

LED光源对平菇菌丝生长影响的研究

于丽丽^a, 杨方^a, 王润涛^a, 许修宏^b, 刘华晶^b, 潘淑凤^a

(东北农业大学 a. 电气与信息学院; b. 资源与环境学院, 哈尔滨 150030)

摘要: 为了实现北方食用菌反季节栽培,达到高产、高效的目的,在满足温度、湿度、通风、CO₂浓度一定的条件下,针对食用菌对光环境因子反应非常敏感并且不同食用菌不同阶段对光的需求不同这一问题进行研究。为保证食用菌菌丝所处温室的生长环境良好,对光环境采用了最新的照明技术—可调光功能的LED冷光源作为人工控制主光源。同时,研究了不同的LED光量光质条件对平菇菌丝体生长特性的影响,从而找出周期短、品质高的平菇菌丝体生长环境,为实现北方食用菌工厂化栽培提供一定依据。

关键词: 平菇; 菌丝; 生长特性; LED灯

中图分类号: S646.1⁺4; TN86

文献标识码: A

文章编号: 1003-188X(2015)04-0155-04

0 引言

近年来,随着人们生活水平的提高,人们更加重视食品安全和食物营养问题,开始由提供日常能量的蔬菜、肉类逐渐向食用菌转变。研究显示,大多数食用菌中含有人体必需的氨基酸、维生素、矿物质,可以补充日常营养需要^[1-2]。食用菌作为人类重要食物资源,除具有口感好、营养丰富等特点外,还具有重要的药物价值和一定的观赏价值。

我国是食用菌输出最多的国家,加入WTO后,食用菌产业在国际市场上占据着明显的优势地位。据统计,我国食用菌种类占世界50%左右,药用占世界70%,但是可栽培的仅有60种^[3]。因此,要达到食用菌工厂化生产就必须为食用菌找到最适宜的生长环境因子,从而实现食用菌设施栽培技术的高效发展^[4]。大多数食用菌栽培者对温度、湿度比较重视,殊不知光照也是食用菌生长过程中一个不可忽略的因素^[5-6]。

本文采用最新节能环保的半导体技术LED作为主控人工光源代替传统光源方式,具有光质纯、光效高、散热量少的绝对优势。对于LED电源部分,采用了可调光的驱动控制模式,特点是排除电网波动干扰,保证供电系统的稳定、可靠,实现了亮度可调功

能,可满足试验对光环境的需求。

本文以平菇作为对象,研究不同LED光量、光质条件对平菇菌丝阶段生长状况的影响,从而筛选出平菇菌丝的最适宜光照条件,旨在为食用菌工厂化、品种多元化、生长周期化环境因子提供有力依据,并进一步推进产量高、周期短、品种多的食用菌产业化发展^[7-8]。

1 硬件结构和工作原理

保证LED灯能够正常运行且具有可调光功能,关键之处是其电源部分能够稳定、可靠地供电。电源电路包括EMI滤波电路、全桥整流电路、斩波电路、钳位电路、变压器、整流滤波电路及调光控制电路,如图1所示。

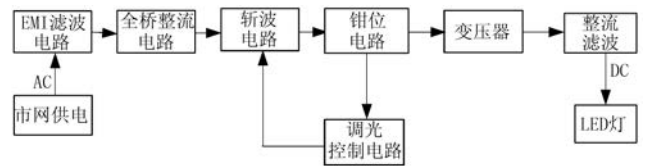


图1 电源电路框图

Fig.1 System diagram of power circuit

LED灯可调光电源驱动电路图如图2所示。工作原理:接通交流电后,经过EMI初级滤波将瞬间高压滤掉,通过全桥整流器变为直流,再经过次级滤波电路,实现保护LED灯不被瞬间高压击穿。由RCD钳位电路、变压器、开关管共同实现反激式变换器。斩波电路、调光驱动控制器iw3612实现1%~100%之间亮度的任意调节功能,而不影响LED灯的寿命。变压器次级端再进行整流滤波出的直流直接与LED灯进行相连接,从而满足试验对光的需求。

收稿日期: 2014-05-02

基金项目: 国家自然科学基金项目(31372351)

作者简介: 于丽丽(1987-),女,黑龙江齐齐哈尔人,硕士研究生,(E-mail) happilypan@163.com。

通讯作者: 杨方(1957-),男,哈尔滨人,教授,硕士生导师,(E-mail) yangfang0451@163.com。

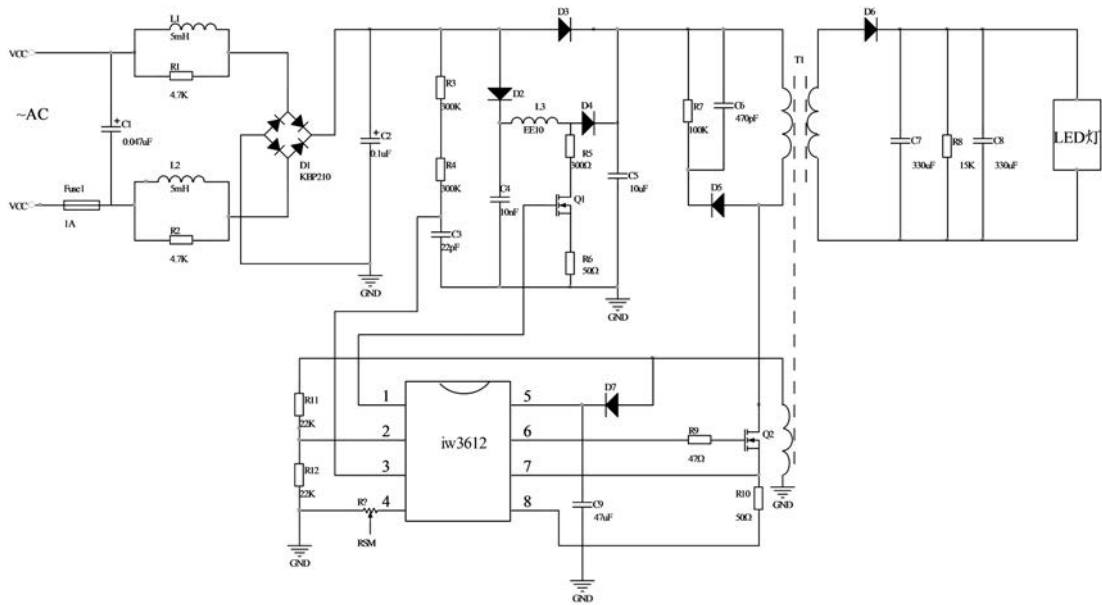


图2 可调光电源驱动电路图

Fig. 2 Schematic diagram of adjustable dimmer power driver circuit

2 试验

2.1 试验材料

平菇:由东北农业大学资源与环境学院提供。

PDA培养基:马铃薯200g(去皮、煮沸、取汁),琼脂20g,葡萄糖20g,加水至1000mL,供平菇菌丝体生长。

2.2 试验设备

1)食用菌生化培养箱:由上海博讯实业有限公司医疗设备厂提供 SFX—250B—Z型生化培养箱6台,可实现温度、湿度、CO₂浓度及通风的设定与显示。

2)光源:采用可调光功能的LED灯,红、橙、黄、绿、蓝、白色各1个,大小规格400mm×400mm。

3)光照度计:泰仕(TES)牌型号 TES1339高精度专业照度计,测量范围0.01~999900lux级别,采用标定分度量1lux。

2.3 试验方法

试验于2013年10月-2014年3月在东北农业大学微生物菌种实验室进行。

将3组接好平菇菌种的培养皿分别放置于装有LED白灯的生化培养箱、黑暗条件及自然光(对照组)条件下,温度设定在24~25℃,湿度设定在60%~70%,保证CO₂浓度和定时通风。LED灯距离试验的平菇菌种30~35cm,接种1天后,每天开始定时测量菌落直径取平均值,观察处于不同光量条件下平菇菌丝的变化。

将6组接好平菇菌种的培养皿分别置于装有红、

橙、黄、绿、蓝、白色可调光LED灯的食用菌生化培养箱内,温度、湿度、CO₂浓度、通风设置同上一致,另设1组自然光(对照组)。LED灯距离试验的平菇菌种30~35cm,接种1天后,每天开始定时测量菌落直径,观察不同光质条件下平菇菌丝^[9-10]的平均生长速度及形态特征。

2.4 数据处理

利用MatLab软件对测量数据进行处理分析。

3 试验结果与分析

3.1 不同光量对平菇菌丝生长的影响

3.1.1 试验数据

平菇菌株的菌丝体分别在自然、黑暗、LED白光条件下10天内的菌丝生长数据如表1所示。

表1 不同LED光量条件下平菇菌丝生长数据

Table 1 Pleurotus ostreatus mycelium growth data in different LED light volume conditions cm

天数	自然	黑暗	LED白光
1	0.63	0.73	0.83
2	0.76	1.03	1.00
3	1.13	1.5	1.44
4	1.87	2.53	2.83
5	2.33	3.33	4.00
6	3.03	4.30	4.17
7	3.63	5.17	5.69
8	4.78	6.33	6.73

续表 1

天数	自然	黑暗	LED 白光
9	5.80	7.16	7.89
10	6.02	8.30	8.00
平均增长	2.64	4.04	4.26

由表 1 可以看出:菌丝直径在黑暗、LED 白光条件下平均增长变化不明显,但二者与对照组(自然)相比每日平均直径增长长度很明显。根据表 1 的试验数据画出平菇菌丝体在自然、黑暗、LED 白光下的散点图^[11],这 3 种情况下所呈现的是非线性变化。将其进行线性化,对 MatLab 拟合出来的生长曲线进行对比表明,选择 3 次曲线模型比较适合。回归方程为

$$y = ax^3 + bx^2 + cx + d \quad (x > 0)$$

3.1.2 曲线拟合及回归分析

利用 MatLab 对表 1 中的试验数据进行曲线拟合,可以得到平菇菌丝体在不同光量条件下的生长曲线模型以及最优拟合曲线^[12],如图 3 所示。

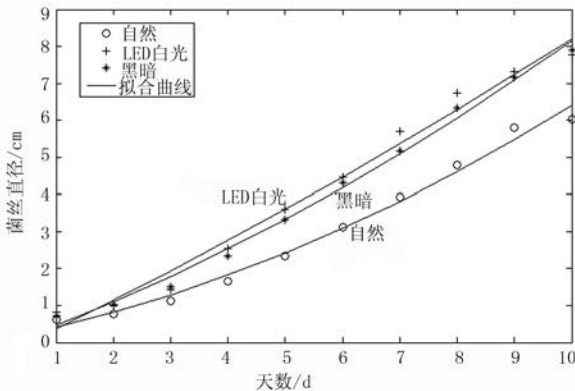


图 3 不同 LED 光量条件下平菇菌丝的拟合曲线图

Fig. 3 Pleurotus ostreatus mycelium fitting curves in different LED light volume conditions

根据图 3 中的拟合曲线,可以分别得到平菇菌丝在自然、黑暗、LED 白光条件下生长曲线回归方程为

$$y_1 = -0.01x^3 + 0.2x^2 - 0.46x + 0.94$$

$$y_2 = -0.01x^3 + 0.2x^2 - 0.22x + 0.76$$

$$y_3 = -0.18x^3 + 0.3x^2 - 0.6x + 1.13$$

其中, y_1 、 y_2 、 y_3 ,分别代表自然、黑暗、LED 白光的菌丝直径,cm; x 为天数,d。

经过 MATLAB 拟合后的分析结果显示: y_1 、 y_2 、 y_3 决定系数 R^2 分别为 0.997、0.999、0.998,均接近 1;校验标准偏差 $RMSEC$ 分别为 0.122、0.068、0.117,经检验误差均在可控范围内,显著性水平 $0 < 0.05$,表明拟合程度好且显著。

3.2 不同光质对平菇菌丝生长的影响

在不同 LED 光源光质条件下,10 天内平菇菌丝

直径的日平均生长速度如图 4 所示。图 4 中显示:经过 LED 光处理组均优于自然组,菌丝增长速度的先后顺序为:红色、橙色、绿色、黄蓝色、白色,且黄色和蓝色日平均增长速度接近,变化不明显。对于试验组的 6 种光处理,平菇菌丝经过 LED 红光处理直径日平均增长速度是 5.502cm/d,对橙色、绿色达到 5.183、5.047cm/d,对黄色、蓝色、白色光处理较低,分别为 4.428、4.395、4.136cm/d。因此,经过 LED 光源处理充分表现了平菇菌丝对光质的敏感度。

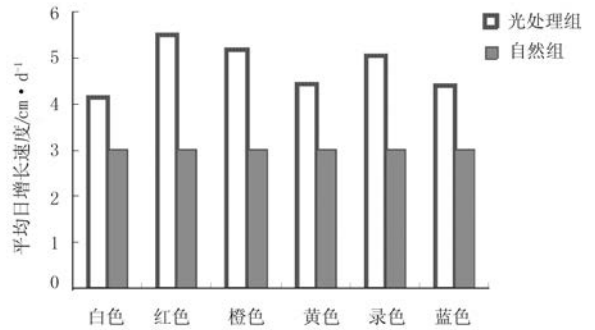


图 4 不同 LED 光质条件下平菇菌丝生长速度

Fig. 4 Pleurotus ostreatus mycelium growth rate in different LED light qualities

不同 LED 光质对平菇菌丝体培养性状影响如表 2 所示。

表 2 不同 LED 光质对平菇菌丝体性状的影响

Table 2 Effect of different LED light qualities on the mycelium characteristics of Pleurotus ostreatus

处理	菌丝密度	菌落颜色	菌落形态	边缘整齐度
自然	+	浅白	线状	整齐
红色	++++	白	螺旋状	整齐
橙色	+++	白	螺旋状	较整齐
黄色	++	白	絮状	不整齐
绿色	+++	白	螺旋状	整齐
蓝色	++	白	絮状	整齐
白色	++	灰白	线状	整齐

由表 2 可以看出:红色光源的菌丝密度很浓密,次之的是橙色、绿色的菌丝密度表现一样,自然的菌丝较稀疏。从菌落的形态上看,红色、橙色、绿色的菌落呈现螺旋状生长,自然和白光处理的菌落呈现菌丝放射性线形状生长。从颜色上看,各组没有明显的变化。从边缘的整齐度上看,橙色表现较整齐,而黄色表现不整齐。

经过对图 4 和表 2 的分析可知:不同 LED 光源光质条件下,红光较适合平菇菌丝的生长,其次是橙色光

和绿色光。方法同上所述,可以得到红光条件下平菇菌丝的最优生长拟合曲线下的回归方程为

$$y_4 = 0.0003x^5 - 0.0049x^4 - 0.0164x^3 + 0.4702x^2 - 0.7223x + 1.72$$

式中 y_4 —代表 LED 红光的菌丝直径(cm);

x —天数(d)。

决定系数 R^2 为 0.999, 接近于 1; 校验标准偏差 $RMSEC$ 为 0.12, 经检验误差在可控范围内; 显著水平 $0 < 0.05$, 表明拟合程度好且显著。

4 结论

1) 本文将现代 LED 技术与设施农业相结合, 实现环保、节能的目标, 达到反季节栽培对光需求的目的。LED 技术将是未来食用菌产业的新方向。

2) 试验显示: 平菇菌丝体在黑暗和 LED 白光的条件下相对于对照组变化明显, 但二者间的变化不明显。LED 红光最适合平菇菌丝体的生长, 橙色、绿色次之, 黄色、蓝色、白色光 3 种条件下平菇菌丝变化不明显。同时, 通过 MatLab 进行曲线拟合, 为平菇菌丝建立最优的生长模型, 充分了解平菇菌丝的生长特性, 从而为今后食用菌温室监控系统的研究提供有利的依据。

参考文献:

- [1] 暴增海, 杨辉德, 王莉. 食用菌栽培学[M]. 北京: 中国农业科学技术出版社, 2010.
- [2] 高学敏, 胡永光. 金针菇工厂化生产环境控制模拟模型[J]. 中国食用菌, 2004, 23(2): 22-24.
- [3] 李玉. 我国食药真菌产业发展前瞻[J]. 微生物学杂志, 2013(1): 1-3.
- [4] 贾文庆. 食用菌设施栽培智能控制系统初探[D]. 福州: 福建农林大学, 2005.
- [5] 李玉, 于海龙, 周峰, 等. 光照对食用菌生长发育影响的研究进展[J]. 食用菌, 2011(2): 3-4.
- [6] Rodriguez-Romero J, Hedtke M, Kastner C, et al. Fungi, hidden in soil or up in the air: light makes a difference[J]. Annual Review of Microbiology, 2010, 64: 585-610.
- [7] 田雪梅, 宋爱荣, 张国利, 等. 不同光质光量对灵芝 MP-01 菌株菌丝生长的影响[J]. 食用菌, 2007, 29(5): 8-9.
- [8] 宋卫东, 王明友, 肖宏儒, 等. 我国食用菌工厂化生产技术[J]. 中国农机化, 2012(6): 80-82.
- [9] 黄文芳. 不同光量光质的光对凤尾菇菌丝生长的影响[J]. 食用菌, 1994(3): 2-3.
- [10] 应正河, 林衍铨, 马璐, 等. 不同光质光量对绣球菌菌丝生长及原基形成的影响[J]. 福建农业学报, 2013, 28(6): 538-540.
- [11] 李柏年, 吴礼斌. MATLAB 数据分析方法[M]. 北京: 机械工业出版社, 2012.
- [12] 苏金明, 张莲花, 刘波, 等. MATLAB 工具箱应用[M]. 北京: 电子工业出版社, 2004.

Research on LED Light to the Influence of the Growth of Pleurotus Ostreatus Mycelium

Yu Lili^a, Yang Fang^a, Wang Runtao^a, Xu Xiuhong^b, Liu Huajing^b, Pan Shufeng^a

(a. College of Electricity and Information; b. College of Resources and Environmental Sciences, Northeast Agricultural University, Harbin 150030, China)


Abstract: In order to realize the northern edible fungi off-season cultivation, and attain high yield and high efficiency purposes. In meeting the environmental factors such as temperature, humidity, ventilation and carbon dioxide under the certain conditions, the edible fungi are very sensitive to the light response to environmental factors, and to this problem different edible fungi performance different light demand in different stages. In order to ensure a good environment for the growth of edible fungi in the greenhouse. The light using the latest lighting technology dimmable LED which as a cold light and have a function of the artificial control of the main light source. Research the effect on the pleurotus ostreatus mycelium in different LED light qualities and different light conditions, aim to find out the short period and high quality growth the mycelium environment. Thus to provide a support basis for realize the edible fungi factory cultivate in northern.

Key words: pleurotus ostreatus; mycelium; growth characteristics; LED light

LED 光源对平菇菌丝生长影响的研究

作者: [于丽丽](#), [杨方](#), [王润涛](#), [许修宏](#), [刘华晶](#), [潘淑凤](#), [Yu Lili](#), [Yang Fang](#), [Wang Runtao](#), [Xu Xiuhong](#), [Liu Huajing](#), [Pan Shufeng](#)

作者单位: [于丽丽, 杨方, 王润涛, 潘淑凤, Yu Lili, Yang Fang, Wang Runtao, Pan Shufeng \(东北农业大学 电气与信息学院\)](#), [许修宏, 刘华晶, Xu Xiuhong, Liu Huajing \(东北农业大学 资源与环境学院, 哈尔滨, 150030\)](#)

刊名: [农机化研究](#) 

英文刊名: [Journal of Agricultural Mechanization Research](#)

年, 卷(期): 2015(4)

本文链接: http://d.g.wanfangdata.com.cn/Periodical_njhyj201504037.aspx