

番茄生产水分利用效率研究进展

李亚灵

(山西农业大学 园艺学院, 山西 太谷 030801)

摘 要: 在回顾中国番茄生产现状和生产方式、灌溉方式的基础上,就番茄生产中的水分利用率进行了分析,并提出了以荷兰为模板的节水生产方式,认为提高生产技术,才能充分利用和节约水资源,走农业可持续发展之路。

关键词: 生产方式; 节水; 番茄; 水分利用率

中图分类号: S 641.2 文献标识码: A 文章编号: 1001-0009(2011)09-0205-03

中国是淡水资源非常缺乏的国家之一,人均水资源仅 2 260 m³,不足世界人均水资源量(10 796 m³)的 1/4^[7]。中国农业用水是消耗淡水资源最大的部分,年用水量约占全国总用水量的 80.7%,就农业用水来说,其中 91.5%是用于种植业灌溉,而蔬菜生产又是单位面积耗水量大的作物。为此在蔬菜生产中选择适宜的灌溉技术和方法,实行节约用水,这对温室蔬菜产业的可持续发展具有重要的战略意义。

荷兰的温室种植业居世界领先水平,分析其栽培模式、管理方式、设备配置以及温室区域的结构与组成,发现尽管荷兰土地面积昂贵,但温室区域都配置有集雨池,一般 1 hm² 温室配备约 1 500 m³ 贮水罐/池,可以解决 75%左右的温室作物用水。温室内蔬菜生产 90%以上采用岩棉栽培技术,营养液供应植株后,回液可以循环再利用,这样不仅节约肥料和水资源,同时温室番茄单位面积产量提高,这表明通过技术改进和大幅度提高设施单产水平,可以提高水分利用效率,这对中国番茄生产具有战略性的指导意义。

1 目前中国番茄生产状况

番茄(*Lycopersicon esculentum* Mill.)是中国蔬菜生产中的主要蔬菜种类之一,据联合国粮农组织推算^[8],2008 年中国番茄的生产面积为 145 万 hm²,其中除番茄

原料(以加工或制浆为主,如新疆等地)生产面积占到 7 万 hm² 左右^[13]外,多数番茄种植以收获新鲜果实供应国内市场。20 世纪 80~90 年代番茄的生产以露地为主,但是由于露地适宜生产的季节短,同时生产中容易受到外界干扰如病虫害、冰雹、雨水等的影响,所以近年来番茄的生产逐步转向温室生产。

随着人民生活水平提高对番茄需求量的增加和设施生产技术的不断提高和进步,番茄的生产已经基本实现周年供应。据中国园艺学会番茄协会的资料,中国设施番茄生产总面积达(55~60)万 hm²,占到温室蔬菜面积近 1/3。然而尽管中国番茄生产面积很大,但其产量不高,据 FAO 推算,中国番茄平均产量 2.3 kg/m²^[18],而设施番茄的产量是露地的 3~5 倍,约为 7~10 kg/m²。表 1 是温室番茄近年的产量情况。

2 温室番茄的生产方式、灌溉方式

目前温室番茄生产上大多数种植者仍然是以土壤栽培为主,个别种植者采用了沟渠法、或者槽式栽培、或者袋培法等措施进行基质栽培。土壤栽培番茄的具体做法是:在整地之前施入一定量的有机肥,整地时通常按照习惯作畦,有高畦、平畦等,大多数在畦上覆盖地膜。番茄定植时浇定植水,1 周后浇缓苗水,之后适当控苗、蹲苗,等第 1 花穗果实坐住时再开始浇水追肥。

对于温室土壤栽培的番茄,通常浇水/灌溉方式以沟灌/漫灌/畦灌为主,有些种植者为了减少或者控制温室内的湿度,通常进行地膜下灌溉^[15]。沟灌方式是传统中国农业生产中常用的方式,通常露地条件下,沟灌方式简单、方便、快速。从露地转向温室生产以后,由于条件所限,大多数的种植者仍然习惯于这样的灌溉方法。

作者简介:李亚灵(1962-),女,教授,研究方向为温室环境控制与作物生长。E-mail: yaingli1988@yahoo.com。
基金项目:山西省科技攻关资助项目(041018-2);高等学校博士学科点专项科研基金资助项目(20091403110002)。
收稿日期:2011-02-25

温室内进行沟灌, 在较为密闭的情况下不仅容易形成高湿度, 继而由高湿度在植株表面形成水滴或露珠诱发病害, 同时在沟灌过程中还很容易传播病虫害, 如果土壤中有农药或者重金属等污染物, 还会通过土壤渗漏容易造成地下水的污染。而且沟灌最大的一个弊病就是造成了水资源的浪费, 使水分利用率下降。

3 番茄生产中水分利用率

近年来国内有许多单位和研究人员对不同灌溉方式下番茄的产量和水分利用效率进行了比较和研究, 现将部分结果列于表 1。依据表 1 进行分析和计算, 可以

得到, 温室内沟灌条件下番茄的平均产量为 7 kg/m², 水分的利用效率为 1 m³ 水可以形成 15 kg 的产量, 相当于生产 1 kg 鲜番茄用水量为 94 L。在滴灌或者渗灌条件下番茄的平均产量约为 9~10 kg/m², 水分的利用效率为 1 m³ 水可以形成 25~28 kg 的产量, 相当于生产 1 kg 鲜番茄用水量为 40~45 L 水。比较沟灌和滴灌的产量和水分利用效率, 可以看到沟灌条件下番茄的产量是滴灌的约 70%~80%, 水分的利用效率却是滴灌的 1.7~1.9 倍, 或者说同样条件下, 滴灌和渗灌可以较沟灌等方法节约用水 50% 以上。

表 1 温室生产条件下番茄产量和水分利用效率

试验地点、时间、季节	滴灌/渗灌			沟灌/漫灌/畦灌			文献出处
	番茄单位面积 产量/kg·m ⁻²	水分利用效 率/kg·m ⁻³	生产鲜番茄用 水量/L·kg ⁻¹	番茄单位面积 产量/kg·m ⁻²	水分利用效率 /kg·m ⁻³	生产鲜番茄 用水量/L·kg ⁻¹	
北京农科院 2004 年 8~10 月	11~12	23~24	42~44	9.18	5.0	200	刘明池等 ^[9]
北京, 中蔬所, 越夏	12.8~14.4	15~21	47.4~66.3	-	-	-	高新昊等 ^[1]
北京, 2001 年 3~6 月	-	-	-	-	6.86	145.7	刘明池等 ^[9]
北京顺义, 1998 年 3~9 月	9.2	48	20.8	-	-	-	贺超兴等 ^[3]
西北农大, 1997~1998 年 3~7 月	-	-	-	4.7~5.3	12~17	58~81	李建明等 ^[4]
西北杨凌, 2004 年 10~7	-	-	-	19~20	3.6~4.9	194~275	周博等 ^[14]
沈阳农大, 1999 年 4~8 月	7.6~8.1	23~26	38~43	6.76	11.67	85.7	杨丽娟等 ^[11]
沈阳农大, 1998 年 4~7 月	-	-	-	6~7.5	24~34	30~41	齐红岩等 ^[8]
沈阳, 5~7 月(膜下滴灌)	8.6~12	58~78	17.24~12.82	-	-	-	张辉等 ^[12]
沈阳农大, 2000 年 8~10 月	3.4~3.8	23~26.3	43~38	-	-	-	诸葛玉平 ^[16]
吉林长春, 1995 年 5~8 月	12.5	17~23	43~59	11.4	10.45	96	于凤颖等 ^[17]
甘肃定西, 2001 年 10~6 月	5.5~8.3	22~28	35~45	8.2	20	49.1	汤瑛芳 ^[10]
河北辛集, 1997~1999 年 1~6 月	6.3	21	47.6	5.1	6.73	148.5	韩建会等 ^[2]

露地条件孙俊环等^[9] 采用地下滴灌方法, 获得番茄的产量为 2~2.6 kg/m², 水分的利用效率为 1 m³ 水形成 3~3.7 kg 的产量, 相当于生产 1 kg 鲜番茄用水量为 285~333 L 水。与此相比, 温室生产的水分利用效率大约是露地生产的 6~8 倍。

4 节水灌溉的途径/ 荷兰的途径

就国际上番茄生产水分利用效率来看, 西班牙以色列等不加温温室或大棚, 生产 1 kg 鲜番茄用水量大约为 30~40 L, 而露地生产则用水量为 60 L, 荷兰在气候控制的玻璃温室(并有 CO₂ 施肥)内, 生产 1 kg 鲜番茄的用水量大约为 22 L, 但是如果在此基础上再采用回水循环系统(或者说封闭式的增长系统)则仅用水 15 L。由此可看到, 生产技术水平的提高就意味着水分利用效率的提高。Stanghellini^[19] 在分析生产水分利用效率时认为, 温室生产提高了水分利用效率, 主要是因为潜在蒸腾量的减少、产量提高、先进灌溉技术的应用。相比较国外的生产情况, 中国温室番茄生产中水分利用效率仍然较低, 分析其原因, 可能与我国温室番茄产量太低有关。张辉等^[12] 在分析番茄水分利用效率时, 建立了水分利用

率与产量之间的一元二次方程, 当产量为 9.69 kg/m² 时, 水分的利用效率最低为 62.28 kg/m³, 之后随产量提高生产单位重量的番茄所消耗的水量减少。另一方面与栽培方式和灌溉方式也有很大关系, Stanghellini^[19] 对荷兰温室生产的分析认为, 2/3 的荷兰温室采用基质栽培, 这纯粹是经济因素造成的, 即回报率更好, 如基质栽培甜椒的纯收入较之土壤栽培增加 3 倍。生产过程中采用封闭式生长系统, 或者回水再利用, 可以节约肥水的成本, 而基质栽培则使得回水收集和再利用成为可能, 或者说更容易。

表 2 不同国家生产番茄需水量

不同国家及不同的种植条件	用水量/L·kg ⁻¹ 鲜重
以色列(大田)	60
西班牙(塑料大棚)	40
以色列(不加温温室)	30
荷兰(气候控制温室)	22
荷兰(气候控制+水分循环再利用)	15

注: 资料来源为文献^[19]。

5 小结和建议

中国番茄生产面积很大, 水分生产效率很低, 有很

大的提升空间, 从国际国内的生产情况分析看, 从技术层面提出以下建议。

实现番茄的保护地周年生产。温室生产可大幅度提高单位面积产量, 同时环境湿度相对较高, 可减少蒸腾和蒸发作用, 提高用水效率。番茄生产中进行地面覆盖和增施有机肥, 提高灌溉用水的利用率。地膜覆盖、秸秆覆盖和增加有机肥, 能有效减少地面蒸发和土壤的蓄水能力, 这是中国日光温室水分生产效率提升的主要对策。番茄生产中采用滴灌系统。该技术尽管相对投资较高, 但随着中国经济能力的提升, 从经济效益的角度出发, 建议大面积使用。采用无土栽培方式进行番茄生产。尤其是采用封闭式无土栽培技术, 可大幅度提高水肥利用效率。随着中国经济发展, 蔬菜价格的提升, 这项技术将会因为效益提高而逐渐被采用, 这也是荷兰温室蔬菜生产给我们的很好提示。依靠技术的进步, 提高生产技术, 才能充分利用和节约水资源, 走农业可持续发展的道路。

参考文献

[1] 高新昊, 张志斌, 郭世荣, 等. 日光温室番茄越夏栽培滴灌指标的研究[J]. 中国蔬菜, 2004(6): 11-13.

[2] 韩建会, 许淑贞. 日光温室番茄滴灌节水效果及灌溉制度的评价[J]. 西南农业大学学报, 2003, 25(1): 77-79.

[3] 贺超兴, 张志斌, 刘富中, 等. 日光温室水钾氮耦合效应对番茄产量的影响[J]. 中国蔬菜, 2001(1): 31-33

[4] 李建明, 邹志荣, 付建峰. 温室番茄节水灌溉指标的研究[J]. 沈阳农业大学学报, 2000, 31(1): 110-112

[5] 刘明池, 陈殿奎. 亏缺灌溉对樱桃番茄产量和品质的影响[J]. 中国

蔬菜, 2002(6): 4-6

[6] 刘明池, 刘向莉. 不同灌溉方式对番茄生长和产量的影响[J]. 华北农学报, 2005, 20(1): 93-95

[7] 皮广洁. 农业资源利用与管理—面向 21 世纪课程教材[M]. 北京: 中国林业出版社, 2000.

[8] 齐红岩, 须晖, 李天来. 土壤水分对番茄褐变型筋腐病发生的影响[J]. 中国蔬菜, 2000(3): 8-10.

[9] 孙俊环, 龚时宏, 李光永, 等. 地下滴灌不同土壤水分下限对番茄生长发育及产量的影响[J]. 灌溉排水学报, 2006, 25(3): 17-20.

[10] 汤瑛芳. 旱区集雨温室番茄节水灌溉模式研究[J]. 西北园艺, 2004(5): 10-13

[11] 杨丽娟, 张玉龙, 须晖, 等. 灌溉方法对保护地土壤耗水量与番茄水分利用效率的影响[J]. 灌溉排水学报, 2004, 23(3): 49-51.

[12] 张辉, 张玉龙, 虞娜, 等. 温室膜下滴灌灌水控制下限与番茄产量水分利用效率的关系[J]. 中国农业科学, 2006, 39(2): 425-432

[13] 中国农业科学院农业经济与发展研究所. 灌溉水资源节约利用研究[EB/OL]. 2008-09. <http://www.iie.org.cn/yanjiud/xmbg/doc/1/2007YWF1%A3%AD04%A3%AD4%CI%F5%BE%B2.pdf>, pp37.

[14] 周博, 陈竹君, 周建斌. 水肥调控对日光温室番茄产量、品质及土壤养分含量的影响[J]. 西北农林科技大学学报, 2006, 34(4): 58-64.

[15] 朱晋宇, 李亚灵. 山西太谷日光温室番茄越冬生产技术[J]. 温室园艺, 2005(7): 52-53.

[16] 诸葛玉平, 张玉龙, 李爱峰, 等. 保护地番茄栽培渗灌灌水指标的研究[J]. 农业工程学报, 2002, 18(2): 53-57.

[17] 于凤颖, 张胜利. 塑料大棚中番茄节水灌溉的研究[J]. 吉林农业科学, 1996(4): 82-84.

[18] FAOSTAT. <http://faostat.fao.org/site/567/DesktopDefault.aspx?PageID=567>.

[19] Stanghellini G, Kempkes F L K, Knies P. Enhancing Environmental Quality in Agricultural Systems [J]. Acta Horticulturae, 2003, 609: 277-283.

Research Progress on Water Use Efficiency of Tomato Crops

LI Ya-ling

(College of Horticulture, Shanxi Agricultural University, Taigu, Shanxi 030801)

Abstract: After reviewing the situation and the practice of Chinese tomato production and irrigation methods, the author analysed the water use efficiency with different production model and advised the production methods of water saving according to Holland model. It is suggested that the development of sustainable agriculture must rely on the progress of scientific technology and increase production level, and make the best use of fresh water or save water resource.

Key words: production methods; water-saving; tomato; water use efficiency