

保水剂对土壤持水性状的影响

谢伯承^{1,2}, 薛绪掌¹, 王纪华¹, 王国栋², 高志远¹

(1. 国家农业信息化工程技术研究中心, 北京 100089; 2. 西北农林科技大学 资源与环境学院, 陕西, 杨凌 712100)

摘要: 测定了保水剂对土壤持水性状的影响。保水剂拌入土壤后,其吸水能力明显降低,表现为理论含水量明显低于实测含水量。加入保水剂后,壤土水分的蒸发率比不加保水剂时壤土中水分的蒸发率高,沙土水分的蒸发率比不加保水剂时低。加入保水剂还明显减缓了水分向土壤深层的入渗,使水分滞留于土体近表层,使用不当会加大土壤无效蒸发的潜力。

关键词: 保水剂; 蒸发率; 土壤

文献标识码: A

文章编号: 1000-288X(2003)06-0044-03

中图分类号: S152.71

Influence of Water Absorbing Resin on Soil Moisture Retention Properties

XIE Bo-cheng^{1,2}, XUE Xu-zhang¹, WANG Ji-hua¹, WANG Guo-dong², GAO Zhi-yuan¹

1. National Engineering Research Center for Information Technology in Agriculture, Beijing 100089, China;

2. Northwestern University for Agricultural and Forestry Sciences, Yangling 712100, Shaanxi Province, China)

Abstract The influence of water absorbing resin on moisture retention properties of soils is studied. After added into soil, the moisture absorbing ability of resin decreased abruptly, resulting in less soil water content increment than expected. The evaporation rate of water in loamy soil increased as resin proportion in soil increased. The evaporation rate of water in sandy soil decreased as resin proportion increased. Adding of water absorbent restricted water infiltration into deep layer and could lead to more evaporation in early stages if applied im properly.

Keywords water absorbent; evaporation rate; soil

我国是一个严重缺水的国家,干旱、半干旱耕地面积相当大,实现水分高效利用,一直是人们所研究的课题之一。保水剂是一类高分子聚合物,外观为淡黄色或白色晶体,这类物质分子结构交联成网络,本身不溶于水,却能在 10min 内吸附超过自身重量 100~1400 倍的水分,体积大幅度膨胀后形成饱和吸附水球,变成一种凝胶状态。保水剂由于具有特殊的抗旱、节水、保水的作用,在作物保苗、抗旱增产、城市花木生产等方面得到了广泛的应用。近年来,保水剂应用效果的报道也逐渐增多,然而对土壤物理特性和作物生长的影响研究报道相对较少。基于保水剂对土壤持水形状和土壤水分蒸发的影响,本研究将保水剂与土壤混合,进行一些土壤持水性能的初步测定。

1 材料与方 法

本研究所测定的保水剂为聚丙烯酸盐高吸水性树脂。测定项目包括保水剂对土壤有效水含量、土壤水分蒸发率、土壤水分入渗过程的影响。土壤有效含

水量是田间持水量与萎蔫含水量的差值。本测定中,用 30 hPa 基质吸力时的土壤含水量估计沙土的田间持水量,用 80 hPa 基质吸力时的土壤含水量估计壤土的田间持水量。测定方法是将土样与保水剂充分混合后,用 水分饱和,用悬挂水柱法将土壤基质吸力调整到相应值,再测定对应的土壤含水量。

在实测田间持水量与萎蔫含水量的基础上,计算了加入保水剂后土壤的理论田间持水量与理论萎蔫含水量。现以沙土为例说明其算法。设沙土与保水剂的重量比为 $n : 1$, 30 hPa 基质吸力(与田间持水量对应)时的重量含水量分别为 $\theta_{保}$ 和 $\theta_{沙}$, 则保水剂与沙土充分混合后在 30 hPa 基质吸力的土壤重量含水量的理论值为:

$$\theta = n / (n + 1) \times \theta_{沙} + 1 / (n + 1) \times \theta_{保} \quad (1)$$

土壤的萎蔫含水量是用压力锅法测定基质吸力 1500 kPa 时的土壤含水量。薄层土蒸发过程的测定,是将 1g 左右的风干土样放进小铝盒抹平,在湿润锋后追加水滴湿润土壤,以免扰动土面,在水分饱和后,

用盒盖盖住土样,让土壤水再分布 1 h 以上,然后揭开土盒盖,在风扇前让土样中水分蒸发,并定时称重直到土样中水分不再蒸发(风干状态)为止,2次称量的间隔时间为 3~5 min;当水分蒸发停止后,烘干土样,以获得风干时的土壤含水量,并可以逆向获得与其它蒸发时间对应的含水量。随后就可以计算与土壤含水量相应的蒸发率

$$E_0 = \frac{m^k - m^{k-1}}{t^k - t^{k-1}} \quad (2)$$

式中: m^k, m^{k-1} ——分别为 2 个相邻时间 t^k 和 t^{k-1} 测定的土盒与土的总重。所计算的蒸发率与较小的含水量相联系,获得蒸发率与含水量的关系曲线。

水平入渗的测定,是将与干燥保水剂充分混合的风干土壤装入两头开口的玻璃管,用马利奥特瓶控制水头,开始入渗后,记录入渗时间与湿润锋位置,然后进行相关运算。

2 结果和讨论

据测定结果,该保水剂饱和和吸水量至少可达自身重量 87 倍以上,同时其萎蔫含水量也很高,为自身重量 11 倍,30 hPa 基质吸力时保水剂的含水量为其自身重量的 55 倍,80 hPa 基质吸力时保水剂含水量为其自身重量的 45 倍,有效吸水倍数为 34 倍。

将保水剂与细沙以不同比例混合,在保水剂比例为 1/50 和 1/100 时,对田间持水量和有效含水量的促进很大,有效含水量比不加保水剂时增加 1 倍以上;保水剂比例为 1/500 和 1/1 000 时,有效含水量由不加保水剂时的 1% 增加到 14% 左右。但是,与理论值相比,加入保水剂后土壤含水量的实测值与理论预期值有很大的差距,特别是田间持水量的理论值总是明显高于实测值,萎蔫含水量的理论值与实测值相差不算太大(表 1)。

表 1 不同保水剂混入比例对沙土有效含水量的影响

沙土: 保水剂	数据 类型	30 cm 吸力 含水量	萎 蔫 含水量	有 效 含水量
1: 0	实测值	16.66%	5.50%	11.16%
50: 1	实测值	50.70%	22.12%	28.58%
	理论值	133.08%	27.57%	105.51%
100: 1	实测值	35.98%	13.58%	22.40%
	理论值	79.63%	16.64%	62.99%
500: 1	实测值	21.89%	7.34%	14.55%
	理论值	27.67%	7.75%	19.92%
1 000: 1	实测值	21.07%	7.19%	13.88%
	理论值	22.17%	6.62%	15.55%

将保水剂与壤土以不同比例充分混合,在保水剂与土壤比例为 1/50 时,土壤有效含水量增加了 1/2,由不加保水剂时的 15.67% 增加为 23.77%;保水剂

与土壤比例为 1/100 时,土壤有效含水量仅仅增加到 19.63%;保水剂比例为 1/500 和 1/1 000 时,土壤有效含水量基本上没有变化,与沙土相比较,壤土对保水剂吸水效果的抑制作用更明显,这是由壤土的特点,如较高的阳离子代换量、有机质含量、微生物活性等所决定(表 2)。

加保水剂后的萎蔫含水量理论值与实测值相差不算大,而田间持水量的理论值与实测值相差不算明显。其原因,一是保水剂在未与土壤混合时吸水后体积可以自由膨胀,而当保水剂混入土壤后,在吸水过程中的体积膨胀受到周围土粒的限制,从而其吸水潜力难以充分发挥。在萎蔫含水量的测定中,出现了测定值高于理论值的现象,原因不明确。

表 2 不同保水剂混入比例对壤土有效含水量的影响

壤土: 保水剂	数据 类型	80 cm 吸力 含水量	萎 蔫 含水量	有 效 含水量
1: 0	实测值	25.12%	9.55%	15.67%
50: 1	实测值	49.25%	25.98%	23.77%
	理论值	113.53%	31.54%	81.99%
100: 1	实测值	36.96%	17.33%	19.63%
	理论值	69.76%	20.65%	49.11%
500: 1	实测值	29.46%	14.13%	15.33%
	理论值	34.12%	11.79%	22.33%
1000: 1	实测值	27.86%	12.22%	15.64%
	理论值	29.62%	10.67%	18.95%
纯保水剂	实测值	4 533.81%	1 131.15%	3 402.66%

通过对混有不同保水剂比例土壤薄层蒸发过程的测定,获得了蒸发率与土壤含水量的关系(图 1,图 2)。从保水剂对蒸发的影响来看,加入保水剂后,水分从沙土的蒸发率降低,由壤土的蒸发率增加。蒸发率降低或增加的程度与加入保水剂的量有关。显然保水剂吸收水分的蒸发潜力低于沙土水分,高于壤土水分。从本试验结果来看,保水剂在沙漠改良中确实可以起到保持土壤水分,降低水分无效蒸发的作用。而在壤土中就没有降低蒸发率的作用了。

水平入渗过程中入渗时间与湿润锋位置的关系见图 3 和 4。从保水剂对水分入渗的影响来看,当保水剂的加入量为土壤重量的 1/50 和 1/100 时,对入渗深度有明显的抑制作用,当保水剂的加入量为土壤重量的 1/500 和 1/1 000 时,对水平入渗的影响就比较小了。保水剂对沙土中的水分入渗的影响要比壤土明显。保水剂对入渗深度的抑制作用,如果合理使用,可以将沙土改良为保水保肥,与蒙金土性质相似的土壤。如果不合理使用,则由于水分聚集于离土表较近的土层,促进土壤水分的表面蒸发。

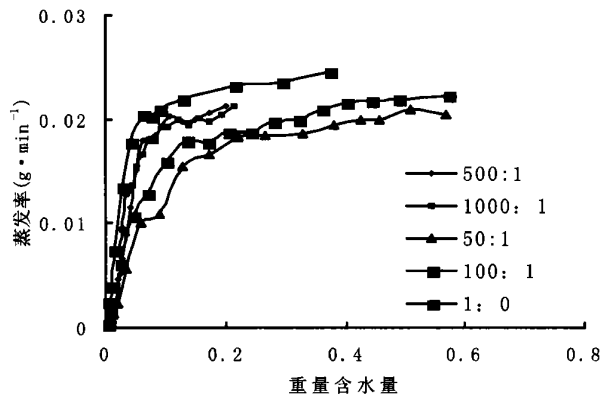


图 1 不同保水剂比例对沙土薄层蒸发的影响

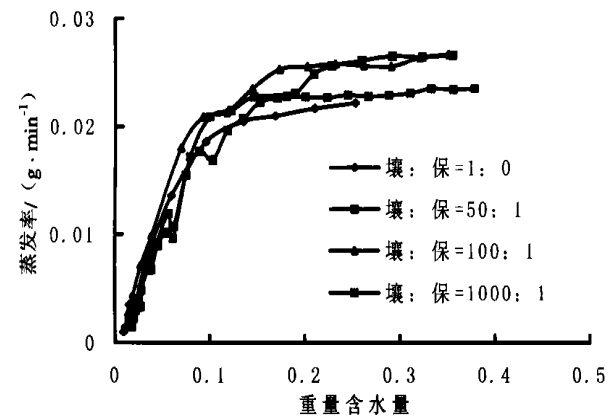


图 2 不同保水剂比例对壤土薄层蒸发的影响

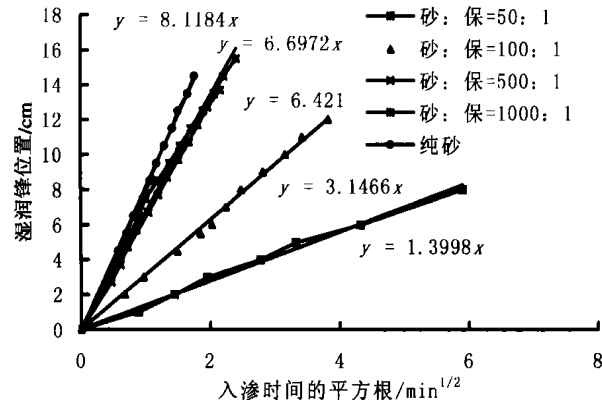


图 3 沙土中保水剂比例对水分水平入渗的影响

匀在所有耕层土壤中,就不易取得很好的效果,成本也会加大。从限制水分蒸发的角度讲,保水剂应该避免使用在土表,而应该在较深(距土表 10 cm 以下)的层次使用。从防止上层土壤滞水的角度考虑,保水剂不应该在土体的某一层均匀分布。

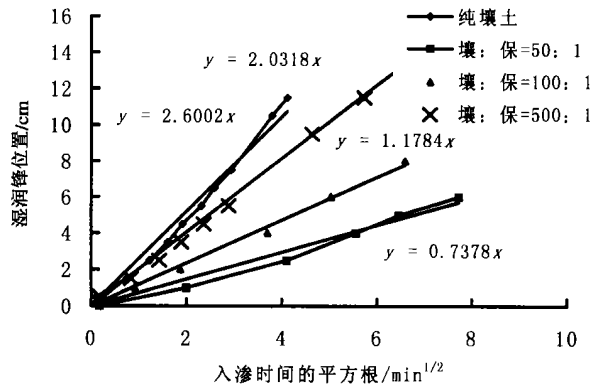


图 4 壤土中保水剂比例对水分水平入渗的影响

3 结 论

(1) 在沙土和壤土分别与保水剂按照 1/50 和 1/100 比例混合,对饱和含水量和有效水均有促进,但由于土壤质地和结构的差异,壤土与保水剂混合后的持水性能较强。

(2) 沙土和壤土与保水剂混合能够较好地减少水分的无效蒸发,保持水分,有利于作物的吸收,提高水分利用效率(WUE),结果表明其对于沙土的效果明显好于壤土。

(3) 在农业的推广应用中,保水剂应非均匀地分布且施入深度低于 10 cm 以下的耕层土壤,这样才能够更好地起到节水的作用。

(4) 保水剂吸收的水分,在土壤中仍然遵循水分运动的基本原理,即从水势高的地方向水势低的地方运动,因此将充分吸水的保水剂混入水分不饱和土壤后,保水剂中的水分会向土壤运动,使土壤过湿,从而影响根系发育。

[参 考 文 献]

- [1] 杜太生,康绍忠,魏华.保水剂在节水农业中的应用研究现状与展望[J].农业现代化研究,2000,5.
- [2] 唐广,李慧,刘阔,西瓜生产应用保水剂抗旱节水试验[J].北京农业科学,2000,18(5).
- [3] 冯秀芳,耿林荣,潘志梅.米淀粉型保水剂在纯旱地玉米生产上的应用初探[J].中国种业,2001(5).

综合以上测定结果,保水剂的使用要讲究方法技巧,最好在充分吸水后集中使用(如穴施),不应该分散混入土壤中再浇水。例如唐广等在西瓜定植前每穴使用 3 g 保水剂,施用后在 15 cm×15 cm×15 cm 土层体积内与土拌匀,取得了明显的增产效益^[2]。冯秀芳等将玉米在保水剂溶胶中浸泡后穴播,在干旱年份也取得了很明显的增产效果。而如果将保水剂分散混