

温室黄瓜经济最优目标的试验研究

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 110164; 2. 沈阳化工学院 机械工程学院, 辽宁 沈阳 110142)

摘 要:以黄瓜温室产出与投入比值的最大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。重点研究了温室内黄瓜生长的环境参数(温度、相对湿度、光照强度)对成本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, 试验因素主次排列为温度、相对湿度、光照强度。其较优组合是温度为 31℃、相对湿度为 85%、光照强度为 16 klx。

关键词: 黄瓜; 温室; 经济最优目标

中图分类号: S 642. 226. 5 文献标识码: A 文章编号: 1001—0009(2008)11—0075—02

黄瓜在温室栽培面积中占有很高的比例, 是国内外温室栽培的主要作物之一, 总产量也很高; 但同时它也是对栽培技术和环境条件要求十分严格、获得优质高产难度很大的作物^[1]。因此通过对黄瓜整个生长季节的控制并分阶段进行调控, 结合维持温室运行的调控成本, 以经济最优目标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。研究确定了温室内黄瓜生长的环境参数, 在降低黄瓜经济成本的同时, 又兼顾了作物正常生长的需要。以温室产出与投入的比值最大作为温室环境控制目标进行决策, 为温室内作物生长提供经济适宜的环境参数和生长条件^[2]。该试验为温室黄瓜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 1.5 m, 单跨宽 10 m, 长 60 m。温室内的气候参数由相应的传感器采集并记录。

1.2 试验方法及指标

温室内加热系统、灌溉系统、幕帘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经济效益最大化, 因此, 将温室内作物的产出值与温室环境调控所消耗的成本的比值作为试验指标。

第一作者简介: 王丽艳(1977-), 女, 讲师, 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。
基金项目: 辽宁省自然科学基金资助项目(200521217)。
收稿日期: 2008—07—30

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 $Z_1/℃$	相对湿度 $Z_2/ %$	光照强度 Z_3
上星号臂(+1.628)	34	90	25
上水平(+1)	29	84	18
零水平(0)	21	75	14
下水平(-1)	13	66	10
下星号臂(-1.628)	8	60	3

表 2 三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	27.2
2	1	1	-1	20.2
3	1	-1	1	18.3
4	1	-1	-1	16.7
5	-1	1	1	17.6
6	-1	1	-1	14
7	-1	-1	1	13.1
8	-1	-1	-1	12.5
9	1.682	0	0	10
10	-1.682	0	0	8.2
11	0	1.682	0	8.6
12	0	-1.682	0	7.3
13	0	0	1.682	8.4
14	0	0	-1.682	7.31
15	0	0	0	9.6
16	0	0	0	12
17	0	0	0	10.2
18	0	0	0	12.7
19	0	0	0	11.8
20	0	0	0	9.8

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, $F_{0.01}(5, 5) = 10.97 > F_{\text{拟}}$, 说明回归方程拟合得好, $F_{0.01}(9, 10) = 4.94 < F_{\text{回}}$, 说明方程显著。则回归方程如下: $y = 10.7 + 2.4x_1 + 1.8x_2 + 1.7x_3 + 0.8x_1x_2 + 0.6x_1x_3 + 0.4x_2x_3 - 1.2x_1^2 - 0.9x_2^2 - 0.8x_3^2$, 其中 x_1 、 x_2 、 x_3 、 y 分别代表温度、相对湿度、光照强度、产投比。

2.3 环境参数的优化

从以上分析的过程中可以看到, 影响温室产投比的因素很多, 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 试验的目的是为了找出最佳参数, 以使产投比最大, 因此选择产投比为目标函数。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 $8^\circ\text{C} \leq T \leq 34^\circ\text{C}$, 相对湿度 H 的选择范围是 $60\% \leq H \leq 90\%$, 光照强度的限制范围是 $3 \text{ klx} \leq I \leq 25 \text{ klx}$ 。

2.3.3 优化计算及结果 根据已建立的回归数学模型, 利用计算机规划求解分析方法, 对模型进行优化求解, 得出最佳工艺参数如下: 当产投比达到最大时, $x_1 = 1.25$ (实际温度值 31°C); $x_2 = 1.09$ (实际相对湿度值 85%); $x_3 = 0.66$ (实际光照强度值 16 klx)。

2.4 结果分析

温室黄瓜的产出值与温室环境调控所消耗的成本的比值受温度的影响最大, 随着温度的增加, 产投比先升高后降低, 这主要是因为黄瓜是喜温蔬菜, 当温度较低时黄瓜生长缓慢, 但当温度超过 31°C , 黄瓜植株就会出现旺长现象, 因此, 大棚内温度不宜超过 31°C 。黄瓜

对相对湿度要求也比较高, 随着相对湿度的增加, 产投比先升高后降低, 棚内空气湿度超过 85% 时, 应立即进行通风, 以降低棚内的湿度, 抑制病虫害的发生。光照强度对产投比也有一定的影响, 光照强度不能太高, 太高也会降低产投比, 这主要是因为黄瓜属于短日照作物, 黄瓜属于比较耐弱光的蔬菜, 光照强度过强, 对生长也是不利的, 应进行遮阳设置, 增加了温室环境调控所消耗的成本, 最终降低了产投比。

3 结论

试验为中国温室黄瓜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; 温度对产投比影响是主要的, 其次是相对湿度和光照强度; 当温度为 31°C 、相对湿度为 85% 、光照强度为 16 klx , 温室内黄瓜产出值与温室环境调控所消耗的成本的比值达到最大。

参考文献

- [1] 陈青云, 张福垠. 黄瓜工厂化生产高产稳产栽培技术开发研究[C]// 发展中的中国工厂化农业: 工厂化农业可持续发展研讨会论文集. 北京: 北京出版社, 2000(9): 177-182.
- [2] 伍德林. 基于经济最优目标的温室环境控制策略[J]. 农业机械学报, 2007, 38(2): 116-119.
- [3] 翟胜. 干旱半干旱地区日光温室黄瓜水分生产函数的研究[J]. 农业工程学报, 2005, 21(4): 136-139.
- [4] 陈青云, 李鸿. 黄瓜温室栽培管理专家系统的研究[J]. 农业工程学报, 2001, 17(6): 142-146.
- [5] 李娟. 温室黄瓜光合生产与干物质积累模拟模型[J]. 农业工程学报, 2003, 19(4): 241-244.

Experimental Study of Economic Optimization in Greenhouse Cucumber

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: Put maximize the greenhouse input/output 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 greenhouse input/output and optimum parameters of microclimate system were studied in this paper. The experiment results showed that the most important factor affecting greenhouse input/output was temperature and the important order of factors was temperature, relative humidity, light intensity. The optimized combination of factors was temperature 31°C , relative humidity 85% and light intensity 16 klx .

Key words: Cucumber; Greenhouse; Economic optimization; Experiment