

## 保水剂对土壤含水量及黑麦草种子萌发的影响

倪芳<sup>1</sup>, 蔡卫兵<sup>2</sup>, 蒲双双<sup>1</sup>, 孙海鹏<sup>1</sup>, 于朋波<sup>1</sup>, 魏元梦<sup>1</sup>, 任杰<sup>1,3</sup>, 周婷<sup>1</sup>, 傅松玲<sup>1\*</sup> (1. 安徽农业大学林学与园林学院, 安徽合肥 230036; 2. 安徽省林业勘察设计院, 安徽合肥 230001; 3. 安徽省农业科学院农业工程研究所, 安徽合肥 230031)

**摘要** [目的] 研究不同基质中添加不同剂量保水剂对土壤总含水量及黑麦草种子萌发的影响, 以期节水栽培提供理论依据。[方法] 在自然光照和遮阴条件下, 比较添加不同剂量保水剂(0、3、6、9 g/m<sup>2</sup>)的基质对土壤总含水量及黑麦草种子萌发的影响。[结果] 保水剂在不同基质中对提高土壤总含水量和种子发芽率的影响效果由大到小依次为混合土、营养土、黄土。在保水剂施用量为 6 g/m<sup>2</sup>、土壤基质为混合土时, 土壤总含水量最大, 黑麦草种子发芽率最高。[结论] 保水剂的施用对不同基质的土壤总含水量和黑麦草种子发芽率影响效果显著, 以土壤基质为混合土、保水剂施用量为 6 g/m<sup>2</sup> 时效果最佳。

**关键词** 保水剂; 土壤基质; 发芽率; 土壤总含水量

**中图分类号** S543+.6 **文献标识码** A **文章编号** 0517-6611(2016)27-0052-03

### Effects of Water Retaining Agent on Total Soil Moisture Content and Seed Germination of Perennial Rye-grass

NI Fang<sup>1</sup>, CAI Wei-bing<sup>2</sup>, PU Shuang-shuang<sup>1</sup>, FU Song-ling<sup>1\*</sup> et al (1. School of Forestry and Landscape Architecture, Anhui Agricultural University, Hefei, Anhui 230036; 2. Anhui Forestry Survey and Design Institute, Hefei, Anhui 230001)

**Abstract** [Objective] To research the effects of water retaining agent on seed germination and growth of perennial rye-grass and total soil moisture content, and to provide theoretical basis for the water-saving cultivation. [Method] Under the condition of natural light and shading condition, we compared the effects of different dosages of water retaining agents (0, 3, 6, 9 g/m<sup>2</sup>) on the seed germination growth and matrix water-holding capacity. [Result] Effects of water retaining agent in different substrates on enhancing soil moisture content and seed germination rate were in the order of composite soil > nutrient soil > loess. When the application dosage of water retaining agent was 6 g/m<sup>2</sup>, moisture content of composite soil was the greatest. Germination rate of rye-grass was the maximum. [Conclusion] The application of water retaining agent has significant effects on the total soil moisture content of different substrates and seed germination of perennial rye-grass, and the effect is the best when the soil matrix is composite soil with 6 g/m<sup>2</sup> water retaining agent.

**Key words** Water retaining agent; Soil matrix; Germination rate; Soil moisture content

保水剂(WRA)又称高吸水剂、保湿剂,是一种高分子材料,具有吸收其自身质量几百倍至几千倍水的功能<sup>[1]</sup>,安全环保,在土壤中可自行降解,不会污染环境和地下水。种子干燥状态时体内含水量极少,仅占种子总重量的6%~11%。在水分充沛时,这些物质会在水中溶解,经过有效酶的催化作用,转运至种子胚的位置,供给胚的生长。保水剂大量吸水膨胀,形成高含水凝胶<sup>[2]</sup>,为种子发芽提供水分。保水剂在土壤干旱时可以逐渐释放出储存的水分,增强土壤的保水能力,成为作物生长过程中可利用的有效水<sup>[3]</sup>。同时保水剂可以吸附土壤和肥料中的养分并缓慢释放,从而减少可溶性养分的淋溶丧失,并使土壤中养分的供给与植物的需求趋于

同步<sup>[4-5]</sup>,使土壤物理性状得到有效改善。笔者研究不同使用量的保水剂在混合土、营养土和黄土3种土壤基质中,以及在自然光照和遮阴条件下对土壤总含水量及黑麦草种子萌发的影响,筛选出适宜种子发芽的保水剂用量,以期土壤基质与保水剂的混合应用提供参考。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验材料

**1.1.1 土壤基质。**播种采用的基质为安徽农业大学农萃园内普通用土,即黄土和苗木花卉专用营养土。设置3种土壤基质类型,即黄土、营养土、黄土与营养土3:2的混合土。供试土壤基本理化性质见表1。

表1 供试土壤基本理化性质

Table 1 Basic physical and chemical properties of test soils

土壤 Soil	各级颗粒(mm)含量 Granule content of each grade//%							pH	有机质 Organic matter g/kg	CEC cmol/kg	
	<0.002	0.002 ~ 0.005	>0.005 ~ 0.010	>0.010 ~ 0.020	>0.020 ~ 0.050	>0.050 ~ 0.200	>0.200 ~ 1.000				
黄土 Loess	0.613	0.046	0.045	0.515	9.929	21.138	64.325	4.594	7.92	7.15	6.86
混合土 Composite soil	0.398	0.046	0.025	0.198	5.125	7.789	35.453	3.152	4.55	9.38	10.11
营养土 Nutrient soil	0.368	0.027	0.010	0.167	3.569	5.687	19.786	1.654	3.27	13.45	16.78

**基金项目** 校级质量工程项目(20164WT4)。

**作者简介** 倪芳(1992-),女,安徽桐城人,硕士研究生,研究方向:林木种苗。\*通讯作者,教授,博士,博士生导师,从事林木种苗、树木生理生态等方面的研究。

**收稿日期** 2016-07-13

**1.1.2 保水剂。**保水剂为SA型保水剂,是丙烯酸盐/丙烯酰胺交联型共聚物(简称交联聚丙烯酰胺),吸水倍率高,吸水后变为胶状,可以反复使用多次,能够保持土壤中的水肥,促进土壤团粒结构的形成,减少土壤水分的挥发。

**1.1.3 黑麦草种子。**供试黑麦草种子购于某苗木花卉大市

场,选择饱满、活力充沛的种子。

## 1.2 试验方法

**1.2.1 穴盘发芽试验。**设置 4 个浓度保水剂处理,保水剂剂量分别为 0、3、6、9 g/m<sup>2</sup>。土壤基质有黄土、营养土、黄土与营养土 3:2 的混合土,采取不同光照(自然光照,遮阴无光照)、不同保水剂剂量(0、3、6、9 g/m<sup>2</sup>)以及不同基质(黄土、营养土、黄土与营养土 3:2 的混合土)处理方式。按照 0、3、6、9 g/m<sup>2</sup>保水剂与 3 种基质混合均匀,整地后均匀撒播黑麦草种子,再覆土,最后浇透水。并设置对照组,用遮阳网进行遮阳处理。每 7 d 测定土壤总含水量,观察种子发芽情况,计算黑麦草种子发芽率。

**1.2.2 停车场播种试验。**将混合土与不同剂量(0、3、6、9 g/m<sup>2</sup>)的保水剂混合均匀后放入安徽农业大学校内停车场的铺砖孔隙中,撒播黑麦草种子,然后覆土,最后浇足水。按期观察、记录黑麦草种子的发芽情况以及不同保水剂剂量中土壤的含水总量,每 7 d 观察黑麦草的长势。

## 1.3 测定项目与方法

**1.3.1 保水剂吸水率的测定。**称取 0、3、6、9 g 保水剂各 3 份,分别装入已经称重的相同规格的广口瓶中,再向瓶中分别装入 1 000 mL 蒸馏水(状态 1),使保水剂充分吸水 24 h,之后将广口瓶倒立 1 h(状态 2),称量装有保水剂的广口瓶质量,每个处理设 3 次重复。按照以下公式计算不同剂量保水剂在相同条件下的吸水倍率<sup>[6]</sup>。

$$Q = (M_2 - M_1) / M_1$$

式中, $Q$  为保水剂的吸水倍率,g/g; $M_1$  为状态 1 时广口瓶质量,g; $M_2$  为状态 2 时广口瓶质量,g。

**1.3.2 土壤总含水量测定。**使用 ECH-20 Utility 测定土壤总含水量。

## 2 结果与分析

**2.1 自然光照条件下保水剂施用量对土壤总含水量的影响** 在自然光照条件下,设置不同剂量的保水剂在混合土、营养土和黄土的对比试验,结果见表 2。由表 2 可知,与未使用保水剂的对照组相比,3 种基质类型土壤总含水量随着保水剂用量的增加呈先升高后降低的趋势,其中,当保水剂施用量为 6 g/m<sup>2</sup> 时,土壤总含水量达到最大。混合土最有利于土壤水分的保持,土壤总含水量最高达 0.558%,其次是营养土,黄土的保水效果最差,土壤总含水量较低。

表 2 自然光照条件下不同保水剂处理的土壤总含水量

Table 2 Total soil moisture content of different water retaining agents under natural light condition %

基质类型 Substrate type	保水剂用量 Dosage of water retaining agent // g/m <sup>2</sup>			
	0	3	6	9
混合土 Composite soil	0.367	0.412	0.558	0.428
营养土 Nutrient soil	0.380	0.443	0.505	0.411
黄土 Loess	0.347	0.426	0.495	0.404

方差分析结果表明,在自然光照条件下,保水剂剂量的效应间差异极显著,基质类型的效应间差异显著,而基质类

型与保水剂剂量的互作无显著差异。

**2.2 自然光照条件下保水剂施用量对黑麦草种子发芽率的影响** 在自然光照条件下,设置不同剂量的保水剂在混合土、营养土和黄土的对比试验,结果见表 3。由表 3 可知,在自然光照条件下,除营养土外,其他 2 种基质类型黑麦草种子的发芽率随着保水剂用量的增加呈先升高后降低的趋势,与未使用保水剂的对照组相比,使用保水剂有利于黑麦草种子的发芽,其中,当保水剂施用量为 6 g/m<sup>2</sup> 时,黑麦草种子的发芽率最高为 88%。在混合土、营养土和黄土 3 种基质中,混合土最有利于黑麦草种子的发芽。在保水剂施用量为 6 g/m<sup>2</sup>、土壤基质为混合土时,黑麦草种子的发芽率最高达 88%。同时,黑麦草后期长势最旺盛,根系长度达 11 cm。

表 3 自然光照条件下不同保水剂处理的黑麦草种子发芽率

Table 3 Germination rate of rye-grass treated with different water retaining agents under natural light condition %

基质类型 Substrate type	保水剂用量 Dosage of water retaining agent // g/m <sup>2</sup>			
	0	3	6	9
混合土 Composite soil	70	80	88	85
营养土 Nutrient soil	65	70	78	83
黄土 Loess	53	65	70	55

**2.3 遮阴条件下保水剂施用量对土壤总含水量的影响** 在遮阴条件下,设置不同剂量的保水剂在混合土、营养土和黄土的对比试验,结果见表 4。由表 4 可知,随着保水剂用量的增加,3 种基质类型土壤总含水量呈先升高后降低的趋势,当保水剂施用量为 6 g/m<sup>2</sup>、土壤基质为混合土时,土壤总含水量最高为 0.584%。

表 4 遮阴条件下不同保水剂处理的土壤总含水量

Table 4 Total soil moisture content of different water retaining agents under shading condition %

基质类型 Substrate type	保水剂用量 Dosage of water retaining agent // g/m <sup>2</sup>			
	0	3	6	9
混合土 Composite soil	0.383	0.426	0.584	0.437
营养土 Nutrient soil	0.419	0.440	0.513	0.429
黄土 Loess	0.363	0.417	0.528	0.407

方差分析结果表明,在遮阴条件下,基质类型的效应间差异显著,保水剂剂量的效应间差异极显著,而基质类型 × 保水剂剂量的互作无显著差异。

**2.4 遮阴条件下保水剂施用量对黑麦草种子发芽率的影响** 在遮阴条件下,设置不同剂量的保水剂在混合土、营养土和黄土的对比试验,结果见表 5。由表 5 可知,在遮阴条件下,土壤基质为营养土时,黑麦草种子的发芽率随着保水剂用量的增加逐渐增加,土壤基质为混合土和黄土时,黑麦草种子发芽率随着保水剂用量的增加呈先升高后降低的趋势。当保水剂施用量为 6 g/m<sup>2</sup>、土壤基质为混合土时,黑麦草种子的发芽率最高达 90%。同时,黑麦草的后期长势最旺盛,根系长度达 13 cm。

表5 遮阴条件下不同保水剂处理的黑麦草种子发芽率

Table 5 Germination percentage of rye-grass treated with different water retaining agents under shading condition %

基质类型 Substrate type	保水剂用量 Dosage of water retaining agent // g/m <sup>2</sup>			
	0	3	6	9
混合土 Composite soil	60	80	90	85
营养土 Nutrient soil	53	70	75	83
黄土 Loess	43	53	54	52

### 3 结论与讨论

(1) 研究表明,在保水剂施用过程中,黑麦草种子发芽率与土壤总含水量的变化趋势一致,保水剂的保水性能保障种子发芽过程中所需要的水分。遮阴条件下,由于遮阳网的覆盖,土壤水分蒸发减小,黑麦草种子的最大发芽率为90%。保水剂可以提高停车场铺装空隙中种子的发芽率及成活率。在自然光照和遮阴条件下,保水剂的施用量为6 g/m<sup>2</sup>、土壤基质为混合土时,土壤持水能力和种子发芽率均达到最佳,种子发芽率及土壤总含水量最高。将保水剂与草本植物合理利用,可增强草本植物的绿化效果。

(2) 保水剂的最大吸水力可达15 kg/cm<sup>3</sup>,持水性强。而根部的吸水力为15~19 kg/cm<sup>3</sup>,超过了保水剂的吸水能力,在周围土壤缺水的条件下,根系可以直接吸收保水剂在其周围贮存的水分。由于根部吸水能力大于保水剂的最大吸水

(上接第21页)

体在0.5 m处和1.0 m处温度及湿度变化规律与对照一致,且0.5、1.0 m处树体温度及湿度均与对照差异显著,但0.5 m处树体温度及湿度与1.0 m处树体温度及湿度值无显著性差异,可见包裹高度对树体温度及湿度的影响较小。

### 3 结论

(1) 不同材料保温效果表现为铝箔+15 mm海绵处理>发泡材料处理>包装布处理>黑海绵处理>塑料+包装布处理>对照。

(2) 铝箔+不同厚度海绵材料对树体温湿度影响的结果表明,铝箔+20 mm海绵材料的保温效果最好,但是铝箔+15 mm海绵材料的保温效果与铝箔+20 mm海绵材料的保温效果之间差异不显著,考虑到成本和操作的可行性,选择铝箔+15 mm海绵材料为宜。

能力,水分倒流情况在根系周围不会出现<sup>[7-8]</sup>,表明保水剂在种子发芽、植物栽培技术和农林业抗旱节水中能够得到广泛应用。进一步研究表明施用保水剂能减少土壤表面水分的蒸发,水分深层渗漏,从而有效地截留和缓释土壤水分<sup>[9-10]</sup>,将土壤无效水分转化为黑麦草种子发芽可利用的有效水,有利于种子的发芽和植物的生长发育。

### 参考文献

- [1] 李杨,王百田. 保水剂对土壤物理性状和棉花生长的影响[J]. 江苏农业科学,2015,43(10):97-99.
- [2] 邹新禧. 超强吸水剂[M]. 北京:化学工业出版社,2002.
- [3] 王学英. 阳城县环城绿化大规模苗木移植技术[J]. 山西林业,2012(6):40-44.
- [4] 廖元宽,杨培岭,任树梅. 高吸水树脂保水剂提高肥效及减少农业面源污染[J]. 农业工程学报,2012,28(17):1-10.
- [5] 张璐,孙向阳,田赞,等. 复合保水剂吸水保水性能及其应用[J]. 农业工程学报,2012,28(15):87-93.
- [6] MAHDAVINIA G R, POURJAVADI A, HOSSEINZADEH H, et al. Super-absorbent polymer hydrogels from poly(acrylic acid-co-acrylamide) grafted chitosan with salt-and pH responsiveness properties[J]. European polymer journal, 2004, 40:1399-1407.
- [7] BENBI D K, GILKES R J. The movement into soil of P from superphosphate grains and its availability to plants[J]. Fertilizer research, 2007(12):21-36.
- [8] TISDALE S L, NELSON W L, BEATON J D, et al. Soil fertility and fertilizers[M]. New York: Macmillan Publishing Company, 2012.
- [9] 王占龙,于欣,朱红,等. 保水剂在林业上的应用及其研究进展[J]. 防护林科技,2011(3):64-66.
- [10] BEN-HUR M, FARIS J, MALIK M, et al. Polymers as soil conditioners under consecutive irrigation and rainfall[J]. Soil Sci Soc Am J, 1989, 53(4): 1173-1177.

### 参考文献

- [1] 巴州招商局2015年招商引资概况访谈实录[EB/OL]. (2015-07-13) [2016-06-28]. <http://www.xjzsw.gov.cn/html/news/zsf/2015-07-13/20165.html>.
- [2] 任波,熊仁次,陈小飞,等. 库尔勒香梨树冻害发生原因及防治途径探讨[J]. 农林畜牧,2013(14):189-190,194.
- [3] 刘志友,吴忠华. 巴州库尔勒香梨冻害的发生原因及预防措施[J]. 新疆农垦科技,2011(1):30-31.
- [4] 阿衣木古丽·乌布力,何子顺. 提高新疆库尔勒香梨抗冻害能力的几项措施[J]. 防灾减灾,2012(2):33-34.
- [5] 万新. 香梨冻害发生原因及恢复管理技术[J]. 农民致富之友,2015(9):188-189.
- [6] 王刚,刘艳,杨玉琼. 库尔勒香梨冻害原因调查及预防对策[J]. 新疆农垦科技,2012(2):22-23.
- [7] 杨旭,王波,杨荣伟,等. 新型保温材料对小拱棚温度的影响[J]. 中国蔬菜,2008(12):15-18.
- [8] 李鹏程,郭绍杰,李铭,等. 不同保温材料覆盖对戈壁地葡萄越冬温度的影响[J]. 湖北农业科学,2014,53(12):2838-2840.
- [9] 李鹏程,郭绍杰,李铭,等. 不同材料覆盖越冬对葡萄枝蔓及根系抗寒生理指标的影响[J]. 西南农业学报,2014,27(1):253-258.