

# 干旱胁迫条件下高吸水性树脂对玉米出苗和生长的影响

刘方明, 高玉山, 孙云云, 窦金刚, 侯中华, 刘慧涛\*, 王立春

(吉林省农业科学院农业资源与环境研究所, 长春 130033)

**摘要:**对四种不同成分的高吸水性树脂进行试验, 分析干旱胁迫条件下其对土壤含水量和玉米生长指标的影响。结果表明, 盆栽试验中, 高吸水性树脂对土壤含水量、玉米苗期株高和生物量的影响明显。四种高吸水性树脂中, 唐山博亚聚丙烯-无机矿物型高吸水性树脂显著提高土壤水分、玉米茎叶和根生物量, 保水效果较好。本研究可以为半干旱地区高吸水性树脂的选择和应用提供理论依据。

**关键词:**干旱胁迫; 高吸水性树脂; 玉米; 出苗; 生长指标

中图分类号: S482.99

文献标识码: A

文章编号: 1003-8701(2018)04-0001-04

## Effects of Four Super Absorbent Polymers Applied on Maize Emergence and Growth Indices under Drought Stress

LIU Fangming, GAO Yushan, SUN Yunyun, DOU Jingang, HOU Zhonghua, LIU Huitao\*, WANG Lichun

(*Institute of Agricultural Resources and Environment Research, Jilin Academy of Agricultural Sciences, Changchun 130033, China*)

**Abstract:** Four super absorbent polymers of different component were tested to analyze the effects of them on soil moisture content and growth indices of maize seedlings under drought stress. The result showed that they significant affected soil moisture content, maize seedlings growth and biomass in pot-cultured experiment. Polyacrylic acid-inorganic mineral type (Tangshan Boya) significantly increased soil moisture, biomass of stem, leaf and root of maize, thus it had better water retention effect among four super absorbent polymers. This experiment could provide theoretical basis for choose and application of super absorbent polymers in semiarid region.

**Key words:** Drought stress; Super absorbent polymers; Maize; Emergence; Growth indices

吉林省西部半干旱区水资源短缺、季节性干旱明显, 水分是影响玉米出苗率和产量的关键因素之一。该地区土壤多为淡黑钙土, 土壤有机质含量低、保水保肥能力差<sup>[1]</sup>。高吸水性树脂是利用吸水性较强的树脂制成的一种超高吸水保水能力的高分子聚合物<sup>[2]</sup>, 是一种有效的保水剂。应用高吸水性树脂可以显著提高土壤含水量, 提高出苗率, 促进作物生长, 提高作物产量<sup>[3-5]</sup>。高吸水性树脂的研究大多数集中在农作物上, 如玉米、小麦、棉花和马铃薯等应用广泛<sup>[6-9]</sup>。研究者

对玉米高吸水性树脂进行研究, 探讨了高吸水性树脂的种类、粒型和施用量、施用方式、施用深度等方面对玉米生长和产量的影响<sup>[1,6,10-11]</sup>。但是干旱胁迫条件下高吸水性树脂对玉米出苗和生长的影响研究较少<sup>[12-14]</sup>。本研究分析干旱胁迫条件下四种高吸水性树脂对玉米出苗和生长状况的影响, 比较四种高吸水性树脂的保水效果, 为吉林西部半干旱区高吸水性树脂的选择与合理应用提供理论依据。

## 1 材料与方 法

### 1.1 试验地点

试验地点设在吉林省农业科学院长春院区的网室。

### 1.2 试验材料

试验选用玉米品种为先玉 335, 美国先锋公司生产。

收稿日期: 2018-04-08

基金项目: 国家科技支撑计划课题(2014BAD12B02); 中国农业科技东北创新中心博士后科研项目(C52110104); 国家重点研发计划课题(2016YFD0300807、2017YFD0300602)

作者简介: 刘方明(1976-), 女, 副教授, 博士, 研究方向: 生态学。

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

com

供试的高吸水性树脂有四种,分别为:丙烯酰胺-凸凹棒营养元素高吸水性树脂,1~5 mm黄色颗粒(胜利油田长安集团聚合物有限公司);聚丙烯酸-无机矿物型高吸水性树脂,深褐色粉剂(河北唐山博亚树脂有限公司);淀粉-丙烯酸共聚物高吸水性树脂,4~6 mm黄色颗粒(天津三农金科技有限公司);聚丙烯酰胺交联共聚物高吸水性树脂,3~4.5 mm白色颗粒(北京汉力森新技术有限公司)。

供试土壤:风干的碱性沙土,土壤采于乾安县赞字乡父字村。

### 1.3 试验设计

玉米盆栽试验于5月26日在网室内进行,选用30 cm×30 cm塑料桶18个,桶底打小孔用于透气。设置处理1:CK(对照,不加高吸水性树脂);处理2:WT(胜利油田长安集团聚合物有限公司,丙烯酰胺-凸凹棒营养元素高吸水性树脂);处理3:BY(河北唐山博亚树脂有限公司,聚丙烯酸-无机矿物型高吸水性树脂);处理4:SNJ(天津三农金科技有限公司,淀粉-丙烯酸共聚物高吸水性树脂);处理5:HLM(北京汉力森新技术有限公司,聚丙烯酰胺交联共聚物高吸水性树脂),共5个处理,每个处理3次重复。每桶装入风干土16.5 kg,将10 g高吸水性树脂与200 g土壤均匀混合,施于种子下5 cm处。每桶播种10粒,出苗后测定出苗率,之后定苗为3株。每桶浇水3.3 kg(为避免水由透气孔流出,分两次浇,每次1.65 g,间隔12 h),然后不再浇水,进行干旱胁迫试验。

### 1.4 测定项目与方法

6月3日计数出苗数,计算出苗率。在6月3日~7月4日,采用烘干法测定桶内土壤0~10 cm的土壤含水量(%),采用直尺测定玉米的株高(cm),每8天测定1次。6月27日采用游标卡尺测定玉米的茎粗(mm)。7月4日苗死亡后,清洗干净烘干,105℃下杀青30 min,75℃下烘干12 h,用天平分别称量茎叶和根的生物量(g)。

### 1.5 数据分析

采用SPSS 13.0分析软件进行处理,差异显著性检验采用单因素方差分析,进行LSD多重比较。

## 2 结果与分析

### 2.1 高吸水性树脂对土壤含水量的影响

四种高吸水性树脂对土壤含水量的影响见图1。BY处理保持土壤水分的作用较明显,其次为WT处理。

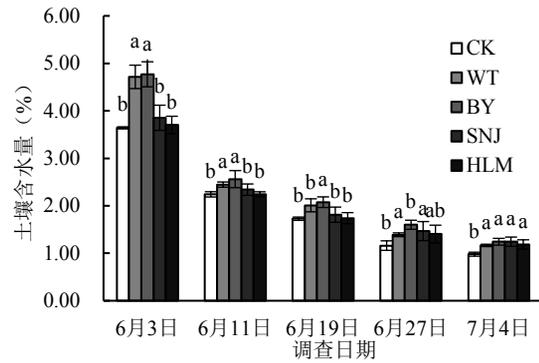


图1 四种高吸水性树脂对土壤含水量的影响

6~7月气温较高,土壤含水量迅速降低。对照CK的土壤含水量较低,为0.98%~3.64%;四种高吸水性树脂处理的土壤含水量较高,为1.16%~4.77%。BY处理明显高出对照14.26%~30.98% ( $P<0.05$ )。WT处理明显高出对照9.17%~29.45%,6月3日、6月11日和7月4日差异显著( $P<0.05$ )。6月27日和7月4日SNJ处理明显高出对照26.34%~26.90% ( $P<0.05$ )。试验末期7月4日四种高吸水性树脂处理的土壤含水量为1.16%~1.24%,高出对照18.84%~26.77% ( $P<0.05$ )。

### 2.2 高吸水性树脂对玉米出苗及生长状况的影响

#### 2.2.1 高吸水性树脂对玉米出苗率的影响

四种高吸水性树脂对玉米出苗率的影响见图2。干旱胁迫条件下,高吸水性树脂具有提高玉米出苗率的趋势。

对照的出苗率仅为73.33%,WT处理玉米出

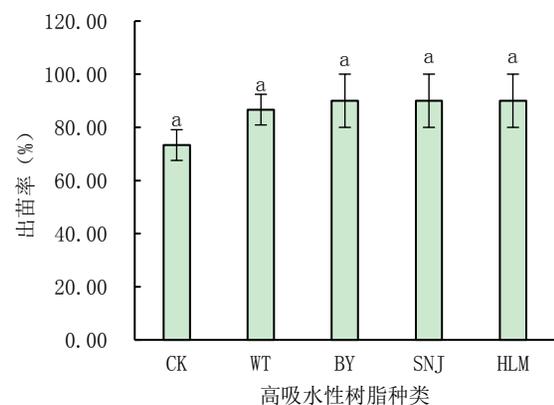


图2 四种高吸水性树脂对玉米出苗率的影响

苗率为86.67%,高出对照出苗率18.19%;其余BY、SNJ和HLM三个处理的玉米出苗率均为90.00%,高出对照出苗率22.73%,但是与对照差异不显著( $P>0.05$ )。

#### 2.2.2 高吸水性树脂对玉米苗期株高的影响

四种高吸水性树脂对玉米株高的影响见图3。SNJ处理促进玉米株高作用明显,其次为HLM处理。

6月19日~7月4日,SNJ处理玉米株高为

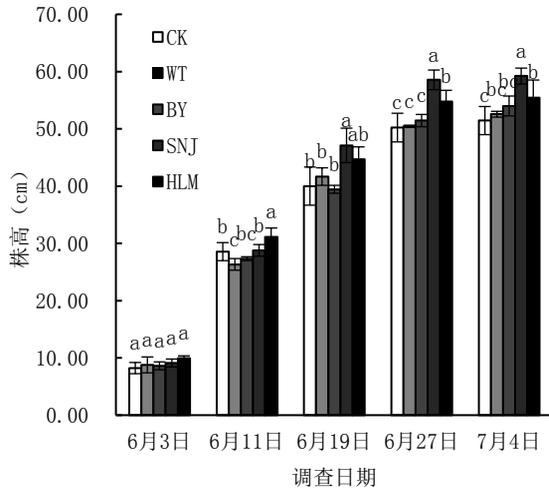


图3 四种高吸水性树脂对玉米株高的影响

47.11 cm、58.56 cm和59.22 cm,高出对照15.12%~17.78% ( $P<0.05$ )。6月11日、6月27日~7月4日, HLM处理玉米株高为31.11 cm、54.78 cm和55.44 cm,高出对照7.78%~9.07% ( $P<0.05$ )。

### 2.2.3 高吸水性树脂对玉米苗期茎粗的影响

高吸水性树脂对玉米苗期茎粗的影响见图4。高吸水性树脂对玉米苗期茎粗的促进作用不明显。

对照玉米茎粗6.87 mm, BY处理、SNJ处理和

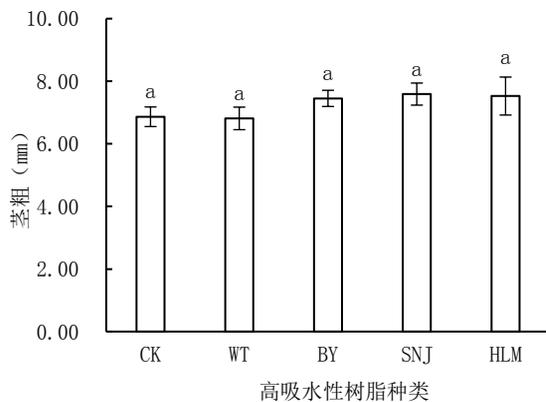


图4 高吸水性树脂对玉米茎粗的影响

HLM处理的玉米茎粗较高,分别为7.45 mm、7.59 mm和7.53 mm; WT处理的玉米茎粗为6.81 mm,数值较低,但四者与对照差异不明显 ( $P>0.05$ )。

### 2.2.4 高吸水性树脂对玉米苗期生物量的影响

四种高吸水性树脂处理对玉米生物量的影响见表1。BY处理提高茎叶、根和整株生物量、SNJ

处理提高茎叶和整株生物量,二者均表现出较高的玉米苗期生物量。

WT处理对玉米生物量的影响作用不明显。

表1 四种高吸水性树脂对玉米生物量及根冠比的影响

处理	生物量(g)		
	茎叶(S)	根(R)	整株(T)
CK	4.97±0.13c	2.47±0.14b	7.44±0.25c
WT	4.86±0.04c	2.36±0.10bc	7.23±0.10cd
BY	5.46±0.04b	2.77±0.14a	8.23±0.10b
SNJ	6.30±0.14a	2.56±0.15ab	8.86±0.28a
HLM	4.86±0.16c	2.23±0.11c	7.09±0.05d

BY处理玉米茎叶生物量为5.46 g,高于对照9.86%;玉米根生物量为2.77 g,高于对照12.15%;整株生物量为8.23 g,高于对照10.61%,与对照差异显著 ( $P<0.05$ )。SNJ处理的玉米茎叶生物量为6.30 g,高于对照26.76%;玉米整株生物量为8.86 g,高于对照19.08%,与对照差异显著 ( $P<0.05$ )。SNJ处理玉米根生物量为2.56 g,与对照差异不显著。HLM处理玉米根生物量为2.23 g,整株生物量为7.09,低于对照 ( $P<0.05$ )。

## 3 结论

干旱胁迫条件下选用的四种高吸水性树脂可以明显提高土壤含水量、玉米株高和生物量,但是对玉米出苗率和茎粗影响不显著。唐山博亚BY处理(聚丙烯酸-无机矿物型高吸水性树脂)和长安集团WT处理(丙烯酰胺-凸凹棒营养元素高吸水性树脂)保持土壤水分效果比较明显。天津三农金SNJ处理(淀粉-丙烯酸共聚物高吸水性树脂)和北京汉力森HLM处理(聚丙烯酰胺交联共聚物高吸水性树脂)促进株高生长。BY和SNJ处理提高玉米苗期生物量;HLM处理不利于玉米苗期根生物量的积累。综合分析可以看出,唐山博亚聚丙烯酸-无机矿物型高吸水性树脂(BY处理)显著提高土壤水分、玉米茎叶和根生物量,保水效果较好。

## 4 讨论

4.1 高吸水性树脂具有保持土壤水分,促进玉米的出苗、生长和提高苗期生物量的作用。本研究唐山博亚聚丙烯酸-无机矿物型高吸水性树脂保持土壤水分的作用较明显。鄂尔多斯沙质土壤的试验表明,高吸水性树脂质量比例 $<0.50\%$ ,聚丙烯酸酯聚合物提高有效水含量的效果明显<sup>[15]</sup>。唐

山博亚聚丙烯酸-无机矿物型高吸水性树脂促进玉米茎叶和根生物量积累,与周志刚等<sup>[5]</sup>研究相一致,可以作为抗旱高吸水性树脂品种。

**4.2 高吸水性树脂的主要成分对保水效果产生影响,不同成分的高吸水性树脂的效果存在差异。**干旱胁迫条件下,高吸水性树脂可以提高玉米幼苗酶活性与抗坏血酸(ASA)、谷胱甘肽(GSH)比例,促进玉米生长,甘薯淀粉高吸水树脂的效果优于速吸林果保水剂、沙土保水剂、林果高吸水树脂等<sup>[6]</sup>。天津三农金淀粉-丙烯酸共聚物高吸水性树脂促进茎叶生长,株高和茎叶生物量增加明显,在试验后期保水效果比较显著。

**4.3 高吸水性树脂的效果与土壤质地、水分、温度条件有关,同时也会受到高吸水性树脂的用量、施用方式的影响。**长安集团高吸水性树脂保持水分作用优于北京汉力森高吸水性树脂,与王洪君等<sup>[10]</sup>研究结果一致,但是其在株高、茎粗和干重的效果不明显。北京汉力森高吸水性树脂不利于玉米苗期根的生物量积累,与窦金刚等<sup>[17]</sup>大田试验研究结果存在差异,原因可能是受到土壤质地、水分条件、施用方式等因素的影响<sup>[16]</sup>。

**4.4 干旱区和干旱半干旱区施用高吸水性树脂,可以提高土壤水分利用效率和作物产量,提高经济产值。**干旱半干旱区施用沃特高吸水性树脂,玉米增加产值1 907.86元/hm<sup>2</sup>,增值率为11.47%;干旱区施用汉力森高吸水性树脂,玉米增加产值6 033.60元/hm<sup>2</sup>,增值率为22.94%<sup>[18]</sup>。唐山博亚聚丙烯酸-无机矿物型高吸水性树脂在保持土壤水分和促进根系生长方面效果较好,建议可以进一步开展大田试验,以确定高吸水性树脂的最佳施用时间、用量、施用方式和施用深度等,提高保水保苗作用,提高玉米产量和经济收入。

#### 参考文献:

- [1] 张丽华,边少锋,孙宁,等.保水剂不同粒型及施用量对玉米产量和光合性状的影响[J].玉米科学,2017,25(1):153-156.
- [2] 李云开,杨培岭,刘洪禄.保水剂在农业上的应用技术与效应[J].节水灌溉,2002(2):12-16,53.
- [3] 马斌,刘景辉,杨彦明,等.连续施用保水材料对旱作条件下土壤特性及燕麦生长的影响[J].生态学报,2017,37(17):5650-5651.
- [4] 宣毓龙,庞庆阳,刘洋,等.高分子化合物对小麦出苗及生长的影响[J].东北农业科学,2016,41(2):30-34.
- [5] 周志刚,陈明琦,藏健,等.半干旱地区不同抗旱保水剂对玉米出苗和生长的影响[J].内蒙古农业科技,2007(4):57-58.
- [6] 杜社妮,耿桂俊,于健,等.保水剂施用方式对河套灌区土壤水热条件及玉米生长的影响[J].水土保持通报,2012,32(4):270-276.
- [7] 马燕会,尹宝重,郭丽果,等.河北省麦田保水剂筛选及其节水效果评价[J].作物杂志,2015(2):111-117.
- [8] 马彦茹,吴湘琳,葛春辉,等.干旱胁迫条件下施用保水剂对棉花植株生理生化的影响[J].新疆农业科学,2016,53(2):277-282.
- [9] 李倩,巴图,刘景辉,等.保水剂施用方式对土壤酶活性及马铃薯产量的影响[J].西北农林科技大学学报(自然科学版),2017,45(5):116-122.
- [10] 王洪君,陈宝玉,梁焯赫,等.保水剂吸水特性及对玉米苗期生长的影响[J].玉米科学,2011,19(5):96-99.
- [11] 张丽华,闫伟平,谭国波,等.保水剂不同施用深度对玉米产量及土壤水分利用效率的影响[J].玉米科学,2016,24(1):110-113.
- [12] 郭世文,李品芳,芦谅,等.不同土壤水分条件下施用黄腐酸与保水剂对玉米生长、耗水及水分利用效率的影响[J].中国农业大学学报,2017,22(1):1-11.
- [13] 张洪生,井涛,赵美爱,等.聚天冬氨酸和保水剂对干旱条件下玉米幼苗生长的影响[J].中国农学通报,2013,29(6):59-62.
- [14] 毛思帅, M Robiul Islam, 薛绪掌,等.保水剂和负压供水对玉米生理生长及水分利用效率的影响[J].农业工程学报,2011,27(7):82-88.
- [15] 李杨,王百田.高吸水性树脂对沙质土壤物理性质和玉米生长的影响[J].农业机械学报,2012,43(1):76-82.
- [16] 王军辉,查学强,姜绍通.保水剂对玉米幼苗生长的影响[J].合肥工业大学学报(自然科学版),2008,31(10):1644-1647.
- [17] 窦金刚,孙云云,高玉山,等.风沙瘠薄农田玉米保水剂施用效应的研究[J].吉林农业科学,2011,36(6):22-25.
- [18] 邹超煜,白岗栓,于健,等.保水剂对不同作物水分利用效率及产值的影响[J].中国农业大学学报,2015,20(5):66-73.

(责任编辑:王昱)