匀	200403	24.50
	200408	34.50		200408	36.50
	200411	36.60		200411	35.50
	200503	48.20		200503	38.90
	200508	35.80		200508	38.70
	200511	36.60		200511	36.50
	200603	47.80		200603	40.20
平均值		37.80	平均值		35.80
对照	200403	11.20	周围树种不使用保水剂(火炬树)	200403	6.78
	200408	15.60		200408	16.45
	200411	7.56		200411	3.45
	200503	2.56		200503	1.27
	200508	7.48		200508	2.55
	200511	4.21		200511	5.46
	200603	1.54		200603	2.45
平均值		7.16	平均值		5.49

表 4 使用保水剂 2 a 后土壤养分含量的变化

处理	pH 值 (5-1)	有机质/ %	全氮/ %	速效磷/ (mg·kg <sup>-1</sup> )	速效钾/ (mg·kg <sup>-1</sup> )	有效 Zn/ (mg·kg <sup>-1</sup> )	有效 Fe/ (mg·kg <sup>-1</sup> )	有效 Mn/ (mg·kg <sup>-1</sup> )	有效 Cu/ (mg·kg <sup>-1</sup> )
对照	8.34	0.7668	0.0512	3.25	83.20	1.79	1.76	3.56	556
保水剂	8.29	1.8478	0.0726	7.50	103.88	3.55	13.59	5.97	786

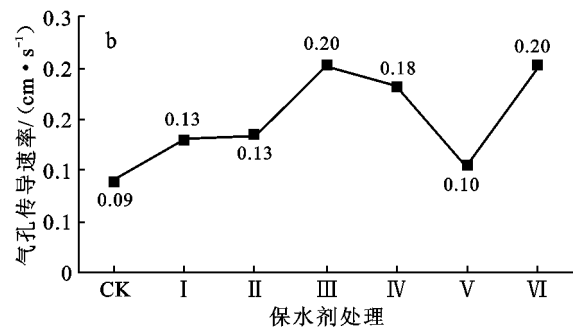
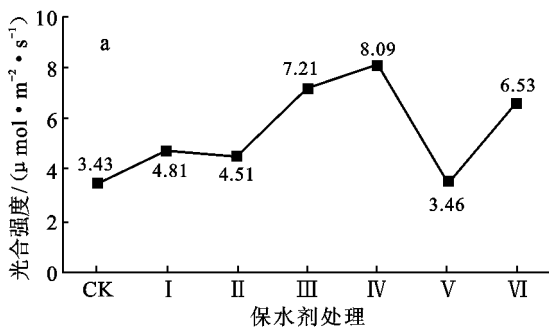


图 1 不同保水剂处理对刺槐叶片光合作用的影响

由于施用保水剂后刺槐植株的生长得到了提高,这应该是刺槐光合作用的改善所致。与对照相比,施用保水剂处理后的刺槐光合作用增强。图 1 a 表明

, , , , 处理分别比对照增加了 40.3%, 31.4%, 110.12%, 135.9%, 0.7%, 91.1%; , , 直接与土壤混匀处理平均比对照增加 50.4%; ,



(5) 综合分析得出,直接与土壤混匀的方式优于先吸水后混匀的方式,施用量以 64 g/株最佳。

## 4 讨论

本文主要研究了在平山县干旱半干旱地区单独施用土壤保水剂的效果。虽然连续多年施用土壤保水剂确实可以促进苗木的生长,改善苗木光合作用,提高土壤水分含量和养分含量。但是保水剂起作用的机理还需要进一步研究,尤其是保水剂对土壤物理性质和土壤中微生物等的影响更需要进一步研究。另外在干旱半干旱地区使用保水剂还要综合考虑其经济效益。作为能够改良土壤水肥状况的一个重要技术措施,保水剂必将在干旱半干旱地区得到广泛的应用。

### [ 参 考 文 献 ]

- [1] 管秀娟,武继承. 保水剂在农业上的应用及发展趋势[J]. 河南农业科学,2007(7):13—15.
  - [2] 牛育华,李仲谨,郝明德. 保水剂在黄土高原旱地农业应用效果的研究[J]. 水土保持研究,2007,14(3):11—12.
  - [3] 庄文化,冯浩,吴普特. 高分子保水剂农业应用研究进展[J]. 农业工程学报,2007,23(6):265—269.
  - [4] 马晓娣,杨英华,孙玉霞,等. 保水剂在萝卜流体播种中的应用研究[J]. 北方园艺,2007(3):1—3.
  - [5] 冯耀祖,杨培林,钟新才,等. 多功能保水剂在新海 16 号上的施用效果研究[J]. 新疆农业科学,2007,44(3):322—325.
  - [6] 张翠翠,刘松涛,郭书荣. 保水剂对土壤和棉花根系生长发育的影响[J]. 中国农学通报,2007,23(5):487—490.
  - [7] 曹丽花,赵世伟,赵勇钢,等. 土壤结构改良剂对风沙土水稳性团聚体改良效果及机理的研究[J]. 水土保持学报,2007,21(2):65—68.
  - [8] 陈宝玉,关楠,黄选瑞,等. 水分胁迫下保水剂对爬山虎和廊坊杨苗木水分生理生态特性的影响[J]. 东北林业大学学报,2007,35(4):7—11.
  - [9] 张袖丽,马友华,张文明,等. 保水剂对高羊茅种子萌发及幼苗生长发育的影响[J]. 安徽农业科学,2007,35(10):2871—2873.
  - [10] Sojka R E,James A Entry,Jeffrey J Fuhrman. The influence of high application rates of polyacrylamide on microbial metabolic potential in an agricultural soil[J]. Applied Soil Ecology,2006(32):243—252.
  - [11] Melissa E Haveroen,Michael D Mac Kinnon,Phillip M Fdorak. Polyacrylamide added as a nitrogen source stimulates methanogenesis in consortia from various waste waters [J]. Water Research,2005(39):333—334.
  - [12] Paul Walker, Tim Kelley. Solids,organic load and nutrient concentration reductions in swine waste slurry using a polyacrylamide (PAM) 2aided solids flocculation treatments [J]. Bio-resource Technology,2003(90):151—158.
- 
- (上接第 55 页)
- (3) 坡位对稳渗率的影响。土壤入渗能力由好到差的顺序为下部 > 中部 > 上部,由坡上到坡下稳渗率逐渐提高。
- (4) 土地利用方式不同,其渗透性能有很大差异。从工程措施看,稳渗率的排列顺序为:“88542”水平沟 > 鱼鳞坑 > 天然草地 > 淤地坝。从耕作措施分析,稳渗率的排列顺序为:人工草地 > 天然草地 > 川台地 > 机修梯田。
- ### [ 参 考 文 献 ]
- [1] 康绍忠,张书函. 内蒙古敖包小流域土壤入渗分布规律的研究[J]. 土壤侵蚀与水土保持学报,1996,2(2):38—46.
  - [2] 陈文亮. 组合侧喷式野外人工模拟降雨装置[J]. 水土保持通报,1984,4(5):43—47.
  - [3] 吴钦孝,赵鸿雁,韩冰. 黄土丘陵区草灌植被的减沙效益及其特征[J]. 草地学报,2003,11(1):23—26.
  - [4] 于东升,史学正,吕喜玺. 低丘红壤区不同土地利用方式的 C 值及可持续性评价[J]. 土壤侵蚀与水土保持学报,1998,4(1):71—76.
  - [5] 吴钦孝,赵鸿雁. 植被保持水土的基本规律和总结[J]. 水土保持学报,2001,15(4):13—15.
  - [6] 张源润,蔡进军. 半干旱退化山区侵蚀沟及坡面植被多样性研究[J]. 水土保持研究,2004,11(3):76—78.