

文章编号 :1003-8701(2011)06-0022-04

风沙瘠薄农田玉米保水剂施用效应的研究

窦金刚,孙云云,高玉山,王永军,刘慧涛*

(吉林省农业科学院农业环境与资源研究中心,长春 130033)

摘要:本试验针对松嫩平原半干旱区风沙瘠薄农田生态条件下,研究新型保水剂的施用效果。试验结果表明,施入保水剂后,土壤的理化性状明显改善,土壤养分及微生物数量有所增加;新型保水剂对玉米生长、发育、产量有显著影响。

关键词:保水剂;土壤物理性状;土壤水分;土壤微生物

中图分类号:S156

文献标识码:A

Studies on Effect of Application of SAP in Sandy Barren Field

DOU Jin-gang, SUN Yun-yun, GAO Yu-shan, WANG Yong-jun, LIU Hui-tao*

(Agricultural Environment and Resource Research Center, Academy of Agricultural Sciences of Jilin Province, Changchun 130033, China)

Abstract: This experiment was to study the effect of application of new Super Absorbent Polymers (SAP) in the semi-arid sandy barren farmland ecological conditions. The results showed that the physical and chemical properties of the soil were significantly improved. Soil available nutrients and the amount of microorganisms increased after using the super absorbent polymers. The new super absorbent polymers had a significant impact on maize growth and yield.

Keywords: Super Absorbent Polymers; Soil physical properties; Soil water content; Soil microbe

长期以来,提高半干旱地区农田生产能力一直是世界各国普遍关注的问题^[1-3]。保水剂(Super Absorbent Polymers)是一种高分子化合物,不但吸水能力极强,对所吸收水分具有高度的保持作用,而且所保持的水分大部分可以释放出来,供作物吸收利用,并具有反复吸水的功能,具有抗旱保苗、增产增收和改良土壤等多种功能^[4-5]。目前对保水剂在不同土壤环境与作物上的应用效果如何尚有许多问题亟待深入研究^[6-7]。本研究选用汉力森新技术有限公司提供的保水剂和本地区主栽玉米品种进行试验,旨在为吉林省西部半干旱地区风沙瘠薄农田推广应用抗旱保水剂提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 试验地概况

试验地点设在吉林省半干旱地区前郭县乌兰图嘎镇万宝山村,土壤为典型的风沙土,年降水量约350 mm,水分是制约这里粮食产量的重要因素。土壤养分含量见表1。

表1 供试土壤基本理化性状

取土层次(cm)	速效氮(mg/kg)	速效磷(mg/kg)	速效钾(mg/kg)	土壤有机质(%)	pH
0~20	81.11	13.07	121.02	1.04	6.68
20~40	51.44	6.12	70.62	0.73	7.40

1.2 试验设计

本试验设2个处理:1. 常规种植(CK);2. 施用保水剂(汉力森新技术有限公司提供)。每处理6行、7.7 m长,3次重复,随机区组排列。每小区30 m²,试验玉米品种为先玉335,播种密度6.0万株/hm²。

试验地采用三犁穿打垄施肥法,5月3日施

收稿日期:2011-09-17

基金项目:国家科技支撑计划(2009BADB3B05)

作者简介:窦金刚(1976-),男,研究实习员,主要从事土壤改良及玉米高产栽培研究。

通讯作者:刘慧涛,男,研究员,E-mail:liuhuitao558@sohu.com

底肥(N-P₂O₅-K₂O=210-85-90 kg/hm²),5月4日采用坐水种(坐水量84 t/hm²)。试验按照15 kg/hm²用量加入保水剂,1/4氮肥、80%磷、钾肥作底肥加保水剂,20%磷钾肥作口肥。

1.3 研究方法

土壤硬度采用(No.351)山中式土壤硬度计测定,容重采用环刀法,固相、液相、气相采用(DIK-1120)土壤三相计测定,速效氮采用碱解扩散法,速效磷采用钼锑抗比色法,速效钾采用火焰光度法,有机质采用重铬酸钾容量法-外加热法,土壤微生物数量采用培养基稀释平板法。

2 结果与分析

2.1 施用保水剂对土壤物理性状的影响

表2 保水剂各处理土壤物理性状变化

处理	土壤深度(cm)	土壤硬度(mm)	土壤含水量(%)	固相(%)	液相(%)	气相(%)	土壤容重(g/cm ³)
对照	5~10	11.11	14.89	66.88	11.68	21.44	1.47
	15~20	25.22	14.60	66.75	12.19	21.06	1.50
	25~30	27.44	12.26	67.68	11.60	22.72	1.53
保水剂	5~10	7.89	17.12	59.59	11.23	28.18	1.33
	15~20	22.11	15.38	66.60	11.54	21.86	1.57
	25~30	24.56	15.08	60.07	10.75	29.18	1.45

照,气相高于对照。保水剂的施用,可减少土壤容重,改变土壤三相比,调节土壤水、热、气状况,改善土壤结构。

2.2 施用保水剂对土壤化学性状的影响

表3 不同处理土壤养分含量变化

处理	取土层次(cm)	速效氮(mg/kg)	速效磷(mg/kg)	速效钾(mg/kg)	有机质(%)
常规种植(CK)	0~20	63.71Bb	13.22 Bb	109.22 Bb	0.99 Aa
施用保水剂	0~20	75.31Aa	19.94 Aa	112.41 Aa	1.05 Aa

试验结果表明(表3),施用保水剂后,土壤养分各指标均明显增加,速效氮含量增加了11.60 mg/kg,速效磷含量增加了6.72 mg/kg,速效钾含量增加了3.19 mg/kg,与对照间存在极显著性差异。有机质含量增加了0.06%,与对照间无显著性差异。土壤中加入保水剂后,由于保水剂提高了土壤含水量,增加了对肥料的吸附作用,减少了肥料的淋失,增加了土壤养分。

2.3 施用保水剂对土壤微生物的影响

土壤中溶解性有机质是土壤微生物活动能量的主要来源,土壤水分的变化可能会使土壤中溶解的有机碳总量发生变化,当土壤水分含量过低时,土壤溶液中可溶性有机质的扩散受到妨碍,影响微生物的生长与繁殖。

施入保水剂处理(图1-3),结果表明土壤中细菌、真菌和放线菌数量均比对照组高。0~20cm土

试验结果表明(表2),保水剂对土壤硬度影响较明显,5~10 cm土壤硬度降低了3.22 mm,15~20 cm土壤硬度降低了3.11 mm,25~30 cm土壤硬度降低了2.88 mm。保水剂处理下的土壤硬度与对照之间存在显著性差异。施用保水剂的土壤含水量均显著高于对照,5~10 cm土层中施入保水剂的土壤含水量为对照的1.15倍,保水剂处理下的土壤含水量与对照之间存在极显著性差异;15~20 cm土层中施入保水剂的土壤含水量为对照的1.05倍,保水剂处理下的土壤含水量与对照之间无显著性差异;25~30 cm土层中施入保水剂的土壤含水量为对照的1.23倍,保水剂处理下的土壤含水量与对照之间存在极显著性差异。

保水剂处理,土壤固相、液相及容重均小于对

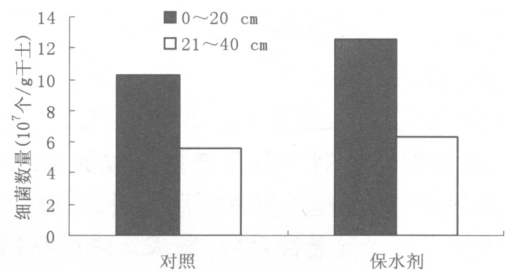


图1 细菌数量变化

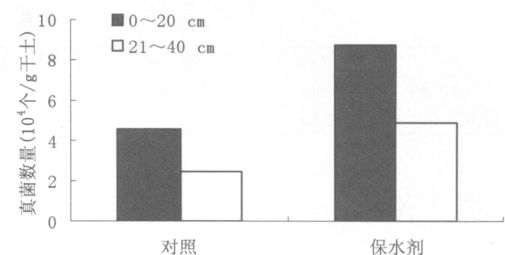


图2 真菌数量变化

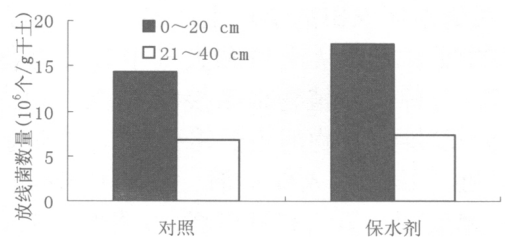


图3 放线菌数量变化

壤中细菌数量是对照组的 1.22 倍, 21~40 cm 土壤中细菌数量是对照组的 1.14 倍, 与对照组间存在极显著性差异。0~20 cm 土壤中真菌数量是对照组的 1.93 倍, 21~40 cm 土壤中真菌数量是对照组的 1.98 倍, 与对照组间存在极显著性差异。0~20 cm 土壤中放线菌数量是对照组的 1.22 倍, 与对照组间存在极显著性差异, 21~40 cm 土壤中放线菌数量是对照组的 1.09 倍, 与对照组间无显著性差异。土壤中溶解性有机质是土壤微生物活动能量的主要来源, 土壤水分的增加使土壤中溶解的有机碳含量增加, 有机质含量、土壤养分及土壤物理性状的改善对微生物的生长与繁殖具有促进作用。

2.4 施用保水剂对玉米叶面积及株高的影响

不同时期试验结果表明(表 4), 8 月 11 日调查, 施用保水剂株高比对照高 1 cm, 变化不大, 施用保水剂叶面积指数比对照增加 15.88%, 与对照相比无显著性差异。9 月 1 日调查, 施用保水剂叶面积指数比对照增加 42.41%, 与对照存在极显著性差异。随着玉米生长发育进程, 施用保水剂玉米

叶面积指数比对照增加。

表 4 叶面积指数及叶片衰老状况

处理	株高(cm)		叶面积指数		绿叶数
	灌浆期	灌浆期	乳熟期	乳熟期	乳熟期
常规种植 CK)	295Aa	3.40 Bb	1.91 Bb	8.6 Bb	
施用保水剂	296Aa	3.94 Aa	2.72 Aa	10.4 Aa	

乳熟期对不同处理的绿叶数进行调查, 常规种植平均 8.6 片, 施用保水剂平均 10.4 片, 施用保水剂比对照多 4.98%, 与对照存在极显著性差异。玉米成熟后期, 保持较多的绿叶, 可以说明施用保水剂延缓玉米叶片衰老, 有利于玉米生长后期光合作用, 转化更多的光能, 增加玉米子粒的重量。

2.5 施用保水剂对生物产量的影响

不同生育期试验结果表明(表 5), 在抽雄吐丝期施入保水剂的玉米生物量与常规种植无明显变化。在孕穗期、灌浆期、乳熟期和蜡熟期, 施用保水剂处理下的玉米叶片、茎秆及穗粒重均有所增加。蜡熟期调查, 施用保水剂比常规种植生物产量增加 24.11%。说明施用保水剂后, 促进了玉米植株的生长发育, 增加了生物产量。

表 5 玉米各器官干物重

处理	抽雄吐丝期		孕穗期		灌浆期		乳熟期		蜡熟期				
	叶	茎秆	叶	茎秆	叶	茎秆	粒	叶	茎秆	粒	叶	茎秆	粒
常规种植(CK)	36.1	29.2	33.4	67.8	36.3	93.3	41.7	24.6	79.3	119.7	21.9	83.4	149.3
施用保水剂	36.0	29.2	43.9	105.5	46.0	95.6	69.4	33.5	114.9	171.0	31.5	103.1	181.3

2.6 施用保水剂对产量及产量构成的影响

由表 6 可见, 施入保水剂后, 穗长增加 2 cm, 与对照组间存在极显著性差异。秃尖长降低 0.1 cm, 与对照组间无显著性差异。穗行数平均增加 0.1 行, 与对照组间无显著性差异。行粒数平均增加 3.1 粒,

与对照组间存在显著性差异。穗粒数平均增加 52 粒, 与对照组间存在极显著性差异。百粒重增加 2.9 g, 与对照组间存在极显著性差异。施用保水剂对玉米产量的影响主要是增加了穗粒数。施用保水剂比对照增产 10.59%, 与对照组间存在极显著性差异。

表 6 各处理产量及产量构成

处理	穗长(cm)	秃尖长(cm)	穗行数(行)	行粒数(粒)	穗粒数(粒)	百粒重(g)	子粒容重(g/L)	平均产量(kg/hm ²)
常规种植(CK)	15.8Bb	3.3Aa	16.1Aa	30.9b	498Bb	100.7 Bb	738.3Aa	9 276 Bb
施用保水剂	17.8Aa	3.2Aa	16.2Aa	34.0a	550Aa	103.6 Aa	721.5Bb	10 258 Aa

3 讨论

吉林西部半干旱地区降水的年际变率相当大, 降水分布极不均衡; 干旱缺水在很大程度上制约着西部地区农田的土地生产能力。保水剂靠其强大的吸水功能从土壤和大气中吸附并保持水分, 当其与种子或植物根系接触时, 又可以充分释放水分, 以供给作物的生长需要^[8-11]。本试验结果表明, 在土壤中施入保水剂, 土壤中的碱解氮、有效磷、速效钾含量均有所提高, 说明保水剂对养分有一定的保蓄作用, 这与马焕成等^[12]的试验结果

一致。在土壤中施入保水剂可以降低土壤硬度, 增加土壤水分, 降低土壤容重, 进而改善土壤理化性状, 这与龙杰明等^[13]的研究结果一致。在土壤中施入保水剂可以促进作物生长发育, 提高穗粒数和粒重, 有利于提高产量, 这与胡芬和陈尚漠^[14]的研究结果一致。在土壤中施入保水剂能够促进土壤中的微生物活动, 提高土壤养分的利用效率, 这与 Sojka 等^[10]的研究结果一致。

干旱缺水和土壤退化是制约我国农业持续发展的重要因素, 保水剂作为一种新兴的化学节水产品, 以它特殊的物理结构和化学性能, 具有较强的吸

水、保水性能,并能将其吸收的水分在农作物需要的时候释放出来,它在旱作农业生产应用中的效果越来越明显,并被众多国家所重视。在吉林西部半干旱风沙瘠薄农田应用保水剂作为节水、增肥的一条新途径,前景十分广阔。

参考文献:

- [1] 迟永刚,黄占斌,李茂松. 保水剂与不同化学材料配合对玉米生理特性的影响[J]. 干旱地区农业研究,2005,23(6):132-136.
- [2] 崔英德,郭建维,阎文峰,等. SA-IP-SPS型保水剂及其对土壤物理性能的影响[J]. 农业工程学报,2003,19(1):28-31.
- [3] 杜尧东,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.
- [4] 冯金朝,赵金龙,胡应娣,等. 土壤保水剂对沙地农作物生长的影响[J]. 干旱地区农业研究,1993,11(2):36-40.
- [5] 高凤文,罗盛国,姜佰文. 保水剂对土壤蒸发及玉米幼苗抗旱性的影响[J]. 东北农业大学学报,2005,36(1):11-14.
- [6] 宫辛玲,刘作新,尹光华,等. 土壤保水剂与氮肥的互作效应研究[J]. 农业工程学报,2008,24(1):50-53.
- [7] 黄占斌,朱书全,张铃春,等. 保水剂在农业改土节水中的效应研究[J]. 水土保持研究,2004,11(3):57-60.
- [8] 李继成,张富仓,孙亚联,等. 施肥条件下保水剂对土壤蒸发和土壤团聚性状的影响[J]. 水土保持通报,2008,28(2):48-53.
- [9] 刘世亮,寇太记,介晓磊,等. 保水剂对玉米生长和土壤养分转化供应的影响研究[J]. 河南农业大学学报,2005,39(2):146-150.
- [10] Sojka R E, James A E, Jeffry J F. 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 H, Michael D M, Phillip M F. Polyacrylamide added as a nitrogen source stimulates methanogenesis in consortia from various wastewaters [J]. Water Research, 2005(39): 333-334.
- [12] 马焕成,罗质斌,陈义群,等. 保水剂对土壤养分的保蓄作用[J]. 浙江林学院学报,2004,21(4):404-407.
- [13] 龙明杰,张宏伟,曾繁森. 高聚物土壤结构改良剂的研究 I. 淀粉接枝共聚物改良赤红壤的研究 [J]. 土壤学报,2001,38(4):284-290.
- [14] 胡 芬,陈尚漠. 旱地玉米农田地膜覆盖的水分调控效应研究[J]. 中国农业气象,2000,21(4):14-17.