

温室番茄营养液深液流无限生长型栽培的环境调控技术

张树阁 宋卫堂 黄之栋

(中国农业大学机械工程学院)

摘要 提出温室番茄营养液深液流无限生长型栽培方式。介绍了作物生长过程及株形控制模式,研究了该栽培方式的温室环境、营养液根系微环境调控技术和过程,总结出该栽培方式的环境调控模式。试验结果表明,温室环境调控模式、营养液根系微环境调控模式能够满足该栽培方式中作物生长的环境条件要求,能够保证番茄集中座果、集中采收的数量和时间。

关键词 环境调控; 营养液深液流; 无限生长型

中图分类号 S 625.51; S 641.2

Study on Environmental Control Technology of Some Unlimited Growth Tomato in Greenhouse by DFT

Zhang Shuge, Song Weitang, Huang Zhidong

(College of Machinery Engineering, China Agricultural University, Beijing 100083, China)

Abstract The unlimited growth cultivation mode was developed for tomato grows under DFT condition in greenhouse, the information of growing process of the crops and the control mode of trunk form were presented. By researching on the environmental in greenhouse and the control technique of the nutrient solution root system microenvironment, the environmental control mode based on the kind of cultivation mode was developed. The experimental results showed that greenhouse environmental control technology fits for this cultivation mode especially for the environmental requirement of growing crops, at the meantime, it can ensure the tomato to produce fruit and pick them in a certain time.

Key words environmental control; deep-flow technique of nutrient solution; unlimited growth

近年来,发达国家大力投资开展综合环境及微环境调节控制技术对作物生理、生态、生化、生物习性、生产性能和遗传性状等影响的研究,这为研究开发先进的调节控制设施提供了理论依据,也为科学定量的环境管理创造了条件^[1]。

本试验针对在国内首先提出的温室番茄营养液深液流无限生长型栽培方式,系统研究了该栽培方式中作物生长全程的温室环境、营养液根系微环境调控技术和调控过程,取得了适合该栽培方式的环境调控模式。

收稿日期: 2002-03-20

高等学校博士学科点专项科研基金资助课题(980111)

张树阁,北京清华东路17号中国农业大学(东校区)154信箱,100083

1 试验条件与方法

试验温室南北延长, 跨度8m, 共3跨; 开间3m, 共7开间; 总面积504m²。天沟高3.5m, 屋脊高5.2m, 为拱型, 双层充气膜覆盖。南山墙为玻璃与PC板, 北山墙为彩板聚苯复合保温板, 两侧墙为PC板与卷帘薄膜充气窗。温室设置有外遮阳幕、内遮阳保温幕, 顶部设置开窗机构进行自然通风^[2]。同时, 温室内设有热水采暖设施及湿帘、风机强制通风降温系统; 由支架、栽培槽和网架组成的栽培床架; 由营养液贮液槽、栽培槽、泵、阀门以及循环管道组成的营养液循环系统。

试验中使用的仪器、仪表包括:BAU 光合测定系统、便携式CO₂浓度测定仪、pH值测定仪、电导率测定仪、液温测定仪、干湿球温度表、酒精温度表、液晶显示温湿度仪、天平、温度自动记录仪、温湿度自动记录仪、照度计、室外自动气象站、24通道温度自动采集记录仪、风速仪、CY溶解氧测定仪、无油气泵等。

试验品种选用北京近郊农民普遍种植的R144番茄品种。

试验时间为2001年4月25日至10月28日。采用营养液深液流无限生长型栽培方式, 并将番茄栽培过程划分为营养生长和生殖生长2个生长期, 营养生长期为4月25日幼苗定植开始到8月10日, 生殖生长期为8月10日(开始坐果)到10月28日(第1次集中采收)。为了获得最大有效物质生产总量, 在番茄生育前期强行抑止生殖生长, 辅以打尖, 加强营养生长, 促进光合形态的建立, 扩大物质再生产能力^[3,4]。针对番茄营养生长期和生殖生长期对温室环境因子、营养液根际环境因子的不同需求^[5], 采用相应的环境调控技术及专用仪器、设备, 定时、定点对温室环境和根际环境进行调控测试并做详细记录。

2 调控过程与测试结果分析

2.1 温室环境温度调控

温室加热采用锅炉供暖形式, 夜间用内保温幕辅助保温。降温一般采用顶部开窗机构以及东西两侧卷帘侧窗进行自然通风降温, 盛夏时节则采用湿帘风机进行降温, 必要时开启外遮阳幕进行辅助降温。图1(a)示出试验温室白天环境温度(平均温度)调控测试结果。测试时间为每日8:00, 11:00, 14:00, 16:00, 位置为温室天沟下方500mm处。图1(b)为试验温室夜间环境温度(平均温度)调控测试结果, 测试时间为20:00, 23:00和5:00, 测试位置同白天。

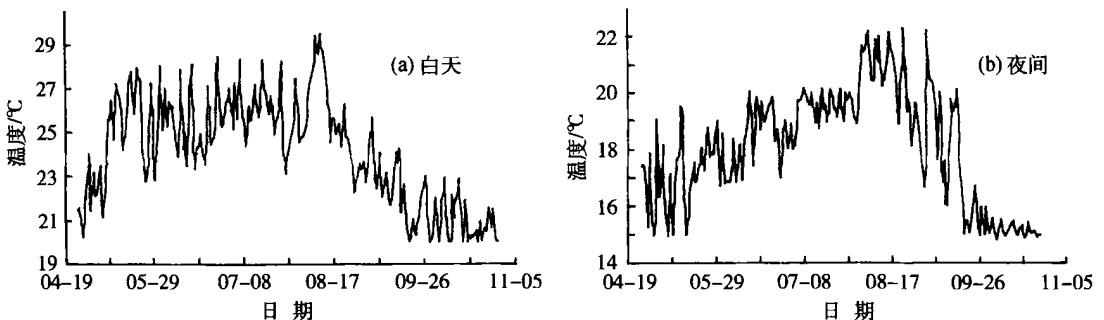


图1 试验温室环境温度调控测试结果

由图 1 可知, 番茄营养生长期温室环境温度白天控制在 20~ 28 , 夜间控制在 15~ 20 , 且随番茄营养生长期的延续温度逐渐升高。营养生长前期环境温度较低可防止幼苗徒长及生长瘦弱, 而后期逐渐增高温度可促进植株的营养生长。在番茄生殖生长期, 温室环境温度控制在白天 20~ 30 , 夜间 15~ 22 , 且随番茄生殖生长期的延续温度逐渐降低。这是由于生殖生长前期番茄处于集中抽蔓、开花、结果时期, 需要较高的环境温度^[6]; 而后期将温室环境温度控制在较低的水平, 可以控制果实上市时间, 达到较好的观赏效果, 且可以降低随时采收的劳动强度。同时, 在温室内保持了一定的昼夜温差, 白天提高温度, 以促进光合作用, 增加营养物质的生产; 夜间适当降低温度, 以减少呼吸消耗, 促进营养物质的积累^[7]。番茄定植 3 个月后形成了强大的根系和植株冠层(直径达 4m 多), 为植株迅速的生殖生长, 扩大集中开花结果数量奠定了坚实基础。

2.2 温室环境湿度调控

温室地面采用塑料地膜覆盖, 地膜表面覆盖细砂。在春秋两季温室湿度会偏低, 采取地面洒水的办法增加湿度; 夏季在采用湿帘风机降温的同时一般能够保证温室湿度, 湿度过高则采用自然通风排除过多水汽。图 2 为温室环境相对湿度(平均值)调控测试结果, 测试时间、位置同温度调控。

温室空气相对湿度调控范围: 番茄营养生长期在 50%~ 85%, 生殖生长期在 80%~ 85%。空气湿度过高, 特别是长期阴雨高温, 易导致植株细弱, 延迟其生长发育, 影响正常授粉, 并易诱发病虫害^[8]。试验过程中, 番茄基本没有感染病虫害, 植株长势良好。

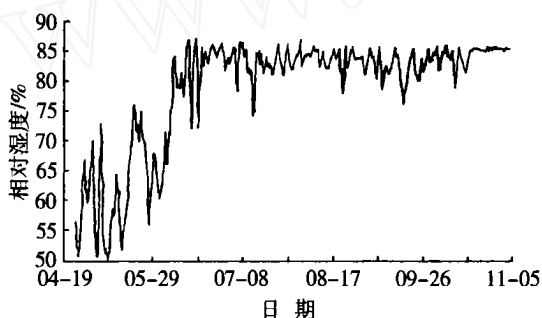


图 2 试验温室空气相对湿度调控测试结果

2.3 营养液根际微环境调控

1) 液温。为了减小温室环境温度对营养液液温的影响, 将营养液贮液槽埋于地下, 栽培槽内营养液处于不间断循环状态。营养液降温采用向贮液槽中投放冰块的方法; 加热则采用电加热管加热, 由温度控制器自动控温。图 3 为营养液液温调控测试结果。

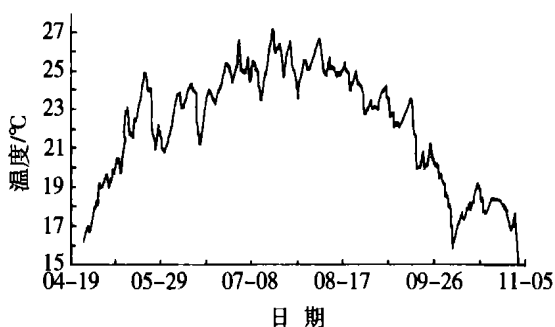


图 3 营养液液温调控测试结果

番茄栽培适宜的营养液液温为 $18\sim 22$ [5]。临界最低温度为 $12\sim 13$ ，临界最高温度为 $28\sim 30$ 。本试验过程营养液液温的调控范围为 $16\sim 27$ 。

2) 电导率。依据电导率监测结果及时向营养液贮液槽中补充肥料或加水稀释, 保证电导率在番茄生长要求的范围之内。图4为营养液电导率的调控测试结果。

不同的生长阶段番茄所需营养液的电导率不同, 一般要求控制在 $1.5\sim 2.7\text{ mS}\cdot\text{cm}^{-1}$ [5]。由于营养液深液流无限生长型栽培要求营养液电导率控制在较高值, 故本试验中营养液的电导率控制在 $2.0\sim 2.8\text{ mS}\cdot\text{cm}^{-1}$ (图4)。

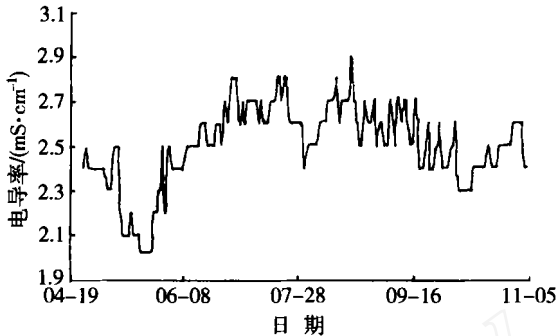


图4 营养液电导率调控测试结果

3) pH 值及溶解氧。根据番茄的不同生长时期及生长态势, 使用磷酸及时调整营养液的 pH 值, 将其控制在 $5.8\sim 6.2$ 之间。营养液中溶解氧的质量浓度控制在不低于 $5\text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ 。

溶解氧的调控措施是: 用气泵增氧, 或在栽培槽进液口、溢液口, 以及营养液贮液槽回液口、分流口进行营养液爆气增氧。

2.4 番茄果实采收结果及植株生长状况

2001年10月28日, 对试验的R144番茄进行了单株一次性采收果实及植株生长情况检测, 结果如下: 已采收果穗1654穗, 成熟果5770个; 尚有未成熟果1338个。成熟果单果平均质量122g, 平均直径6.5cm, 最大直径8.0cm。植株冠层面积 47 m^2 , 根茎直径80mm。

至2002年3月6日, 单株番茄已累计采收成熟果9300个, 植株尚有未成熟果2000余个, 植株冠层面积 75 m^2 , 且长势良好。

3 结论

温室环境温度在番茄营养生长期控制在: 白天 $20\sim 28$, 夜间 $15\sim 20$; 生殖生长期控制在: 白天 $20\sim 30$, 夜间 $15\sim 22$ 。温室空气相对湿度番茄营养生长期控制在 $50\%\sim 85\%$, 生殖生长期控制在 $80\%\sim 85\%$ 。营养液液温控制在 $16\sim 27$, 电导率控制在 $2.0\sim 2.8\text{ mS}\cdot\text{cm}^{-1}$, pH 值控制在 $5.8\sim 6.2$ 之间。营养液中溶解氧的质量浓度控制在不低于 $5\text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ 时, 能够有效地调控营养液深液流无限生长型栽培番茄的生长过程, 即控制番茄营养生长期的植株生长, 调控生殖生长期集中开花、座果的时间和数量, 调整果实采收和上市时间。

本试验成果于2002年1月25日通过了北京市科委组织的鉴定, 认为温室番茄营养液深液流无限生长型栽培试验结果为国内领先水平, 在可控环境下能最大限度地将其遗传潜力变为优质、高产的现实生产力, 并可以作为旅游农业园区的观光项目。

参 考 文 献

- 1 张福墁, 陈端生 设施园艺工程与我国农业现代化 农业工程学报, 1999, 15(增刊): 32~ 36
- 2 工厂化高效农业示范工程北京分项课题组编 前进中的北京工厂化农业 北京: 科学技术出版社, 2001. 2, 3
- 3 岗野邦夫, 坂本有加, 渡边慎一. 一段养液栽培トマトの草姿及び果实生产に及ぼす定植苗令の影響 野菜 茶业试验场研究报告, 2000, 15: 123~ 134
- 4 坂本有加, 渡边慎一, 岗野邦夫 トマト一段栽培のための多侧枝仕立て法の检讨 野菜 茶业试验场研究报告, 2000, 15: 115~ 122
- 5 连兆煌 无土栽培原理与技术 北京: 农业出版社, 1998 126~ 131
- 6 鲁纯养 农业生物环境原理 北京: 农业出版社, 1998 37~ 39
- 7 和田光生, 池田英男, 森本华世, 等 定植後の最低气温か一段栽培トマトの収量と品质なりびに果实肥大に及ぼす影响 园学杂, 1998, 67(3): 420~ 425
- 8 宋学锋, 谷建田, 范双喜 番茄高产栽培技术 北京: 中国农业大学出版社, 1997. 12~ 15

www.cnki.net