

## 烤烟立体漂浮育苗 LED 补光效果

邹 焱<sup>1</sup>, 石俊雄<sup>1</sup>, 蒋 卫<sup>2</sup>, 孟 琳<sup>1</sup>, 冯小芽<sup>2</sup>, 刘明宏<sup>2</sup>, 饶兴义<sup>2</sup>, 陈 尧<sup>1</sup>

(1. 贵州省烟草科学研究院, 贵阳 550081; 2. 贵州省烟草公司遵义市公司, 贵州 遵义 563000)

**摘要:** 为探讨烤烟立体漂浮育苗补光效果, 研究了 LED 补光对烟苗素质及节能的影响。结果表明, 随着 LED 补光量的增加, 烟苗茎高、茎直径、叶片数、鲜质量以及叶绿素相对含量和根系活力均呈增加趋势, 而补光耗电成本则随着补光量的增加而显著上升。与全光谱荧光灯补光对照相比, 每育 7.6 m<sup>2</sup> 面积的烟苗, 采用 30 ~ 40 根 LED 灯管 (每根灯管内装 144 颗 LED 灯) 进行补光效果较好, 其所育烟苗素质与对照相当, 能达到移栽壮苗要求, 其补光耗电成本与全光谱荧光灯管相比可下降 46.8% ~ 60.2%。

**关键词:** 烤烟; 立体育苗; 漂浮育苗; LED 补光

中图分类号: S572.043

文章编号: 1007-5119(2014)06-0017-04

DOI: 10.13496/j.issn.1007-5119.2014.06.004

## Effects of LED Lighting on Seedling Production with Multilayer Float System of Flue-cured Tobacco

ZOU Yan<sup>1</sup>, SHI Junxiong<sup>1</sup>, JIANG Wei<sup>2</sup>, MENG Lin<sup>1</sup>, FENG Xiaoya<sup>2</sup>,  
LIU Minghong<sup>2</sup>, RAO Xingyi<sup>2</sup>, CHEN Yao<sup>1</sup>

(1. Guizhou Tobacco Research Academy, Guiyang 550081, China;

2. Zunyi Tobacco Company of Guizhou Province, Zunyi, Guizhou 563000, China)

**Abstract:** The effects of light emitting diode (LED) lighting on seedling quality and energy cost in multilayer float system of flue-cured tobacco were studied. The results showed that the seedling stem height, stem diameter, leaf number, fresh weight, chlorophyll content, and root activity increased with the increase of LED lights. The cost of power consumption increased significantly with the increase of LED lights. Compared with the control (24 full spectrum fluorescent lights), each 7.6 m<sup>2</sup> area of multilayer floating system needed 30 to 40 LED tubes (each LED tube containing 144 LED lights), and the cost of power consumption reduced by 46.8% to 60.2%.

**Keywords:** flue-cured tobacco; three-dimensional breeding; floating system; LED lighting

随着我国现代烟草农业的发展, 烤烟生产正逐步由传统的小生产向“两头工场化、中间专业化”的社会化大生产转变<sup>[1]</sup>。工场化育苗、烘烤和各生产环节的专业化服务使烤烟生产规模化、集约化水平显著提高<sup>[1-4]</sup>, 但工场化育苗需要建设大量的育苗大棚设施, 由此需要占用大量的土地。生产实践中每 667 m<sup>2</sup> 烤烟需要占用 2 m<sup>2</sup> 的育苗场地, 而烤烟育苗仅育一季, 育苗时间约 100 d, 其他时间育苗设施均闲置, 造成巨大的浪费。虽然近年来烤烟育苗大棚综合利用率有所提高<sup>[5-7]</sup>, 但大部分使用育苗

大棚种植蔬菜、瓜果等, 由于市场原因, 经济效益并不明显。为了节约土地、提高烤烟育苗大棚利用效率, 近年来部分烟叶产区对育苗方式进行积极探索, 其中立体育苗方式引起广泛关注, 并开展了相关研究<sup>[8-10]</sup>。烤烟立体育苗是针对目前广泛采用的平面一层育苗而言的, 是在育苗大棚内采用不同层数的立体育苗架进行育苗, 可充分利用大棚内的立体空间, 更进一步提高育苗的集约化程度, 促进育苗向工业化生产方向发展。目前在烤烟生产中应用较多的有旋转式的立体育苗架和叠层式的育苗架,

基金项目: 中国烟草总公司贵州省公司科技项目“烤烟立体育苗研究与应用”(201308); 中国烟草总公司特色优质烟叶开发重大专项“中间香型特色优质烟叶生态基础研究”(TS-02-20110012)

作者简介: 邹 焱, 男, 博士, 副研究员, 主要从事烟草营养与栽培研究。E-mail: 2000zouyan@163.com

收稿日期: 2014-07-22

旋转式立体育苗架育苗不需要人工补光,利用旋转使育苗盘均匀接受光照,但其育苗效率与普通平面一层育苗相比仅能提高约 1.7 倍。叠层式立体育苗架可根据育苗大棚高度设计不同的层数,生产中一般使用 3~6 层,育苗效率能提高 2.4~5.4 倍,由于需要人工补光,因此育苗成本较高。本研究探讨了烤烟叠层式立体漂浮育苗 LED 补光对烟苗素质的影响以及节能效果,以期对烤烟工场化立体育苗人工补光提供理论依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 供试材料

试验于 2013 年在贵州省遵义县乐山镇烤烟育苗工场大棚内进行。采用叠层式 6 层立体育苗架进行试验,供试烤烟品种为 K326。

### 1.2 试验方法

试验设 5 个处理:(1) 20 根 LED 灯管(每根灯管内装有 144 颗 LED 灯,下同);(2) 30 根 LED 灯管;(3) 40 根 LED 灯管;(4) 50 根 LED 灯管;(5) 24 根全光谱荧光灯管(对照)。每处理设 3 次重复。每处理使用 1 个育苗架,试验设置在第 4 层,每层育苗面积 7.6 m<sup>2</sup>,育苗 36 盘(160 孔漂盘),采用漂浮育苗方式育苗。每重复 12 盘苗,各处理的 3 次重复的苗盘分别放置在第 4 层的左、中、右位置,则位置不能变动。补光灯管安装于烟苗正上方,距漂浮育苗盘高度 25 cm,灯管之间相距均匀。于烟苗进入小十字期开始补光,每天补光约 8 h,补光于成苗期移栽前结束。

采用光照计测定补光光照强度,采用电表测定各处理耗电量,采用游标卡尺测定烟苗茎高和茎直径,采用 SPAD 叶绿素仪测定叶绿素相对含量,采用 TTC 法测定烟苗根系活力。成苗期为 50% 幼苗达到适栽和壮苗标准的日期,壮苗标准为苗龄 40~45 d,茎高 3~5 cm,4~6 片真叶,叶色浅绿,长势健壮,无病虫害,每重复调查 3 盘计算成苗率。

### 1.3 数据处理

采用 SPSS15.0 软件对数据进行分析处理,用

新复极差法进行平均数的显著性检验( $p < 0.05$ )。

## 2 结果

### 2.1 出苗率和成苗率

由表 1 可知,不同处理间补光后的光照强度在 4000~7000 lx,且随着 LED 灯管的增加,补光的光照强度也随之增加,其增加幅度大致为每增加 10 根 LED 灯管光照强度增加 1000 lx 左右。对照处理补光光照强度介于 40 根 LED 灯和 50 根 LED 灯补光的光照强度之间。

在出苗后至小十字期前调查烟苗出苗率,此时还未进行补光,出苗不受补光的影响,从表 1 中可看出,各处理烟苗出苗率均在 90% 左右,处理间的差异不显著;进入小十字期时对各苗盘进行了间苗和补苗,同时开始进行补光,直到成苗,可看出不同处理间成苗率有一定的差异,20 根 LED 灯管处理的烟苗成苗率仅 85% 左右,且显著低于其他 LED 处理和对照处理。

表 1 不同 LED 补光处理光照强度及出苗率与成苗率  
Table 1 The light intensity and the seedling emergence rate and seedling rate under various LED light treatments

处理	光照强度/lx	出苗率/%	成苗率/%
20 根 LED 灯管	4013e	90.83	85.42b
30 根 LED 灯管	5123d	90.42	90.63a
40 根 LED 灯管	6080c	91.04	89.79a
50 根 LED 灯管	7023a	92.50	90.21a
24 根全光谱荧光灯管(CK)	6463b	89.38	90.00a

注 1:成苗率为可用于移栽定植的健壮烟苗的比例;2.同一列内数字后字母不同表示 5% 显著差异,下同。

### 2.2 烟苗素质

在成苗期对烟苗农艺性状进行测定(表 2),结果表明,烟苗茎高、茎直径、叶片数和鲜质量均有随补光灯管增加而增加的趋势,可见补光强度对烟苗素质有明显的影响。与对照处理相比,20 根 LED 灯管处理烟苗茎高、茎直径和鲜质量均显著低于对照;30 根 LED 灯管处理烟苗茎高和茎直径也明显小于对照,但差异不显著,而鲜质量则显著小于对照;40 根 LED 灯管和 50 根 LED 灯管处理烟苗素质要好于对照,且烟苗鲜质量显著高于对照。

表 2 不同 LED 补光处理成苗期烟苗农艺性状

Table 2 Agronomic attributes of flue-cured tobacco seedlings under different LED light treatments

处理	茎高 /cm	茎直径 /mm	叶片数 /片	鲜质量 /(g·棵 <sup>-1</sup> )
20 根 LED 灯管	3.19b	3.16b	4.2	2.36d
30 根 LED 灯管	3.87ab	4.03a	4.2	3.64c
40 根 LED 灯管	4.28a	4.18a	4.3	4.92a
50 根 LED 灯管	4.53a	4.54a	4.4	4.66a
24 根全光谱荧光灯管 (CK)	4.24a	4.16a	4.4	4.24b

### 2.3 烟苗叶绿素和根系活力

在成苗期对烟苗叶绿素及根系活力进行测定 (表 3), 结果表明, 烟苗叶片叶绿素相对含量和根系活力均有随补光灯管增加而增加或增强的趋势, 但各处理间叶绿素相对含量差异不显著, 而根系活力差异则达显著水平, 表现为 20 根 LED 灯管和 30 根 LED 灯管处理烟苗的根系活力显著低于 40 根 LED 灯管和 50 根 LED 灯处理的根系活力。与对照处理相比, 各 LED 处理烟苗叶片叶绿素相对含量与对照相差不大, 差异未达显著水平; 各 LED 处理烟苗根系活力均小于对照处理, 但 20 根 LED 灯管和 30 根 LED 灯管处理与对照处理差异达显著水平, 而其他两处理与对照处理差异不显著。

表 3 不同 LED 补光处理烟苗叶绿素与根系活力

Table 3 The chlorophyll content and root activity of flue-cured tobacco seedlings under different LED light treatments

处理	叶绿素相对含量 (SPAD 值)	根系活力/ ( $\mu\text{g TTF}\cdot\text{g}^{-1}\cdot\text{h}^{-1}$ )
20 根 LED 灯管	14.4	2137.76b
30 根 LED 灯管	15.0	2363.26b
40 根 LED 灯管	15.7	3210.09a
50 根 LED 灯管	16.2	3507.65a
24 根全光谱荧光灯管 (CK)	15.1	3663.00a

### 2.4 能耗成本

由表 4 可知, 通过人工补光时间共为 228.5 h, 其耗电量随着 LED 补光灯管的增加而显著增加, 且各 LED 补光处理耗电量均显著低于对照处理。从耗电成本来看, 随着 LED 补光灯管的增加其耗电成本也显著增加, 但各 LED 补光处理的耗电成本均显著低于对照处理, 其耗电成本下降幅度为 33.6%~73.4%。

表 4 不同 LED 补光条件下的耗能成本情况

Table 4 The energy cost under different LED light treatments

处理	耗电量/度	耗电成本/(元·hm <sup>-2</sup> )
20 根 LED 灯管	40.41e	80.82e
30 根 LED 灯管	60.62d	121.24d
40 根 LED 灯管	80.83c	161.66c
50 根 LED 灯管	101.03b	202.06b
24 根全光谱荧光灯管 (CK)	152.09a	304.18a

注: 电价按 0.6 元/度计算, 种植面积用苗按 120 盘/hm<sup>2</sup> 计算, 补光时间均为 228.5 h。

## 3 讨 论

为节约育苗用地及提高育苗效率, 笔者从 2013 年开始即开展烤烟立体育苗相关试验研究, 实践表明, 立体漂浮育苗相对于常规漂浮育苗来讲, 其所育苗苗总体偏弱, 主要原因是光照不足, 因此需要采用人工光源进行补充。目前人工补光光源主要有高压钠灯、荧光灯、金属卤素灯、白炽灯等<sup>[11-12]</sup>, 此类光源都存在光效低、能耗大等缺点, 且其光谱相对固定, 无效波长较多, 产热量大。而随着光电技术的发展, LED 光源在农业领域的应用越来越广泛<sup>[12]</sup>, LED 灯则具有发光效率高、发热低、体积小、寿命长、耗能低等优势, 而且光质易于组合与调控, 据报道<sup>[13]</sup>, 与高压钠灯相比, LED 可节能 50%~80%, 节能效果显著。就补光光照强度来说, 一般主要是补充自然光照不足, 以促进作物光合作用, 促进作物生长, 补光光照强度应高于作物的光补偿点, 一般以 3000 lx 以上<sup>[11]</sup>, 另据报道<sup>[14-15]</sup>, 补光强度不是越强越好, 在育苗上只要光照强度达到 4000 lx 以上就能正常生长。而据胡永光等<sup>[16]</sup>报道, 不同光强下的补光效率以每 lx 补光光强所能产生的净光合速率为指标, 则光强在 4000 lx 时, 补光效率最高, 随着补光强度的增加, 效率呈递减的趋势。笔者采用全光谱荧光灯进行补光, 育苗面积约为 7.6 m<sup>2</sup> (长 3.3 m、宽 2.3 m) 时需 24 根荧光灯管 (功率为 28 W/根), 光照强度为 6463 lx, 在此条件下可育出符合移栽要求的壮苗, 因此本研究以 24 根全光谱荧光灯作为对照。当采用 20 根 LED 灯管进行补光时, 光照强度为 4013 lx, 在此光照条件下烟苗能正常生长, 但烟苗素质明显低于对照, 耗电成本是对照的 26.6%; 采用 30 根 LED 灯管进行补

光时的光照强度为 5123 lx, 所育苗苗素质略低于对照, 耗电成本是对照的 39.8%; 采用 40 根 LED 灯管进行补光时的光照强度为 6080 lx, 所育苗苗素质与对照相当, 耗电成本是对照的 53.2%; 而采用 50 根 LED 灯管进行补光时的光照强度为 7023 lx, 所育苗苗素质略好于对照, 耗电成本是对照的 66.4%。因此, 综合考虑烟苗素质和耗电成本, 以采用 30~40 根 LED 灯管进行补光效果较好, 可满足育苗面积 7.6 m<sup>2</sup> 的补光需要, 且所育苗苗素质与对照相当, 能达到移栽壮苗要求, 其耗电成本可比对照下降 46.8%~60.2%。

## 4 结 论

烤烟立体育苗以采用 LED 灯进行补光效果较好, 其所育苗苗素质与全光谱荧光灯补光相当, 而其耗电成本则比全光谱荧光灯下降 50% 左右。

### 参考文献

- [1] 李明海, 陈尧, 邹焱, 等. 现代烟草农业探索[M]. 成都: 四川科学技术出版社, 2008.
- [2] 韦成才, 艾绥龙. 烤烟工厂化育苗研究[J]. 中国烟草科学, 1997(2): 12-14.
- [3] 苗健, 李光业. 山东烤烟大棚集约化育苗技术应用概况[J]. 中国烟草科学, 1999(3): 47-48.
- [4] 孟庆宏, 王兆群, 杜传印. 潍坊发展现代烟草农业的实践与思考[J]. 中国烟草科学, 2008, 29(6): 64-67.
- [5] 柳强, 邹光进, 许齐. 烤烟育苗大棚休闲期节本创收途径初探[J]. 吉林农业, 2012(10): 154-156.
- [6] 李启印, 周越. 烤烟育苗大棚番茄种植技术[J]. 农技服务, 2013, 30(5): 462, 464.
- [7] 覃迎姿, 周文亮, 王军卫, 等. 烤烟育苗大棚闲置期种植厚皮甜瓜试验[J]. 南方农业学报, 2013, 44(5): 802-805.
- [8] 沈文静, 陈涛. 南漳县烟草大棚立体集约化育苗技术[J]. 农技服务, 2009, 26(6): 128.
- [9] 金祥, 田必文, 陈风雷, 等. 烤烟集约化立体育苗与漂浮育苗对比研究[J]. 河南农业科学, 2014, 43(5): 62-65.
- [10] 林叶春, 陈伟, 黄锡才, 等. 光质对立体托盘育苗烟苗生长及叶片光合特性的影响[J]. 烟草科技, 2014(3): 67-70.
- [11] 柳小红. 温室常用人工补光光源的选用与配置[J]. 农业开发与装备, 2013(11): 58-61.
- [12] 杨其长, 徐志刚, 陈弘达, 等. LED 光源在现代农业的应用原理与技术进展[J]. 中国农业科技导报, 2011, 13(5): 37-43.
- [13] 杨雅婷, 魏灵玲, 魏强, 等. LED 在设施园艺中的应用系列(五)—LED 在温室补光中的应用[J]. 农业工程技术, 2009(9): 15-16.
- [14] 张林青, 蔡小铭. 光强对水稻秧苗素质的影响[J]. 江苏农业科学, 2007(3): 31-33.
- [15] 朱静娴. 人工补光对植物生长发育的影响[J]. 作物研究, 2012, 26(1): 74-78.
- [16] 胡永光, 李萍萍, 邓庆安, 等. 温室人工补光效果的研究及补光源配置设计[J]. 江苏理工大学学报: 自然科学版, 2001, 22(3): 37-40.