

# 景电灌区保水剂施用量对甜瓜产量及水分利用效率的影响

高秋燕<sup>1</sup>, 陈亮<sup>2,3</sup>, 刘斌<sup>1,3</sup>

(1. 甘肃省景泰川电力提灌水资源利用中心, 甘肃 景泰 730400; 2. 甘肃省农业工程技术研究院, 甘肃 武威 733006; 3. 甘肃农业大学园艺学院, 甘肃 兰州 730070)

**摘要:** 探究保水剂对甜瓜生长发育和水分利用效率的调控效应, 为科学施用和推广应用保水剂提供理论依据。在大田条件下, 以甜瓜为试材、不施用保水剂为对照, 研究了保水剂施用量 60、75、90 kg/hm<sup>2</sup> 3 个处理对甜瓜生长发育、产量和水分利用效率的影响。结果表明, 施用保水剂较对照不施用保水剂显著促进了甜瓜各生育期蔓的伸长、茎的加粗和叶面积指数的增加。施用保水剂 90 kg/hm<sup>2</sup> 处理的甜瓜各生育期的蔓长、茎粗均最高, 叶面积指数显著高于其他处理, 甜瓜产量、水分利用效率均最高, 较不施用保水剂分别显著提高了 11.1%、22.8%。综合考虑甜瓜植株生长发育、产量和水分利用效率, 推广应用保水剂可以作为景电灌区抗旱节水的一种技术方案, 以施用量为 90 kg/hm<sup>2</sup> 时效果最佳。

**关键词:** 景电灌区; 保水剂; 甜瓜; 产量; 水分利用效率

中图分类号: S652

文献标志码: A

文章编号: 2097-2172(2025)04-0326-05

doi: 10.3969/j.issn.2097-2172.2025.04.007

## Effects of Different Water-holding Agent Application Rates on the Yield and Water Use Efficiency of Melons in Jingdian Irrigation Area

GAO Qiuyan<sup>1</sup>, CHEN Liang<sup>2,3</sup>, LIU Bin<sup>1,3</sup>

(1. Gansu Jingtaichuang Irrigation Water Resources Utilization Centre, Jingtai Gansu 730400, China; 2. Gansu Provincial Institute of Agricultural Engineering and Technology, Wuwei Gansu 733006, China; 3. College of Horticultural, Gansu Agricultural University, Lanzhou Gansu 730070, China)

**Abstract:** To investigate the regulatory effects of water-holding agents on the growth and development and water-use efficiency in melons so as to provide a theoretical basis for the scientific application and promotion of water-holding agents, the effect of 3 different water-holding agent application rates (60 kg/ha, 75 kg/ha, and 90 kg/ha) on the growth, development, yield and water-use efficiency in melons were investigated under field conditions with melon as the test material and no water-holding agent as the control (CK). Results showed that the application of water-holding agent significantly promoted the elongation of vines, thickening of stems and the increase of leaf area index of melons at all fertility stages. The melon treated with 90 kg/ha of water conservator had the highest vine elongation, stem thickening and leaf area index at all fertility stages, and the highest melon yield and water utilization efficiency, which were 11.0% and 22.8% significantly higher than that of CK, respectively. Considering the growth and development of melon plants, yield and water utilization efficiency, promoting the application of water retaining agent can be a technical solution for drought and water conservation in Jingdian Irrigation District, and the optimum application rate of water retaining agent is 90 kg/ha.

**Key words:** Jingdian Irrigation District; Water-holding agent; Melon; Yield; Water use efficiency

景电灌区是西北干旱和半干旱区重要的引黄农业灌区, 具有光热资源丰富、早晚温差大等显著特点, 是西北地区重要的西甜瓜生产基地, 但年降水量少且集中、蒸发量大导致当地农田土壤

收稿日期: 2024-09-04; 修订日期: 2025-02-17

基金项目: 甘肃省青年科技基金(23JR0001); 甘肃省水利科学试验研究及技术推广计划项目(24GSLK025)。

作者简介: 高秋燕(1973—), 女, 甘肃景泰人, 高级工程师, 主要从事农业灌区建设管理与灌溉技术研究工作。  
Email: 463621361@qq.com。

通信作者: 刘斌(1989—), 男, 甘肃景泰人, 硕士, 主要从事农业水利工程建设管理与作物栽培技术研究工作。  
Email: 347582892@qq.com。

水分常年缺乏, 农业生产用水主要靠补充灌溉为主, 严重制约着当地农业产业的可持续发展<sup>[1]</sup>。因此加强作物节水抗旱技术的研究和推广应用具有重要的意义<sup>[2]</sup>。保水剂是一种含有羧基、羟基等强亲水性基团, 并具有一定交联度的水溶胀型高分子聚合物 (Super Absorbent Polyme, SAP), 也称吸水剂、持水剂, 是化学节水技术的一种<sup>[3]</sup>。大量研究表明, 保水剂施入土壤后可以显著降低土壤的容重、改善土壤团粒结构、增加土壤总孔隙度和有效含水量<sup>[4]</sup>, 减少土壤水分蒸发<sup>[5]</sup>, 提高土壤吸水和持水能力<sup>[6]</sup>, 可有效提高作物水分和肥料利用效率<sup>[7-8]</sup>, 是一种成本低而且效果显著的节水方式, 在干旱和半干旱地区农业生产中得到了广泛应用<sup>[9-10]</sup>。闫文涛等<sup>[11]</sup>研究表明, 添加保水剂可以显著促进番茄植株的生长, 改善番茄的果实品质, 并且在减量灌水 15% 水平下, 保水剂处理番茄的产量提高了 8.65% ~ 15.48%。高齐等<sup>[12]</sup>在研究不同类型保水剂的试验中发现, 试验选用的 5 种保水剂均能显著降低土壤水分蒸发量, 作物的生物量积累、产量和水分利用效率显著提高。

不同类型保水剂因生产原料、制作工艺等因素的不同, 其保水性能存在很大的差异<sup>[12]</sup>。近年来, 国内外学者对保水剂的应用研究主要集中在干旱和半干旱地区作物<sup>[3]</sup>, 但对园艺作物特别是对甜瓜生长发育、产量和水分利用效率的研究鲜有报道。因此, 我们以甜瓜为试材, 研究了不同保水剂施用量对甜瓜生长发育、产量和水分利用效率的影响, 以期探索出适宜景电灌区甜瓜种植较优的保水剂施用量, 为当地科学施用和推广应用保水剂提供理论依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验区概况

试验区位于甘肃省景泰川电力提灌水资源利用中心灌溉试验站 (37° 23' N、104° 08' E)。属温带干旱型大陆气候, 年日照时数 2 652 h, 平均辐射量  $6.18 \times 10^5$  J/cm<sup>2</sup>, 平均气温 8.5 °C, 无霜期 191 d, 年降水量 201.6 mm、蒸发量 2 361 mm。试验地耕层土壤含有有机质 6.09 g/kg、全氮 1.62 g/kg、速效氮 74.51 mg/kg, pH 8.11。

### 1.2 供试材料

供试甜瓜品种为金红宝, 由甘肃宇海农业科

技有限公司提供; 供试保水剂为海瑞达保水剂, 具有保水、保肥、疏松土壤的性能, 主要应用于农业、林业种植, 应用作物有马铃薯、玉米、药材、蔬菜及经济果林等, 由甘肃海瑞达生态环境科技有限公司提供。供试地膜为上银下黑双色膜, 由甘肃省武威市大和塑业有限公司提供。

### 1.3 试验方法

试验共设 3 个保水剂施用量处理, 分别为处理 A1 (60 kg/hm<sup>2</sup>)、处理 A2 (75 kg/hm<sup>2</sup>)、处理 A3 (90 kg/hm<sup>2</sup>), 以不使用保水剂作为对照 (CK)。试验采用随机区组设计, 3 次重复, 小区面积为 44.0 m<sup>2</sup> (2.2 m × 20.0 m)。采用水旱塘栽培方式, 水旱塘宽 220 cm, 水沟宽 70 cm, 旱塘宽 150 cm。开沟起垄时保水剂与基肥一次性集中施入 10 ~ 20 cm 土层, 基肥为磷酸二铵 150 kg/hm<sup>2</sup>、尿素 300 kg/hm<sup>2</sup>、普通过磷酸钙 750 kg/hm<sup>2</sup>, 生物有机肥 (有机质含量 ≥ 40%, 有效活菌数 ≥ 0.2 亿 cfu/g) 1 200 kg/hm<sup>2</sup>。2024 年 4 月 28 日种植, 株距 45 cm, 保苗 22 000 株 /hm<sup>2</sup>, 双蔓整枝, 每株留 1 果。坐瓜后追施尿素 150 kg/hm<sup>2</sup>、硫酸钾 75 kg/hm<sup>2</sup>, 果实膨大期追施尿素 75 kg/hm<sup>2</sup>。果实膨大期用尼龙网垫垫瓜。全生育期灌水 8 次, 灌水定额为 225 m<sup>3</sup>/hm<sup>2</sup>, 8 月 5 日收获。甜瓜成熟时各小区采收全部果实计产, 其他田间管理按常规进行。

### 1.4 测定指标与方法

1.4.1 蔓长和茎粗 分别在甜瓜开花坐果期 (6 月 30 日)、果实膨大期 (7 月 12 日)、成熟期 (8 月 5 日), 每小区选长势一致的 10 株用钢卷尺、游标卡尺分别测定蔓长、茎粗。

1.4.2 叶面积 分别在甜瓜开花坐果期、果实膨大期、成熟期, 每个小区选取长势均匀的 5 株, 测定所有叶片的叶长和叶宽, 计算单株叶面积。单叶叶面积采用相关系数法计算<sup>[13]</sup>。

$$\text{单叶叶面积} = \text{长} \times \text{宽} \times 0.68$$

$$\text{叶面积指数} = \text{绿叶面积} / \text{土地面积}$$

$$\text{绿叶面积} = \text{单株叶面积} \times \text{株数}$$

1.4.3 地上部干物质 在甜瓜成熟期, 每个小区选取长势基本一致的完整植株 3 株, 取地上部分装于牛皮纸袋中, 于 105 °C 杀青 0.5 h, 然后在 80 °C 下烘至恒重, 用电子天平称量<sup>[14]</sup>。

1.4.4 土壤含水量 采用烘干法。对播种前、采

收后分别钻取 0 ~ 120 cm 土层土样 (每 20 cm 为一层), 每小区测定 3 个点, 称鲜重后立即在 105 ℃ 下烘至恒重, 依据以下公式计算土壤质量含水量<sup>[12]</sup>。

土壤含水量 =  $[(\text{湿土重} - \text{干土重}) / \text{干土重}] \times 100\%$

1.4.5 水分利用效率(WUE) 甜瓜生育期(4月 28 日至 8 月 5 日)降水量用 HOBO 气象观测系统(H21 型)自动连续记录 WUE<sup>[12]</sup>。

$WUE = Y / (P + I + \Delta W)$

式中,  $Y$  为作物地上部干物质生产量,  $P$  为降水量,  $I$  为灌溉量,  $\Delta W$  为作物播种前和收获后的土壤含水量之差。

## 1.5 数据处理

采用 SPSS 19.0 软件进行数据统计分析, 采用新复极差法(Duncan)比较不同处理间的差异显著性。利用 Excel 2007 软件进行制图和数据分析, 数据用平均值  $\pm$  标准差表示。

## 2 结果与分析

### 2.1 不同保水剂施用量对甜瓜植株生长的影响

2.1.1 蔓长 由表 1 可以看出, 施用保水剂均能显著促进甜瓜各生育期瓜蔓的生长, 施用保水剂处理在甜瓜开花坐果期、果实膨大期、成熟期的平均蔓长分别较 CK 增长了 17.2%、15.9%、14.5%, 差异显著( $P < 0.05$ )。甜瓜开花坐果期、果实膨大期、成熟期的蔓长均以 A3 处理最长, 分别为 79.23、95.12、97.15 cm, 较 CK 分别增长 23.5%、20.0%、18.6%; A2 处理次之, 分别为 74.52、93.37、94.92 cm, 分别较 CK 增长 16.2%、17.8%、15.9%; 处理 A1 最短, 分别为 71.82、87.06、89.26 cm, 分别较 CK 增长 12.0%、9.9%、8.9%。甜瓜开花坐果期、果实膨大期、成熟期的蔓长均为 A3 处理与 A2 处理差异不显著, 与 A1 处理和 CK 差异显著 ( $P < 0.05$ ); A2 处理与 A1 处理差异不

显著( $P > 0.05$ )。

2.1.2 茎粗 施用保水剂均能显著促进甜瓜各生育期茎的生长, 施用量保水剂处理在甜瓜开花坐果期、果实膨大期、成熟期分别较 CK 增长了 14.5%、23.4%、16.7%, 差异显著 ( $P < 0.05$ )。其中甜瓜开花坐果期以 A3 处理的茎粗最粗, 为 0.91 cm, 较 CK 增加 19.7%; A2 处理次之, 为 0.89 cm, 较 CK 增长了 17.1%; A1 处理最细, 为 0.82 cm, 较 CK 增加 7.9%。A3 与 A2 处理之间差异不显著, 与 A1 处理、CK 差异显著( $P < 0.05$ ); A2 处理与 A1 处理差异不显著( $P > 0.05$ ), 与 CK 差异显著( $P < 0.05$ )。甜瓜果实膨大期和成熟期均以 A3 处理的茎粗最粗, 分别为 1.18、1.21 cm, 较 CK 分别增加 25.5%、18.6%; A2 处理次之, 分别为 1.17、1.19 cm, 较 CK 分别增长了 24.5%、16.7%; A1 处理最细, 分别为 1.12、1.18 cm, 较 CK 分别增加 19.1%、15.7%。A3、A2、A1 处理之间差异不显著 ( $P > 0.05$ )(表 1)。可以看出, 施用保水剂可以显著促进甜瓜各生育期茎的增粗, 在甜瓜生育前期施用保水剂效果更佳。

2.1.3 叶面积指数 由表 2 可知, 施用保水剂均能显著提高甜瓜各生育期的叶面积指数, 施用保水剂处理在甜瓜开花坐果期、果实膨大期、成熟期分别较 CK 提高了 24.3%、25.0%、12.5%, 差异显著 ( $P < 0.05$ )。甜瓜开花坐果期、果实膨大期, A3 处理的叶面积指数均最高, 分别为 1.01、1.14, 其中开花坐果期较 A2、A1 处理、CK 分别提高了 13.5%、18.8%、36.5%; 果实膨大期较 A2、A1 处理、CK 分别提高了 11.8%、16.3%、35.7%。A3 处

表 2 不同保水剂施用量下甜瓜各生育期的叶面积指数

| 处理 | 开花坐果期       | 果实膨大期       | 成熟期          |
|----|-------------|-------------|--------------|
| A1 | 0.85±0.08 b | 0.98±0.12 b | 1.09±0.14 bc |
| A2 | 0.89±0.05 b | 1.02±0.06 b | 1.15±0.12 b  |
| A3 | 1.01±0.12 a | 1.14±0.13 a | 1.28±0.17 a  |
| CK | 0.74±0.07 c | 0.84±0.09 c | 1.04±0.09 c  |

表 1 不同保水剂施用量对甜瓜各生育期植株生长的影响

| 处理 | 开花坐果期         |              | 果实膨大期         |             | 成熟期           |             |
|----|---------------|--------------|---------------|-------------|---------------|-------------|
|    | 蔓长            | 茎粗           | 蔓长            | 茎           | 蔓长            | 茎粗          |
| A1 | 71.82±3.18 b  | 0.82±0.05 b  | 87.06±2.12 b  | 1.12±0.13 a | 89.26±4.12 b  | 1.18±0.12 a |
| A2 | 74.52±2.62 ab | 0.89±0.07 ab | 93.37±2.54 ab | 1.17±0.08 a | 94.92±3.45 ab | 1.19±0.07 a |
| A3 | 79.23±4.08 a  | 0.91±0.04 a  | 95.12±3.69 a  | 1.18±0.11 a | 97.15±5.22 a  | 1.21±0.13 a |
| CK | 64.15±2.28 c  | 0.76±0.04 c  | 79.24±17 c    | 0.94±0.06 b | 81.93±4.64 c  | 1.02±0.08 b |

理与 CK、A2 处理、A1 处理差异显著 ( $P<0.05$ ); A2 处理与 A1 处理之间差异不显著, 与 CK 差异显著 ( $P<0.05$ )。甜瓜成熟期, A3 处理的叶面积指数为 1.28, 较 A2、A1 处理、CK 显著提高了 11.3%、17.4%、23.1% ( $P<0.05$ ), A2 处理显著高于 CK ( $P<0.05$ ), 但与 A1 处理之间差异不显著。

## 2.2 不同保水剂施用量对甜瓜产量的影响

由图 1 可知, 施用保水剂处理甜瓜的平均折合产量 42 827 kg/hm<sup>2</sup>, 较 CK 显著提高了 7.6% ( $P<0.05$ )(图1)。其中 A3 处理的甜瓜产量最高, 为 44 220 kg/hm<sup>2</sup>, 较 A1 处理、CK 分别提高 7.5%、11.1%; A2 处理次之, 为 43 120 kg/hm<sup>2</sup>, 较 A1 处理、CK 分别提高 4.8%、8.3%。A3 处理与 A2 处理差异不显著 ( $P>0.05$ ), 与 CK、A1 处理差异显著 ( $P<0.05$ ); A2 处理与 A1 处理差异不显著, 与 CK 差异显著 ( $P<0.05$ ); A1 处理与 CK 差异不显著。可见, 适量施用保水剂可以显著提高甜瓜的产量。

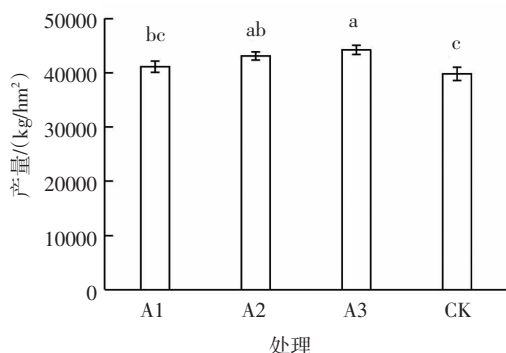


图 1 不同保水剂施用量甜瓜的产量

## 2.3 不同保水剂施用量对甜瓜水分利用效率的影响

施用保水剂处理甜瓜平均水分利用效率为 13.08 kg/m<sup>3</sup>, 较 CK 显著提高了 16.5% ( $P<0.05$ ) (图 2)。其中 A3 处理的甜瓜的水分利用效率最高,

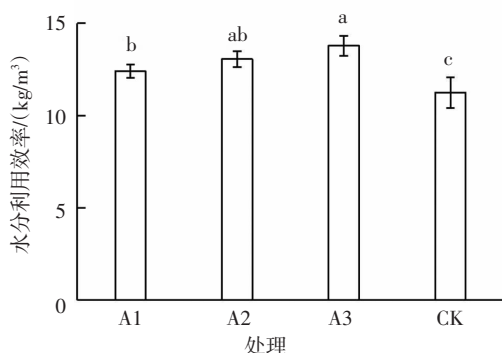


图 2 不同保水剂施用量甜瓜的水分利用效率

为 13.79 kg/m<sup>3</sup>, 较 A1 处理、CK 分别提高 11.3%、22.8%; A2 处理次之, 为 13.06 kg/m<sup>3</sup>, 较 A1 处理、CK 分别提高 5.4%、16.3%。A3 处理与 A2 处理差异不显著 ( $P>0.05$ ), 与 CK、A1 处理差异显著 ( $P<0.05$ ); A2 处理与 A1 处理差异不显著, 与 CK 差异显著 ( $P<0.05$ ); A1 处理与 CK 差异不显著。

## 3 讨论与结论

水分是作物生长发育和产量形成的决定性因素, 在有限农业灌溉用水条件下提高水资源利用效率, 是解决水资源短缺和保障农业灌溉的有效途径<sup>[15]</sup>。近年来, 为深入贯彻落实国务院关于推进农业水价综合改革的决策部署, 甘肃省通过优化配置和统筹调度, 大力发展抗旱节水技术, 进一步促进用水结构和用水方式转变, 实现深度节水、极限节水。保水剂作为一种新型的农业化学节水产品, 近年来受到了广泛关注。研究表明, 保水剂施入土壤后可以吸收、储存和缓慢释放大量的土壤水分, 增强土壤的蓄水保墒能力, 为作物生长发育和产量形成提供稳定的水分需求<sup>[16]</sup>。本研究结果表明, 施用保水剂较不施用保水剂显著促进了甜瓜各生育期蔓的伸长、茎的加粗和叶面积指数的增加, 甜瓜产量、水分利用效率分别显著提高了 7.6%、16.5%, 这与周萍等<sup>[16]</sup>、李慧昱<sup>[17]</sup>的研究结果一致, 可能是因为保水剂的施用在一定程度上提高了甜瓜根系土壤的含水量和改善了土壤结构, 改变了单位体积土壤中的水分的分配配置状况, 促进了甜瓜根系和地上部分的生长发育, 降低了干旱缺水生境下对甜瓜植株的干旱胁迫, 进而提高了甜瓜的产量。不同保水剂施用量处理下, 90 kg/hm<sup>2</sup> 处理的甜瓜各生育期的蔓长、茎粗均最高, 叶面积指数显著高于其他处理, 甜瓜产量和水分利用效率均最高, 较不施用保水剂分别显著提高了 11.1%、22.8%, 这与卫琦等<sup>[7]</sup>、周萍等<sup>[16]</sup>、单桂萍等<sup>[18]</sup>的研究结果较为一致, 可能原因是土壤水分状况随着保水剂施用量的增加呈递增趋势, 从而为甜瓜生长发育和产量形成提供了充足的水分保障。综合考虑甜瓜植株生长发育、产量及水分利用效率对施用保水剂的响应, 推广应用保水剂可以作为景电灌区抗旱节水的一种技术方案, 保水剂最佳施用量为 90 kg/hm<sup>2</sup>。

## 参考文献:

- [1] 寇燕燕, 史中兴, 刘 斌. 盐碱地原位工程化根治技术对土壤养分及甜瓜生长和产量的影响[J]. 中国瓜菜, 2022, 35(5): 57-61.
- [2] 刘金菊, 吴军霞, 魏 英, 等. 凹凸棒保水剂对马铃薯田土壤理化性质影响研究[J]. 甘肃农业科技, 2021, 52(7): 37-41.
- [3] 寇燕燕, 李 华, 刘 斌, 等. 保水剂在农业生产应用上的研究进展[J]. 南方农机, 2023, 54(18): 37-40.
- [4] 李 华, 闫沛玉, 刘 斌, 等. 保水剂对土壤性质及含水量的影响研究[J]. 农业与技术, 2023, 43(18): 19-21.
- [5] 任志宏. 保水剂施用技术对土壤减蒸促渗降盐机理研究[J]. 内蒙古水利, 2024(S2): 22-23.
- [6] 侯利园, 何 祥, 张生武, 等. 保水剂对风沙土保水特性的影响[J]. 中国水土保持科学(中英文), 2024, 22(5): 133-140.
- [7] 卫 琦, 李昕彤, 卢江海, 等. 保水剂对辣椒生长、产量及水分利用效率的影响[J]. 节水灌溉, 2022(5): 71-76; 82.
- [8] 穆俊祥, 曹兴明, 刘拴成. 保水剂和氮肥配施对马铃薯生长和水肥利用的影响[J]. 河南农业科学, 2016, 45(9): 35-40.
- [9] 赵 锋, 包奇军, 张华瑜, 等. 施用保水剂对于旱胁迫下大麦幼苗生长及光合特性的影响[J]. 寒旱农业科学, 2022, 1(3): 227-230.
- [10] 巴永娣, 张君芳. 保水剂对园林植物生长发育的影响[J]. 寒旱农业科学, 2025, 4(2): 134-139.
- [11] 闫文涛, 米兴旺, 李 波, 等. 不同保水剂对戈壁日光温室基质栽培番茄生长和产量及品质的影响[J]. 寒旱农业科学, 2024, 3(4): 342-348.
- [12] 高 齐, 盛阳阳, 赵志伟, 等. 不同类型保水剂对旱作谷子水分利用的影响[J]. 干旱区资源与环境, 2023, 37(9): 154-163.
- [13] 朱 琪, 史中兴, 寇燕燕, 等. 原位工程化根治技术和增施生物有机肥对盐碱地土壤酶活性及甜瓜产量、品质的影响[J]. 中国瓜菜, 2023, 36(3): 77-84.
- [14] 刘 斌, 魏 慧, 寇燕燕, 等. 灌溉制度对甜瓜/向日葵间作系统叶片水分状况和水分利用效率的影响[J]. 中国农学通报, 2022, 38(2): 19-25.
- [15] 董宛麟, 张立祯, 于 洋, 等. 向日葵和马铃薯间作模式的生产力及水分利用[J]. 农业工程学报, 2012, 28(18): 127-133.
- [16] 周 萍, 方 珂, 赵 楠, 等. 保水剂施用量对西南紫色土水分和养分特征及烟叶品质的影响[J]. 水土保持研究, 2024, 31(5): 53-63.
- [17] 李慧昱. 抗旱保水剂在辽西玉米上的应用效果研究[J]. 农业科技与装备, 2024(2): 12-13.
- [18] 单桂萍, 魏天宇, 单丽姣, 等. 不同用量保水剂对洼地及岭地小麦产量和效益的影响[J]. 中国农技推广, 2022, 38(3): 82-83.