

温室环境对番茄生长影响的参数优化

王丽艳¹, 邱立春¹, 郭树国²

(1. 沈阳农业大学 工程学院, 辽宁 沈阳 110161; 2. 沈阳化工学院 机械工程学院, 辽宁 沈阳 110142)

摘 要:以温室番茄的鲜重作为温室环境控制的目标进行决策, 为温室作物生长提供经济适宜的环境参数和生长条件。重点研究了温室内番茄生长的环境参数(温度、相对湿度、光照强度)对番茄鲜重的影响规律和温室环境系统最佳参数。结果表明:影响试验指标的主要因素是温度、相对湿度、光照强度, 其较优组合是温度为 24℃、相对湿度为 80%、光照强度为 17.2 klx。

关键词: 番茄; 温室; 鲜重; 参数优化

中图分类号: S 641.226 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-0009(2009)04-0132-02

番茄是常见的蔬菜栽培品种, 也是温室栽培的主要作物之一, 栽培技术和环境条件对其产量影响很大。在温室作物生产系统中, 环境控制的最佳策略已经成为非常关键的主题, 实行优化控制策略的最终目标是寻求产量最大化, 因此通过对番茄生长季节的控制并分阶段进行调控, 以番茄鲜重的控制策略满足作物工厂化生产的需要, 来提高现代温室生产的经济效益。该研究以番茄为栽培对象, 进行了温室周年生产, 确定了温室内番茄生长的环境参数, 以番茄鲜重最大作为目标进行决策, 为温室内作物生长提供经济适宜的环境参数和生长条件。实践表明, 按番茄鲜重作为评价指标, 既保证了作物正常生长的需要, 又兼顾了产量, 试验为中国温室番茄栽培管理和环境优化调控提供理论依据, 对生产实践具有一定的指导意义。

1 材料与方法

1.1 试验设备

试验在沈阳农业大学自行研制的日光温室中进行。温室的结构参数为:屋脊高 4.5 m, 后坡水平投影长度为 1.5 m, 单跨宽 10 m, 长为 60 m。温室内的气候参数由相应的传感器采集并记录。

1.2 试验方法及试验指标

温室内加热系统、灌溉系统等均由计算机自动控制。实行优化控制策略的最终目标是寻求作物最佳生

长环境来提高产量, 因此, 将温室内作物的鲜重作为试验指标。

2 试验设计

2.1 试验安排及结果

根据原有的研究报道 并与现有温室情况相结合, 选择 3 个因素, 即温度、相对湿度和光照强度, 作为温室环境参数研究对象, 同时选定 5 水平(详见表 1), 采用二次回归通用旋转组合设计安排试验(见表 2)。

表 1 因素水平编码表

编码值 x_j	温度 $x_1/℃$	相对湿度 $x_2/％$	光照强度 x_3/klx
上星号臂(+1.628)	31	91	20.5
上水平(+1)	27	85	18
零水平(0)	21	75	14
下水平(-1)	15	65	10
下星号臂(-1.628)	11	59	7.5

表 2 3 因子通用旋转组合设计的结构矩阵

序号	x_1	x_2	x_3	y
1	1	1	1	208
2	1	1	-1	210
3	1	-1	1	204
4	1	-1	-1	205
5	-1	1	1	199
6	-1	1	-1	202
7	-1	-1	1	198
8	-1	-1	-1	205
9	1.682	0	0	206
10	-1.682	0	0	204
11	0	1.682	0	200
12	0	-1.682	0	207
13	0	0	1.682	196
14	0	0	-1.682	208
15	0	0	0	212
16	0	0	0	208
17	0	0	0	206
18	0	0	0	207
19	0	0	0	207
20	0	0	0	205

第一作者简介:王丽艳(1977-), 女, 黑龙江嫩江县人, 在读博士, 研究方向为农业机械性能设计与控制。E-mail: wangliyan1977@163.com。

通讯作者:邱立春(1957-), 男, 辽宁省铁岭人, 教授, 博士生导师, 农业装备工程技术方向学术带头人, 现从事农业机械化工程教学与科研工作。

基金项目:辽宁省自然科学基金资助项目(20052127)。

收稿日期:2009-01-16

2.2 方差分析

对正交试验结果进行方差分析和显著性检验。查 F 表, $F_{0.1}(9, 10) = 2.35 > F_{\text{拟}}$, 说明回归方程拟合很好。 $F_{0.1}(9, 10) = 2.35 < F_{\text{回}}$, 说明方程显著。则回归方程如下: $y_1 = 207.51 - 1.93x_1 + 0.35x_2 + 2.43x_3 + 1.372x_1x_2 + 0.875x_1x_3 + 0.625x_2x_3 - 0.768x_1^3 - 1.298x_2^2 - 1.828x_3^2$ 。

其中 x_1 、 x_2 、 x_3 、 y 分别代表温度、相对湿度、光照强度、鲜重。

2.3 环境参数的优化

从上面分析的过程中可以看到, 影响温室番茄鲜重的因素很多, 需通过优化的方法找出其最佳性能指标下的环境参数。

2.3.1 目标函数的选择 试验的目的就是为了找出最佳参数, 以使鲜重为最大, 因此选择鲜重为目标函数。其数学表达式为: $F(X) \rightarrow \max$ 。其中: $F(X) = f(x_1, x_2, x_3)$ 。

2.3.2 约束条件 试验优化将温度 T 限制在 $11^\circ\text{C} \leq T \leq 31^\circ\text{C}$ 、相对湿度 H 的选择范围是 $59\% \leq H \leq 91\%$ 、光照强度的限制范围是 $7.5 \text{ klx} \leq I \leq 20.5 \text{ klx}$ 。

2.3.3 优化计算及结果 根据已建立的回归数学模型, 利用计算机优化求解分析方法, 对模型进行优化求解, 得出最佳工艺参数如下: 当鲜重达到最大时, $x_1 = 0.31$ (实际温度值 23.86°C); $x_2 = 0.5$ (实际相对湿度值 80%); $x_3 = 0.82$ (实际光照强度值 17.28 klx)。

2.4 结果分析

作物生长要达到一定的温度, 在果实成熟期间, 随着温度的升高, 作物鲜重增加, 当温度超过 20°C 时, 随着温度的升高, 作物鲜重反而下降, 因此合适的温度可以提高鲜果果重; 湿度对鲜果重量也有一定影响, 但影响不大。随着湿度增加果重有一定增加, 当湿度达到 80% 左右时, 鲜果果重最大, 之后随湿度增加果重减小, 因为过湿会影响作物生长, 发生病虫害; 可以看出光照对鲜果重的影响比较明显。尽管在试验中有个别异常点, 但从整个试验结果来看, 并不影响总的趋势。番茄为喜光作物, 随光照增加鲜果重量增加, 并且果径也随之增大。

3 结论

试验为中国温室番茄栽培管理和环境优化提供理论依据, 对生产实践具有一定的指导意义; 对于温室番茄的评价指标, 温度对鲜重影响是主要的, 其次是相对湿度和光照强度; 当实际温度值 23.86°C 、实际相对湿度值 80% 、实际光照强度值 17.28 klx 时, 温室内番茄的鲜重值达到最大。

参考文献

[1] 宋胭脂, 张建平. 现代温室番茄产量规律及其与环境因子的关系[J]. 甘肃农业大学学报, 2006, 41(6): 38-42.
[2] 徐淑贞. 日光温室滴灌番茄需水规律及水分生产函数的研究与应用[J]. 节水灌溉, 2001(4): 26-28.
[3] 杨延杰, 李天来. 光照强度对番茄生长及产量的影响[J]. 青岛农业大学学报, 2007, 24(3): 199-202.

Optimization on the Effect Parameters of Greenhouse Environment on the Growth of Tomato

WANG Li-yan¹, QIU Li-chun¹, GUO Shu-guo²

(1. The Engineering College Shenyang Agricultural University, Shenyang, Liaoning 110161, China; 2. The Mechanical Engineering School Shenyang Institute of Chemical Technology, Shenyang, Liaoning 110142, China)

Abstract: Tomato is one of the major vegetables in greenhouse production. Putting maximize the tomato fresh weight as control objective. So it could create favorable microclimate parameters and conditions to fit crop growth and development. The influence of parameters of microclimate (temperature, relative humidity, light intensity) upon the tomato fresh weight and optimum parameters of microclimate system were studied in this paper. The experiment results showed that the most important factor affecting tomato fresh weight was temperature, relative humidity, light intensity. The optimized combination of factors was temperature 24°C , relative humidity 80% and light intensity 17.2 klx .

Key words: Tomato; Greenhouse; Fresh weight; Optimization