

保水剂对注水播种玉米土壤水分运移及水分生产效率的影响

李海燕¹, 张芮¹, 王福霞²

(1. 甘肃农业大学工学院, 兰州 730070; 2. 甘肃省水利水电勘测设计研究院, 兰州 730000)

摘要: 通过大田免储水灌注水加保水剂播种玉米灌溉试验, 分析了保水剂对土壤水分扩散规律及变化动态、玉米耗水量、水分生产效率和产量等指标的影响效果。结果表明, 保水剂施量为 2.5 g/m² 的注水播种玉米 (YB2.5) 在全生育期都具有良好的保水效果, 是既增产又节水的最佳处理; 保水剂施量为 1.5 g/m² 和保水剂拌种处理只在播后 101 d 内可有效增加土壤含水率, 之后保水效果逐步衰减; 施量为 0.5 g/m² 处理与不施加保水剂处理相比, 土壤含水率无明显提高, 说明保水剂施量过小时, 保水效果不明显。

关键词: 含水率, 保水, 灌溉, 保水剂, 注水播种, 玉米, 土壤水分运移, 水分生产效率

doi: 10.3969/j.issn.1002-6819.2011.03.007

中图分类号: S275.9

文献标志码: A

文章编号: 1002-6819(2011)-03-0037-06

李海燕, 张芮, 王福霞. 保水剂对注水播种玉米土壤水分运移及水分生产效率的影响[J]. 农业工程学报, 2011, 27(3): 37-42.

Li Haiyan, Zhang Rui, Wang Fuxia. Effects of water-retaining agent on soil water movement and water use efficiency of maize sowed with absolved water-storing irrigation[J]. Transactions of the CSAE, 2011, 27(3): 37-42. (in Chinese with English abstract)

0 引言

免储水灌注水播种技术是在干旱半干旱地区无法冬(春)灌或灌水不足情况下采取的一种保苗抗旱措施^[1-4]。由于注水播种时所注水量有限, 这些水在旱区特殊气候条件下损失较快, 如何减少蒸发和侧渗损失, 确保作物正常出苗和生长成为亟待解决的课题。保水剂是一类高分子聚合物, 本身不溶于水, 却能在 10 min 内吸附超过自身重量 100~1 400 倍的水分, 体积大幅度膨胀后形成饱和吸附水球, 从而提高土壤的保水能力, 降低土壤水分蒸发, 增加土壤含水率^[5]。保水剂不仅能增强土壤的吸水能力, 而且能缓慢释放出大部分水分, 成为作物吸收利用的有效水^[6]。本研究在综合考虑水资源缺乏和抑制水分蒸发的基础上, 将先进的节水灌溉技术与土壤水分化学调控技术有机结合, 进行免储水灌配合使用保水剂注水播种技术试验, 旨在为干旱半干旱地区农业节水增产开辟一条新路。

保水剂作为一项化学调控节水措施, 一经问世就受到了广泛的关注。美国早在 20 世纪 60 年代就利用玉米制成淀粉接枝聚丙烯腈类保水剂, 70 年代中期又研究开发了以“TAB”为代表的保水剂, 并在美国、西欧、中东等国家和地区得到广泛应用^[7]。中国保水剂的研制始于 20 世纪 80 年代, 至今全国已有 10 多个单位研制出了多种类型的保水剂^[8], 并得到广泛应用, 取得了良好效果。张富仓等研究认为保水剂应用于节水农业可促进作物根系发育, 提高出苗率和移栽成活率, 促进植株生长发育, 延缓凋萎时间^[9]。但保水剂用量过大, 非但不能促进根系

发育, 反而抑制根的伸长和降低根的生理机能, 抑制种子萌发, 降低移栽后成活率和出苗率^[10-17], 甚至李青丰等学者则认为保水剂对环境中水分的吸收与对种子释放水分是互相矛盾的^[18]。可见如何规范保水剂的用量多少, 在免储水灌注水播种技术应用效果如何, 都是节水农业工作者必须思考和解决的课题。

1 材料与方法

1.1 试验地点

本试验于 2008 年 4-10 月在甘肃省水利科学研究院民勤试验基地进行。

1.2 试验区概况

试验区位于民勤县城以北约 13.5 km 处的大滩乡东大村, 地理坐标为 130°05'E, 38°37'N。基地处于绿洲和腾格里沙漠交界地带, 属典型的大陆性荒漠气候, 气候干燥, 降水稀少, 蒸发量大, 风沙多, 自然灾害频繁。多年平均气温 7.8℃, 极端最高气温 39.5℃, 极端最低气温 -27.3℃, 平均湿度 45%, 多年平均降水 110 mm, 多年平均蒸发量 2 644 mm, 年日照时数 3 028 h, 光热资源丰富, ≥0℃积温 3 550℃, ≥10℃积温 3 145℃, 无霜期 150 d, 最大冻土深 115 cm。试验区土质 0~60 cm 为黏壤土, 60 cm 以下逐渐由黏壤土变为砂壤土, 土壤平均体积质量为 1.54 g/cm³。

1.3 供试作物

本试验供试作物为玉米, 主要采用当地主栽品种“豫玉 22 号”。

1.4 试验设计

本试验采用单因素完全随机试验: 试验共设 6 个处理, 以常规覆膜穴播膜上灌溉为对照处理, 其余处理采用注水播种技术, 但施用保水剂量不同, 其保水剂施用

收稿日期: 2010-06-01 修订日期: 2010-10-25

作者简介: 李海燕 (1975-) 女, 甘肃会宁人, 主要从事水资源研究。兰州甘肃农业大学工学院, 730070。Email: lihaiyan@gsau.edu.cn

量分别为 2.5、1.5、0.5、0 g/m² 以及保水剂拌种处理（拌种量采用每 0.5 kg 保水剂拌种 20 kg 玉米籽种，拌种时将保水剂用水稀释 3 倍，边搅边加入需拌种种子，直到拌匀，堆闷 4~5 h，种子无粘连即可播种）。各处理重复 3 次，共 18 个小区。玉米播种前先人工开沟，沟宽 20 cm，沟深 15 cm，注水量为 24 m³/hm²，每个沟注水量按小区面积换算后用潜水泵从试验地附近蓄水池抽取，注水后将保水剂拌土直接撒入播种时所开沟中，撒好保水剂后人工点播，播后人工将注水沟填平并覆膜。小区面积

3 m×15 m，各小区间留有 50 cm 宽，40 cm 高的小埂以供试验灌溉和观测，在试验地四周按地形和小区布置情况留有保护行。

对照处理冬灌水量按当地冬灌制度取为 200 m³/hm²，其他处理注水量根据已有文献及播前试验地土壤含水率确定为 240 m³/hm²，玉米灌溉制度按当地玉米种灌溉情况定为 4 500 m³/hm²，灌水次数为 5 次，每次灌水定额为 900 m³/hm²，各次灌水时间为 6 月 1 日、6 月 24 日、7 月 10 日、7 月 22 日、8 月 13 日。

表 1 玉米免储水灌施用保水剂注水播种技术试验设计

Table 1 Experimental design on maize sowing with different water-retaining agent treatment

处理	冬灌水/ (m ³ ·hm ⁻²)	注水量/ (m ³ ·hm ⁻²)	保水剂量/ (g·m ⁻²)	各生育阶段灌水量/(m ³ ·hm ⁻²)					
				播种—拔节 (04-23— 05-29)	拔节—大喇叭口期 (05-29— 06-23)	大喇叭口—抽穗期 (06-23— 07-08)	抽穗期—灌浆期 (07-08— 07-20)	灌浆期—乳熟期 (07-20— 08-12)	乳熟期—收获 (08-12— 09-29)
CK	1200	0	0	0	900	900	900	900	900
YB0	0	240	0	0	900	900	900	900	900
YB0.5	0	240	0.5	0	900	900	900	900	900
YB1.5	0	240	1.5	0	900	900	900	900	900
YB2.5	0	240	2.5	0	900	900	900	900	900
YBH	0	240	拌种	0	900	900	900	900	900

1.5 土壤水分观测点的布置

玉米注水播种的注水埋深约在地面以下 10 cm 左右，由于注水体上方有一定厚度的覆盖土层，水分向上浸润、扩散的速度比较慢，而使其具有保墒作用。受重力影响，水分向下浸润、扩散的速度较向上快，并将毛管水连通，能与底墒衔接，使其具有引墒作用，抗旱效果显著。本研究中注水采用人工开沟注水灌溉，因此其水分浸润、扩散方向可理解为垂直于注水沟的水平方向和垂直于地面的竖直方向，其中竖直方向又分为向上和向下 2 部分。按注水后 24、48、72 用土钻取土法测定各测点含水率。

1.6 主要测试项目及方法

1) 土壤含水率的测定：作物整个生育期内每隔 10 d 用土钻取土烘干法测定土壤含水率，此外在播前、收后、灌水前后及降雨前后进行加测。测定深度为 120 cm，分 6 层，即 0~20、20~40、40~60、60~80、80~100、100~120 cm。

2) 作物耗水量计算：玉米耗水量用水量平衡法计算，依据相邻 2 次土壤水分的测定结果，计算该时段内玉米耗水量。其耗水量用下式计算

$$ET_{1-2} = 10 \sum_{i=1}^n r_i H_i (W_{i1} - W_{i2}) + M + P + K - C$$

式中， ET_{1-2} 为阶段耗水量，mm； i 为土壤层次号数； n 为土壤层次总数目； r_i 为第 i 层土壤干体积质量，g/cm³； H_i 为第 i 层土壤的厚度，cm； W_{i1} 、 W_{i2} 为第 i 层土壤在时段始末的含水率（干土质量的百分率），%； M 为时段内的灌水量，mm； P 为时段内的降雨量，mm； K 为时段内的地下水补给量，mm； C 为时段内的排水量（地表排水与下层排水之和），mm。 K 和 C 在本试验区取 0。

3) 气象资料的观测主要包括太阳辐射、气温、降水、蒸发、空气湿度、日照时数、风速等气象因素。由试验

场内自动气象站测定。

4) 统计及分析方法：试验数据采用 SPASS(10.0)和 EXCLE 统计分析软件进行分析。

1.7 田间管理

1) 播种：玉米在 2008 年 4 月中旬播种，行距 45 cm，株距 30 cm。播前进行试验田平整、施底肥、喷除草剂及选种等工作。

2) 施肥：本试验采用常规耕作施肥方法，可以施用农家肥。施用化肥如下：玉米试验区施氮肥 300 kg/hm²（尿素，46%），磷肥 150 kg/hm²（磷二铵，16%）。在大喇叭口、灌浆期、乳熟期随水追肥 3 次，每次 225 kg/hm² 尿素。

2 结果与分析

2.1 施用保水剂注水播种后土壤水分扩散规律

2.1.1 不同处理水分横向扩散规律

各处理施用保水剂注水播种后不同时段注水原点（土表面以下 10 cm）土壤水分横向变化情况如图 1 所示。

从图 1 中可以看出，在注水播种后 24、48、72 h 各处理注水原点含水率均高于其他测试点，其中以 YB2.5 最高，YB1.5 次之，主要是由于注水播种时采用保水剂比较大，使注水原点周围含水率较离注水原点较远地方的含水率高；在离注水原点较远的地方，处理 YB0、YBH 和 YB0.5 的含水率却高于 YB2.5 及 YB1.5，这主要是使用保水剂较大的处理 YB2.5 和 YB1.5 使土壤水分聚集在注水原点周围，使其水分横向扩散均较慢，而其他处理使用保水剂较小，使水分横向扩散较快，到注水 72 h 后处理 YB0 和 YB0.5 在注水原点含水率与横向 20 cm 处已差别不大。

2.1.2 不同处理水分纵向扩散规律

各处理施用保水剂注水播种后不同时段在注水原点

(土表面以下 10 cm)土壤水分纵向变化情况如图 2 所示。由图 2 中可以看出在注水播种后 24、48、72 h 各处理在注水原点含水率均高于纵向其他测试点，其中以 YB2.5 最高，YB1.5 次之，但处理 YB0、YBH 和 YB0.5 在注水原点含水率与注水点以下土壤含水率差别不大。同时也可以看出在上述时段离注水原点较深的地方 YB0、YBH

和 YB0.5 的含水率却高于 YB2.5 及 YB1.5，这主要是由于保水剂使 YB2.5 及 YB1.5 的土壤水分聚集在注水原点，使其水分纵向扩散较慢，而其余处理水分纵向扩散较快，另外也可看出各处理注水原点以上土壤含水率较注水原点以下小，主要是由于水分受重力作用向下扩散比向上扩散快。

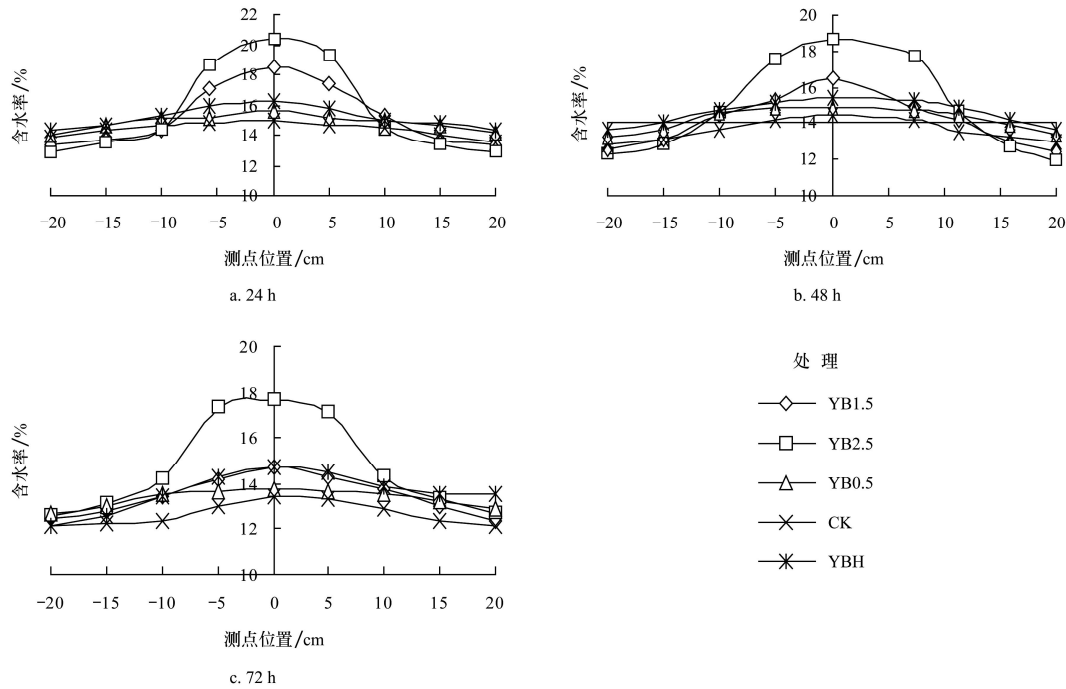


图 1 不同注水时间后注水原点土壤水分横向变化情况
Fig.1 Soil water transverse changes on water injection origin in different time after injection

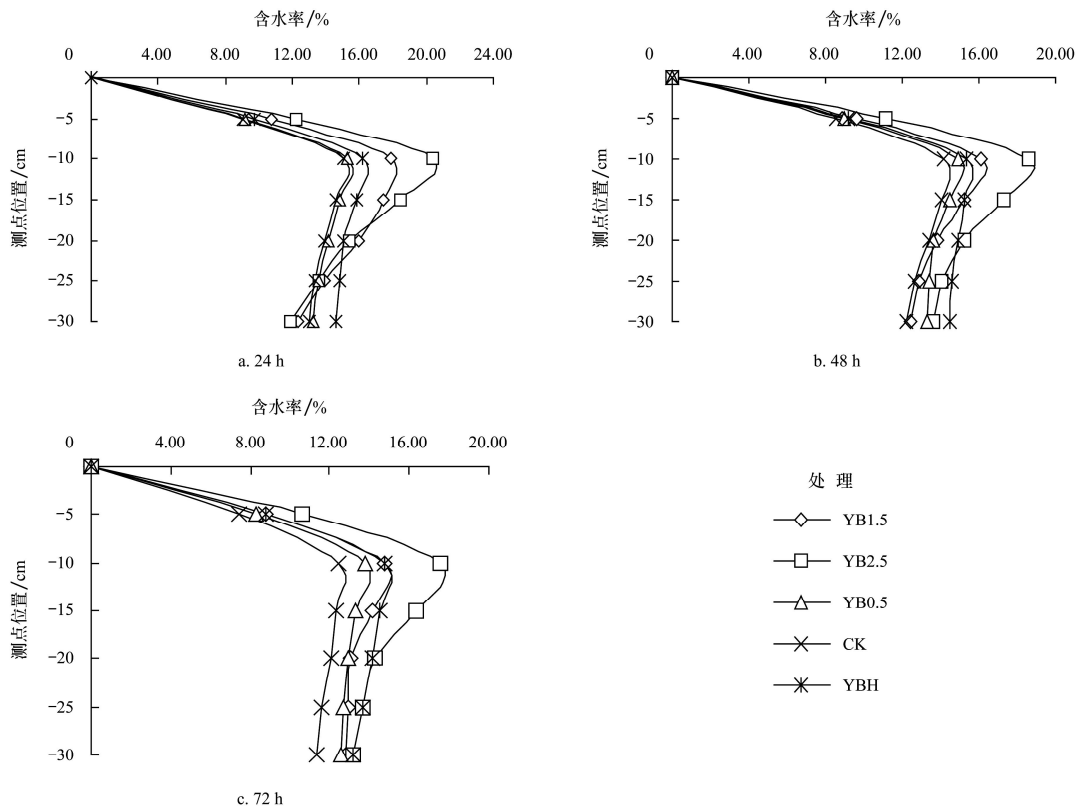


图 2 不同注水时间后注水原点土壤水分纵向变化情况
Fig.2 Soil water vertical changes on water injection origin in different time after injection

2.2 各处理在全生育期各土层土壤水分变化动态

在播种到播后 51 d 常规灌溉处理的含水率高于注水播种处理, 主要是由于常规灌溉处理冬季储水量较大, 使其各层含水率都大于免储水灌溉注水播种处理 (图 3)。玉米全生育期注水播种处理 YB2.5 的 0~80 cm 土壤平均含水率都高于其他注水播出处理, 但 >80~120 cm 土壤含水率与其他处理相差不大, 且无明显规律, 主要是由于保水剂可以有效地控制表层土壤水分蒸发, 维持了较高的含水率; 另一方面, 保水剂不会破坏土壤结构,

使得土壤有效持水孔隙比例增加, 对增加灌水的入渗有一定的作用, 因此保水剂可增加土壤含水率, 特别是在表层区域。从播种到播后 101 d, 保水剂拌种处理 YBH 和 YB1.5 处理土壤含水率 (0~80 cm) 明显高于 YB0, 但随着时间的推移及灌水的实施, 保水效果逐渐减小, 到成熟时土壤含水率已无明显差异; YB0.5 处理土壤含水率与不使用保水剂处理 YB0 无明显差别, 说明保水剂施用量超过 1.5 g/m² 才具有一定的保水效果, 而保水剂施量为 2.5 g/m² 时在玉米全生育期都具有良好的保水效果。

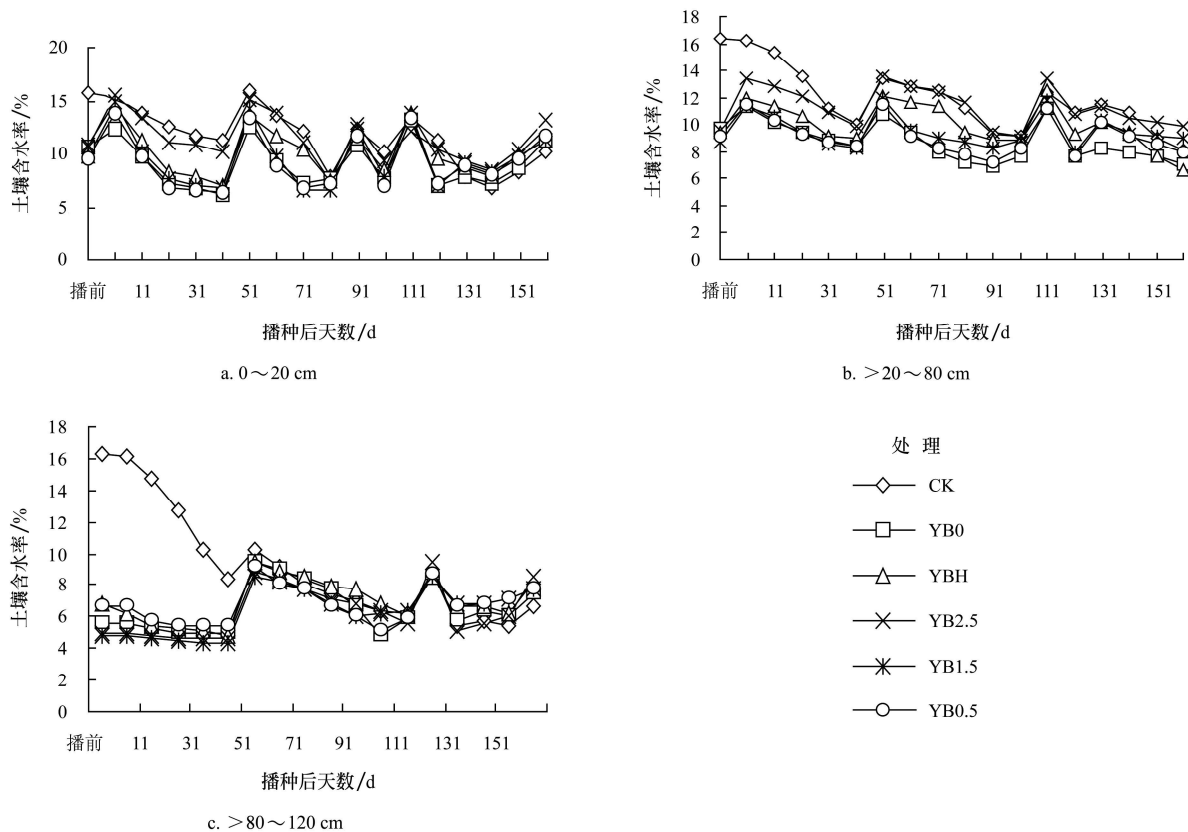


图 3 各处理不同深度全生育期土壤含水率变化

Fig.3 Dynamic of soil water in different depth with different treatment in whole growth stage

2.3 施用保水剂注水播种对玉米产量的影响

试验研究表明, 处理 YB2.5 和 YBH 经济产量最高, 分别为 18 332.6 和 17 921.2 kg/hm², 比 CK 分别增产 17.77% 和 15.13%; 免储水灌溉不施用保水剂处理 YB0 的产量最低, 仅为 14 280.3 kg/hm², 且均与其他使用保水剂处

理或储水灌溉 CK 存在极显著差异 ($p < 0.01$)。

对于生物产量来说 YB2.5 仍为最高, 达 36 644.9 kg/hm², 但与 CK 并不存在显著差异; 其余处理间生物产量均存在极显著水平差异 (表 2)。

表 2 玉米各处理产量、增产率和节水率

Table 2 Yield, percent of increase of production and water-saving efficient of maize under different treatment

处理	灌水量/mm	耗水量/mm	生物产量/(kg·hm ²)	经济产量/(kg·hm ²)	水分生产效率/(kg·m ⁻³)	增产率/%	节水率/%
YB2.5	474	550.90bB	36 644.9aA	18 332.6aA	3.33aA	17.77	18.76aA
YBH	474	583.75bB	283 805.2bB	17 921.2aA	3.07abAB	15.13	13.92aA
YB1.5	474	564.76bB	25 234.4cC	15 538.9abA	2.75bcABC	-0.18	16.72aA
YB0.5	474	575.03bB	23 223.6dD	15 240.9abA	2.65bcABC	-2.09	15.20aA
YB0	474	585.17bB	20 394.8eE	14 280.3bB	2.44cBC	-8.26	13.71aA
CK	570	678.14aA	36 564.3aA	15 566.2abA	2.30cC	—	—

注: 相同小写字母表示处理间不存在显著差异, 不同字母表示存在显著差异 ($p < 0.05$); 大写字母为极显著水平下的分析结果 ($p < 0.01$)。

增产率 = $\frac{\text{某处理经济产量} - \text{CK经济产量}}{\text{CK经济产量}} \times 100\%$; 节水率 = $\frac{\text{CK灌水量} - \text{某处理灌水量}}{\text{CK灌水量}} \times 100\%$ 。

从经济产量和生物产量角度综合分析, 保水剂施量由 0~2.5 g/m² 递增时, 经济产量和生物产量均出现了不同程度的增加, 但与储水灌对照处理相比, 只有 YB2.5 和 YBH 出现了增产趋势, 其余处理并未达到增产目的。

2.4 施用保水剂注水播种对玉米耗水量和水分生产效率的影响

施用保水剂处理耗水量均比对照小, 且均与 CK 存在极显著差异 ($p < 0.01$), 表明保水剂有较好的节水, 减少无效蒸发的作用。各处理耗水量大小还与保水剂施用量有关, 保水剂施用量大的处理耗水量较小, 而不施用保水剂的处理耗水量较大 (表 2)。

保水剂施量为 2.5 g/m² 的处理 (YB2.5) 水分生产效率最高, 达 3.33 kg/m³, 保水剂拌种处理 YBH 次之, 为 3.33 kg/m³。随着保水剂施量的减少, 水分生产效率也随之递减, 但都高于 CK。从节水率角度来看, 注水播种玉米较当地储水灌溉均有节水效应, 其节水率均在 10% 以上, 最高为 18.76%。

3 结论与讨论

施用保水剂或采用保水剂拌种注水播种后, 所注水量聚集在注水原点, 使其水分横向和纵向扩散都较慢, 从而增加作物根系集中分布区的土壤水分, 提高土壤水分的有效性, 有利于作物生长, 提高产量。保水剂在注水初期的保水作用较为明显, 随着保水剂施用量的增大, 作物耗水量逐步减小, 水分生产效率明显增加, 保水效果越显著。

考虑到节水和增产的双重效应, 保水剂施量为 2.5 g/m² 的注水播种玉米 (YB2.5) 在全生育期都具有良好的保水效果, 是既增产又节水的最佳处理, 用保水剂拌种是次于 YB2.5 的较好处理。因此在实际生产中 (尤其是秋冬季灌水水量不足时) 应采用冬季免储水灌, 春季播种时采用注水播种, 注水量为 240 m³/hm², 同时施用保水剂量为 2.5 g/m², 也可以采用保水剂拌种。另保水剂施量大于 2.5 g/m² 时对注水播种玉米生长发育、水分生产效率等影响, 保水剂大剂量施用对土壤影响的长效性, 这些课题都亟待深入研究。

[参 考 文 献]

[1] 海生. 实用节水灌溉技术之六: 抗旱坐水播种技术[J]. 农村机电, 2004(2): 31.

[2] 雷延庆. 旱地春小麦抗旱坐水播种试验初探[J]. 青海农林科技, 2001(3): 36-37.

[3] 陆祥生, 梁智. 武威灌溉农业节水问题思考[J]. 农业科技与信息, 2006(9): 26-27.

[4] 赵财. 河西绿洲灌区主要作物田间节水灌溉技术的适应性分析[D]. 兰州: 甘肃农业大学农学院, 2005: 41-43. Zhao Cai. The Suitability Analysis of Water Saving Irrigation in Field on Major Crops in Hexi Oasis Irrigated Areas[D]. Lanzhou: Agriculture College of Gansu Agricultural University, 2005: 41-43. (in Chinese with English abstract)

[5] 谢伯承, 薛绪掌, 王纪华, 等. 保水剂对土壤持水性状的

影响[J]. 水土保持通报, 2003, 23(6): 44-46.

Xie Bocheng, Xue Xuzhang, Wang Jihua, et al. Influence of water absorbing resin on soil moisture retention properties[J]. Bulletin of Soil and Water Conservation, 2003, 23(6): 44-46. (in Chinese with English abstract)

[6] 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. Du Yaodong, Wang Lijuan, Liu Zuoxin. Water retaining agent and its application in water-saving agriculture[J]. Journal of Henan Agricultural University, 2000, 34(3): 255-259. (in Chinese with English abstract)

[7] Bowman D C, Evans R Y. Calcium inhibition of polyacrylimide gel hydration is partially reversible by potassium[J]. Hort Sci, 1991, 26(8): 1063-1065.

[8] 贾大林, 孟兆江, 王和洲. 农业高用水及农艺节水技术[J]. 节水灌溉, 1999(4): 7-10.

[9] 张富仓, 康绍忠. BP 保水剂及其对土壤与作物的效应[J]. 农业工程学报, 1999, 15(2): 74-78. Zhang Fucang, Kang Shaozhong. Water retaining BP agent and its effect on soil and crops[J]. Transactions of the CSAE, 1999, 15(2): 74-78. (in Chinese with English abstract)

[10] 王福霞. 河西内陆灌区玉米名储水灌注水播种技术试验研究[D]. 兰州: 甘肃农业大学工学院, 2009: 25-41. Wang Fuxia. Experimental Study on Sowing with Water of Absolved Water-storing Irrigation Technology on Maize in Inland Irrigation District of Hexi[D]. Lanzhou: Engineering College of Gansu Agricultural University, 2009: 25-41. (in Chinese with English abstract)

[11] 王以兵, 丁林, 张新民. 免储水灌注水播种条件下保水剂使用对玉米生长发育的影响[J]. 水土保持通报, 2010, 30(4): 152-156. Wang Yibing, Ding Lin, Zhang Xinmin. Effect of water retaining agent on growth and development of maize under condition of water-saving irrigation[J]. Bulletin of Soil and Water Conservation, 2010, 30(4): 152-156. (in Chinese with English abstract)

[12] 丁林, 张新民, 王福霞. 免储水灌施用保水剂注水播种对玉米产量及其构成因素的影响[J]. 中国农村水利水电, 2010(2): 60-63. Ding Lin, Zhang Xinmin, Wang Fuxia. Effects of yield and yield components on maize under the condition of application water-holding agent when sown with water of absolved water-storing irrigation[J]. China Rural Water and Hydropower, 2010(2): 60-63. (in Chinese with English abstract)

[13] 冯金朝, 赵金龙, 胡英娣, 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. Feng Jinchao, Zhao Jinlong, Hu Yingdi, et al. Effect of soil moisture maintainer upon crop growth in sandy soil[J]. Agricultural Research in the Arid Areas, 1993, 11(2): 36-40. (in Chinese with English abstract)

[14] 陈玉水. 耐盐吸水抗旱剂及其在甘蔗上的应用研究[J]. 甘蔗, 1997, 4(4): 11-14. Chen Yushui. A study on the application of salt-tolerant,

- water-absorbing and drought-resistant agent on sugarcane[J]. *Sugarcane*, 1997, 4(4): 11—14. (in Chinese with English abstract)
- [15] Woodhouse J, Johnson M S. Effect of superabsorbent polymers on survival and growth of crop seedlings[J]. *Agricultural Water Management*, 1991,20: 63—70.
- [16] Al Harbi A R. Efficacy of a hydrophilic polymer declines with time in greenhouse experiments[J]. *Hort Sci*, 1999, 34(2): 223—224.
- [17] 李景生, 黄韵珠. 土壤保水剂的吸水保水性能研究动态[J]. *中国沙漠*, 1996, 16(1): 86—91.
- Li Jingsheng, Huang Yunzhu. Present status of soil water-holding agent study[J]. *Journal of Desert Research*, 1996, 16(1): 86—91. (in Chinese with English abstract)
- [18] 李青丰, 房丽宁, 徐军, 等. 吸水剂对促进种子萌发作用的置疑[J]. *干旱地区农业研究*, 1996, 14(4): 56—60, 66.
- Li Qingfeng, Fang Lining, Xu Jun, et al. A discussion on water absorbent and seed germination promotion[J]. *Agricultural Research in the Arid Areas*, 1996, 14(4): 56—60, 66. (in Chinese with English abstract)

Effects of water-retaining agent on soil water movement and water use efficiency of maize sowed with absolute water-storing irrigation

Li Haiyan¹, Zhang Rui¹, Wang Fuxia²

(1. College of Engineering, Gansu Agricultural University, Lanzhou 730070, China;

2. Institute of Survey and Design for Hydro-engineering in Gansu Province, Lanzhou 730000, China)

Abstract: Based on field experiment of maize sowing with absolute water-storing irrigation, the effects of water-retaining agent on soil water movement, dynamic of soil water, water consumption amount during whole growth period, yield and water use efficiency (WUE) were studied. The results showed that application of water-retaining agent 2.5 g/m² (YB2.5) could enhance yield and soil water content near the root of crop significantly, and could save water remarkably. Water holding efficiency for the application of water-retaining agent 1.5 g/m² (YB1.5) and seed dressing with water-retaining agent (YBH) treatment was good within 101 days after sowing, but the effect of water holding gradually decreased after 101 days. There was no apparent difference on soil water content between treatments YB0.5 and YB0, so water holding efficiency would not be improved obviously if little water-retaining agent was applied.

Key words: water content, water conservation, irrigation, water-holding agent, sowed with water, soil water movement, maize, water use efficiency