土壤处理剂 Guilspare 在大豆地下滴灌中的应用研究

刘 平[1], 马英杰[1], 谢致平[2], 张 岩[3], 洪 明[1], 赵经华[1]

(1. 新疆农业大学 水利与土木工程学院, 新疆 乌鲁木齐 830052;
2. 中山大学 生命科学学院, 广东 广州 510275; 3. 新疆水利水电勘测设计研究院, 新疆 乌鲁木齐 830000)

摘 要: 对土壤处理剂 Guilspare 进行室外大豆地下滴灌试验。土壤处理剂喷施浓度为 1%,2%的处理在 50%,100%灌水量下,平均土壤含水率分别较对照组高 14.07%,7.46%;22.24 %,12.80%,体现了较好的保水性能,就保水效果分析比较 2%的处理>1%的处理;不同浓度土壤处理剂在一定灌水量下对大豆生长有明显的促进作用;土壤处理剂喷施浓度为 1%,2%的处理在 50%, 100%灌水量下,其产量分别较对照组增产 6.08%,9.39%;11.49%,16.02%,具有较好的增产功效。就增产效果分析比较 2%的处理>1%的处理。最终分析比较得出土壤处理剂喷施浓度 2%的处理在 50%灌水量下灌溉水利用效率(WUEI)最高,为 1.06 kg/m^3,其节水增产综合效果最为显著。

关键词: 土壤处理剂; 大豆; 地下滴灌; 保水; 增产

文献标识码: A **文章编号**: 1000—288X(2009)02—0192—04 **中图分类号**: S482.99, S275.6

Application Research of Subsurface Drip Irrigation of a Soil Evaporation Prevention Agent-Guilspare on Soybean Farmland

LIU Ping[1], MA Ying-jie[1], XIE Zhip-ping[2], ZHANG Yan[3], HONG Ming[1], ZHAO Jing-hua[1]

(1. *College of Water Conservancy and Civil Engineering, Xinjiang Agricultural University, Urumqi, Xinjiang* 830052, *China*; 2. *Life Science College, Zhongshan University, Guangzhou, Guangdong* 510275, *China*; 3. *Xinjiang Survey and Design Institute for Water Resources and Hydropower, Urumqi, Xinjiang* 830000, *China*)

Abstract: An experiment about the effect of soil evaporation prevention agent called Guilspare was carried out using subsurface drip irrigation on soybean farmland. The results were summarized as follows: under the condition of 1%, 2% spraying concentration and 50%, 100% of field water capacity, average soil water contents attained 14.07%, 7.46%; 22.48 %, 12.89% improvement against the contrasts respectively, so better water retention effect was observed under 2% spraying concentration than that under 1% concentration. Obvious soybean growth improvements were observed both under different concentrations and irrigation content: for the soybean yield, its increasing effects were 6.08%, 9.39%; 11.49%, 16.02% under 1%, 2% spraying concentrations and 50%, 100%. There was more remarkable yield increase under 2% spraying concentration than that of 1%. At last, under condition of spraying concentration 2% and 50% field capacity irrigation, WUEI reached its maximum value 1.06 kg/m^3, the integrative effects of productivity increasing and water saving were mostly obvious.

Keywords: **soil treatment agent; soybean; subsurface drip irrigation; water retention; yield increment**

我国是水资源相当贫乏的国家,被列为世界 13 个贫水国家之一,全国人均水资源占有量仅为 2 300 m^3,相当于世界人均水平的 1/4,排名 121 位[1]。如今水资源越来越短缺,如何提高降水资源利用率与利用效率,增加粮食产量,一直是黄土高原乃至整个干旱半干旱地区所需解决的难题,也是目前水土资源高效利用领域研究的热点问题[2]。保水剂是一种具有超高吸水和保水能力的高分子聚合物,其应用是提高作物产量和水分利用效率(WUE)的重要途径,已经成为近年来发展迅速的化学节水技术[3-4]。目前保水剂应用在大豆上已取得一定的成果,刘俊渤等[5]对超强性树脂在玉米、大豆上的应用研究表明,在土壤中施入 7.5 kg/hm^2 和 15 kg/hm^2 该保水剂,玉米可平均增产 15.9%,大豆可平均增产 12%,同时地下滴灌

收稿日期:2008-12-18 **修回日期**:2008-12-29
资助项目:国家高技术研究发展计划("863"计划)项目(2006AA100218); 乌鲁木齐高新区创业孵化专项资金项目(2007CHYFH16)
作者简介:刘平(1981—),女(汉族),新疆维吾尔族自治区伊宁市人,硕士研究生,主要从事节水灌溉技术研究。E-mail:liuping-0519@163.com。
通信作者:马英杰(1969—),男(汉族),河北省保定市人,教授,硕士生导师,主要从事节水灌溉技术研究。E-mail:xj-myj@163.com。

作为一种节水节能的灌水方式，具有显著的节水增产效果[6]，对灌溉农业可持续发展有着十分重要的意义。但目前保水剂与地下滴灌相结合应用在大豆上的研究很少，本试验选用一种新型土壤处理剂 Guilspare，它具有节水，增产，治理盐碱，防风固沙，抑制风传杂草等功能，其作用机理与一般保水剂有所不同，喷洒在土壤表面后形成一种疏水层，该疏水层可以抑制土壤中水分蒸发从而达到保水效果。生产此土壤处理剂的原材料基本上在中国可以买到，经过生产工艺的分析，其在中国的市场价格可与塑料地膜竞争。国外的 Fer-nandez，Hirsbrunner，Cookson 等人已对该土壤处理剂进行了较为深入的研究，主要内容是 Guilspare 在农田上的应用[7-11]。但该土壤处理剂在国内应用于大田试验的研究较少，为此本文在不同喷施浓度土壤处理剂与地下滴灌相结合条件下，模拟大田试验对大豆进行研究，分析了地下滴灌条件下不同土壤处理剂喷施浓度在大豆生长中的保水效果和对植株性状指标及产量构成因素的影响，为干旱地区大豆生产提供一定的科学依据。

1　材料与方法

1.1　试验材料

试验所用的土壤处理剂是瑞士雀巢公司研究中心所研发，为一无溶剂、水性的含有活性有机硅成分和功能性添加剂的高科技产品。

1.2　基本资料

试验于 2008 年 5—10 月在新疆农业大学校区内进行。大豆品种选用黑河 95-81，成熟期为 100 d，试验土质为紧砂土，土壤田间持水率为 22.65%（重量百分比）。测得土壤肥力结果为：速效氮 17.49 mg/kg，速效磷 11.69 mg/kg，速效钾 46.67 mg/kg。大豆播种时间为 5 月 29 日，土壤处理剂喷洒时间为 6 月 20 日。大豆种植密度为：46.0 万株/hm^2，行距为 30 cm，株距为 6 cm。前期施有机肥 312 kg/hm^2，开花期（6 月 30 日）。通过滴灌系统施尿素 150 kg/hm^2，施磷酸二铵 150 kg/ hm^2。喷叶面肥（7 月 11 日；7 月 17 日）2 次，打药 3 次，管理方式与大田相同。

1.3　试验设计

本试验模拟大田试验环境，砌土池（长 80 cm，宽 80 cm，高 80 cm）18 个。前期用洒水壶浇水确保大豆出苗整齐，而后用地下滴灌灌水方式控制每次灌水量。根据相关的研究表明，影响土壤处理剂保水效果的因素主要为喷施浓度和灌水量。由试验产品介绍可知该土壤处理剂与水混合配比浓度范围为 0.8%～2%（体积浓度），本试验取 1%，2%浓度进行研究。土壤处理剂浓度取 3 个水平：0%，1%和 2%，其中 0%作为对照试验；灌水定额设 2 个水平：分别为灌水量的 50%，100%。试验一共分为 6 个处理，每个处理设置 3 个重复。大豆在整个生育期一共灌水 6 次，试验布置如表 1 所示。

表 1　大豆使用土壤处理剂室外试验布置

处理	浓度/%	灌水量百分比/%	灌水定额/($m^3 \cdot hm^{-2}$)	灌溉定额/($m^3 \cdot hm^{-2}$)	处理代号
1	0	50	390	2340	C50
2	1	50	390	2340	T50-1
3	2	50	390	2340	T50-2
4	0	100	780	4680	C100
5	1	100	780	4680	T100-1
6	2	100	780	4680	T100-2

备注：C 表示对照，T 表示处理；C50 表示土壤处理剂喷施浓度为 0%，灌水定额为灌水量的 50%；T50-1 表示土壤处理剂喷施浓度为 1%，灌水定额为灌水量的 50%；T50-2 表示土壤处理剂喷施浓度为 2%，灌水定额为灌水量的 50%。其余依次类推。

1.4　试验测定及分析

本试验用烘干法测定每次灌水前各处理 0—10 cm，10—20 cm，20—30 cm，30—40 cm，40—60 cm 深度的土壤含水率，取各点不同深度的土壤含水率平均值进行分析比较，研究土壤处理剂的保水效果。用直尺和游标卡尺对大豆成熟期株高、茎粗和底荚高度进行测定，研究该产品对大豆植株性状的影响效果。并对大豆的产量进行测定，研究该产品对大豆产量构成因素的影响，其中测定项目有：单株荚数、单株粒数、单株籽粒重以及百粒重。所有数据处理采用 OrinPro7.5 软件进行分析。方差分析采用 DPS。

2　结果与分析

2.1　喷施不同浓度土壤处理剂对土壤水分的影响

大豆是需水量较多的作物，水分不仅影响大豆植株形态建成，而且还影响其生理反应，进而影响产量的高低和品质的优劣[12]。故研究大豆在地下滴灌与土壤处理剂相结合条件下的土壤水分变化对其生长

指标与产量构成因素至关重要。试验数据经整理分析如图1—3所示：

(1) 由图1可知。在相同灌水量，不同土壤处理剂喷施浓度条件下，土壤含水率变化规律相似，即土壤处理剂喷施浓度分别为1%，2%的处理在50%，100%灌水量时，各次灌水前所测的土壤含水率均高于对照组，平均土壤含水率分别较对照组高14.07%，7.46%；22.24 %，12.80%。体现了不同浓度的该土壤处理剂较好的保水性能。就保水效果分析比较2%的处理>1%的处理。

(2) 由图2可知，在相同土壤处理剂喷施浓度、不同灌水量条件下，土壤含水率的变化规律相似：即各个处理每次灌水前所测的土壤含水率分别随灌水量的增大而增大，所得结论与杜太生等(2001)[13]研究结果相似。

(3) 对不同浓度不同水量处理的土壤含水率进行分析比较，由图3可得，T50-2处理的平均土壤含水率较C100处理略低7.04%。

研究结果表明，土壤处理剂喷施浓度为2%的处理与对照组相比在减少50%的灌水量条件下，二者之间的土壤含水率差别不大。充分说明该土壤处理剂具有较好的节水效果。

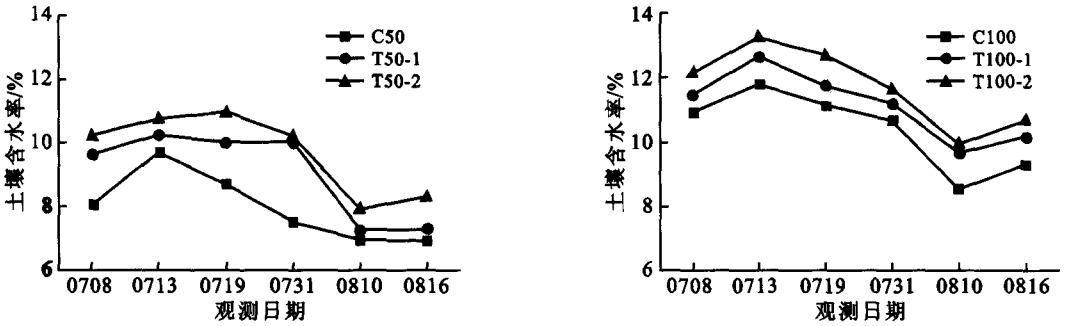

图1 2008年不同浓度相同灌水量的土壤水分变化

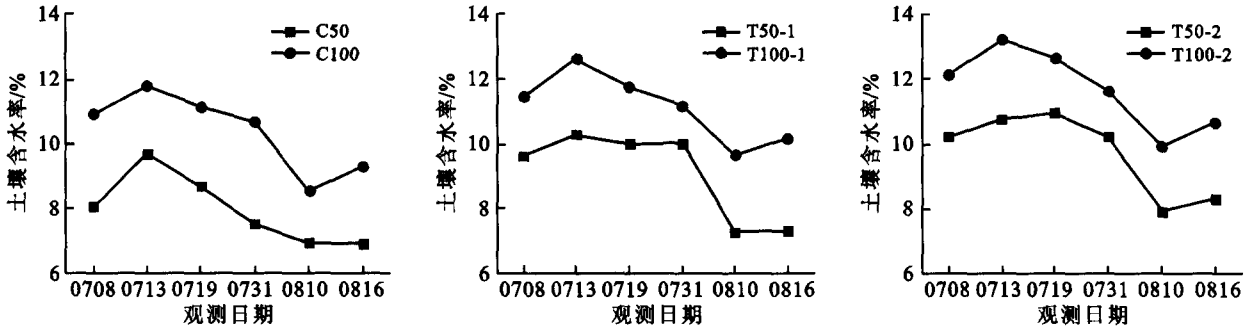

图2 2008年相同浓度不同灌水量的土壤水分变化

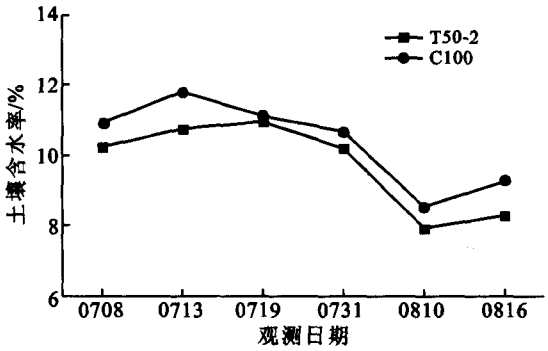

图3 2008年不同浓度不同水量的土壤水分变化

2.2 喷施不同浓度土壤处理剂对大豆植株性状的影响

(1) 对不同浓度相同水量处理的植株性状进行分析比较，由表2可知，土壤处理剂喷施浓度为1%的处理，分别在50%，100%灌水量下大豆株高、茎粗及结荚长度分别较对照组高4.22%，2.13%，6.19%；−3.12%，0.00%，5.97%；土壤处理剂喷施浓度2%的处理，分别在50%，100%灌水量下大豆株高、茎粗及结荚长度分别较对照组高8.32%，6.38%，13.69%；−1.86 %，−3.85%，6.63%。分析表明，喷施不同浓度土壤处理剂的处理在50%灌水量下对大豆的株高、茎粗及结荚长度有一定的促进作用，但在100%灌水量下对大豆的株高、茎粗作用不明显，对结荚均有显著作用。其中T100-1，T100-2处理的着粒密度分别较对照组高6.06%，10.61%，其余各个处理除T100-1处理底荚高度偏小以外都变化不大。就整个生育期该土壤处理剂对大豆植株特性的影响而言，2%的处理>1%的处理，其中以T50-2处理作用效果最佳。

(2) 对相同土壤处理剂喷施浓度、不同灌水量条件下的植株性状进行分析比较发现，对照组的各个处理其大豆株高、茎粗及结荚长度分别随着灌水量的增加而增大，着粒密度差别不大。土壤处理剂喷施1%，2%浓度的处理其大豆株高、茎粗、结荚长度及着粒密度基本上随着灌水量的增加而增大。

(3) 对不同浓度不同水量处理的植株性状进行分析比较，由表 2 易知，T50-2 处理的株高、茎粗比 C100 处理略低，着粒密度反而偏高，其余植株性状各个指标差别不大。数据表明，土壤处理剂喷施浓度为2%的处理与对照组相比在减少 50%的灌水量下其大豆植株性状的各个指标差别不大，且着粒密度反而偏高。充分说明该土壤处理剂确实具有节水、促进大豆生长的功效。

表 2　喷施不同浓度土壤处理剂对大豆植株性状的影响

处 理	株高/cm	茎粗/cm	底荚高度/cm	结荚长度/cm	着粒密度/(个·cm^{-1})
C50	31.48	0.47	11.53	19.87	0.67
T50-1	32.81	0.48	11.45	21.10	0.67
T50-2	34.10	0.50	11.21	22.59	0.67
C100	35.53	0.52	11.62	22.78	0.66
T100-1	34.42	0.52	10.26	24.14	0.70
T100-2	34.87	0.50	11.16	24.29	0.73

2.3　土壤处理剂喷施不同浓度对大豆产量性状的影响

提高大豆产量潜力一直是大豆研究的主要内容之一。单株有效荚数、单株粒数和百粒重是大豆产量的主要构成因素[14]。

(1) 不同浓度相同水量处理的产量构成因素分析。由表 3 可得土壤处理剂喷施浓度为 1%，2%的处理，在 50%，100%灌水量下其大豆单株荚数、单株粒数、单株籽粒重及百粒重明显高于对照组，对大豆产量以及构成因素的影响效果分析比较。结果发现2%的处理>1%的处理，百粒重略呈相反变化趋势。其中 T50-1，T50-2，T100-1，T100-2 处理的产量分别较对照组高 6.08%；11.49%；9.39%；16.02%。就增产效果进行分析比较，结果发现 2%的处理>1%的处理。由表 3 可见，对产量进行方差分析，各个处理间的产量有显著差异，同时与对照组相比基本上达到了极显著水平，其中 T100-2 处理产量达到最大值为 3 150 kg/hm^2。由表 3 中的数据亦知，T50-2 处理的灌溉水利用效率最高为 1.06 kg/m^3。

(2) 对相同浓度不同水量处理的产量构成因素分析。由表 3 可得，对照组的各个处理对其产量构成因素的影响与喷施不同浓度土壤处理剂的处理相似，即在 50%，100%灌水量下其大豆单株荚数、单株粒数、单株籽粒重、百粒重及产量随着灌水量的增加而增大。

(3) 不同浓度不同水量处理的产量构成因素分析。由表 3 可知，T50-2 处理的大豆单株粒数、百粒重比 C100 处理要低，单株荚数、单株籽粒重二者之间差别不大，T50-2 处理与 C100 处理相比在减少 50%灌水量下，其产量仅减产 9.70%。再结合表 3 中的灌溉水利用效率数据可得，该土壤处理剂具有一定节水增产的效果。

表 3　喷施不同浓度土壤处理剂对大豆产量以及构成因素的影响

处 理	单株荚数/个	单株粒数/个	单株籽粒重/g	百粒重/g	产量/(kg·hm^{-2})	WUEI/(kg·m^{-3})
C50	13.31	28.24	4.73	16.43	2220fE	0.95
T50-1	14.14	28.43	5.01	17.57	2355eDE	1.00
T50-2	15.36	31.36	5.17	16.72	2475dD	1.06
C100	15.70	33.21	5.80	17.28	2715cC	0.58
T100-1	16.90	34.33	6.33	18.42	2970bB	0.63
T100-2	17.30	36.98	6.71	18.13	3150aA	0.67

注：WUEI(灌溉水利用效率)＝产量/灌溉定额；a，b，c 分别表示 $P=0.05$ 水平下的显著差异；A，B，C 分别表示 $P=0.01$ 水平下的显著差异。

3 结论

(1) 土壤处理剂喷施浓度为1%,2%的处理分别在50%,100%灌水量下平均土壤含水率分别较对照组高14.07%,7.46%;22.24 %,12.80%,就保水效果分析比较得出2%的处理>1%的处理,其中以T50-2处理的保水效果最佳。T50-2处理与C100处理相比在减少50%的灌水量条件下,平均土壤含水率较对其略低7.04%,二者之间的土壤含水率差别不大。充分说明该土壤处理剂具有较好的节水效果。

(2) 整个生育期内,土壤处理剂喷施不同浓度的处理在50%灌水量下对大豆的株高、茎粗及结荚长度有一定的促进作用,但在100%灌水量下对大豆的株高、茎粗作用不明显,对结荚均有显著作用。

(3) 土壤处理剂喷施浓度为1%,2%的处理在50%,100%灌水量下产量分别较对照组增产6.08%,9.39%;11.49%,16.02%。就增产效果进行分析比较得出,2%的处理>1%的处理。对各个处理的灌溉水利用效率进行比较得出,T50-2处理的灌溉水利用效率最高,为1.06 kg/m^3。T50-2处理与C100处理相比在减少50%的灌水量条件下,其产量仅减产9.70%。说明该土壤处理剂确实具有一定节水增产的效果。最终得出T50-2处理在节水、增产综合方面效果最为显著。

[参 考 文 献]

[1] 王一鸣.保水剂在我国农业中的试验研究与应用[J].中国农业气象,2000,21(1):49-56.

[2] 庄文化,吴普特,冯浩,等.土壤中施用聚丙烯酸钠保水剂对冬小麦生长及产量影响[J].农业工程学报,2008,24(5):37-41.

[3] 邹新禧.超强吸水剂[M].北京:化学工业出版社,1991:36-38.

[4] 杜太生,康绍忠,魏华.保水剂在节水农业中的应用研究现状与展望[J].农业现代化研究,2000,21(5):317-320.

[5] 刘俊渤,华萱.超强吸水性树脂在玉米大豆种植上的应用研究[J].吉林农业大学学报,1996(3):50-52.

[6] 冉春旺.地下滴灌技术发展及应用现状[J].现代农业科学,2008,15(7):51-52.

[7] Fernandez J E,Moreno F,Murillo J M,et al. Evaluating the effectiveness of a hydrophobic polymer for conserving water and reducing weed infection in a sandyloam soil [J]. Agricultural Water Management,2001,51:29-51.

[8] Peter Cookson,Hayder Abdel Rahman,Pierre Hisbrunner,et al. Evaluation of the water-saving potential of a hydrophobic polymer (Guilspare®) in irrigated soils of the sultanate of Oman,Southern Arabia [C]// Pro-ceedings of the 2nd Inter-Regional Conference on Environment-Water. Lausanne Switzerland: Presses Poly-techniqueset Universitaires Romandes,2005:1-8.

[9] Cookson P,Hayder Abdel Rahman, Hirsbrunner P,et al. Evaluation of the water saving potential of a hydrophobic polymer ("Guilspare") in irrigated soils of the Sultanate of Oman,Southern Arabia [C]. Proceedings on CD of 2nd Inter-Regional Conference on Environment-Water,1999:1-3.

[10] Bouranis D L, Theodoropoulos A G,Drossopoulos J B. Designing synthetic polymers as soil conditions [J]. Communications in Soil Science & Plant Analysis, 1995,26:1455-1480.

[11] Arkin G F, Ritchie J T,Adams J E. A method for measuring first stage soil water evaporation in the field [J]. Soil Sci. Soc. Am. Proc,1974, 38:951-954.

[12] 任红玉,崔振才,沈能展,等.大豆干物质积累与水分动态变化的关系[J].中国油料作物学报,2005,27(3):41-44.

[13] 杜太生,康绍忠,石培泽,等."科瀚98"保水剂在春小麦—玉米带田上的应用试验研究[J].灌溉排水学报,2001,20(4):21-25.

[14] 于凤瑶,刘锦江,辛秀君,等.播期对高蛋白大豆产量及品质的影响[J].大豆科学,2008,27(4):620-623.