

## 灌溉方式对樱桃番茄水分生理的影响

吴燕<sup>1</sup>, 梁银丽<sup>2\*</sup> (1. 新疆农业科学院, 新疆乌鲁木齐 830012; 2. 中国科学院水利部水土保持研究所, 陕西杨凌 712100)

**摘要** [目的]探索樱桃番茄对不同灌溉方式下水分生理的反应,为番茄栽培过程中合理用水提供理论依据。[方法]采用小区试验,研究了6种灌溉方式(I.常规沟灌;II.交替沟灌;III.固定灌溉种植行;IV.固定灌溉操作行;V.前期采用常规沟灌,结果期采用交替沟灌;VI.前期采用交替沟灌,结果期采用常规沟灌)对其生理、生态及水分生产率的影响。[结果]从结果期叶绿素相对含量来看,处理V<处理II<处理IV<处理I,达到极显著差异水平;其他处理之间不显著。处理VI整个结果期叶绿素相对含量变化起伏较平缓。处理VI的净光合速率与蒸腾速率提前于常规沟灌的峰值,分别为6.76、8.51 mmol/(m<sup>2</sup>·s)且大于对照值。从气孔导度日平均变化来看,处理VI>处理III>处理II差异显著。[结论]前期交替沟灌结果期常规沟灌处理的整个生育期叶绿素相对含量变化起伏较平缓,有利于光合作用的进行和光合产物的积累,有能力抵抗逆境胁迫的伤害,表现出一定的抗逆性,是一种好的节水灌溉方式,在以后的生产中可以加以推广应用。

**关键词** 樱桃番茄;灌溉方式;生理指标

中图分类号 S641.2 文献标识码 A 文章编号 0517-6611(2017)30-0051-04

## Effects of Irrigation Methods on Water Physiology of Cherry Tomato

WU Yan<sup>1</sup>, LIANG Yin-li<sup>2\*</sup> (1. Xinjiang Academy of Agricultural Sciences, Urumqi, Xinjiang 830012; 2. Institute of Soil and Water Conservation, Chinese Academic of Sciences and Ministry of Water Resource, Yangling, Shaanxi 712100)

**Abstract** [Objective] Water physiology of cherry tomato was explored under different irrigation methods in order to provide theory basis for reasonably using water in tomato planting. [Method] A plot experiment was carried out to study the effects of six different irrigation methods on physiological characters, ecology and water use efficiency of cherry tomato during fruit stage. Six irrigation methods were as followings: whole irrigation (I), alternative irrigation (II), growth row irrigation (III), operated row irrigation (IV), early whole irrigation and later alternative irrigation (V), early alternative irrigation and later whole irrigation (VI). [Result] During fruiting period, the order of chlorophyll relative content was as follows: treatment V < treatment II < treatment IV < treatment I, the difference of SPAD value among different treatments were significant, the difference of other differents was not significant. The SPAD value of treatment I was the highest and treatment VI changed more smoothly. The peak value of net photosynthetic rate and transpiration rate of treatment VI were 6.76 mmol/(m<sup>2</sup>·s), 8.51 mmol/(m<sup>2</sup>·s) higher than control. The order of stomata conductance of different treatment was as follows: treatment VI > treatment III > treatment II, difference of three treatments was not significant. [Conclusion] Early alternative irrigation and later whole irrigation not only have the ability to resist stress damage, but also showed some resistance, it is a good way of water-saving irrigation, can be applied in production in the future.

**Key words** Cherry tomato; Irrigation method; Physiological index

樱桃番茄 (*Lycopersicon esculentum* Mill var. *cerasiforme* Alef) 属普通番茄亚种的一个变种,起源于美洲安第斯山一带,其果实似樱桃,品质好,糖度及维生素 C 含量高于普通番茄,维生素 PP 的含量居果蔬之首。它是设施和露地春秋季节栽培的重要果菜类型之一,是农业生产上的大众蔬菜之一,是我国栽培面积较大的蔬菜之一。在樱桃番茄生产中,由于长期受高温、强光、干旱等环境因子的胁迫,番茄不能发挥应有的增产潜力,影响稳产与高产,最终导致产量较低,品质较差。樱桃番茄对水分较敏感,因体内水分状况不同,使机体的多种代谢活动发生改变;水分不足,在很大程度上影响樱桃番茄的需光特性,主要是叶片的净光合率( $P_n$ )降低,叶片的耐光性减弱,饱和光强下降。维护适宜的含水量,对提高光能利用率、维持较高的光合生产能力是非常重要的。蔬菜栽培过程中土壤水分的管理是蔬菜高产栽培的关键技术<sup>[1-2]</sup>,针对灌溉方式对作物生长发育影响的研究仅限于粮食作物<sup>[3-4]</sup>,灌溉方式对蔬菜生理特性的研究仅限于喷灌、渗灌、滴灌这几种技术含量高的灌溉方式<sup>[5-9]</sup>。有关番茄的

研究报道很多,但对多种地面局部灌溉方式的结合利用研究极少。为此,笔者研究了不同灌溉方式下樱桃番茄生长过程中的某些生理变化特点,旨在为樱桃番茄节水、优质、高效、高产的蔬菜栽培提供理论依据和科学的栽培技术。

## 1 材料与方法

**1.1 试验区概况** 试验在陕西杨凌西北农林科技大学水土保持研究所试验场日光温室中进行。温室顶部覆盖棚膜以隔离自然降雨。小区面积 24 m<sup>2</sup> (6 m × 4 m),相邻小区间用埋深为 60 cm 的隔水墙隔开,以防止水分侧渗。土壤容重 1.26 g/cm<sup>3</sup>,有机质 18.2 g/kg,碱解氮 85 mg/kg,速效磷 25.0 mg/kg,速效钾 216 mg/kg,pH 7.9。

**1.2 灌溉方式的设计** 试验共设 6 种灌溉方式,处理 I:常规沟灌,种植行和操作行同时灌溉。处理 II:交替沟灌,种植行和操作行交替灌溉。处理 III:固定沟灌种植行。处理 IV:固定沟灌操作行。处理 V:前期常规沟灌结果期交替沟灌。处理 VI:前期交替沟灌结果期常规沟灌。定植后浇稳苗水,4 月 30 日开始进行水分处理,处理 V、VI 改变灌溉方式的时间是 5 月 20 日,8 月 8 日试验结束。各处理仅灌溉方式不同,灌溉次数及各项管理措施均一致。

**1.3 栽培管理方法** 试验品种为千禧樱桃番茄,营养钵育苗。4 月 2 日按统一标准筛选叶龄为 4 叶的幼苗定植。每小区起 3 个宽度为 70 cm 的定植垄,每垄侧面留 50 cm 的操作行,每垄定植 2 行,行距 60 cm,株距为 50 cm。每小区施基

**基金项目** 中国科学院知识创新项目(KZCX2-XB2-05-01);国家科技支撑计划项目(2006BAD09B07);中国科学院安塞站和中国科学院水土保持研究所领域前沿资助项目(SW04302)。

**作者简介** 吴燕(1981—),女,新疆乌鲁木齐人,助理研究员,硕士,从事农业生态及作物生态生理研究。\* 通讯作者,研究员,博士生导师,从事作物生理生态研究。

**收稿日期** 2017-08-16

肥:按照 75 kg/hm<sup>2</sup> 计算,施入肥料 K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>、三料 P 肥和尿素复合肥;在定植前和结果初期每小区每种施肥 162 g。

**1.4 测定项目及方法** 光合特性的测定:采用美国 Li-Cor 公司生产的 Li-6400 光合测定系统测定樱桃番茄结果期(5月9日至8月7日)叶片净光合速率( $P_n$ )、叶片蒸腾速率、叶片水分利用率、叶片气孔导度及细胞间 CO<sub>2</sub> 浓度。每处理 3 株,测定部位为番茄倒数第 3~4 叶片。于 07:00—17:00 测定。

叶片生理指标的测定:用 BERC-502 型手持式叶绿素仪测定生育期番茄 SPAD 值。在樱桃番茄的结果初期(5月29日至6月22日)、结果中期(6月23日至7月9日)、结果末期(7月10日至8月7日)分别测定叶片保护酶的含量,每小区选 3 株,每株取 3 片成熟度一致的叶片。运用 Excel 及 SAS 6.0 软件分析处理试验数据。

## 2 结果与分析

**2.1 灌溉方式对樱桃番茄叶片叶绿素含量的影响** 叶绿素是光合作用的原料之一,叶片的叶绿素含量常作为一项指标来反映不利环境对作物产量的影响。

由表 1 可以看出,结果初期各处理叶绿素相对含量均低于对照,且处理 II 和处理 I(CK) 差异极显著,其他处理与 CK 差异不显著。随着生育期延长,结果盛期各处理叶绿素相对含量降低幅度加大,处理 VI 下降缓慢且比 CK 提高了 0.9%;处理 VI > 处理 I > 处理 V, 差异极显著。结果盛期叶绿素相对含量降低,可能原因是随着植物体内水分的降低,叶片中氮素向果实中转移,造成含氮量下降,叶片变薄,单位叶面积的全氮含量相对降低,而氮素又是叶绿素分子的组成成分,植株叶色表现为由浓绿色变为浅绿色。结果末期处理 IV < 处理 V < 处理 III, 3 个处理与 CK 差异极显著,且处理 III、处理 IV 叶绿素含量持续下降,分别比处理 I 降低了 11% 和 13%;其他处理均有升高且小于对照。说明处理 VI、处理 II、处理 V 随着果实的成熟,叶片仍有较强的叶绿素合成能力。

从整个结果期平均值看,叶绿素相对含量处理 V < 处理 II < 处理 IV < 处理 I, 与 CK 差异达到极显著;其他处理差异不显著。结果表明,处理 VI 整个结果期叶绿素相对含量变化起伏平缓,说明这种灌溉方式下水分供应充足有利于叶绿素形成,对叶绿素含量的合成和分解影响不大。

表 1 灌溉方式对樱桃番茄叶片 SPAD 值的影响

Table 1 Effect of irrigation methods on SPAD of cherry tomato's leaves

处理 Treatment	叶绿素相对含量 Chlorophyll content index//%			
	结果初期 Beginning fruit	结果盛期 Middle fruit	结果末期 Later fruit	全结果期 Whole fruit
I(CK)	62.6 A	55.9 AB	59.9 A	59.6 A
II	57.8 B	53.2 AB	56.7 AB	55.2 B
III	59.7 AB	53.9 AB	53.2 B	56.8 AB
IV	59.0 AB	54.8 AB	52.2 B	56.5 B
V	58.2 AB	51.0 B	52.5 B	55.0 B
VI	58.1 AB	56.4 A	57.8 AB	57.1 AB

注:同列不同大写字母表示差异达 0.01 的显著水平

Note: Different capital letters stand for significant differences at 0.01 level

**2.2 灌溉方式对樱桃番茄光合特性的影响** 叶片净光合速率是衡量植物叶片光合特性最重要的指标之一。净光合速率是许多因素共同作用的结果<sup>[12]</sup>。植物的光合作用本身对水分的需求并不多,但水分供应的多少会影响其他物质代谢和气体交换,这些会直接或者间接影响光合作用。

从表 2 可以看出,结果初期处理 I、II、VI 净光合速率显著高于处理 III、IV。在结果初期,交替隔沟灌溉可以满足植株根系生长发育的需水要求,植株本身的光合能力不受抑制。固定灌溉种植行或操作行时,部分土体长期供水不足,植株的生长发育收到抑制,进而影响到樱桃番茄的净光合速率。结果盛期及末期的净光合速率,处理 VI > 处理 I 且显著高于其他处理,差异显著。结果盛期植株需水强度高,交替灌溉与固定灌溉种植行或操作行已经不能满足樱桃番茄地上部对水分的需求,因此光合能力受到进一步抑制。

作物蒸腾耗水受土壤水分供应状况、作物生理需水特性和气候条件等多种因素的影响。从表 2 可知,不同生育期相同灌溉处理下的蒸腾速率变化表现出先缓慢上升再缓慢下降的趋势,比光合速率变化规律明显。结果初期各处理蒸腾速率的差异明显,处理 V > 处理 III > 处理 VI > 处理 I(CK),表

明此阶段植株蒸腾速率的主要影响因子是太阳辐射,水分胁迫造成的影响没有得到充分体现。结果盛期及结果末期的蒸腾速率,处理 VI > 处理 I, 显著高于其余 4 种处理,水分胁迫导致叶片蒸腾速率下降。

气孔是植物蒸腾过程中水汽的主要出口,也是光合作用吸收空气中 CO<sub>2</sub> 的主要进口。气孔开闭可以控制水分的蒸腾和植物的光合作用。气孔的运动状况一定程度反映了植物体内的代谢情况,是植物的重要抗旱特征<sup>[13]</sup>。

从表 2 可以看出,结果初期,处理 II、VI 的气孔导度显著高于对照,说明水分含量适中时有利于提高气孔导度。结果盛期、末期的气孔导度,处理 VI 与处理 I 差异不显著,与其他差异显著。这反映出固定灌溉种植行或操作行、交替隔沟灌溉在结果后期不能满足植株地上部分需水要求,水分胁迫进一步加剧,此阶段充分供水十分关键。

## 2.3 灌溉方式对樱桃番茄光合特性日变化规律的影响

**2.3.1 灌溉方式对樱桃番茄净光合速率日变化规律的影响** (测定时间为 6 月 2 日)。从图 1 可以看出,不同灌溉处理的樱桃番茄均表现为上午光合速率逐渐升高,在 12:00 左右达到一天中最大值,到中午后急速下降。结果期番茄叶片净光

合速率日变化:除了处理VI是双峰曲线,中午有明显的“午休”现象,其他处理为单峰曲线。处理VI第一峰值出现在11:30左右,为 $24.10 \mu\text{mol}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$ ,大于对照且比CK提前1 h;午休时间短暂,第二峰值出现在13:30—14:00,为 $21.90 \mu\text{mol}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$ 。其他处理均呈现单峰曲线,在12:30左右净光合速率达到峰值,且处理II > 处理I(CK) > 处理IV > 处理III,即有交替沟灌的灌溉方式光合速率峰值

$25.40 \mu\text{mol}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$ 大于对照 $23.93 \mu\text{mol}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$ ;处理V的峰值在13:30出现,为 $23.90 \mu\text{mol}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$ 大于对照。各处理峰值出现以后光合速率下降较迅速,仅处理VI净光合速率下降幅度小。一般认为作物在水分胁迫下光合受抑,是由于气孔关闭, $\text{CO}_2$ 进入受阻所致。说明在中午和下午高温时段,处理VI有利于减轻“午休”的影响,而且不影响根系的吸水还可以提高下午樱桃番茄叶片的光合速率。

表2 灌溉方式对樱桃番茄光合特性的影响

Table 2 Effects of irrigation methods on cherry tomato photosynthetic characteristics

处理 Treatment	结果初期 Early fruiting			结果盛期 Full fruiting			结果末期 Late fruiting		
	净光合 速率 $P_n$ $\mu\text{mol}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$	蒸腾速 率 $T_r$ $\text{mmol}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$	气孔导 度 Cond $\text{mmol}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$	净光合 速率 $P_n$ $\mu\text{mol}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$	蒸腾速 率 $T_r$ $\text{mmol}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$	气孔导 度 Cond $\text{mmol}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$	净光合 速率 $P_n$ $\mu\text{mol}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$	蒸腾速 率 $T_r$ $\text{mmol}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$	气孔导 度 Cond $\text{mmol}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$
I	14.64 A	2.32 B	321 B	15.96 A	3.27 A	424 A	13.91 A	2.44 B	342 A
II	14.59 A	2.30 B	341 A	13.72 B	2.86 B	384 B	11.83 B	2.02 C	288 B
III	13.12 C	2.41 A	298 B	13.30 B	2.98 B	371 B	12.37 B	2.14 C	269 B
IV	13.01 C	2.22 B	303 B	13.18 B	2.85 B	376 B	12.26 B	2.01 C	274 B
V	14.32 B	2.43 A	312 B	14.52 B	3.00 B	385 B	12.57 B	2.17 C	303 B
VI	14.48 A	2.38 A	343 A	16.00 A	3.64 A	446 A	13.95 A	2.82 A	334 A

注:同列不同大写字母表示差异达0.01的显著水平

Note: Different capital letters stand for significant differences at 0.01 level

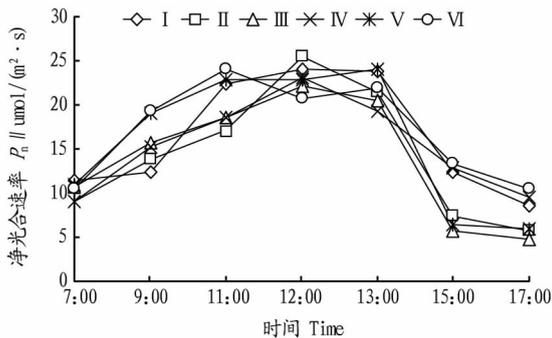


图1 灌溉方式对樱桃番茄叶片净光合速率日变化的影响

Fig. 1 Effect of irrigation methods on diurnal variation of net photosynthetic rate of cherry tomato leaves

2.3.2 灌溉方式对叶片蒸腾速率日变化规律的影响。从图2可知,处理VI的蒸腾速率为双峰曲线,处理VI的第一峰值在11:30左右出现;第二峰值在13:30,两峰值分别为 $6.76$ 、 $8.51 \text{mmol}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$ 。处理II比处理VI的第二峰值提前1 h,且蒸腾速率大于对照值 $13.13 \text{mmol}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$ ,处理III的第一峰值在11:30出现,第二峰值在13:30。处理V > 处理I > 处理IV为单峰曲线,处理V、处理I的峰值出现在13:30,处理IV在11:30;而下午的蒸腾速率处理VI < CK,但比较高,说明处理VI这种灌溉方式下,充分的水分供应可以促进番茄的蒸腾耗水。但不如光合速率那么明显,这可能是因为在灌溉方式下,番茄叶片气孔的调节作用,叶片的蒸腾速率已严重地受到了影响,而净光合速率由于受气孔因素影响的程度较蒸腾速率小得多的缘故。

可见,前期交替沟灌结果期常规沟灌处理的净光合速率和蒸腾速率日变化的第一峰值出现的时间明显提前于常规沟灌的峰值。

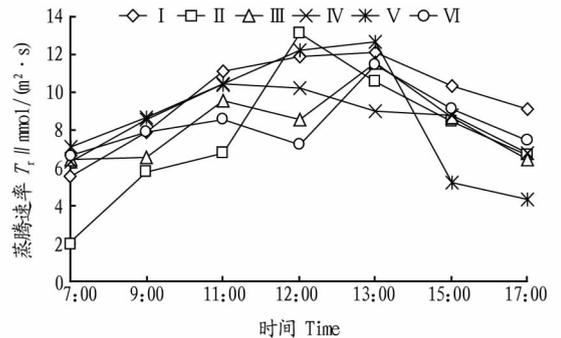


图2 灌溉方式对樱桃番茄叶片蒸腾速率日变化的影响

Fig. 2 Effect of irrigation methods on diurnal variation of transpiration rate of cherry tomato leaves

2.3.3 灌溉方式对樱桃番茄叶片气孔导度日变化的影响。气孔的运动状况一定程度反映了植物体内的代谢情况,而它反映的灵敏度也是植物的一个重要抗旱特征<sup>[13]</sup>。

从图3可知,处理VI的叶片气孔导度日变化为双曲线,第一峰值在11:30前后出现,为 $0.331 \text{mmol}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$ ,第二峰值在13:30出现,为 $0.29 \text{mmol}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$ ;其他处理为单峰曲线。处理III、处理IV的峰值在11:30前后出现,处理II峰值 $0.37 \text{mmol}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$ 比处理I推迟1 h,而处理V推迟2 h,峰值在13:30左右出现。从整日平均变化来看:处理VI > 处理III > 处理II,虽没有处理I的气孔导度大,但与处理I差异显著。

2.3.4 灌溉方式对樱桃番茄叶片胞间 $\text{CO}_2$ 浓度日变化的影响。从图4可知,各处理胞间 $\text{CO}_2$ 浓度为单峰曲线,在12:30前后达其谷值,且胞间 $\text{CO}_2$ 浓度值都小于对照;处理III胞间 $\text{CO}_2$ 浓度推后1 h出现谷值。

### 3 结论

结果初期各处理叶绿素相对含量均低于对照,且处理II

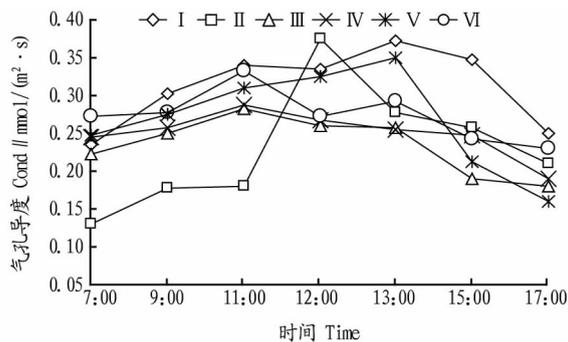


图3 灌溉方式对樱桃番茄叶片气孔导度日变化的影响

Fig. 3 Effect of irrigation methods on diurnal variation of stomatal conductance of cherry tomato leaves

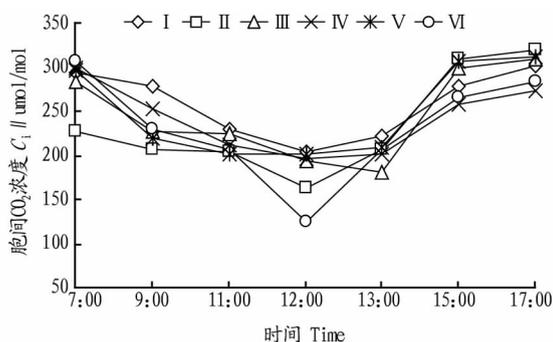


图4 灌溉方式对樱桃番茄叶片细胞间 CO<sub>2</sub> 浓度日变化的影响

Fig. 4 Effect of irrigation methods on diurnal variation of C<sub>i</sub> of cherry tomato leaves

和处理 I 差异极显著,其他差异不显著。结果中期处理 VI > 处理 I > 处理 V, 差异极显著,处理 VI 比 CK(处理 I)提高了 0.9%,其他差异不显著。结果末期处理 IV < 处理 V < 处理 III 与处理 I 差异极显著,且处理 IV 比处理 I 降低了 13%。从整个结果期来看,处理 V < 处理 II < 处理 IV < 处理 I, 达到极显著差异水平。在整个结果期,处理 VI 叶绿素相对含量变化起伏平缓。

处理 VI 的净光合速率与蒸腾速率第一峰值在 11:30 左右出现,第一峰值出现的时间明显提前于常规沟灌的峰值,大于对照值,分别为 6.76、8.51 mmol/(m<sup>2</sup>·s)。从气孔导度日平均变化来看:处理 VI > 处理 III > 处理 II;虽没有处理 I 的气孔导度大,但与处理 I 差异显著。说明前期交替灌溉结果期常规灌溉条件下,植株生长发育过程中的需水要求得到很好的满足,受到水分胁迫程度较轻。

## 4 讨论

各处理 P<sub>n</sub> 主要受气孔变化限制,可见气孔限制是影响其变化的主要因素;在午间表现出气孔之外即叶肉因素对 P<sub>n</sub> 的限制,在土壤水分含量较低的情况下,叶片的气孔开度将减小,降低叶片的蒸腾速率和气孔导度,从而降低植株体对水分的消耗。处理 VI 因水分状况得到改善,温度降低,光照减弱,叶肉光合活性得到恢复。植株的生长也比较旺盛,所以净光合速率、蒸腾速率、气孔导度都相应地增加。番茄的需水规律表现为前期小、盛期大、后期小,需水高峰出现在结果盛期。结果盛期植株迅速长大,生长状况逐渐由营养生长、生殖生长并进转变为以生殖生长为主,果实大量成熟,需水量最大;结果后期植株体逐渐转向衰老,内部生理活动亦减缓,需水强度不断下降。

如何调整灌溉方式克服樱桃番茄生产过程中水分胁迫进而提高樱桃番茄的品质与产量值得深入研究。需进一步研究地上部冠层温湿度、土壤微生物及其环境变化对灌溉方式的响应,探讨灌溉方式对土传病虫害防治的作用,进一步明确前期交替沟灌、结果期常规沟灌对商品价值提高的作用。以优化传统灌溉方式,建立高产、高效、适用的节水灌溉方法。

## 参考文献

- [1] 中国园艺学会. 全国保护地蔬菜栽培学术讨论会纪要[R]. 青岛:中国园艺学会,1996.
- [2] 葛晓光. 我国蔬菜日光温室产业的现状与升级问题的探讨(一):我国蔬菜日光温室发展与存在的问题[J]. 农村实用工程技术(温室园艺) 2005(8):4-5.
- [3] 李天来. 我国日光温室产业发展现状与前景[J]. 沈阳农业大学学报, 2005,36(2):131-138.
- [4] 李曙轩. 蔬菜栽培生理[M]. 上海:上海科技出版社,1979.
- [5] 解淑贞. 蔬菜和瓜类生理[M]. 郑光华,译. 北京:农业出版社,1982:329-333.
- [6] 张学,王宝英. 农田灌水定额的确定[J]. 西北水资源与水利工程,1994(4):18-24.
- [7] 全国农业技术推广总站. 蔬菜节水灌溉技术[M]. 北京:中国农业出版社,1992:1-20.
- [8] 高翔,齐新丹,李骅. 我国设施农业的现状与发展对策分析[J]. 安徽农业科学,2007,35(11):3453-3454.
- [9] 毛罕平. 设施农业的现状与发展[J]. 农业装备技术,2007,33(5):4-9.
- [10] 古文海,陈建. 设施农业的现状分析及展望[J]. 农机化研究,2004(1):46-47.
- [11] 高俊凤. 植物生理学实验技术[M]. 西安:西安地图出版社,2000.
- [12] 张显川,高照全,舒先迁,等. 苹果开心形树冠不同部位光合与蒸腾能力的研究[J]. 园艺学报,2005,32(6):975-979.
- [13] 田永超,朱艳,姚霞,等. 水稻叶片气孔导度与冠层反射光谱的定量关系分析[J]. 植物生态学报,2006,30(2):261-267.

## 科技论文写作规范——数字

公历世纪、年代、年、月、日、时刻和各种计数和计量,均用阿拉伯数字。年份不能简写,如 1990 年不能写成 90 年,文中避免出现“去年”“今年”等写法。小于 1 的小数点前的零不能省略,如 0.2456 不能写成 .2456。小数点前或后超过 4 位数(含 4 位数),从小数点向左右每 3 位空半格,不用“,”隔开。如 18 072. 235 71。尾数多的数字(5 位以上)和小数点后位数多的小数,宜采用 ×10<sup>n</sup> (n 为正负整数)的写法。数字应正确地写出有效数字,任何一个数字,只允许最后一位存在误差。