

# 保水剂在黄土高原旱地农业应用效果的研究

牛育华<sup>1</sup>, 李仲谨<sup>1</sup>, 郝明德<sup>2</sup>

(1. 陕西科技大学, 陕西 咸阳 712081; 2. 中国科学院水利部水土保持研究所, 陕西 杨凌 712100)

**摘 要:** 保水剂是现代旱作农业中一项有效措施。在旱作春玉米上施用保水剂, 增加产量 12% ~ 33.47%, 在大豆生产上增产 3.9% ~ 23.1%, 产量随保水剂用量增加而增加, 但保水剂施用在土壤中的增产效益较低。用保水剂处理种子, 成苗率增加, 增产效果显著, 是目前生产水平下是一项有效的增产措施。

**关键词:** 保水剂; 旱作农业; 应用效果

中图分类号: S156.2

文献标识码: A

文章编号: 1005-3409(2007)03-0011-02

## Effects of Application of Water-holding Agent on Arid Areas in Loess Plateau

NIU Yu-hua<sup>1</sup>, LI Zhong-jin<sup>1</sup>, HAO Ming-de<sup>2</sup>

(1. Shaanxi University of Science & Technology, Xi'an 712081, Shaanxi;

2. Institute of Soil and Water Conservation, Chinese Academy of

Sciences and Ministry of Water Resources, Yangling, Shaanxi 712100, China)

**Abstract:** Application of water-holding agent is an effective measure of drought prevention and resistance in modern dry-land farming agriculture. Application of it on corn were studied, its output can increase 12% ~ 33.47%, 3.9% ~ 23.1% on soybean, the output increase with the quantity of it. But the rate of application of it in soil is low. The treatment of seed soaking or the transplant of root soaking could greatly increased crop yields, the succeeded rate of seeding increased, the effect of crop yields and economic benefit was marked, it ought to be spread in arid zone.

**Key words:** water-holding agent; dry-land farming; effects

我国农民在长期旱农业生产实践中, 积累了一系列行之有效的防旱抗旱技术措施, 但由于干旱出现往往有不可预测性, 常规技术难以适时、适地应用和发挥作用。近年来, 保水剂优异的吸水性能越来越受到人们的重视, 广泛应用于农林业、工业、医药卫生、土木建筑、食品、通讯、保鲜、化妆品、洗涤、消防、环境保护等领域。

### 1 保水剂的特点及发展现状

#### 1.1 保水剂的特点

保水剂(Super Absorbent Polymer, SPA), 又称高吸水聚合物和超强吸水剂, 是一种新型功能高分子材料。从物理结构分析, 保水剂是低交联度的三维网络结构, 可以保持吸收的水分(网络骨架可以是淀粉、海藻、纤维素等天然高分子, 也可以是合成树脂); 从微观结构分析, 保水剂的微观结构因体系的不同而呈现多样性。保水剂是由化学交联和聚合物分子链间的相互缠绕、发生物理交联而构成的。这种物理交联的密度很低, 水分子容易渗入树脂中, 使树脂膨胀, 进一步亲水而凝胶化, 成为高吸水性状态。吸水前, 高分子链相互缠绕在一起, 彼此交联成网络结构, 达到整体上的坚固程度; 吸水后, 聚合物则形成高分子电解质组成的离子网络结构和水的构成物。从化学结构分析, 保水剂的主链或接枝侧链上含有羧基、酰胺基、磺酸基、羟基等强亲水性基团; 因此, 低交联度、高溶胀率、不溶于水是保水剂的结构和性能特征。能吸收成百上千倍于自身重量的水分, 且吸收的水分不能通过简单的物理方法挤出, 具有很强的保水性; 吸水速度

较快, 吸水量可在几分钟内达到自身重量的几百倍; 吸收水分后形成一定强度的凝胶, 对生物组织无刺激作用; 使用方法简单, 具有低成本、高效益的绿色环保性。

#### 1.2 保水剂生产和应用状况

上世纪 70 年代美国将吸水性强的保水剂用于农林生产, 进行种子涂层和树苗移栽, 取得了显著效果。1980 年世界保水剂生产能力约为 0.5 万 t, 2000 年生产能力迅猛地增加到 129.2 万 t。2000 年世界保水剂的消费量约为 80 万 t, 美国的消费量最大, 约为 28 万 t; 日本保水剂消费量约为 8 万 t; 其它地区的消费量约占 30%。随着亚洲和拉美地区保水剂需求增长, 将逐渐取代发达国家成为保水剂的主要消费市场。

保水剂的成分大多数是聚丙烯酸盐的高聚物, 产生的废弃物难以降解, 造成环境污染。近年来, 国内外保水剂研发主流是改性和生物降解。国外最新研究还包括具有良好生物降解性的聚氨基酸系保水剂及功能性保水剂, 包括降解性、抗菌性、芳香性、抗静电性等。目前的研究开发集中在改善交联剂、分散剂等助剂和反相悬浮聚合法技术、降低成本、提高吸水后凝胶强度以及提高聚合物耐盐性方面, 重点研究可生物降解的天然原料(淀粉、纤维素等), 研究开发可生物降解的保水剂。陕西科技大学化学与化工学院开发出具有多种微量元素的保水剂, 主要用于种子包衣、土壤保水、苗木移栽, 我们在黄土高原旱地农业生产上对其应用效果进行了研究。

\* 收稿日期: 2006-07-17

作者简介: 牛育华(1965-), 女, 副教授, 目前主要从事环境科学研究。

## 2  保水剂在旱地农业上的应用

  试验设置在陕西省长武县洪家镇王东村,供试土壤为黄盖黏黑垆土,供试作物有玉米、大豆、菜豆类,试验地农化性状见表 1,试验地肥力中等。玉米小区面积 20 m<sup>2</sup>,施用 300 kgN/hm<sup>2</sup>、150 kgP<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/hm<sup>2</sup>,豆类小区面积 13. 3 m<sup>2</sup>,施用 150 kgN/hm<sup>2</sup>, 150 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/hm<sup>2</sup>。

表 1   试验地农化性状

项 目	全 N / %	有机质 / %	碱解 N/ (mg • kg <sup>-1</sup> )	速效磷/ (mg • kg <sup>-1</sup> )	速效 K/ (mg • kg <sup>-1</sup> )
玉米 试验地	0. 115	1. 45	86. 58	11. 24	180. 1
豆类 试验地	0. 117	1. 42	103. 6	12. 74	227. 9

### 2. 1   保水剂在玉米上的试验

  保水剂用量试验分撒施、条施二种方式。均在播种前结合施肥进行。撒施是撒施在地表,然后翻地,普遍深度约 10 cm;条施是开沟施入,深度约 10 cm,然后复土,另外开沟播种。玉米 5 月 3 日播种,5 月 13 日出苗,10 月 8 日成熟收获,生育期 147 d,供试品种丹玉 13 号,田间管理同大田。保水剂用量试验分 5 个处理: ①CK 0 kg/hm<sup>2</sup>; ②75 kg/hm<sup>2</sup>; ③150 kg/hm<sup>2</sup>; ④225 kg/hm<sup>2</sup> ⑤00 kg/hm<sup>2</sup>。

### 2. 2   保水剂在豆类上的试验

  试验分基施和用保水剂处理种子二种。基施是在豆类播种前撒施在地表,然后翻入土中,保水剂施用量分 ①CK 0 kg/hm<sup>2</sup> ②75 kg/hm<sup>2</sup> ③150 kg/hm<sup>2</sup> ④225 kg/hm<sup>2</sup> ⑤300 kg/hm<sup>2</sup>。

### 2. 3   保水剂处理种子的方法

  是用 100 g 保水剂加 5 kg 水的比例,先把保水剂缓慢放入水中边撒边搅动,避免结块。然后加过筛的肥土(土:肥比 2: 1 为宜)混成泥浆,然后倒入种子搅拌,在种子表面包裹一层,混合均匀,风干到不粘手时即可用于播种。因种子大小不一,种子用量在 5~ 10 g。即 100 g 保水剂可包裹 5~ 10 kg 种子。

## 3  结果与分析

### 3. 1   保水剂在玉米生产上的增产效果

  不同用量的保水剂对玉米性状有显著影响(表 2)。首先影响出苗情况,表现为出苗率提高,出苗整齐,植株根系发达。增产幅度在 12% ~ 33. 4%,随保水剂用量的增加产量增大,由于保水剂的成本较大,粮食价格较低,在土壤中大量施用很难获得经济效益,在粮食作物的施用只能限于种子处理,以提高出苗率促进苗期生长,在目前生产水平下,无法作为一项节水增产措施推广。

### 3. 2   保水剂在大豆生产的增产效果

  施用保水剂均有明显的增产效果,产量随保水剂用量的增加而增加,增产幅度在 3. 9% ~ 23. 1%,但从经济效益角度看,仍存在用量大,经济效益差,增产不增收(表 3)。

### 3. 3   保水剂处理豆类种子的增产效果

  用保水剂处理种子可促使种子发芽,提高豆类出苗率,普遍提前 1~ 2 d 出苗,有利于保全苗,植株生长健壮,增产幅度 15% ~ 110%,在黄土高原地区,播种期干旱是农业生产中经常遇到的问题,常造成无法适期播种,播种后难于一次成苗,群体生长差,用保水剂处理种子,可有效地解决播种期干旱等问题。

参考文献:

[ 1]   赵涌贵. 保水剂的应用与进展[J]. 中国水土保持, 1995, (2): 52– 54.  
[ 2]   邹新禧. 超强吸水剂[M]. 北京: 化学工业出版社, 2001.  
[ 3]   李景生, 黄韵珠. 土壤保水剂的吸水保水性能研究[ J]. 中国沙漠, 1996, ( 1): 86– 91.  
[ 4]   王冰冰, 孙宝启. 我国种衣剂的现状和情景[ J]. 作物杂志, 1998, ( 2): 19– 20.

表 2   保水剂对玉米性状和产量影响

施用 方式	施用量/ ( kg • hm <sup>- 2</sup> )	株高 / cm	穗位高 / cm	根条数	穗长 / cm	穗粒数	百粒重 / g (kg • hm <sup>- 2</sup> )	产量/ ( kg • hm <sup>- 2</sup> )	增产率 / %
撒施	0	252. 0	84. 2	21. 8	20. 4	540. 0	31. 78	8250. 0	
	75	269. 4	93. 4	22. 8	19. 8	264. 0	31. 77	9409. 5	14. 1
	150	265. 0	102. 2	27. 2	21. 7	665. 4	27. 01	9318. 0	13. 0
	225	276. 0	81. 8	29. 4	20. 5	556. 8	27. 95	10929. 0	32. 5
	300	249. 8	99. 0	23. 4	20. 8	606. 8	26. 93	10857. 0	31. 6
条施	0	266. 6	102. 6	21. 0	20. 6	568. 0	29. 12	8400. 0	
	75	272. 6	103. 4	25. 8	21. 9	670. 4	27. 79	9408. 0	12. 0
	150	264. 6	107. 6	25. 2	20. 4	602. 8	23. 36	9744. 0	16. 0
	225	262. 4	110. 8	26. 8	20. 9	647. 6	25. 37	9883. 5	17. 7
	300	280. 4	101. 8	31. 6	36. 5	578. 4	27. 14	11208. 0	33. 4

表 3   保水剂对大豆性状和产量的影响

施用量/ ( kg • hm <sup>- 2</sup> )	株高 / cm	分枝数	株粒数	株粒重 / g	粒重 / g	籽粒产量/ ( kg • hm <sup>- 2</sup> )	增产率 / %
0	18. 8	7. 5	54. 5	16. 7	32. 0	1527. 0	
75	22. 3	6. 3	56. 2	18. 9	31. 8	1587. 0	3. 9
150	22. 6	7. 0	58. 7	19. 8	29. 9	1624. 5	6. 4
225	23. 0	6. 0	54. 7	17. 4	31. 1	1776. 0	16. 3
300	22. 0	7. 3	69. 3	20. 2	28. 6	1879. 5	23. 1

表 4   保水剂对大豆性状和产量的影响

处理 品种	出苗率 / %	株高 / cm	根条 数	株荚 数	荚粒 数	株粒 数	株粒重 / g ( kg • hm <sup>- 2</sup> )	籽粒产量/ / %	增产率
花芸豆	CK	40	114. 8	15. 0	21. 2	2. 8	26. 6	13. 6	675
	处理	82	122. 8	14. 6	18. 8	2. 4	29. 8	22. 6	1417. 5   110
三小豆	CK	83	19. 0	15. 8	5. 2	3. 4	13. 6	6. 7	1162. 5
	处理	91	19. 0	13. 4	9. 8	3. 6	21. 6	12. 1	1425. 0   22. 6
红芸豆	CK	82	64. 2	14. 2	19. 6	2. 8	28. 8	12. 8	1177. 5
	处理	90	69. 4	15. 0	14. 2	4. 8	41. 6	18. 2	1612. 5   36. 9
黑芸豆	CK	88	36. 6	13. 4	16. 8	5. 0	42. 4	11. 2	1950. 0
	处理	93	57. 4	13. 8	20. 0	2. 8	31. 8	9. 1	2377. 5   21. 9
白芸豆	CK	88	33. 4	12. 8	15. 4	4. 6	61. 2	18. 8	1537. 5
	处理	94	21. 2	12. 8	10. 4	4. 4	43. 4	14. 5	1875. 0   22. 0
早熟大豆	CK	91	56. 6	15. 0	22. 6	2. 0	54. 2	11. 4	1500. 0
	处理	95	56. 0	15. 2	34. 8	2. 8	57. 0	12. 3	1725. 0   15. 0

### 3. 4   根据土壤含水率的测定结果

  施用保水剂的处理,其耕层土壤含水率比 CK 增加 3% ~ 5%。条施处理,处理土壤含水率稍高于撒施处理,种子处理的土壤耕层含水率变化不明显。

## 4  结 论

  (1)在玉米上施用保水剂,可显著提高出苗率,并促进根系生长,增产幅度在 12% ~ 33. 4%,在大豆上施用保水剂增产幅度在 3. 9% ~ 23. 1%,且随保水剂用量的增加而增加,但在土壤中施用很难获得较佳的经济效益。

  (2)用保水剂处理豆类种子,可有利于保全苗,可有效地解决干旱造成难于适期播种和成苗率差等问题。。

  (3)在保水剂中添加抗菌、杀虫的生理活性物质、微量元素或种肥制成不同类型的种衣剂,除有效防治苗期病虫害,为苗期提供肥源外,还能在种子和根系周围形成蓄水层,促使根系生长,在玉米苗期地下部生长量比 CK 增加 19. 5%,为作物抗旱丰产打下基础。