

## 水肥调控对宁夏旱砂地枣树生长发育的影响

魏天军,李白云

(宁夏农林科学院,银川 750002)

**摘要:**以种植在宁夏中卫市香山干旱山区压砂地的3年生‘同心圆枣’树(行间套种西瓜,每公顷产量12000 kg~13500 kg)为试材,研究了保水剂+补水补肥对土壤含水量、坐果率、产量、品质、水分利用率和树体营养生长的影响,试验结果表明:每株施30 g~60 g保水剂,并在枣树生长期补水补肥2次,使整个生育期40 cm处土壤含水量绝对值提高了2.14%,单叶面积增加了4.1%~50.5%,叶绿素含量增加了44.9%(与放任生长的树相比),坐果率提高了9.5%~27.8%,单株坐果量提高了29.5%~33.2%,单株产量提高了37.9%~51.1%,平均单果重增加了0.5 g~2.1 g,水分利用率提高了33.3%~46.7%,果实固酸比增加了23.0%~41.8%、维生素C含量略有增加,新枣头粗度和主干增粗率也略有增加。

**关键词:**压砂地;枣树;保水剂;生长发育;肥水调控;宁夏回族自治区

中图分类号:S665.1

文献标志码:A

论文编号:2011-0008

### Effects of Fertilizer-Water Regulation on Growth and Development of *Zizyphus Jujuba* in Gravel-Sand Mulched Field in Ningxia Hui Autonomous Region

Wei Tianjun, Li Baiyun

(Ningxia Academy of Agricultural and Forestry Sciences, Yinchuan 750002)

**Abstract:** At Xiangshan Mountain arid areas in the middle Ningxia, the effects of both water absorbent and supplemental fertilizer-water on soil water contents, fruit-setting rate, yields, quality, water use efficiency and vegetable growth of jujube trees were investigated under the field condition, by using the three-year-old ‘Tongxinyuanzao’ jujube trees with plant and row placing being 3 m×8 m while intercropping watermelon which the yield of was 12 000 kg–13 500 kg per hm<sup>2</sup>. The results indicated that the content of soil moisture in the depth of 40 cm was increased by 2.14% (absolute value) from May to October after the application of water absorbent with 30–60 g per plant and supplementary twice fertilizer-water (125 kg of total number per tree) on mid-June, mid-July, respectively. Meanwhile, the leaf area, chlorophyll content, fruit-setting rate, fruit number of individual tree, yield per plant, mean fresh weight of fruit, water use efficiency and ratio of total soluble solids content to titratable acid content were enhanced by 4.1%–50.5%, 44.9% (compared with that of naturally growing trees), 9.5%–27.8%, 29.5%–33.2%, 37.9%–51.1%, 0.5 g–2.1 g, 33.3%–46.7% and 23.0%–41.8%, respectively. Furthermore, the content of ascorbic acid, new branch thickness and rate of diameter of tree trunk increased all improved slightly.

**Key words:** gravel-sand mulched field; jujube tree; water absorbent; growth and development; fertilizer-water regulation; Ningxia Hui Autonomous Region

### 0 引言

红枣是宁夏回族自治区的13个农业优势特色产业之一。《宁夏农业特色优势产业发展规划(2008-2012

年)》明确了宁夏中部干旱带红枣面积要达到5.33万hm<sup>2</sup>以上,其中在已经形成的6.7万hm<sup>2</sup>压砂西甜瓜地中间套种2万hm<sup>2</sup>枣树。截止2010年底,宁夏旱砂地红枣

基金项目:国家科技支撑课题“压砂地枣树品种定向引选及枣瓜间作栽培技术研究”(2007BAQ5502)。

第一作者简介:魏天军,男,1965年出生,宁夏中宁县人,研究员,主要从事枣树品种选育、栽培技术和枣果贮藏保鲜技术的研究与示范工作,通信地址:750002宁夏银川市黄河路590号,宁夏农林科学院, Tel: 0951-6886913(13995277938), E-mail: wtjunnx@163.net。

收稿日期:2011-01-05,修回日期:2011-02-17。

栽培面积已达近1万 $\text{hm}^2$ 。砂田是中国西北干旱、半干旱地区的广大劳动人民群众在长期与恶劣的自然环境抗争中总结出来的一种独特的抗旱耕作形式。中国的砂田起源于甘肃中部地区的永登县与景泰县交界的秦王川一带<sup>[1]</sup>，迄今已有400~500年的历史<sup>[2]</sup>。砂田的主要作用是蓄水保墒、改善土壤的热状况、压盐碱和较好的保持地力<sup>[3]</sup>。宁夏最早于2002年在30年以上的老砂地上种植枣树，栽培品种主要有‘中宁大红枣’（包括‘中宁小圆枣’）、‘靖远小口枣’、‘灵武长枣’、‘同心圆枣’、‘中卫大枣’，其次有‘赞皇大枣’、‘扁核酸’、‘灰枣’、‘骏枣’等<sup>[4]</sup>，以及‘香选1号’、‘香选2号’和‘香选3号’枣树品系<sup>[5]</sup>。在旱砂地，已开展了不同类型苗木、不同定干高度<sup>[6]</sup>、节水钵栽植<sup>[7]</sup>以及枣苗定植后不同补水次数和数量等造林技术<sup>[6-7]</sup>，较高海拔压砂地部分枣树物候期观察<sup>[8]</sup>，压砂地枣园土壤含水量动态变化研究、枣瓜间作技术初步研究、抗旱龙微肥在枣树上的效果研究<sup>[9-10]</sup>。但耐旱、耐瘠薄、丰产、个大、制干品质较好的地方良种‘同心圆枣’<sup>[11]</sup>不仅栽培面积较小，而且仅靠自然降水、土壤中原有的养分难以维持枣园丰产、果实优质和可持续发展。鉴于此，笔者于2010年开展了本项试验研究，旨在为宁夏中部干旱带压砂地枣树补水、补肥、丰产、优质和可持续发展提供技术支撑。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验区概况

宁夏近1万 $\text{hm}^2$ 的压砂枣树主要分布在宁夏中部干旱带的中卫市环香山地区。该区域的年平均温度7~8.5 $^{\circ}\text{C}$ ， $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 积温2500~3200 $^{\circ}\text{C}$ ，年均日照时数2800~3000 h，年均降水量200 mm左右，年均蒸发量2300 mm以上，无霜期140~150天，海拔高度1300~1700 m。原始地貌为干旱原—荒漠草原。气候特点是春暖迟、夏秋短、秋凉早、冬寒长。该地区风大沙多、植被稀少，是国际上公认的不适宜农耕的地区<sup>[12]</sup>。

本试验基地位于宁夏中卫市沙坡头区香山乡红圈子村，海拔1650 m左右，砂石层下的土壤质地为砂土、沙壤土、壤土等，土层厚25 cm~70 cm不等，土壤容重平均为1.4875  $\text{g}/\text{cm}^3$ 。取2龄压砂地0~60 cm深层分析，pH平均为8.49，全盐含量1.27  $\text{g}/\text{kg}$ ，有机质7.05  $\text{g}/\text{kg}$ ，全氮0.42  $\text{g}/\text{kg}$ ，水解氮36.0  $\text{mg}/\text{kg}$ ，速效磷3.9  $\text{mg}/\text{kg}$ ，速效钾108.0  $\text{mg}/\text{kg}$ ，有效锌0.26  $\text{mg}/\text{kg}$ ，有效铁5.12  $\text{mg}/\text{kg}$ 。

### 1.2 材料

供试的抗旱龙是陕西秦水生物科技公司生产的液体黄腐酸抗旱龙肥料，主要成分是：黄腐酸含量

$\geq 80 \text{ g}/\text{L}$ 、氮+磷+钾 $\geq 170 \text{ g}/\text{L}$ 、铁+锰+锌+硼等微量元素 $\geq 30 \text{ g}/\text{L}$ ，此外还含有适量的氨基酸和核苷酸。

供试的保水剂为河北海明生态科技有限公司生产的高效抗旱保水剂。

供试的全水溶多元肥为西安诺邦农业化工有限公司生产的“诺邦”牌科富农肥料，主要成分是含氮20%、磷10%、钾20%、微量元素1%。

供试的‘同心圆枣’为3年生的酸枣嫁接树（根龄5年），定植密度是3 m $\times$ 8 m，树形为小冠自由纺锤形。枣树行间套种2~3行‘金城5号’西瓜，栽植密度是1.6 m $\times$ 2.0 m，每 $\text{hm}^2$ 产12000 kg~13500 kg西瓜。

### 1.3 处理及方法

试验设处理：即保水剂+补水补肥，以2008年9月份株施250 g磷酸二铵+15 kg湿羊粪的一整行树为材料。首先于2010年5月上旬，在株间，距离主干30 cm左右（树冠小的树）—50 cm左右（树冠中大的树），挖1个（小冠树）—2个（中大冠树）深30 cm左右、直径30 cm左右的坑穴，每个坑穴放置1个直径15 cm左右、高25 cm左右的葵花秸秆束；在秸秆把周围填入保水剂（每穴30 g，预先用3 kg左右的水吸释30 min左右）和坑土的混匀物，混匀物填到一半时浇入5 kg左右的液体肥水（250倍科富农全溶肥），待肥水下渗后再添入另一半混匀物，最后再浇入7 kg液体肥水（每穴总量为15 kg肥水）。最后将原砂覆在坑穴上。其次，分别于2010年6月10日、7月18日再次补水补肥，每株共计100 kg左右水肥（250倍科富农全溶肥）。

试验设对照1：以2008年9月份株施250 g磷酸二铵+15 kg湿羊粪的另一整行树为材料；对照2：2008年9月份未施磷酸二铵和羊粪的一行树为材料；对照3：相邻地块中仅进行整形修剪，而未进行地面人工补水补肥的一行树为材料；对照4：相邻地块中完全放任生长的一行树为材料。处理树、对照1、对照2和对照3树在2010年5—9月份，喷施4次800倍抗旱龙微肥。2010年5月上旬，处理和对照均以直径3.0 cm左右的树为最终试材，单株小区，重复10次。

### 1.4 调查项目及方法

1.4.1 土壤含水率 在5月上旬至10月上旬，用德国生产的Trime IPH探管式TDR仪器，每10天，重点测定离砂表面40 cm处的土壤含水率，并换算为质量含水率。

1.4.2 单叶面积 在8月上旬，用直尺测量新枣头中部二次枝中部枣吊上的中部叶片的长度和宽度，并按照公式法：叶面积=0.658(叶长 $\times$ 叶宽)+0.459，计算出每个单叶面积。

1.4.3 叶绿素含量 在7月下旬和9月初,用SPAD-502叶绿素测定仪测定新枣头中部二次枝中部枣吊上的中部叶片的叶绿素含量。

1.4.4 坐果率调查 在8月上旬,以1~3龄枣股枣吊为对象,每株树东西南北均匀调查20个枣吊上的果实数量。每个处理共计200个枣吊,统计吊果比,以示坐果率。

1.4.5 单株坐果数和产量调查 在9月初,逐株调查坐果数,并用单株坐果数×平均单果重表示单株产量。

1.4.6 单果重和果实品质测定分析 在10月上旬,每处理随机采摘100个果实,用感量为0.01 g的电子天平逐果称重,用平均值表示单果质量。可溶性固形物含量用WY-1型手持折光仪测定,总糖用蒽酮法<sup>[13]</sup>测定,总酸用0.1 mol/L NaOH滴定、以苹果酸表示总酸量,维生素C用2,6-二氯酚靛酚法<sup>[14]</sup>测定。

1.4.7 树体营养生长发育指标调查 树体落叶后,按照常规方法调查干径、树高、冠幅(东西、南北)、新枣头长度和粗度。

## 2 结果和分析

### 2.1 保水剂及补水补肥对压砂地土壤含水量的影响

图1的结果说明,从5月7日到7月21日,施保水剂并补水补肥的树,在距离主干50 cm处40 cm深层的土壤含水量比对照1高2.33%(绝对值)。从5月7日到10月4日,保水剂+补水补肥处理树的土壤含水量总体平均值比对照1高2.14%。这表明,旱砂地枣树根际施保水剂并补充水肥,有利于提高土壤含水量。

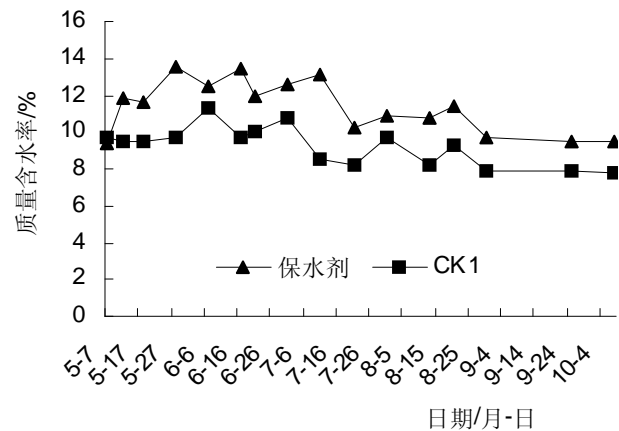


图1 保水剂+补水补肥后‘同心圆枣’树根际40 cm 深层土壤含水量变化

### 2.2 保水剂及补水补肥对‘同心圆枣’单叶面积和叶绿素含量的影响

表1的结果表明,水肥状况对3年生‘同心圆枣’树单叶面积和叶绿素含量具有明显的影响。与叶面仅喷施800倍抗旱龙的对照3相比,随着‘同心圆枣’树肥水状况局部或基本满足后,喷施抗旱龙微肥+四季修剪的对照2的单叶面积增加了15.2个百分点;喷施抗旱龙+平衡施基肥+四季修剪的对照1的单叶面积增加了43.7个百分点;保水剂+补水补肥处理的单叶面积增加了50.5个百分点,单叶面积达12.25 cm<sup>2</sup>,效果最好。

不同肥水处理不仅对枣树单叶面积增加有不同的作用,而且对叶片的叶绿素含量也有明显的影响。以

表1 压砂地不同肥水状况的枣树单叶面积和叶绿素含量变化

处理	叶长/cm	叶宽/cm	单叶面积/cm <sup>2</sup>	叶绿素含量(SPAD)	
				7月22日	9月1日
保水剂+补水补肥	5.71	3.12	12.25	46.18	52.07
对照1	5.59	3.06	11.77	44.91	50.43
对照2	4.98	2.69	9.38	44.56	51.79
对照3	4.60	2.54	8.14	41.08	—
对照4	—	—	—	—	35.93

9月1日的测定结果为例,与放任生长的自然对照4的叶绿素含量仅为35.93 SPAD相比,对照2的叶绿素含量增加了44.1个百分点;对照1的叶绿素含量增加了40.3个百分点;保水剂+补水补肥的叶绿素含量增加了44.9个百分点。这表明,在宁夏中部干旱带的压砂地上种植枣树,如果采用放任生长(即不修剪、不施肥、不补水、不喷药),则‘同心圆枣’树叶绿素含量较低;而因水肥不能满足其正常生长发育导致叶片明显变黄早衰

的、其叶绿素含量低至25.05 SPAD,仅相当于同树中目测较正常叶片的69.7%。

### 2.3 保水剂及补水补肥对‘同心圆枣’坐果率的影响

表2的调查结果说明,3年生的‘同心圆枣’幼树,根际土壤施用保水剂+生长期补水补肥能较明显地提高坐果率。与对照1相比,1龄枣股抽生的枣吊坐果率提高了14.7个百分点;而2~3龄枣股枣吊坐果率之间的差异不明显。这说明,2010年在普遍叶喷4次抗旱

表2 压砂地不同肥水状况的‘同心圆枣’树坐果率变化

处理	1龄枣股坐果率/(个/枣吊)	2~3龄枣股坐果率/(个/枣吊)	平均坐果率/(个/枣吊)
保水剂+补水补肥	2.57	2.03	2.3
对照1	2.24	1.97	2.1
对照2	2.11	1.46	1.8

龙的基础上,即使在‘同心圆枣’树体生长期不进行补水补肥,也未造成十分明显的坐果率差异。这从另一个侧面也说明,旱地枣树叶面喷施全营养微肥对提高坐果率有明显的作用。

表2的结果也表明,与对照3相比较,对照2仍发挥了相应的平衡施肥的后效应和以肥调水、增加树体抗旱的作用。2~3龄枣股抽生的枣吊,其坐果率提高了34.9个百分点;1龄枣股抽生的枣吊,其坐果率提高了6.16个百分点,差异不明显。保水剂+补水补肥的处理,1龄枣股抽生的枣吊坐果率提高了21.8个百分点;2~3龄枣股抽生的枣吊坐果率提高了39.0个百分点。这充分说明2008年秋季有机肥、化肥平衡施用,以及2010年生长期适时补水补肥能满足幼龄枣树对肥水的需求,因而最显著地提高了坐果率,为增加单株产量和改善果实品质奠定了良好的基础。

#### 2.4 保水剂及补水补肥对‘同心圆枣’树单株坐果量、产量和水分利用率的影响

表3的结果表明,不同的肥水处理对3年生的‘同心圆枣’幼树单株坐果量、产量和水分利用率具有明显的作用。

保水剂+补水补肥处理在单株坐果量和单株产量指标上效果最显著。与对照2相比,其平均单株坐果量增加了29.5个百分点,单株产量增加了51.1个百分点;与对照1相比,平均单株坐果量增加了33.2个百分点,单株产量增加了37.9个百分点。对照1与对照2相

比,平均单株坐果量没有明显差异,但单株产量增加了9.57个百分点。

表3的结果表明,不论是处理还是对照,水分利用率均较低,仅 $0.60 \text{ kg/m}^3 \sim 0.88 \text{ kg/m}^3$ ,这主要与单位面积栽植株数少、属于稀植栽培、树龄小、树冠小以及补水补肥数量少等因素有关。但与对照2相比,对照1的水分利用率提高了10个百分点;保水剂+补水补肥处理的提高了46.7个百分点,与对照1和对照2相比,差异显著。

#### 2.5 保水剂及补水补肥对果实经济性状和品质的影响

表4的结果表明,综合3年生‘同心圆枣’平均单果质量、可溶性固形物含量、可滴定酸含量、固形物/可滴定酸之比、总糖和维生素C含量指标,保水剂+补水补肥处理的果实经济性状和品质最好。这主要表现在:一是单果质量基本达到了该品种的特性。平均单果质量比对照1增加了3.5个百分点,比对照2增加了16.5个百分点,为提高单株产量及增产奠定了基础。这对3年生的幼树来说难能可贵,因为2010年1龄枣股果即新枣头果占单株总果实数的43.2%~50.5%。众所周知,新枣头果是在7月上中旬才坐住的,比2~3龄枣股果晚坐果15~30天。处理及对照1整株果实质量能达到14g以上实属不易,这说明肥水发挥了极其重要的作用。二是固酸比明显比对照大,果实口感风味偏甜,增加了适口性。三是果实维生素C含量比对照2略高。与对照2相比,对照1平均单果质量增加了12.5个

表3 不同肥水状况的‘同心圆枣’树坐果量、产量和水分利用率变化

处理	1龄枣股坐果量/(个/株)	2~3龄枣股坐果量/(个/株)	平均坐果量/(个/株)	平均产量/(kg/株)	折合产量/(kg/hm <sup>2</sup> )	水分利用率/(kg/m <sup>3</sup> )
保水剂+补水补肥	92.6	99.0	191.6	2.84	1192.5	0.88
对照1	61.8	82.0	143.8	2.06	865.5	0.66
对照2	74.8	73.1	147.9	1.88	789.0	0.60

表4 压砂地不同肥水状况的‘同心圆枣’单果重和果实品质变化

处理	单果质量/g	可溶性固形物/%	可滴定酸/%	固酸比	总糖/%	维生素C/(mg/100g)
保水剂+补水补肥	14.8	28.4	0.26	109.2	23.06	323.6
对照1	14.3	28.5	0.37	77.0	23.06	331.5
对照2	12.7	29.3	0.33	88.8	23.98	296.0



百分点,维生素C含量增加了12.0个百分点。这表明,在旱砂地秋雨季节有机肥和无机化肥配方平衡使用,在施后第2年仍能在一定程度上改善果实的经济性状和品质。

## 2.6 保水剂及补水补肥对树体营养生长发育的影响

表5的结果说明,从树高、冠幅、新枣头长和干径

指标来看,保水剂+补水补肥处理与对照1和对照2没有明显差异,但在新枣头粗度和主干增粗率指标上,处理依然与对照1和对照2有较明显的差异。这说明,尽管补水补肥处理明显增加了产量并改善了果实品质,但并没有造成树体养分、水分亏缺而导致树体营养生长发育受到抑制,因而为下年树体生长和开花结果奠

表5 压砂地不同肥水状况的‘同心圆枣’树体生长指标变化

处理	树高/cm	冠幅/cm		新枣头/cm		干径/cm	主干增粗率/%
		东西	南北	长度	粗度		
保水剂+补水补肥	194.9	147.3	141.9	53.9	1.57	4.49	33.9
对照1	209.6	143.5	160.0	54.4	1.44	4.62	28.9
对照2	200.9	138.0	135.9	46.3	1.39	4.28	28.3

定了基础。

## 3 结论与讨论

保水剂是一种较广泛应用于农林业生产中的化学节水产品,具有较强的吸水、保水性能,提高水分利用效率和减少水土流失<sup>[15]</sup>以及提高土壤含水量、节水和增产<sup>[16]</sup>等作用。本研究在年均降水量200 mm左右的宁夏中卫市香山干旱地区,在山地压砂、枣树行间套种西瓜(产量为12000~13500 kg/hm<sup>2</sup>)条件下,每株3年生‘同心圆枣’秸秆把穴贮保水剂(30~60 g)+水肥(120~130 kg水+250倍科富农全溶肥)也取得了提高幼树根际土壤含水量、增大叶面积、提高叶绿素含量、增加平均单果质量、提高产量、改善果实品质和促进树体营养生长的效果。这为宁夏中部干旱带5~6万hm<sup>2</sup>枣树乃至中国西北、华北干旱和半干旱地区发展枣树等经济林树种提供了一种较好的技术。

3年生旱砂地‘同心圆枣’的水分利用率为0.60~0.88 kg/m<sup>3</sup>,这一方面与单位面积栽植株数少(420株/hm<sup>2</sup>)、属于稀植栽培,树龄小,树冠小,以及仅在花期和幼果膨大期各补1次水肥(52.5 m<sup>3</sup>水/hm<sup>2</sup>)有关;但也可能与秸秆穴贮保水剂+水肥耦合使用方法有关,即限制了保水剂及其贮藏的水肥在土壤中与大量根系相接触,以及补水补肥时期和数量不尽合理也可能有一定的关系。因此,今后要深入研究压砂地条件下,枣树根际土壤保水剂最佳使用量、方法、补水补肥时期和数量,探讨水分最大利用率与产量、果实品质和经济效益的相互关系,达到干旱区枣树优质、高效和保障生态安全的目标。

## 参考文献

[1] 杨来胜,席正英,李玲,等.砂田的发展及其应用研究(综述)[J].甘肃

农业,2005,7:72.

- [2] 辛秀先.论甘肃砂田的形成及其起源[J].甘肃农业科技,1993,5:5-7.
- [3] 鹤焕焯.白银地区砂田的防旱左右及其耕作[J].干旱地区农业研究,1991,1: 37-45.
- [4] 魏天军,李白云,严秀娟.宁夏旱砂地适宜发展的枣树品种初步研究[J].宁夏农林科技,2010,1:4-6.
- [5] 刘定斌.宁夏中部干旱带压砂地红枣栽培技术研究[J].宁夏农林科技,2007,5:55.
- [6] 王贵荣,吴洪忠,朱建国.中宁县压砂地红枣造林试验[J].宁夏农林科技,2006,1:29-30.
- [7] 朱彦文,陈学宁,张适平,等.节水钵栽植红枣试验[J].宁夏农林科技,2007,5:24-25.
- [8] 王永慧,张秀芳.中卫市香山地区压砂地红枣适应性试验研究[J].宁夏农林科技,2006,4:20.
- [9] 魏天军,李白云.抗旱龙在旱砂地枣树上的应用效果研究[J].宁夏农林科技,2010,4:1-3.
- [10] 李白云,魏天军.宁夏旱砂地枣瓜间作栽培技术研究[J].安徽农业科学,2010,12:6158-6160.
- [11] 李丰,杜晓明,陈兰岭,等.枣树优良品种的选育[J].宁夏农林科技,1999,5:46-48.
- [12] 许强,强力,吴宏亮,等.砂田水热及减尘效应研究[J].宁夏大学学报(自然科学版),2009,30(2):180-182.
- [13] 韩雅珊主编.食品化学实验指导[M].北京:中国农业大学出版社,1996:26-28.
- [14] 韩雅珊.食品化学实验指导[M].北京:中国农业大学出版社,1996:75-77,38-39,39-41.
- [15] 李云开,杨培岭,刘洪禄.保水剂农业应用及其效应研究进展[J].农业工程学报,2002,3(2):183-1185.
- [16] 汪勇,汪星,汪有科,等.滴灌条件下不同保水剂在枣林坡地的应用效果研究[J].干旱地区农业研究,2009,27(3):78-82.