

砾石土壤施用保水剂的蓄水保墒技术研究

迟宏¹, 白云岗², 张江辉², 刘洪波²

(1. 新疆水利厅水利管理总站, 乌鲁木齐 830000; 2. 新疆水利水电科学研究院, 乌鲁木齐 830049)

摘要:在极端干旱条件下,以成龄无核白葡萄为研究材料,采用滴灌灌水技术,研究了施用不同剂量保水剂下各处理土壤含水量与葡萄生理特性和光合特征以及对葡萄品质产量的影响。结果显示:各处理在0—100 cm土层中的土壤含水量对照处理明显低于保水剂处理;叶片水势在水前与水后的变化规律一致,均为B100最大,其次B200和B50,对照最小;各处理葡萄叶片蒸腾速率在葡萄果实膨大期逐渐升高,在果实成熟期快速下降,其中CK和B100蒸腾速率小而B200和B50略高;在光合速率上,B200明显高于其它3个处理,而B100最低,B50在颗粒成熟期高于B100和对照。对葡萄施用保水剂的经济评价中得出,B100处理虽然在葡萄产量上稍低于B200,但相比B200减少了一倍投资,使其最终获得了最大的收益。说明保水剂能明显提高土壤的水分利用效率,具有显著的蓄水保墒作用。

关键词:葡萄; 保水剂; 滴灌; 叶片水势; 光合特性; 经济效益

中图分类号:S341

文献标识码:A

文章编号:1005-3409(2013)05-0119-05

Study on Moisture Conservation of Water Retaining Agent Applied to Gravel Soil

CHI Hong¹, BAI Yun-gang², ZHANG Jiang-hui², LIU Hong-bo²

(1. Xinjiang Bureau of Water Resources, Urumqi 830000, China;

2. Xinjiang Research Institute of Water Resources and Hydropower, Urumqi 830049, China)

Abstract: In extreme drought conditions, with mature grape as research material, using drip irrigation technology to study the effects of different dose of water and grape physiological characteristics and photosynthetic characteristics of containing the soil water retention agent and the influence on the quality and yield of grape. The results showed that different treatments of soil moisture in the 0—100 cm soil control treatment was significantly lower than aquasorb treatment; leaf water potential variation in the water before the water are B100, followed by B200 and B50, the minimum control; grape leaf transpiration rate in each treatemnt gradually increased in the grape fruit enlargement of the rapid decline in fruit ripening, the transpiration rates of the CK and B100 were slightly lower, but B200 and B50 were slightly higher; with respect to photosynthetic rate, B200 was significantly higher than the other three treatments, B100 was the minimum, B50 in particles of maturity was higher than the B100 and control. In terms of the economic evaluation of grape water absorbent applied, B100 treatment in grape production was slightly lower than the B200, but double of the investment was reduced compared to the B200, it eventually won the biggest gains. The water retaining agent can obviously improve soil water use efficiency, with water conservation effect.

Key words: grape; aquasorb; drip-irrigation; leaf water potential; photosynthetic characteristics; economic benefit

吐哈盆地是中国著名葡萄生产基地,也是严重资源性缺水的极端干旱区。保水剂是利用强吸水性树脂制成的一种超高吸水保水能力的高分子聚合物。它能迅速吸收和保持自身重量几百倍甚至上千倍的水,且不同于海绵等物理吸水,其吸持的水分轻易不

能挤出,但施用土壤中,其内部水分能够被植物根系吸收,因此能够截留雨水及灌溉水,在作物缺水的时候供作物利用,只要其内部网络结构不破坏,能够反复使用^[1-3]。国内外很多学者针对不同的研究环境开展了许多关于保水剂对土壤及作物的影响研究,将不

收稿日期:2013-01-17

修回日期:2013-02-27

资助项目:国家科技支撑计划(2011BAD29B05);新疆自治区科技重大专项(201130103-1)

作者简介:迟宏(1960—),男,新疆人,高级工程师,主要从事工程管理与灌溉节水工作。E-mail: xjgch@126.com

通信作者:白云岗(1974—),男,新疆奇台人,在读博士,主要从事农业水土工程方面的研究及技术推广工作。E-mail: xjbaiyg@yahoo.com.cn

同量的保水剂与土壤混合,发现随着保水剂量的增加,土壤的毛管持水量相应增加,同时可以增大土壤的膨胀率和提高土壤的通气性^[4-6]。黄占斌等^[7]根据试验证明了保水剂能降低土壤的土面蒸发。不同学者^[8-11]通过对沙棘、杏树、苹果等果园施用保水剂的研究,表明保水剂在提高土壤水分的同时可以提高坐果率和产量。通过对马铃薯、小麦等的研究指出^[12-15],保水剂在提高作物产量的同时改善了作物的经济性状。

由现有研究可知,保水剂作为一种蓄水保墒措施不仅与区域和土壤质地直接相关,同时还受到不同作物及气象因素等影响,为此本文研究在极端干旱区通过施加不同保水剂量的情况下对葡萄生长性状及果实品质的影响,通过对比分析,确定适宜当地土壤质地条件下蓄水保墒的应用技术模式,为当地葡萄综合节水技术的应用与推广提供技术指导。

1 材料与方法

1.1 试验条件

试验地点位于新疆吐鲁番地区鄯善县的新疆葡

萄瓜果开发研究中心试验基地,地理坐标为:北纬 42.91°,东经 90.30°;海拔 419 m。年降雨量 25.3 mm,年蒸发量 2 751 mm,≥10℃以上积温为 4 522.6~5 548.9℃,全年日照时数 2 900~3 100 h,平均日较差为 14.3~15.9℃,最大可达 17~26.6℃,无霜期为 192~224 d。土壤质地主要为砾石沙壤土。葡萄品种为无核白,1981 年定植,树龄 28 a,大沟定植,东西走向,沟长 54 m,沟宽 1.0~1.2 m,沟深 0.5 m 左右;株距约 1.2~1.5 m,行距 3.5 m;栽培方式为小棚架栽培,棚架前端高 1.5 m,后端高 0.8 m。

1.2 试验设计

试验共设保水剂 200 g/棵(B200)、保水剂 100 g/棵(B100)、保水剂 50 g/棵(B50)和不施为对照(CK)共 4 个处理,每个处理设 3 个重复,每个试验处理小区面积 0.028 hm²。保水剂在每株葡萄四周挖环状沟,然后施入环状沟内。灌溉方式采用滴灌,灌溉定额为 10 500 m³/hm²,灌水 35 m³,灌水周期需水关键期为 4.5 d,非需水关键期 9 d,田间毛管采用双管布置,滴头流量 2.7 L/h,间距 40 cm,试验区各层土壤含石状况详见表 1。

表 1 试验区各层土壤含石状况质量百分比 %

深度/cm	>50 mm	20~50 mm	10~20 mm	2~10 mm	<2 mm(土)
0—20	0.00	7.02	15.01	26.37	51.60
20—40	0.00	7.28	12.16	23.67	56.89
40—60	9.44	22.69	18.71	23.06	26.10
60—80	5.13	11.69	11.93	23.89	47.36
80—100	11.87	21.27	16.54	19.23	31.10
100—120	4.43	21.56	19.87	21.70	32.44

1.3 试验内容与方法

1.3.1 葡萄叶片水势 采用 PMS 压力室水势仪测定叶水势,于 2010 年葡萄各生育期选择晴朗天气连续观测,从 8:00 至 20:00 每 2 h 测一次,测定部位为主葡萄枝从下往上数第三叶,即倒三叶功能叶,每处理测 6 片,取其平均值。

1.3.2 土壤含水率 采用 TRIM—IPH 中子仪,在每次灌水前一天上午 8:00 观测不同处理 0—20 cm,20—40 cm,40—60 cm,60—80 cm,80—100 cm 深度上的田间土壤含水率。

1.3.3 气象因子 监测仪器选用的美国 COMP-BELL 公司生产的气象监测系统,主要观测项目包括辐射、大气温度、大气相对湿度、平均饱和水汽压、风速等,系统全天候自动观测,20 min 观测 1 次。

1.3.4 植物光合作用测定 植物光合作用测定采用 CIRAS-2 型光合仪在葡萄生长期主要生育阶段选择晴朗日,每株树选取 9 片长势均匀、无病虫害且角度一致的功能叶片,测其光合作用日变化,活体测定

不同水分处理下的葡萄蒸腾速率和光合速率,从早上 8:00 开始到下午 20:00,每隔 2 h 测定一次。测定参数包括光合速率(Pn)、蒸腾速率(EVAP)。

1.3.5 植株生长性状调查 每个处理选择三棵蔓,各抽取 1 根枝条,每隔 3 d 测定一次;从枝条生长期开始到果实开始成熟记录茎长、茎粗的变化情况。同时观测所选枝条上叶片的主脉长、叶长、叶宽的值。

1.3.6 产量和品质测定 每个处理挑选 3 株长势均匀的葡萄树,每株葡萄树摘取上、中、下各 1 串果穗,称取每串果穗的鲜重,据此换算为最终的产量。再从每串果穗上摘取 12 颗大小适中的果粒,称取每个处理的果粒百粒重。

2 结果与分析

2.1 不同处理对土壤水分的影响

根据葡萄物候期测定的 0—100 cm 土层的土壤含水量数据,绘制葡萄园内土壤含水量随时间的变化,由图 1 可看出,各处理在 20 cm 和 100 cm 深度上

的土壤含水量相差很小。在 40—80 cm 深度上,B200 处理明显高于其它处理,且比对照处理平均高出 60%,47.9%,1.2%,其次是 B100 和 B50,而 B50 处理与对照处理较为接近,说明随着保水剂用量的增加其蓄水保墒作用越强。

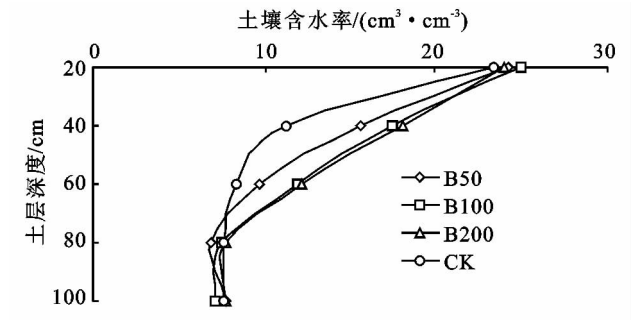


图 1 保水剂对不同深度土壤水分的影响

对灌前与灌后不同深度的土壤含水量分析,如图 2 所示,土壤剖面的含水量要明显高于对照处理,大小顺序依次是 B200,B100,B50 和对照,其中 B200 与对照处理的含水量相差在 14.1%~23.4%之间,B50 与对照处理的含水量相差在 9.5%~19.5%之间,而 B200 仅比 B50 大 1.5%~9.5%,表明保水剂间相差不大。通过对葡萄根系分布的调查,葡萄吸收毛细根系主要分布在 20—60 cm 深度的土层间,保水剂把水分蓄存于该土层,这有利于葡萄对水分的吸收,减少了灌溉水的无效损漏,提高水分利用效率。保水剂起到了“土壤水库”的调蓄作用,当灌溉时,保水剂自身吸饱水后将“剩余水”储存在土壤中,当作物不需补充水分时就阻断毛管水上升,进行储存;作物遇干旱需要水分时,又向“有效的深度”传输水分,以满足作物水分吸收。

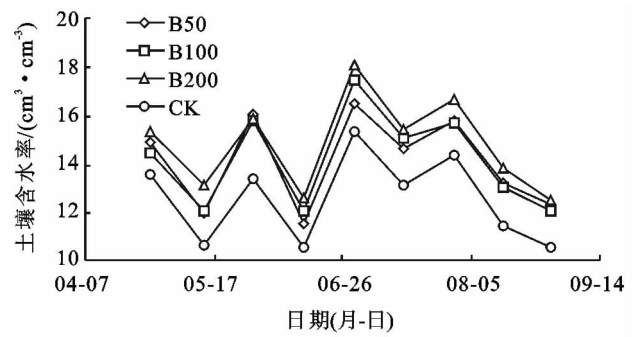


图 2 保水剂对土壤水分随时间变化的影响

2.2 不同处理对葡萄营养生长的影响

保水剂对不同处理新梢生长的影响如图 3 所示。从图中可看出,在 5 月 6 日剪枝后各处理新梢长度差异很小,最大相差仅为 0.4 cm,之后生长迅速,到 5 月 18 日再次剪枝后,生长趋于平缓,4 个不同处理中对照处理的新梢枝条生长最快,其次是 B50 和 B100,B200 的新梢枝条长度最小。

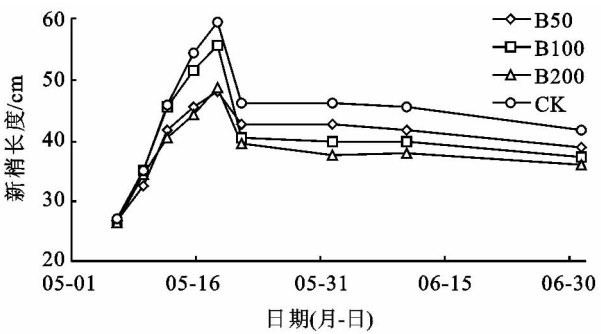


图 3 保水剂对不同处理新梢生长的影响

图 4 为不同处理下葡萄叶面积的变化。从图中可知,葡萄在展叶期后叶面积呈一直上升趋势,在 5 月 18 日剪枝后出现下降,在果实膨大期除 B50 叶面积上升较为平缓外,其余 3 个处理变化较大,其中 CK 最大,而 B100 和 B200 差异不大,B50 的叶面积最小。

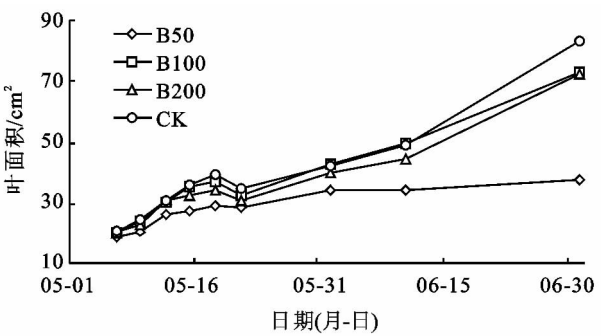


图 4 保水剂对不同处理葡萄叶面积的影响

2.3 不同处理对葡萄叶片水势的影响

叶水势在一定程度上能够反映植物各种生理活动受环境水分条件的制约程度,从图 5 可看出,在灌水前由于各处理的土壤水分相对较高,因此叶片水势也相应较高,随着灌水后土壤含水量的增大,叶片水势随之减小,且 4 个不同处理中叶片水势在水前与水后的变化规律一致,均为 B100 最小,其次 B200 和 B50,CK 最大。水前与水后的水势梯度 B50 最大,为 -0.82 MPa,其次是对照 -0.73 MPa,B200 为 -0.56 MPa,B100 最小,仅为 -0.34 MPa,说明 B100 相比其它 3 个处理能更好的保持土壤水分。

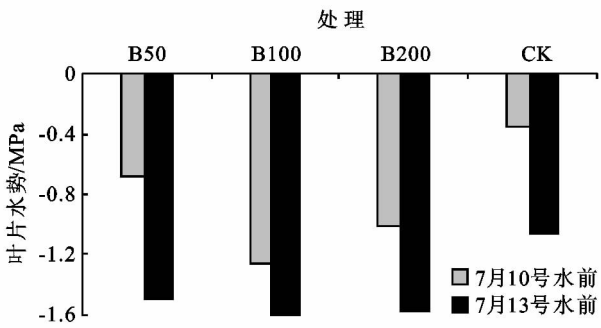


图 5 保水剂对不同处理葡萄叶片水势的影响

2.4 不同处理对葡萄叶片光合、蒸腾速率及叶片水分利用效率的影响

不同物候期葡萄的需水特征表现不同,进而表现出蒸腾速率的差异,而保水剂通过影响土壤的水分状况,进而影响葡萄的蒸腾速率。从表 2 可看出,各处理的蒸腾速率变化不大,其中 B200 的蒸腾速率最大,为 6.51 mmolH₂O/(m²·s),其次是 B100,而 B50 与 CK 非常接近,分别为 5.38 mmolH₂O/(m²·s)和 5.39 mmolH₂O/(m²·s)。

光合速率的大小反映了作物合成干物质能力的

高低。保水剂通过影响土壤的水分状况,进而影响葡萄的光合。从表 2 可看出,4 个不同处理中 B200 的光合速率最大,为 6.29 μmolCO₂/(m²·s),其次是 B50 和对照,B100 最小,仅为 4.37 μmolCO₂/(m²·s)。保水剂能够截留雨水及灌溉水,在作物缺水的时候供作物利用,从表中可看出,在 4 个不同处理中,B50 的水分利用效率最高,比 CK 的水分利用效率高 17.2%,其次是 B100 和 B200,分别比 CK 高出 5.5%和 3%,说明喷施保水剂能有效地提高水分利用效率。

表 2 不同处理下葡萄叶片的光合速率、蒸腾速率与水分利用效率

项 目	处理	5 月 2 日 新梢生长期	5 月 29 日 果粒膨大期	7 月 15 日 果粒成熟期	平均
光合速率 Pn/ (μmolCO ₂ ·m ⁻² ·s ⁻¹)	B50	4.78	2.72	10.96	6.15
	B100	3.29	3.20	6.62	4.37
	B200	5.19	3.28	10.40	6.29
	CK	3.82	5.99	4.86	4.89
蒸腾速率 EVAP/ (mmolH ₂ O·m ⁻² ·s ⁻¹)	B50	4.99	4.69	6.46	5.38
	B100	5.42	4.46	7.43	5.77
	B200	4.79	6.38	8.37	6.51
	CK	5.93	5.32	4.92	5.39
水分利用效率 WUE/ (μmol·mmol ⁻¹)	B50	0.96	0.58	1.70	1.08
	B100	0.61	0.72	0.89	0.97
	B200	1.08	0.51	1.24	0.95
	CK	0.65	1.13	0.99	0.92

2.5 不同处理对成熟期果粒膨大的影响

图 6 为保水剂对不同处理葡萄果粒体积的影响。从图中可看出,在果实膨大期及成熟期果粒体积呈上升趋势,4 个不同处理中,B200 的果粒体积最大,B100 和 B50 次之,且其果粒体积分别比对照大出 42.8%,7.8%,6.1%。

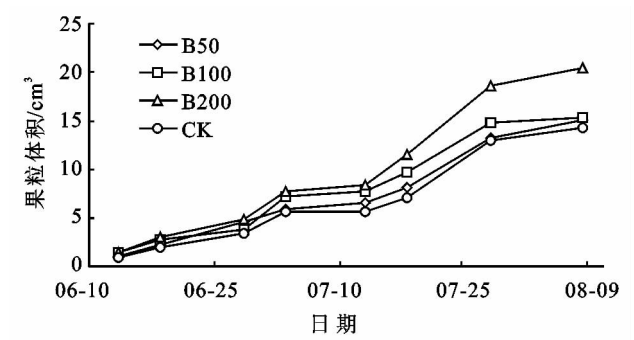


图 6 保水剂对不同处理葡萄果粒体积的影响

2.6 不同处理对葡萄产量、品质的影响

图 7 为保水剂对不同处理葡萄品质的影响。从图中可看出,在葡萄的 Vc 含量中 B200 最大,B100 次之,对照和 B50 最小,其值分别为 23.8%,22.5%,16.3%,12.95%,可见 B200 和 B100 明显高于 CK 和 B50;不同处理葡萄有机酸含量大小顺序依次为 B50,

B200,B100 和 CK,值分别是 6.7%,5.6%,4.8%和 4.5%;不同处理葡萄硬度的大小顺序依次为 B50,B200,B100 和 CK,值分别为 15.9,14.3,13.7,13.5,可见除 B50 外其余三处理相差不大;不同处理下葡萄含糖量大小顺序分别是 B100,B200,CK 和 B50,其值分别是 21.2,21,20.9,18.6,表明各处理含糖量差异不大。从各处理葡萄品质可看出,喷施不同剂量保水剂对葡萄品质并没有明显的影响,除 Vc 含量相差稍大外,其余几个品质特性差异不大。

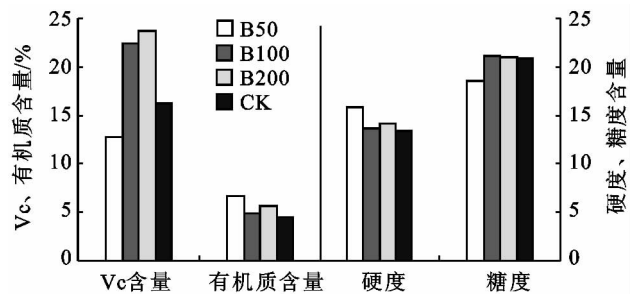


图 7 保水剂对不同处理葡萄品质的影响

图 8 为保水剂对不同处理葡萄产量的影响。从图中可看出,B200 的产量最高,为 28 776 kg/hm²,其次是 B100,为 28 122 kg/hm²,B50 随后,为 26 410.5 kg/hm²,CK 最小,为 22 960.5 kg/hm²。说明喷施保

水剂能有效增加葡萄的商品产量,相比 CK,分别增产 25.3%,22.5%和 15%。

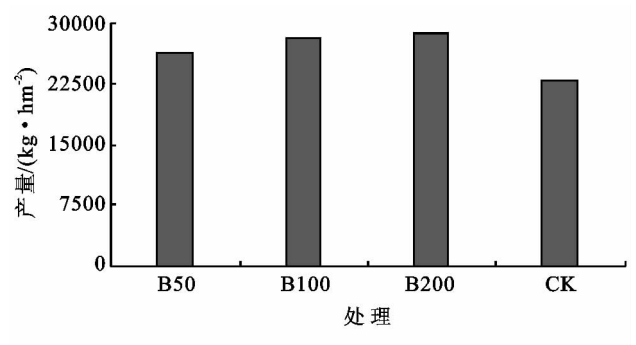


图8 保水剂对不同处理葡萄产量的影响

2.7 经济效益分析

试验以 1 hm² 产量为基准,保水剂与葡萄果实价格均按市场实际价格 40 元/kg 和 4.0 元/kg 计算,得到如表 3 所示的经济分析。从表中可以看出,施用不同剂量的保水剂对葡萄产量及收入产生明显差异,B50 虽然投资最低,但由于增产量最低导致最后增加的收入也相应最低,B100 在产量上低于 B200,但由于投资相比 B200 减少 1 倍,使其最后增加收入高于 B200。

表3 保水剂不同施用水平下的经济评价

项 目	保水剂			对照
	50 g/棵	100 g/棵	200 g/棵	
产量/(kg·hm ⁻²)	26410.5	28122	28776	22960.5
增产/(kg·hm ⁻²)	3450	5161.5	5815.5	—
投入/(元·hm ⁻²)	2668	5336	10672	—
增加收入/(元·hm ⁻²)	11132	15310	12590	—

3 结论

不同处理在 0—100 cm 土层中的土壤含水量对照处理明显低于保水剂处理,说明保水剂具有显著的蓄水保墒作用。叶片水势在水前与水后的变化规律一致,均为 B100 最大,其次 B200 和 B50,CK 最小,且水前与水后的水势梯度 B100 最小,仅为 -0.34 MPa,说明 B100 相比其它 3 个处理能更好地保持土壤水分;不同处理葡萄叶片蒸腾速率在葡萄果实膨大期逐渐升高,在果实成熟期快速下降,其中 CK 和 B100 蒸腾速率小而 B200 和 B50 略高;在光合速率上,B200 明显高于其它 3 个处理,而 B100 最低,B50 在颗粒成熟期高于 B100 和 CK;在水分利用效率上,对照 CK 处理最低,说明保水剂能明显提高土壤的水分利用效率;通过葡萄果粒品质与产量的比较,发现 B200,B100 与 B50 三个处理在果粒上均大于对照处理 CK,同时 CK 处理仅在葡萄果粒的 Vc 含量和糖度上略大于 B50 外,在葡萄果粒的有机酸含量及硬度和

产量上均低于保水剂处理。通过对葡萄施用保水剂的经济评价,得出 B100 处理虽然在葡萄产量上稍低于 B200,但相比 B200 减少了一倍投资,使其最终获得了最大的收益。

综上所述,保水剂不仅具有显著的蓄水保墒作用,能有效保持土壤水分,提高蒸腾速率和加大光合速率,同时使葡萄具有更大的果粒和更好的品质,其中 B100 处理在葡萄的生理特性及品质产量上均不为最优,但在综合投入及收益上表现最优,相比 B200 和 B50 能达到葡萄产量的最高收益。

参考文献:

[1] 杨培岭,王勇,李云开,等. 农业化控节水技术原理及应用[M]. 北京: 科学出版社,2010.

[2] 何腾兵,田仁国,陈焰,等. 高吸水剂对土壤物理性质的影响(Ⅱ)[J]. 耕作与栽培,1996(6):46-48.

[3] 樊小林,张一平,李玲,等. 抗旱剂对作物生长土壤结构及土壤水分性质的影响[J]. 西北农业学报,1994,3(1):54-58.

[4] 介晓磊,李有田,韩燕来,等. 保水剂对土壤持水特性的影响[J]. 河南农业大学学报,2000,34(1):22-24.

[5] Flory P J. Theory of elasticity of polymer networks: The effect of local constraints on junctions[J]. Chemical Physics,1977,66(12):5720-5729.

[6] 赵越,杨振国. 不同保水剂对土壤持水特性的研究[J]. 试验研究,2001(3):5-7.

[7] 黄占斌,万惠娥,邓西平,等. 保水剂在改良土壤和作物抗旱节水中的效应[J]. 土壤侵蚀与水土保持学报,1999,13(4):52-55.

[8] 王百田,马丰斌,张府娥,等. 凝胶状保水剂使用效果研究[J]. 水土保持学报,2005,19(2):65-68.

[9] 李秋梅,刘明义,王跃邦,等. 保水剂在果树丰产栽培中的应用研究[J]. 中国水土保持,2000(7):26-27.

[10] 赵立新,荆家海,王韶唐,等. 旱地冬小麦施肥效应研究[J]. 干旱地区农业研究,1991(4):46-52.

[11] 韩玉国,杨培岭,任树海,等. 保水剂对苹果节水及灌溉制度的影响研究[J]. 农业工程学报,2006,22(9):70-73.

[12] 李云开,杨培岭,刘洪禄,等. 保水剂农业应用及其效应研究进展[J]. 农业工程学报,2002,18(2):182-187.

[13] 刘效瑞,伍克俊,王景才,等. 土壤保水剂对农作物的增产增收效果[J]. 干旱地区农业研究,1993,2(5):13-16.

[14] 俞满源,黄占斌,方锋,等. 保水剂、氮肥及其交互作用对马铃薯生长和产量的效应[J]. 干旱地区农业研究,2003,21(3):15-19.

[15] 张保军,丁瑞霞,王成社,等. 保水剂在农业上的应用现状及前景分析[J]. 水土保持研究,2002,9(2):51-54.