

亏缺灌溉时期对番茄果实品质和产量的影响

刘明池¹, 张慎好², 刘向莉³

(1. 北京市农林科学院蔬菜研究中心, 北京 100089; 2 河北科技师范学院, 昌黎 066600; 3 中国农业大学农学与生物技术学院, 北京 100094)

摘要: 实验研究了亏缺灌溉不同开始时期对番茄品质、产量形成和水分利用率影响。不同时期开始亏缺灌溉果实的营养品质明显不同, 亏缺灌溉开始的越早, 果实的硬度和密度越大, 可溶性固形物含量(Brix)、滴定酸度、维生素C的含量越高, 但糖酸比变化不大; 随着亏缺灌溉开始时间的提前, 单果重逐步减少, 结果数变化不大, 产量降低的幅度也越大; 膨大期和座果期开始亏缺灌溉水分利用率提高, 开花期开始亏缺灌溉水分利用率下降。生产中应选择膨大期开始亏缺灌溉, 既可以提高品质, 又可以减少产量降低带来的负面影响。

关键词: 番茄; 亏缺灌溉; 产量; 品质; 水分利用率

中图分类号: S641.2; S274

文献标识码: A

文章编号: 1002-6819(2005)S-0092-04

刘明池, 张慎好, 刘向莉 亏缺灌溉时期对番茄果实品质和产量的影响[J]. 农业工程学报, 2005, 21(S): 92-95

Liu Mingchi, Zhang Shenhao, Liu Xiangli Effects of different deficit irrigation periods on yield and fruit quality of tomato [J]. Transactions of the CSAE, 2005, 21(Supp): 92-95 (in Chinese with English abstract)

0 引言

肥料和水分是影响园艺产品质量和品质的主要因素^[1]。灌水增加了作物的产量, 却降低了果实内糖、有机酸等可溶物的含量以及干物质的含量^[2]。随着我国人民生活水平的提高, 对园艺产品的需求已经从数量型向质量型转变。因此开发新的生产模式, 来提高园艺产品的品质, 是急需解决的问题。近几年, 国外的一些研究者开始尝试研究新的灌水管理技术——亏缺灌溉(Deficit Irrigation), 即通过适度控制土壤水分, 给作物一个适中的干旱逆境来提高果实的品质^[3]。最近国内在草莓、樱桃番茄和番茄的研究表明亏缺灌溉能够明显改进果实的品质, 但是产量下降^[4-6]。番茄不同生育时期对水分亏缺的敏感期不同, 不同时期水分亏缺对番茄产量、品质、干物质分配的影响还未见报道。为了确定亏缺灌溉开始的适宜时期, 进一步降低对产量的影响, 本试验研究了不同亏缺灌溉开始时期对番茄果实品质、产量和水分利用率的影响。

1 材料和方法

1.1 试验材料和设计

供试番茄品种为中杂9号, 2004年12月16日播种, 2005年2月7日定植于日光温室, 畦宽1.1m, 株距30cm, 双行栽培, 畦两侧深铺80cm塑料薄膜隔水。共设3个处理, 分别在开花期、座果期、果实膨大期开始以正常灌水量的75%进行亏缺灌溉处理, 正常灌水量做为对

照, 每个处理3次重复, 随机区组排列。

1.2 检测指标和方法

1) 果实硬度

上午8:00采摘成熟的番茄果实, 采后立即测量, 用日本Kiya Seisakusho. LTD公司生产的KMH-51型硬度计, 8mm探头测定果实果肩处的硬度。

2) 果实密度

根据果实的重量和它的体积计算果实的密度。

3) 果色

用日本MinoIta公司的CR-200型色度计测定。C/2光源, 测色光斑直径为10mm, 以标准白板为标准样校正, 标准白板在C/2光源下X(红色)、Y(绿色)、Z(蓝色)分别为92.78、94.64、108.27, 测定果实肩部3个不同部位的L*、a*、b*值, 按Holcroft和Mcguire的方法测量^[7,8], L表示光泽明亮度, L值越大, 亮度越高, 范围从黑(0)到白(100), a的正值表示色泽红/紫, 正值越大, 红色越深, 负值表示蓝/绿, 负值越小, 绿色越深, b的正值表示黄色程度, 负值表示蓝色程度, C值表示颜色饱和度 $C^* = [a^{*2} + b^{*2}]^{1/2}$, 色度 $h^\circ = \arctangent[a^*/b^*]$ 。

4) 可溶性固形物

利用日本ATA GO公司的数字折射计ACT-1E直接测量番茄果实心室中可溶固形物的含量。

5) 总酸含量

NaOH滴定法。取30g果肉加水匀浆, 放入200mL容量瓶, 80℃水浴30min, 定容, 过滤, 取50mL滤液, 加酚酞2~3滴, 用NaOH滴定。

6) 维生素C

2,6-二氯酚酚滴定法。取30g番茄样品, 加入适量1%草酸磨成匀浆, 转入200mL容量瓶中, 加入30%硫酸锌和15%亚铁氰化钾各0.5mL, 用1%草酸定容, 充分摇匀后过滤, 取5mL滤液进行滴定。

收稿日期: 2005-09-30

基金项目: 北京市自然科学基金项目(6032011); 国家自然科学基金项目(30471185)资助

作者简介: 刘明池(1966-), 男, 河北藁城人, 博士, 研究员, 主要从事蔬菜节水和高品质栽培方面的研究。北京 北京市农林科学院蔬菜研究中心, 100089。Email: liumingchi@nercv.com

7) 干物质含量: 烘干法

将鲜样放入大培养皿称重并记录, 置于烘箱中70烘干, 然后称重, 计算干物质含量。

2 结果与分析

2.1 亏缺灌溉不同开始时期对果实品质的影响

2.1.1 果实硬度

亏缺灌溉能提高番茄果实的硬度, 亏缺灌溉的开始时间不同, 对番茄果实硬度的影响也不同, 见图1, 开花期> 座果期> 果实膨大期> 对照, 一二三穗果都有相同的规律, 可见, 亏缺灌溉开始的时间越早, 果实的硬度越大。

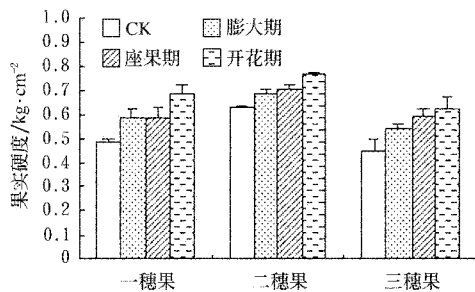


图1 亏缺灌溉不同开始时期果实硬度的变化
Fig. 1 Changes of fruit firmness with different deficit irrigation periods

2.1.2 果实密度

亏缺灌溉条件下, 番茄果实的密度有所增加(图2), 而且随着亏缺灌溉开始时间的提早, 果实的密度有增加的趋势, 不过密度变化的幅度很小, 处理间差异不显著。

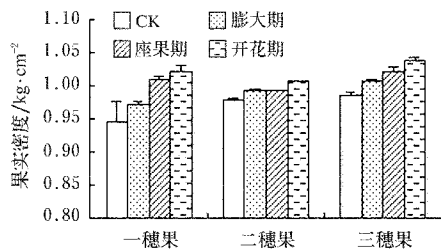


图2 亏缺灌溉不同开始时期对果实密度的影响
Fig. 2 Effects of different deficit irrigation periods on fruit density

2.1.3 色泽

亏缺灌溉能提高果实的红绿色差和颜色饱和度, 但亮度不受影响, 见表1, 一二三穗果颜色饱和度随着亏缺灌溉开始时间的提早而增加, 开花期> 座果期> 果实膨大期> 对照, 差异显著。

2.1.4 营养品质

不同时期开始亏缺灌溉, 可溶性固形物、有机酸、维生素C和糖酸比的结果见表2, 随着亏缺灌溉开始时间的提前, 可溶性固形物的含量逐渐增加, 开花期> 座果期> 果实膨大期> 对照, 各处理间差异显著, 有机酸含量也有所增加, 维生素C的含量略有增加, 但差异不显

著, 糖酸比的变化不明显。

表1 亏缺灌溉不同开始时期对果实颜色的影响

Table 1 Effects of different deficit irrigation periods on fruit apparent color

	处理	一穗果	二穗果	三穗果
红绿色差	对照	20.4 b	19.6 b	19.3 b
	膨大期	22.4 b	20.3 ab	21.1 ab
	座果期	23.1 ab	20.3 ab	21.7 ab
	开花期	23.9 a	21.8 a	23.0 a
颜色饱和度	对照	23.7 b	22.7 b	22.4 b
	膨大期	25.8 ab	23.5 ab	24.5 ab
	座果期	26.7 ab	23.8 ab	25.2 ab
	开花期	27.2 a	25.1 a	26.9 a
亮度	对照	39.6 a	41.9 a	39.7 a
	膨大期	40.4 a	41.0 a	39.5 a
	座果期	41.4 a	41.0 a	39.8 a
	开花期	39.9 a	40.5 a	41.1 a

表2 亏缺灌溉不同时期对可溶性固形物、有机酸、维生素C和糖酸比的影响

Table 2 Effects of different deficit irrigation periods on soluble solid content, organic acid, vitamin C and sugar/acid ratio

处理	可溶性固形物/%	有机酸 /g · 100g ⁻¹ FW	维生素C /mg · 100g ⁻¹ FW	糖酸比	
一穗果	对照	5.1 b	0.63 b	12.24 b	8.1 b
	膨大期	5.3 ab	0.56 c	12.84 ab	9.4 a
	座果期	5.3 ab	0.52 c	13.92 ab	10.1 a
	开花期	5.7 a	0.72 a	15.00 a	9.0 ab
二穗果	对照	4.5 b	0.65 a	11.16 b	6.9 b
	膨大期	5.0 b	0.55 b	14.16 a	9.0 a
	座果期	5.3 b	0.62 a	13.14 ab	8.5 a
	开花期	5.4 a	0.63 a	14.64 a	8.6 a
三穗果	对照	4.7 b	0.48 b	14.57 a	9.4 a
	膨大期	5.0 ab	0.62 a	15.45 a	8.5 a
	座果期	5.2 a	0.58 a	15.33 a	8.7 a
	开花期	5.3 a	0.61 a	15.07 a	8.7 a

2.1.5 干物质含量

从图3中可以看出, 亏缺灌溉不同开始时期的对果实干物质含量的影响是不同的, 亏缺灌溉开始的越早, 果实干物质的含量越高, 一二三穗果都有相同的结果, 开花期> 座果期> 果实膨大期> 对照。

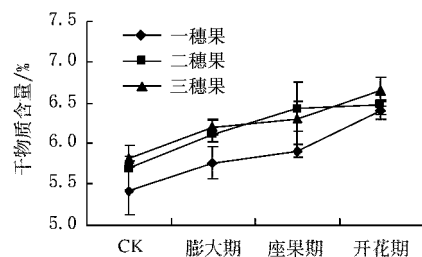


图3 亏缺灌溉不同开始时期对果实干物质含量的影响
Fig. 3 Effects of different deficit irrigation periods on fruit dry matter content

2.2 亏缺灌溉不同开始时期对产量的影响

不同亏缺灌溉开始时期对番茄的结果数没有什么影响(见表3),但对单果重的影响较大,亏缺灌溉本身引起单果重下降,而且亏缺灌溉开始的时间越早,单果重越小;单果重降低引起产量的降低。一穗果和二穗果开花期和对照差异显著,其他处理和对照的差异不显著,三穗果,开花期和座果期和对照的差异都显著。果实膨大期、座果期、开花期产量降低的幅度分别是5.3%、14.9%、31.6%,也就是说亏缺灌溉开始时期越晚,产量的降低幅度越小。

表3 亏缺灌溉不同开始时期对产量的影响

Table 3 Effects of different deficit irrigation periods on yield

	处理	小区数量	单果重/g	小区产量/kg
一穗果	对照	2.5 a	180.7 a	14.5 a
	膨大期	2.5 a	171.3 a	13.7 ab
	座果期	2.5 a	154.7 b	12.2 ab
	开花期	2.6 a	126.3 c	10.5 b
二穗果	对照	4.0 a	168.8 a	21.6 a
	膨大期	4.1 a	155.3 ab	20.4 a
	座果期	4.1 a	153.2 ab	20.3 a
	开花期	4.1 a	106.6 b	13.8 b
三穗果	对照	3.9 a	150.8 a	18.8 a
	膨大期	3.9 a	143.2 ab	17.9 ab
	座果期	3.8 a	118.1 bc	14.2 bc
	开花期	3.7 a	110.7 c	13.2 c

2.3 亏缺灌溉不同开始时期对水分利用率的影响

从定植到进入开花期每个处理都浇了7次水,各处理小区灌水量都为 0.55 m^3 ,开始胁迫处理后正常灌水,膨大期、座果期、开花期亏缺灌溉4个处理的小区灌水量分别为:2.03、1.74、1.58、1.43 m^3 ,4个处理的全期灌水量和每立方米水能够生产出的果实质量(水分利用率)分析的结果见表4。

表4 不同时期亏缺灌溉处理的水分利用率比较

Table 4 Water use efficiency with different deficit irrigation periods

处理	灌水量 m^3	果实鲜重		果实干重	
		小区产量 kg	水分利用率 $\text{kg} \cdot \text{m}^{-3}$	小区产量 kg	水分利用率 $\text{kg} \cdot \text{m}^{-3}$
正常	2.58	55.7	21.6	3.15	1.22
膨大期	2.29	51.9	22.7	3.14	1.37
座果期	2.13	46.7	22.5	2.92	1.40
开花期	1.98	37.5	19.6	2.47	1.29

膨大期、座果期、开花期水分胁迫处理的浇水量分别为正常水分管理的88.8%、80.6%、74.0%,膨大期、座果期处理的水分利用率分别比对照提高了4.9%、

3.9%,开花期的水分利用率较对照降低了9.1%,干物质的水分利用率分别比对照提高了12.2%、14.9%、5.8%,说明不同时期开始亏缺灌溉对水分利用率的影响是不同的,果实膨大期和座果期都能提高水分利用率,而开花期进行亏缺灌溉,由于产量降低幅度较大,水分利用率反而降低。

3 结 语

亏缺灌溉能提高番茄的品质,不同时期开始进行亏缺灌溉,对品质的影响程度也是不同的,亏缺灌溉开始时间越早,番茄果实的品质越高,果实密度、硬度、红色度、颜色饱和度、有机酸、维生素C、可溶性固型物的含量均表现为:开花期>座果期>果实膨大期>对照。但是产量和品质的结果相反,亏缺灌溉降低了果实的产量,而且不同时期亏缺灌溉产量降低的幅度也是不同的,开始亏缺时间越晚,产量的降低幅度越小,膨大期开始后,再实行亏缺灌溉,由于果实中细胞的数量、大小体积已基本定型,产量的降低幅度较小。因此,在生产中,为了提高番茄的品质,而产量降低又不太多,可以选择在果实膨大期开始进行亏缺灌溉,座果期和开花期一般不进行亏缺灌溉。

[参 考 文 献]

- [1] Phene C J, Hutmacher R B, Davis K R, et al. Water-fertilizer management of processing tomatoes [J]. *Acta Horticulture*, 1990, 277: 137- 193.
- [2] Baselga Yrisarry J J, et al. Response of processing tomato to three different levels of water and nitrogen applications [J]. *Acta Hort*, 1993, 335: 149- 153.
- [3] Mitchell J P, Shennan C, Grattan S R, et al. Tomato yields and quality under water deficit and salinity [J]. *J Amer Soc Hort Sci*, 1991, 116: 215- 221.
- [4] 刘明池, 小岛孝之, 陈 杭, 等. 亏缺灌溉对草莓生长和果实品质的影响 [J]. *园艺学报*, 2001, 28(4): 307- 311.
- [5] 刘明池, 陈殿奎. 调亏灌溉对樱桃番茄产量形成和果实品质的影响 [J]. *中国蔬菜*, 2002, (4): 1- 3.
- [6] 刘明池, 刘向莉, 刘 伟. 亏缺灌溉加密栽培对番茄果实品质和产量形成的影响 [J]. *华中农业大学学报(增刊)*, 2004, 35: 219- 221.
- [7] Holcroft D M, Kader. Controlled atmosphere-induced changes in pH and organic acid metabolism may affect color of stored strawberry fruit [J]. *Postharvest Biol Technol*, 1999, 17: 19- 32.
- [8] McGuire R G. Reporting of objective colour measurements [J]. *HortScience*, 1992, 27(12): 1254- 1255.

Effects of different deficit irrigation periods on yield and fruit quality of tomato

Liu Mingchi¹, Zhang Shenhao², Liu Xiangli³

(1. Beijing Vegetable Research Center, Beijing Academy of Agricultural and Forestry Sciences, Beijing 100089, China; 2. Hebei Normal University of Science & Technology, Hebei 066600, China; 3. College of Agronomy and Biotechnology, China Agricultural University, Beijing 100094, China)

Abstract: The effects of different deficit irrigation periods on plant yields, fruit quality and water use efficiency of tomato were studied. It was showed that the fruit qualities under different deficit irrigation periods were different. The earlier the deficit irrigation, the firmer and denser the fruit, and the higher the content of soluble solid content, organic acid, vitamin C of tomato fruit, but the sugar/acid ratio changes little. Fruit amount did not change while per fruit weight reduced. The water use efficiency increased when deficit irrigation treatment started from swelling period or setting fruit period, but decreased from Anthesis period. The beginning period of deficit irrigation was suggested as swelling period of first cluster.

Key words: tomato; deficit irrigation; yield; fruit quality; water use efficiency