

DOI:10.11937/bfyy.201520008

灌水量对避雨栽培番茄光合作用和产量的影响

张泽锦^{1,2}, 唐丽^{1,2}, 李跃建², 吴传秀³

(1. 四川省农业科学院 园艺研究所,蔬菜种质与品种创新四川省重点实验室,四川 成都 610066;2. 农业部西南地区园艺作物生物学与种质创制重点实验室,四川 成都 610066;3. 四川省园艺作物技术推广总站,四川 成都 610041)

摘 要:以“金石王子”番茄品种为试验材料,在四川春种栽培期间,采用避雨栽培方法,探讨了灌水量对番茄光合特性和产量的影响。结果表明:不同的灌水量对番茄光合参数、叶面积及产量有显著影响,在 55%~85%的土壤含水量的避雨栽培中,随着灌水量的增加,番茄光合气体交换参数(光合速率、蒸腾速率)和叶面积均呈现增加的趋势,但叶片叶绿素含量无显著差异,光合速率、单叶面积与产量有显著的正相关性。

关键词:番茄;灌水量;光合作用;产量

中图分类号:S 641.207⁺.1 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2015)20-0034-04

植物生长的物质基础来自光合作用合成的碳水化合物,植物光合效率与植株生物量积累有着密切的联系。对于植物的光合作用来说,水是光合作用过程中的电子供体,水分胁迫会对植物造成气孔抑制和以伤害光合作用中 PSII 和 PSI 的生化反应的非气孔抑制。合理的灌水量不仅会提高作物产量和品质,还能提高水分利用率。在我国南方地区雨季主要集中在 5—10 月,且比北方雨季开始得早,结束得晚,具有雨季长,空气湿度大等气候特征。因此,为了达到优质高产目的,南方地区春种番茄往往采用避雨栽培模式。番茄的避雨栽培技术已有较多报道^[1-3],但番茄避雨栽培中不同灌水量对光合作用和产量的影响鲜有报道。因此,该试验通过探讨 4 个灌水量对番茄光合作用和产量的影响,旨在为番茄避雨栽培的水分管理控制,避免干旱胁迫提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料

以商品番茄(*Lycopersicon esculentum* L.)品种“金石王子”为供试材料。于 2013 年 12 月 20 日播种,塑料大棚中育苗,2014 年 2 月 23 日当幼苗长至 3 片真叶时,选整齐一致的幼苗定植于四川省农业科学院新都现代示范园避雨栽培棚内。土壤为沙壤土,前作黄瓜,种植带银黑双色膜全覆盖。定植前 10 d 足墒覆膜,定植后浇定根水,番茄植株定植成活后开始不同灌水量处理。灌水量用水表计量,其它田间管理措施按常规管理。

1.2 试验方法

试验选取土壤含水量 55%~85%作为水分控制的指标,共设置 4 个处理,试验处理设置如表 1。4 个处理随机排列,每处理重复 3 次,小区面积 28.5 m²,规格 1.5 m×

表 1

土壤含水量试验

%

试验处理	苗期 (02-23 至 04-16)	开花坐果期 (04-16 至 05-20)	盛果期 (05-20 至 06-27)	采收末期 (06-27 至 07-28)
T1	55~60	65~75	65~70	55~65
T2	60~65	70~75	65~75	60~65
T3	65~70	70~80	70~75	65~70
T4	70~75	75~85	75~80	65~75

第一作者简介:张泽锦(1984-),男,四川成都人,博士,助理研究员,现主要从事设施栽培及植物环境生理等研究工作。E-mail:zejinzhang@hotmail.com.

收稿日期:2015-05-19

4.5 m 种植双行,每个小区种植 84 株番茄。

土壤含水量的变化用水分传感器(SIN-TH8,杭州联测.中国),对土表下 20 cm 土层进行测定,当测得的值达到设定的土壤水分下限时即对该小区进行灌水,达到设置上限时停止灌溉。

1.3 项目测定

1.3.1 番茄叶片光合参数测定 于盛果期(顶部第5层花开始坐果,底部番茄开始进入膨大期)对番茄叶片光合特性选择晴天进行测定。番茄叶片光合速率测定用便携式光合作用测量系统(LI-6400,LI-COR公司,美国),在9:30—11:30对试验区内选取的10株番茄,测定第4~5穗间的叶片的光合速率、气孔导度、胞间CO₂浓度和蒸腾速率。选择标准光源叶室(6400-02B),叶室内测量条件均设定为:光照强度设为800 $\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$;CO₂浓度控制为400 $\mu\text{mol}/\text{mol}$;叶室温度设为25℃;气流速度设定为500 $\mu\text{mol}/\text{s}$ 。

1.3.2 叶片叶绿素含量及叶面积测定 选取第4~5穗间的番茄叶片参照杨劲峰等^[4]方法进行叶面积测量,叶片叶绿素含量采用丙酮法进行测定。

1.3.3 番茄产量测定 果实采收时以各小区分别计产,各处理重复产量汇总,折算667 m²产量。

1.4 数据分析

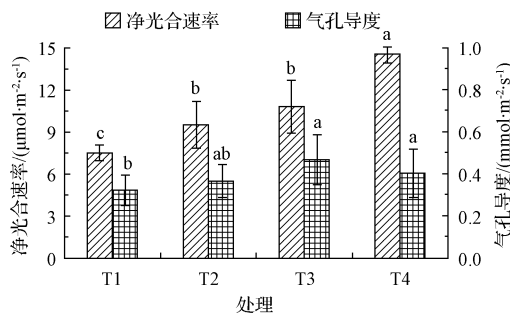
试验数据的处理及分析利用Excel 2010和SPSS

18.0软件完成。分别对各试验区的试验数据进行单因素方差分析,在0.05的显著性水平下利用LSD法进行多重比较。

2 结果与分析

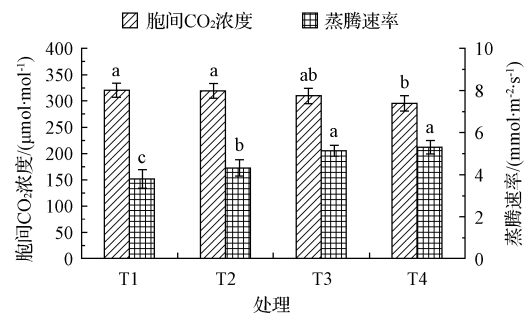
2.1 不同水分灌溉量对番茄光合参数的影响

由图1可知,随着灌溉量的增大,盛果期番茄光合速率呈逐渐上升趋势,T4处理光合速率最大为(14.6±0.7) $\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$,显著高于其它3个处理;T1处理光合速率仅有(7.5±0.6) $\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$,为T4处理的51.4%;T3和T2处理之间无显著差异。4个处理中T1的气孔导度最低,为(0.32±0.07) $\text{mmol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$,比最高T3处理减少了31.9%。胞间CO₂浓度随着灌溉量的增加而逐渐减小,T1胞间CO₂浓度比T4处理高出8%;蒸腾速率随着灌溉量的增加也随之增加,T4处理的蒸腾速率为(5.3±0.3) $\text{mmol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$,比T1处理高出39.5%。



注:字母不同表示有显著差异 $P < 0.05$,下同。

图1 不同水分灌溉量对番茄光合参数的影响



2.2 不同水分灌溉量对叶绿素含量和叶面积的影响

灌水量的增加会导致番茄单叶中的小叶片数增加,T4处理单叶小叶片数为(36±3)片;小叶面积T3处理最大,为(43.6±4.4) cm²,比T2和T1增加16.9%和21.1%。T4处理番茄单叶面积最大(1470.1±268.9) cm²,T1处理单叶面积最小(1141.4±48.1) cm²,为T4处理的77.6%。灌水量的增加会导致番茄叶片小叶数和小叶面积的增加,最终导致单叶面积的增加(表2)。不同灌水量处理番茄叶片叶绿素a、b及a/b值均无显著差异(表3)。由此可知,叶面积增大,接受光照的面积增加,在相同条件下碳同化量相应增加。

表2 不同灌水处理番茄叶面积

处理	小叶数/片	小叶面积/cm ²	单叶面积/cm ²
T1	31±2bc	36.0±2.6b	1141.4±48.1c
T2	33±2ab	37.3±0.7b	1240.6±68.9b
T3	29±2c	43.6±4.4a	1260.8±108.9b
T4	36±3a	43.5±1.3a	1470.1±268.9a
ANOVA	*	*	*

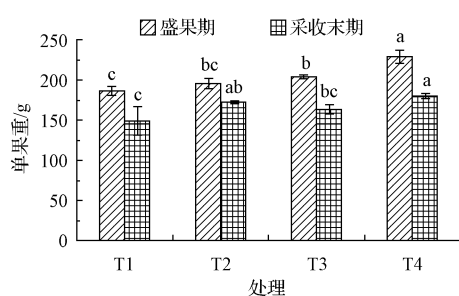
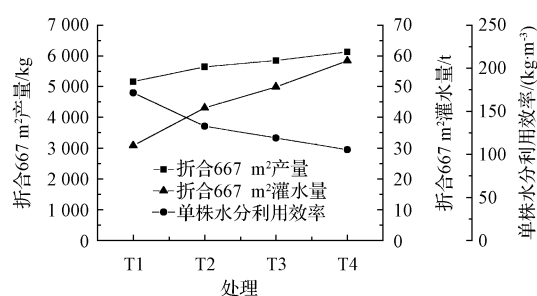
注:表中所列数值为平均值±标准差;*表示无显著差异($P > 0.05$)。下同。

表3 不同水分灌溉量对番茄叶片叶绿素含量的影响

处理	叶绿素a /(mg·g ⁻¹)	叶绿素b /(mg·g ⁻¹)	总叶绿素 /(mg·g ⁻¹)	叶绿素 a/b
T1	1.19±0.01	0.98±0.06	2.17±0.07	1.21±0.07
T2	1.17±0.02	0.87±0.07	2.04±0.09	1.34±0.10
T3	1.17±0.02	0.88±0.09	2.05±0.11	1.34±0.11
T4	1.17±0.02	0.90±0.09	2.06±0.11	1.31±0.11
ANOVA	*	*	*	*

2.3 不同水分灌溉量对番茄产量的影响

由图2可知,盛果期和采收末期,T4处理番茄的单果重最大,分别为(229.2±8.1) g和(180.2±3.0) g,显著高于其它处理的单果重,T1处理单果重最小,分别为(186.7±5.6) g和(149.2±17.7) g,为T4的81.5%和82.8%,从整个栽培期间的小区产量可以看出,T4处理处理的折算667 m²产量最大,为6132 kg,T1处理最小,仅有5165 kg,为T4处理的84.2%。T1处理单株水分利用效率最高,为171.4 kg/m³,比T4处理提高了62.8%。由

图2 不同水分灌溉量对番茄单果重、667 m²产量及单株水分利用效率的影响

由此可见,随着灌水量的增多,单果重和产量呈现上升趋势;单果重的增加可能是导致产量增加的主要原因。

2.4 不同滴灌条件下番茄光合速率、叶面积与产量的相关性

为进一步探讨不同灌水量下番茄光合特性对番茄产量的影响,对不同滴灌条件下番茄产量与叶片光合速率和单叶面积进行相关性分析(表4)。从回归方程可以看出,番茄叶片光合速率和单叶面积与产量之间存在极显著相关关系,相关指数(R^2)较高,光合速率为0.903,单叶面积为0.846,表明在不同膜滴灌量下叶片光合作用对番茄产量产生了显著影响。从相关指数看,光合速率与番茄产量相关性最高。

表4 番茄叶片光合速率(x_1)、单叶面积(x_2)与番茄折算667 m²产量(y)的关系

测定指标	回归方程	R^2
光合速率	$y_1 = 129.93x_1 + 4\ 318.6$	0.903
单叶面积	$y_2 = 2.714\ 3x_2 + 2\ 229.3$	0.846

3 讨论与结论

水是植物光合作用的重要原料,直接参与光合作用。水分亏缺对植物光合作用有着不利影响,主要不是作为原料的水缺乏,而是由于植物体内合适的水环境被破坏^[5]。大量研究表明,随着土壤水分的减少,植物叶片的光合速率和蒸腾速率下降,而植株水分利用效率在一定范围内却升高^[6-8]。该研究也表明,灌水量较少的T1光合速率和蒸腾速率在4个处理中最低,单株水分利用效率最高。虽然T1处理的气孔导度和光合速率在4个处理中最低,而胞间CO₂浓度却最高,说明在该生长环境中光合速率降低主要由非气孔因素引起,较低的灌水量导致了番茄叶肉细胞光合活性比其它处理有所降低。作物叶面积决定着冠层对光的截获能力,从而影响光合、蒸腾及最终产量。水分胁迫使叶片扩展受到抑制,从而影响总叶面积^[9],缩减叶面积这也是植物适应干旱或水分亏缺环境的一种本能反应。较低的灌水量T1处理致使番茄小叶数和小叶面积均减少,从而导致单叶面积减少,番茄植株光的截获面积减少。光合能力

的强弱不仅反映出作物本身的生长发育水平,而且直接关系到其产品的产量与品质^[10]。光合能力强的T4处理在采收盛期和采收末期单果重最大,折算667 m²产量最高,这与李昭楠等^[11]在葡萄上的研究结果一致。

综上所述,番茄在避雨栽培过程中,植物叶片的光合能力会对番茄产量产生较大影响。在该试验条件下,主要是番茄叶肉细胞光合活性下降和叶面积减少两方面影响其光合能力,最终影响产量。因此,番茄栽培过程中的水管理在55%~85%的土壤湿度范围内适当增加灌水量会提高番茄的光合能力,达到增产目的,研究中T4处理水分管理模式下的番茄光合能力和产量最优。

参考文献

- [1] 朱昌锋,董春平,李红,等. 避雨栽培对番茄产量及品质的影响[J]. 南方农业,2014,8(12):10-11,13.
- [2] 曹玉兰. 进口番茄越夏避雨栽培技术[J]. 长江蔬菜,2014(15):39-42.
- [3] 唐丽,王海娥,李小玲,等. 避雨栽培对番茄生长微环境及病害发生的影响[J]. 西南农业学报,2012,25(6):2021-2025.
- [4] 杨劲峰,陈清,韩晓日,等. 数字图像处理技术在蔬菜叶面积测量中的应用[J]. 农业工程学报,2002,18(4):155-158.
- [5] 徐大全. 光合作用学[M]. 北京:科学出版社,2013:222.
- [6] DICKMANN D I, LIU Z, NGUYEN P V, et al. Photosynthesis, water relations and growth of two hybrid Populus genotypes during a severe drought[J]. Canadian Journal of Forest Research, 1992, 22(8):1094-1106.
- [7] SMIT J, VANDEN D, RIESSCHE R. Root growth and water use efficiency of Douglas-fir (*Pseudotsugamenziesi* (Mirb.) Franco) and lodgepole pine (*Pinus contorta* Dougl.) seedlings[J]. Tree Physiology, 1993, 11(4):401-410.
- [8] HEITHOLT J J. Water use efficiency and dry matter distribution in nitrogen- and water-stressed winter wheat[J]. Agronomy Journal, 1989, 81(3):464-469.
- [9] RANDALL H C, SINCLAIR T R. Sensitivity of soybean leaf development to water deficits[J]. Plant Cell Environ, 1988, 11(9):835-839.
- [10] FEKADU Y, TESHOME T. Effect of drip and furrow irrigation and plant spacing on yield of tomato at Dire Dawa Ethiopia[J]. Agricultural Water Management, 1998, 35(3):201-207.
- [11] 李昭楠,李唯,刘继亮,等. 不同滴灌水量对干旱荒漠区酿酒葡萄光合及产量的影响[J]. 中国生态农业学报,2011,19(6):1324-1329.

洋葱发权与未发权植株和土壤相关营养元素分析

段永华¹, 吕艳玲¹, 沐 婵¹, 杨绍聪¹, 邱玉美², 张 钟¹

(1. 云南省玉溪市农业科学院, 云南 玉溪 653100; 2. 玉溪市农产品质量安全检验检测中心, 云南 玉溪 653100)

摘 要:针对玉溪市江川县普通红皮洋葱生产上发生的发权分球现象,以根际土壤及植株各部位器官为研究对象,采用对比法探讨了洋葱分球植株与正常株及其相应的根际土壤的相关营养元素含量状况。结果表明:洋葱发生发权分球后,不但外部表现出发权、分球等典型特征,而且内部相关营养元素也发生了明显的变化。洋葱分球株各部位的 P 元素的含量均明显高于正常株,而 N、K 元素的含量分球株均低于正常株,从而导致 P/N、P/K 值过高,N、P、K 的比例不协调,同时 Ca、Mg、Zn 元素吸收量过高(主要富集于洋葱鳞茎和根中),而 Mn 元素含量太低也是导致洋葱分球发生的一个重要原因。

关键词:洋葱分球;植株和土壤;营养元素;对比分析

中图分类号:S 633.2 **文献标识码:**B **文章编号:**1001-0009(2015)20-0037-04

洋葱属百合科葱属 2 年生草本植物,又名球葱、圆葱、玉葱、葱头、荷兰葱,鳞茎营养丰富,风味独特,被誉为“蔬菜皇后”。由于云南洋葱具有早熟、高效等优势,近年来,洋葱也成为云南省主栽蔬菜之一,种植面积不断

扩大,产品远销全国各地,已成为种植区农民增收的主要来源之一。在洋葱的种植过程中,一般情况下,1 株结 1 个葱球,但由于种植户施肥和管理措施不当,洋葱苗可能出现徒长、分蘖和分权现象,最终,形成 2~4 个较小的洋葱,降低商品率,不利于洋葱产业的可持续发展,为此,课题组于 2012 年 2 月,采用对比分析法探讨了洋葱分球与未分球植株和土壤的相关营养元素含量关系,以期在生产上有效控制洋葱分球技术提供一定的参考依据。

第一作者简介:段永华(1977-),男,云南江川人,硕士,高级农艺师,现主要从事农业技术开发和推广等工作。E-mail:1670598955@qq.com.

收稿日期:2015-06-04

Effect of Drip Irrigation Quantity on Leaves Photosynthesis and Yield of Tomato Under Sheltered Cultivation

ZHANG Zejin^{1,2}, TANG Li^{1,2}, LI Yuejian², WU Chuanxiu³

(1. Horticulture Research Institute, Sichuan Academy of Agricultural Sciences, Vegetable Germplasm Innovation and Variety Improvement Key Laboratory of Sichuan Province, Chengdu, Sichuan 610066; 2. Key Laboratory of Horticultural Crop Biology and Germplasm Enhancement in Southwest, Ministry of Agriculture, Chengdu, Sichuan 610066; 3. Sichuan Horticultural Crop Technology Promotion Station, Chengdu, Sichuan 610041)

Abstract: ‘Jinshiwangzi’ tomato variety was planted in the soil during spring cultivation season under sheltered cultivation. This paper studied the effect of drip irrigation quantity on leaves photosynthesis and yield of tomato. The results showed that the irrigation quantity had significant effect on photosynthetic parameters, leaf area and yield of tomato. With irrigation quantity increasing, the photosynthetic parameters (photosynthesis rate and transpiration rate) and leaf area increased in the range of 55%—85% soil volumetric water content. However, there was no significant difference in the chlorophyll content of tomato leaves among four experimental treatments. The variational tendency of photosynthesis rate, leaf areas and yield was positive correlation.

Keywords: tomato; irrigation quantity; photosynthesis; yield