

滴灌条件下不同供水方式对日光温室桃树耗水量、产量和水分利用效率的影响

贾永国¹, 张双宝¹, 徐淑贞¹, 郭 贤¹, 王淑芬²

(1. 河北省水利技术试验推广中心, 河北 石家庄 050061; 2. 河北省农林科学院滨海农业研究所, 河北 唐海 063200)

摘要:对滴灌条件下, 不同供水方式对温室桃树耗水量、产量及水分利用效率的影响进行了系统研究, 结果表明, 随着灌水次数和灌水量的增加, 滴灌温室桃树各物候期阶段耗水量呈增加趋势; 在整个年生长周期中, 各处理土壤水分消耗的变化均呈双峰曲线, 需水高峰期分别出现在花芽分化期和果实发育期; 在各灌水处理中, T4 处理产量和水分利用效率最高, 分别达 41 521.5 kg/hm²和 54.46 kg/(mm·hm²); 日光温室桃树耗水量与产量、水分利用效率间均呈二次曲线关系, 经相关性分析, 相关系数分别为 0.894 9, 0.915 3, 达 0.01 极显著相关水平。

关键词: 温室桃树; 滴灌; 耗水; 产量; 水分利用效率

中图分类号: S662.1 文献标识码: A 文章编号: 1000-7091(2007)01-0111-04

Effects on Water Consumption, Yield and WUE for the Peach in Greenhouse Under the Drip Irrigation Conditions

JIA Yong-guo¹, ZHANG Shuang-bao¹, XU Shu-zhen¹, GUO Xian¹, WANG Shu-fen²

(1. Hebei Experimental and Extension center of Hydratechnics, Shijiazhuang 050061, China; 2. Institute of Seashore Agriculture, Hebei Academy of Agriculture and Forestry Sciences, Tanghai 063200, China)

Abstract: The water consumption, yield and WUE for the peach in greenhouse under the drip irrigation conditions were studied. The results showed that the water consumption for the peach at different stages increased with irrigation frequency and quantity increasing. During the whole growing stages per year, the water consumption has similar tendency under the different irrigation modes and the relation curves had two peaks at flower bud developing stage and fruit development stage respectively. Among different irrigation treatments, the highest yield and WUE of T4 could arrived 41 521.5 kg/ha and 54.46 kg/(mm·ha). The relationship of the yield, WUE and water consumption for the peach appeared to be the parabolic curve which correlation coefficient could arrive 0.894 9 and 0.915 3 respectively.

Key words: Peach in greenhouse; Drip irrigation; Water consumption; Yield; WUE

我国淡水资源十分匮乏, 尤其是华北地区农业用水相当紧张, 近年来由于过度超采, 地下水位急剧下降^[1]。就太行山山前冲积平原而言, 目前地下水位已由 20 世纪 50 年代的 5 m 下降到 30 m 以下, 水资源短缺严重影响着北方地区农业的可持续发展。

滴灌是一种较为先进的灌水方式, 作为节水灌溉技术之一, 滴灌技术不仅能够减少灌溉水的深层渗漏, 而且还有效地将水分、养分运输到作物根部, 使作物能够持续、均衡、协调地生长, 从而有利于提高土壤水分利用效率^[2]。目前, 国内外已有不少

科研工作者将滴灌技术应用到果树、蔬菜等经济价值较高的作物^[3, 4], 这对缓解水资源危机, 提高土壤水分利用效率和经济效益具有重要意义。

温室桃树是促成栽培的高级生产形式, 它在露地尚不能进行生产的季节, 创造适宜环境, 使桃树能够正常生长, 达到提早成熟的目的。但是, 由于桃树根系分布较浅, 传统的沟灌方式不仅造成水资源的严重浪费, 还使棚内湿度增大, 造成病虫害严重, 座果率低, 产量和水分利用效率明显下降。目前, 关于温室桃树的研究多集中于栽培技术方面^[5], 而滴灌

收稿日期: 2007-01-04

基金项目: 河北省水利厅项目(冀水研 1998-50)

作者简介: 贾永国(1973-), 男, 河北行唐人, 硕士, 助研, 主要从事设施农业节水技术研究

通讯作者: 王淑芬(1972-), 女, 河北青县人, 硕士, 助研, 主要从事节水灌溉和盐生植物开发利用方面的研究。

条件下日光温室桃树土壤水分高效利用方面的研究尚未见报道,本研究旨在探讨滴灌条件下不同供水方式对日光温室桃树耗水规律、产量及水分利用效率的影响,为华北地区优化温室桃树灌溉制度,提高土壤水分利用效率,达到节水增产的目的提供理论依据。

1 材料和方法

1.1 试验地概况

试验于石家庄市西北郊日光温室桃园进行,该地位于太行山山前冲积扇中部平原地区,东经 114°26′,北纬 38°0′,海拔高度 84.8 m,年均气温 12.8℃,年均降水量 400~600 mm,主要集中在夏季的 6~8 月份,平均年日照时数 2 758 h,无霜期 194 d,地下水埋深 20 m 以下,土壤质地为粉质壤土,1 m 土体平

均容重为 1.45 g/cm³,平均田间持水量为 22.58%,耕层有机质含量 1.36%,速效氮 184.2 mg/kg,速效磷 92.6 mg/kg,速效钾 120 mg/kg。

1.2 试验设计

试验树 5 年生,栽植密度 0.25 m×3 m,穗/砧为雨花露/毛桃,授粉品种为春霞蜜。日光温室于 11 月初加盖棚膜,翌年 5 月底至 6 月初撤除。为满足桃树花芽分化对需冷量的要求,草苫于试验开始第 1 个月白天遮盖,晚上揭开,待需冷量满足后,打破休眠,促进萌发。根据温室桃树不同物候期的水分亏缺程度,共设 6 个滴灌灌水处理,T0,T1,T2,T3,T4,T5 分别代表灌 0,1,2,3,4 和 5 水处理,试验小区面积为 6.7 m×3.5 m,随机排列,3 次重复,为尽量避免小区间水分的相互影响,各小区边缘均设保护行隔开,具体灌水处理见表 1。

表 1 滴灌条件下温室桃树不同物候期的灌水处理

Tab.1 The different irrigation treatments of peach in greenhouse during growing seasons						mm
处理 Treatments	每次灌水量 Irrigation quota per time					
	萌芽前 Before bud	花后 1 周 One week after flower	硬核后 After hard nut	成熟前 10~15 d 10~15 days before mature	树冠恢复期 Crown recovering	
T0(No irrigation)	—	—	—	—	—	
T1(One time irrigation)					75	
T2(Two time irrigation)				45	75	
T3(Three time irrigation)	45			45	75	
T4(Four time irrigation)	45	45		45	75	
T5(Five time irrigation)	45	45	45	45	75	

1.3 观测项目

1.3.1 物候期的观测 对温室桃树进行连续 2 年的观测,记录各个关键物候期,主要包括萌芽开花期、新梢生长期、结果期、硬核期、成熟采摘期及树冠恢复期、花芽分化期等。

1.3.2 土壤物理常数的测定 土壤质地、容重、田间持水量、土壤养分等严格按《灌溉试验方法》要求测定^[6]。

1.3.3 产量的测定 果实成熟后分批采摘,单独计产。

1.3.4 土壤水分的测定 土壤含水量采用取土烘干法测定,即利用自制旋柄式土钻取土,每 20 cm 一层,取至 1 m,试验开始后每 10 d 取土 1 次,灌水前后及物候期始末加密观测,每处理 3 次重复,土样置于 105℃烘箱中烘至恒重,测定土壤含水量。

温室桃树蒸散量的计算根据水量平衡方程:

$$ET=I+P-R-D-SW$$

式中,ET 为蒸散量,I 为灌水量,P 为降水量,R 为地表径流,D 为深层渗漏,SW 为土壤贮水。单位: mm。

水分利用效率方程根据: $WUE=Y/TET$

式中,WUE 为水分利用效率,Y 为产量,TET 为总蒸散量。

以上试验数据均采用 SPSS11.5 软件进行统计分析。

2 结果与分析

2.1 不同灌水处理对日光温室桃树阶段耗水量的影响

阶段耗水量是指桃树不同物候期的耗水量,反映桃树不同物候期的需水特性和需水规律,阶段耗水量的多少主要取决于物候期的时间长短和耗水强度的大小。不同灌水处理下日光温室桃树阶段耗水量的具体情况见表 2。从表 2 可以看出,不同灌水条件下不同物候期日光温室桃树阶段耗水量各不相同,且随着灌水次数和灌水量的增加,各物候期阶段耗水占总耗水的比例均呈增加趋势。在日光温室桃树年生长周期中,花芽分化期耗水量最大,占总耗水的比例也最大,其中 T0 处理耗水比例最高,可达 83.36%;果实发育期居中,树冠恢复期次之,而萌芽开花期耗水量最少,仅占总耗水量的 0.48%~2.33%。花芽分化期耗水量最大,主要是由于日光

温室桃树花芽分化期正值每年的7月中旬至11月中旬, 其间经历夏秋季节, 处于露地生长阶段, 时间较长, 气候炎热, 地表蒸发和叶片蒸腾强烈, 该物候

期阶段耗水量最大; 而萌芽开花期气温较低, 叶幕尚未形成, 处于温室生长阶段, 土壤蒸发和桃树蒸腾量均很少, 故萌芽开花期日光温室桃树耗水量最少。

表 2 日光温室桃树不同灌水处理不同物候期阶段耗水量

Tab. 2 The water consumption for the peach in greenhouse at different stage under the different irrigation treatments								
处理 Treatments	萌芽开花期 Bud to flowing stage		果实发育期 Fruit development stage		树冠恢复期 Crown recovering stage		花芽分化期 Flower bud developing stage	
	阶段耗 水量/mm Stage water consumption	占总耗水 比例/% Percentage of the stage	阶段耗 水量/mm Stage water consumption	占总耗水 比例/% Percentage of the stage	阶段耗 水量/mm Stage water consumption	占总耗水 比例/% Percentage of the stage	阶段耗 水量/mm Stage water consumption	占总耗水 比例/% Percentage of the stage
T0	3.42	0.48	96.49	13.65	17.71	2.51	589.12	83.36
T1	3.66	0.51	106.93	14.85	18.41	2.56	591.23	82.09
T2	4.27	0.58	116.08	15.89	18.76	2.57	591.28	80.395
T3	18.20	2.33	148.26	18.98	20.45	2.62	594.26	76.07
T4	13.80	1.81	137.80	18.07	21.58	2.83	589.21	77.28
T5	9.31	1.10	175.25	20.64	27.14	3.20	637.38	75.07

2.2 不同灌水处理对日光温室桃树产量和水分利用效率的影响

表 3 日光温室桃树不同灌水处理的耗水量、产量及水分利用效率

Tab. 3 The water consumption, yield and WUE under different irrigation treatments for peach in the greenhouse			
处理 Treatments	总耗水/mm Total water consumption	产量/ (kg/hm ²) Yield	水分利用效率/ (kg/(mm·hm ²)) Water use efficiency
T0	706.7	10 660.1d	15.08d
T1	720.2	13 058.0c	18.13d
T2	730.4	18 656.7d	25.54c
T3	781.2	32 084.6b	41.07b
T4	762.4	41 521.5a	54.46a
T5	849.1	34 092.0b	40.15b

不同灌水处理对日光温室桃树总耗水量、产量和水分利用效率均有很大影响。从表 3 可以看出, 在桃树年生长周期中, 总耗水量随灌水次数和灌水量的增加而呈增加趋势, 其中不灌水的 T0 处理总耗水量最少, 仅 706.7 mm, 灌水次数最多灌水量最大的 T5 处理总耗水量最大, 达 849.1 mm, 与 T1, T2, T3, T4 处理相比分别高 17.90%, 16.25%, 8.69%, 11.37%。从表 2 还可以看出, 灌水量过大或过小均不利于产量和水分利用效率的增加, 在各灌水处理中, T4 处理产量和水分利用效率均最高, 分别达 41 521.5 kg/hm²和 54.46 kg/(mm·hm²), 与其他灌水处理相比, 产量分别高 289.50%, 217.98%, 122.56%, 29.41%, 21.79%, 水分利用效率分别高 261.14%, 200.39%, 113.23%, 32.60%, 35.64%, 且均达 0.05 水平的显著差异。

2.3 滴灌条件下日光温室桃树耗水量与产量和水分利用效率的关系

从图 1 中可以看出, 日光温室桃树产量和水分

利用效率与整个年生长周期总耗水量均呈二次曲线关系。当灌水量较少时, 产量和水分利用效率均随着灌水量的增加而增加, 当灌水量增加到一定程度时, 产量和水分利用效率分别达最大值, 此后灌水量继续增加, 产量和水分利用效率反而下降。由回归方程可以看出, 产量和水分利用效率与耗水量间二次曲线的相关系数 R 分别为 0.894 9, 0.915 3, 经相关性分析, 均达 0.01 极显著相关水平。

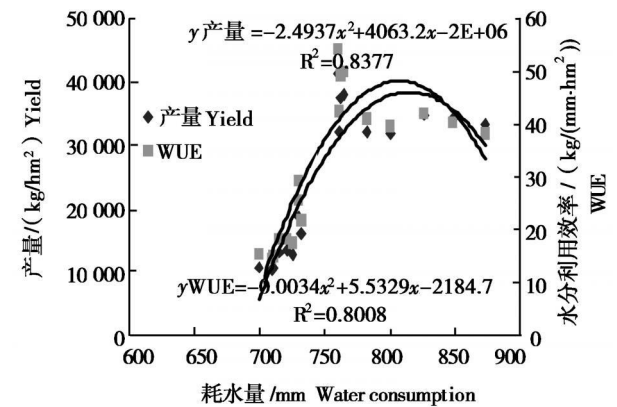


图 1 滴灌条件下温室桃树耗水量与产量和水分利用效率的关系

Fig 1 The relationship among the yield, WUE and water consumption for peach under drip irrigation conditions

2.4 滴灌条件下日光温室桃树的耗水规律

从图 2 可以看出, 不同供水条件下, 日光温室桃树在整个年生长周期中对土壤水分的消耗变化趋势相同, 均呈双峰曲线。即从休眠期至果实采摘期出现第一次高峰, 最高峰值出现在果实发育期, 日平均耗水强度为 1.58 mm/d。待果实全部采摘揭去棚膜后, 进行重度修剪, 至树冠恢复期、休眠期耗水强度出现第二次高峰, 此期峰值变化幅度明显增大, 最高峰出现在花芽分化期, 日耗水量可高达 4.71 mm/d。表明花芽分化期和果实发育期是日光温室桃树的 2

个关键需水期, 此期缺水将对产量产生很大影响。

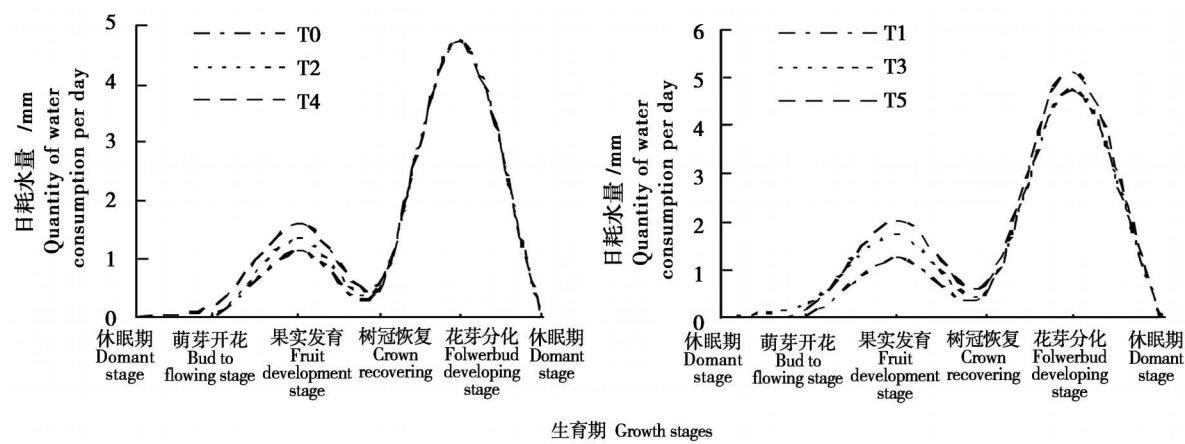


图2 滴灌条件下桃树整个年生长周期的耗水曲线

Fig 2 The curve of water consumed for the peach during whole growing stage in greenhouse

3 结论与讨论

桃树属多年生小乔木, 为浅根性树种, 在设施栽培条件下根系分布更浅, 通过滴灌条件下不同供水方式对温室桃树产量及水分利用效率影响的研究, 日光温室桃树在整个年生长周期中, 耗水量与产量和水分利用效率之间呈二次曲线关系, 且土壤水分消耗呈双峰曲线, 其中果实发育期和花芽分化期是2个需水高峰期, 也是2个需水关键期, 如果此期缺水, 将对产量造成严重影响。

从产量和水分利用效率看, 灌水量过多或过少均不利于产量和水分利用效率的提高, 在各灌水处理中, T4 处理产量和水分利用效率最高, 分别达 41 521. 5kg•hm²和 54. 46 kg/(mm•hm²), 比不灌水的 T0 处理分别高 2. 90 倍和 2. 61 倍, 比灌水较多的 T5 处理分别高 24. 7%, 35. 6%。可见, 华北平原地区日光温室桃树在整个年生长周期中灌 4 水, 灌水时期分别为萌芽期、花芽分化期、果实速长期和树冠恢复

期, 每次灌水量为 45~ 75 mm, 是一种较为优化的灌溉方式。

参考文献:

[1] 王淑芬, 裴冬, 贾金生, 等. 膜下滴灌棉花关键生育期不同灌水量、灌水次数对其生长、产量及水分利用效率的影响. 华北农学报, 2005, 20(5): 76– 80.

[2] FEKADU Yohanes, T Tadesse Effects 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.

[3] 李光永. 充分灌溉与调亏灌溉条件下桃树滴灌的耗水量研究[J]. 水利学报, 2001(9): 55– 58.

[4] 雷廷武, 曾德超, 王小伟, 等. 调控亏水灌溉对成龄桃树生长和产量的影响[J]. 农业工程学报, 1991, 7(4): 63– 69.

[5] 张宪成, 张淑青, 史秀丽, 等. 桃日光温室丰产栽培的关键技术[J]. 河北林果研究, 2004, 19(4): 56– 59.

[6] 灌溉试验规范, SL13– 90. 北京: 中国水利水电出版社, 1990.