

稻麦生态环境中不同波段 LED 光源的诱虫效果

崔必波¹, 李亚芳¹, 方俊², 徐昌春³, 孙佳慧⁴, 李庆生⁵, 王伟义^{1*}

(1. 盐城市新洋农业试验站, 江苏盐城 224049; 2. 扬州康弘农业发展有限公司, 江苏高邮 225600; 3. 浙江隆皓农林科技有限公司, 浙江台州 318058; 4. 浙江宁波市华亮照明电器有限公司, 浙江海宁 314419; 5. 江苏联合职业技术学院盐城生物工程分院, 江苏盐城 224051)

摘要 [目的]探究稻麦生态环境中不同波段 LED 光源的诱虫效果。[方法]设正白+紫外 2 种 LED 组合光源以及 7 种单色 LED 光源, 以传统节能宽谱诱虫光源为对照, 研究在稻麦生态环境中不同波段 LED 光源的诱虫效果。[结果]在稻麦生态环境中, 组合式 LED 光源的诱虫效果要明显好于传统节能宽谱诱虫光源, 可作为该生态环境中的首选诱虫光源; 鉴于该组合光源对检疫性虫害美国白蛾极强的诱杀效果, 可在该虫害综合防治中发挥重大作用; 不同种类的单色 LED 光源诱虫效果有差异, 其中红色 LED 光源对瓢虫有特殊的诱杀效果, 可作为二十八星瓢虫高发的蔬菜生态环境诱虫光源的重要组成部分。[结论]该研究结果为 LED 诱虫光源的大面积应用提供了理论依据。

关键词 LED; 组合光源; 稻麦生态环境; 诱虫效果

中图分类号 S123 **文献标识码** A **文章编号** 0517-6611(2018)22-0135-03

Effect of LED Light Source in Different Bands on Luring Pests in Rice and Wheat Ecological Environment

CUI Bi-bo¹, LI Ya-fang¹, FANG Jun² et al (1. Xinyang Agricultural Experiment Station of Yancheng City, Yancheng, Jiangsu 224049; 2. Kanghong Agricultural Development Limited Company of Yangzhou City, Gaoyou, Jiangsu 225600)

Abstract [Objective] The aim was to study the effect of LED light source in different bands on luring pests in rice and wheat ecological environment. [Method] The test set 9 treatments as followed: one LED combination light source white + ultraviolet, seven kinds of monochrome LED light source, and traditional energy-saving broad spectrum decoy light source as control. [Result] The combined LED light source was obviously better than traditional energy-saving broad spectrum decoy light source on luring pests, which could be used as the first selection of the light source in rice and wheat ecological environment; the combined light source could play a significant role in preventing and curing American white moth for its extremely strong inducing effect on it; there were differences among the monochrome LED light sources in luring pests, red LED light source had special effects on ladybugs, which could be used as an important component of trap light sources in the high incidence of 28-star ladybug vegetable ecological environment. [Conclusion] The result provides reference for large area application of LED light source.

Key words LED; Combined light source; Rice and wheat ecological environment; Pest luring effect

灯光诱虫是成本低、用工少、效果好的农作物虫害物理防治措施, 也是农作物综合防治的重要组成部分, 杀虫灯效果的关键是诱虫光源的构成。我国从 20 世纪 60 年代开始, 就有灯光诱虫的研究报道^[1], 但鲜见关于诱虫光源诱虫效果的研究报道。20 世纪 70 年代, 我国农村在集体所有制条件下, 开始大面积推广灯光诱虫, 主要将其应用在棉红铃虫的诱杀方面, 对诱虫光源也有针对性地开展了研究, 如黑光灯、卤素灯等^[2-3], 20 世纪末到 21 世纪初, 随着农产品质量安全被日益关注, 灯光诱虫有很大发展, 各种式样杀虫灯应运而生, 诱虫灯种类众多, 目前使用的主要有日光灯、黑光灯、高压汞灯、双波灯、节能灯、频振灯等^[4]。这些诱虫灯大多采用单一波长光源制作的发光体, 这些诱虫光源各有优点, 但共同的缺点是光色单一、能耗较高、发光效率与电转换效率低、寿命较短^[5]。

LED 是发光二极管 (Light Emitting Diode) 的简称, 是一种半导体组件。LED 被称为第四代照明光源或绿色光源, 具有节能、环保、寿命长、体积小等特点, 近年来陆续有学者开展 LED 诱虫光源的研究, 但研究的光源基本以单色的 LED 光源为主^[6-8], 这种光源存在着光谱狭窄、诱虫种类少、诱虫效果差的缺点。鉴于此, 笔者于 2017 年研究了多种多波长

组合的 LED 诱虫光源的诱虫效果, 旨在为其推广应用提供参考。

1 材料与方法

1.1 材料

1.1.1 诱虫光源。诱虫 LED 光源由扬州康弘农业发展有限公司生产, 分别为: 2 种正白光源加紫外光源组合的诱虫光源, 和正白、红、橙、黄、绿、蓝色、淡蓝 7 种单色 LED 光源 (检测功率为 8.3 W), 以及在原紧凑型单端荧光灯基础上研发的节能宽谱诱虫灯 (检测功率为 12.3 W) 为对照, 共 10 种光源。

1.1.2 杀虫灯具。浙江隆皓农林科技有限公司提供试验所需的 18 只杀虫灯具。

1.2 试验地概况 试验安排在盐城市新洋农业试验站大面积绿色小麦、水稻种植田中进行, 试验地面积为 8 hm², 小麦种植品种为宁麦 13, 水稻种植品种为南粳 9108。

1.3 试验设计 在稻麦生态环境, 大面积绿色稻麦种植田边, 按间距 15 m 呈“一”字排列 18 只杀虫灯。分别配: ①正白 LED 光源, 波长 590 nm (以下简称: 正白); ②正白波长 590 nm 配波长 395 nm 紫外 LED 组合光源 (以下简称: 正白+395); ③正白波长 590 nm 配波长 365 nm 紫外 LED 组合光源 (以下简称: 正白+365); ④节能宽谱诱虫灯波长 350~590 nm 为对照 (以下简称: 节能宽谱)。4 种不同光源杀虫灯采用随机区组排列, 3 次重复, 除配上述 4 种光源外, 另配红光波长 610 nm、橙光波长 585 nm、黄光 550 nm、绿光 490 nm、淡蓝光 420 nm、蓝色光 450 nm 6 种 LED 单色光源; 各种诱虫光源随机排列。

基金项目 盐城市农业科技发展规划指导性计划项目 (YKN2016021)。

作者简介 崔必波 (1971—), 男, 江苏建湖人, 助理研究员, 从事作物新品种的选育、新农药、新技术、农作物新品种试验、示范、推广研究。* 通讯作者, 助理研究员, 从事动植物新品种试验、示范、推广研究。

收稿日期 2018-05-03

1.4 试验方法 试验于2017年4月8日按设计方案将诱虫灯安装到试验田中,并接通电源,杀虫灯工作正常。从4月9日开始,7 d调查1次,分别收集各杀虫灯集虫器中的全部昆虫;带回室内进行分类并分别计数,对于不能识别和偶尔出现的昆虫合并计数为“其他”项内,由于蚊、飞虱、叶蝉等昆虫个体小、数量多,而且电击以后残体不全,甚至已经烧尽,无法进行正确计数,故未进行统计。9月初由于个别节能宽谱光源损坏,为不影响试验的准确性,调查数据统计截止时间为8月底。

1.5 数据处理 利用Excel 2007软件对数据进行处理与分析。

2 结果与分析

2.1 试验光源对各种昆虫的诱集效果 由表1可知,在稻麦生态环境中能够准确计数的主要昆虫有金龟子、二化螟、大螟、稻纵卷叶螟、玉米螟、稻苞虫、美国白蛾、瓢虫、黏虫、蝼蛄。试验光源对各种昆虫的诱集总数以正白+365最好,正

白+395次之,节能宽谱第三;除红色LED光源外,其他各种单色LED光源的昆虫诱集总数为对照节能宽谱光源诱集总数的20%~30%,红色LED光源的诱集总数仅为对照光源诱集总数的15%左右。在稻麦生态环境中,对稻田主要害虫二化螟、大螟、稻纵卷叶螟、稻苞虫的诱集效果以2种正白+紫外LED组合诱虫光源最佳,节能宽谱诱虫光源次之;对于非水稻田发生的害虫金龟子、美国白蛾、玉米螟的诱集效果表现与稻田主要害虫诱集效果表现一致,而对麦黏虫诱集效果以节能宽谱效果最好,与正白+365处于同一水平;正白和绿色并列第三,与正白+395诱虫光源处于同一水平,其中对美国白蛾的诱集效果以正白+365效果最好,这进一步验证了李建光等^[9]的研究结果。在稻麦生态环境中对各种单色的LED光源诱虫效果进行比较,发现橙、黄色LED光源的诱虫效果要明显好于绿、蓝色LED光源,这与曹宝剑^[10]的研究结论基本一致。对于特定昆虫瓢虫的诱集效果以红色LED光源最好,远高于组合式LED光源与传统的节能宽谱光源。

表1 稻麦生态环境中不同诱虫光源的诱虫效果

Table 1 Luring pests effect of LED light source in different bands in rice and wheat ecological environment

序号 No.	诱虫 光源 Trapping light source	金龟子 Beetle	二化螟 <i>Chilo suppressalis</i> (Walker)	大螟 <i>Sesamia inferens</i> (Walker)	稻纵 卷叶螟 <i>Cnaphal- ocrocis medinalis</i> Guenee	玉米螟 <i>Ostrinia nubilalis</i>	稻苞虫 <i>Parnara guttata</i>	美国白蛾 <i>Hyphantria cunea</i> (Drury)	瓢虫 <i>Coccinella septemp- unctata</i>	麦黏虫 <i>Mythimna separata</i> (Walker)	蝼蛄 Grylloidea	其他 Others	合计 Total
1	正白	20	23	2	36	0	17	24	33	6	8	450	619
2	正白+395	73	44	14	64	14	72	372	43	5	17	871	1 589
3	正白+365	89	44	13	72	9	72	415	44	14	36	1 237	2 045
4	节能宽谱	51	39	10	44	8	37	147	50	16	21	1 058	1 481
5	红	1	6	1	9	0	3	2	118	3	0	79	222
6	橙	26	20	3	35	2	19	7	26	4	4	400	546
7	黄色	17	24	1	30	6	8	12	13	1	11	462	585
8	绿	11	15	0	21	0	3	17	25	6	6	268	372
9	淡蓝	21	23	0	23	0	9	18	24	0	5	291	414
10	蓝光	21	16	0	27	0	17	21	23	2	15	287	429

注:正白、正白+395、正白+365、节能宽谱4种光源的数据为3次重复平均值

Note: The data of four kinds of light sources like pure white, pure white+395, pure white+365, energy conservation and wide spectrum were average value of three repetitions

2.2 组合式LED光源与节能宽谱诱虫光源的诱杀效果比较

2.2.1 诱虫效果比较。由表2可知,对4种不同光源昆虫合计数进行方差分析与多重比较,以正白+395处理诱虫效果最好,诱虫数平均为483.4头,与正白、节能宽谱差异极显著,

而正白+365处理与之处于同一水平;节能宽谱光源诱虫数平均为303.5头,居第3位,与其他处理差异极显著;正白光源诱虫数最少,为98.3头,仅为诱虫数最高的正白+395处理的20.3%。

表2 稻麦生态环境中组合式LED光源与节能宽谱诱虫光源的诱杀效果

Table 2 Luring pests effect of combined LED light source and energy conservation and wide spectrum in rice and wheat ecological environment

序号 No.	处理 Treatments	金龟子 Beetle	二化螟 <i>Chilo suppressalis</i> (Walker)	大螟 <i>Sesamia inferens</i> (Walker)	稻纵 卷叶螟 <i>Cnaphal- ocrocis medinalis</i> Guenee	玉米螟 <i>Ostrinia nubilalis</i>	稻苞虫 <i>Parnara guttata</i>	美国白蛾 <i>Hyphantria cunea</i> (Drury)	瓢虫 <i>Coccinella septemp- unctata</i>	蝼蛄 Grylloidea	其他 Others	合计 Total
1	正白	2.50 bB	2.93 cB	0.67 cC	5.90 cC	0.17 cB	2.56 bB	3.26 cC	4.28 aA	1.00 aA	35.94 cC	98.32 cC
2	正白+395	6.91 aA	6.79 aA	2.50 aA	14.50 aA	2.58 aA	9.31 aA	58.50 aA	6.83 aA	0.75 aA	96.83 aA	483.41 aA
3	正白+365	6.82 aA	5.43 abAB	1.92 bB	12.40 aA	1.17 bAB	5.00 bAB	52.57 aA	4.22 aA	1.06 aA	85.50 aAB	435.77 aA
4	节能宽谱	3.91 bAB	4.43 bcAB	1.17 bBC	8.70 bB	1.08 bcAB	2.50 bB	20.57 bB	4.94 aA	1.00 aA	62.00 bB	303.55 bB
	误差标准差	0.89	0.38	0.58	0.46	0.62	1.26	0.83	1.02	0.88	1.25	2.79
	F值	7.78	17.79	5.50	18.46	6.82	4.89	71.21	1.13	0.07	22.71	78.82

注:同列数据后不同大、小写字母分别表示处理间在0.01、0.05水平差异显著

Note: Different capital letters and lowercase letters at the same column indicated significant differences at 0.01 and 0.05 level among treatments, respectively

2.2.2 对不同种类昆虫诱虫效果比较。由表2可知,4种不同光源对不同昆虫的诱虫效果有差异,以正白+395处理最

好,其对各种不同种类昆虫的平均诱虫数最高,其中对大螟、玉米螟、稻苞虫的平均诱虫数与其他光源处理差异达显著水

平;正白+365 处理对不同种类昆虫平均诱虫数处于第 2 位,与其他 2 个光源处理比较差异达显著水平的昆虫有金龟子、稻纵卷叶螟、稻苞虫和美国白蛾;节能宽谱诱虫光源对不同种类昆虫诱虫数居于第 3 位,与正白光源处理比较差异达显著水平的昆虫有大螟、稻纵卷叶螟、美国白蛾;对瓢虫、蝼蛄的诱虫效果,4 种不同诱虫光源平均诱虫数无显著差异。

3 结论与讨论

3.1 正白+紫外光 LED 组合式光源可作为稻麦生态环境首选诱虫光源 对稻麦生态环境田间试验结果的综合分析研究表明,2 种正白+紫外光 LED 组合式光源对各种昆虫诱集功能,无论从总数还是各主要害虫数上看,均极显著优于正白 LED 光源,也显著优于节能宽谱诱虫灯。除红色对瓢虫诱集功能特强外,其他各单色光源诱集各种昆虫的能力均远不如正白+紫外光 LED 组合式光源。而且 LED 光源具有节能、环保、寿命长、体积小等特点,正白+紫外光 LED 组合式光源可作为稻麦生态环境首选诱虫光源。

3.2 红色 LED 光源可作为二十八星瓢虫高发的蔬菜生态环境诱虫光源的重要组成 在各种单色 LED 光源的观察试验中,红色 LED 光源对瓢虫表现出突出的诱集功能。稻麦生态环境瓢虫以益虫为主,故不宜有红色 LED。而在二十八星瓢虫危害严重的蔬菜生态环境,可在正白+紫外光 LED 光源组合中再加入红色 LED 光源。

3.3 正白+紫外光 LED 组合式光源也可作为美国白蛾首选诱杀光源 鉴于在该试验中,正白+紫外光 LED 组合式光源对美国白蛾表现出突出的诱集功能,在检疫性虫害美国白蛾发生区域,安置正白+紫外光 LED 组合式诱虫光源的杀虫

灯,是疫区防治该虫害的最有效物理防治方法。

3.4 其他生态环境还需进行相同试验才能确定最佳 LED 组合 由于不同生态环境中昆虫群落组成不同,有的害虫对特殊波长的光波特别敏感;只有在相关生态环境中进行上述试验,才能确定该生态环境中诱虫光源的最佳 LED 组合。

3.5 关于相关单色 LED 光源诱集部分昆虫数为“0”的问题 相关单色 LED 光源诱集部分昆虫数为“0”,很难判断是诱虫光源对相关害虫没有引诱作用,还是诱虫光源对相关昆虫有驱赶作用,或是相关昆虫数量较少的随机性造成,还有待于进一步研究。如果是对相关害虫有驱赶作用,可用于保护植物;如果是对相关益虫有驱赶作用,可考虑保护天敌。

参考文献

- [1] 闫海霞,魏国树,吴卫国.棉铃虫及其优势种天敌草蛉感光、趋光机制的研究进展[J].河北农业大学学报,2002,25(S1):215-218.
- [2] 赵建伟,何玉仙,翁启勇.诱虫灯在中国的应用研究概况[J].华东昆虫学报,2008,17(1):76-80.
- [3] 陕西省植保所麦虫区系组.金属卤化物诱虫灯[J].陕西农业科学,1979(10):19-20.
- [4] 胡成志,赵进春,郝红梅.杀虫灯在我国害虫防治中的应用进展[J].中国植保导刊,2008,28(8):11-13.
- [5] 金星.基于 LED 光源的多光谱诱虫灯研究[J].江苏农业科学,2015,43(10):476-478.
- [6] 王文龙,任利利,张连生,等.不同波长 LED 灯对油松毛虫的诱捕效果与评价[J].应用昆虫学报,2017,54(6):955-960.
- [7] 刘慧莲.LED 黄光诱虫灯对温室白粉虱的诱虫效果[J].北方园艺,2011(23):126-127.
- [8] 李天华,熊飞娇.基于 LED 光源的导光式诱虫板的研究[J].农机化研究,2013,35(9):108-111.
- [9] 李建光,周在豹,刘若思,等.不同波长灯管应用于监测美国白蛾的研究[J].植物检疫,2013,27(3):57-59.
- [10] 曹宝剑.两种太阳能诱虫灯下稻田昆虫群落和主要种数量动态的比较[D].南京:南京农业大学,2014.

(上接第 131 页)

表 3 不同处理最终烂果率及小区产量

Table 3 The final bad fruit rate and plot yield of different treatments

处理 Treatments	总果数 Total number of fruit//个	烂果数 Bad fruit number//个	烂果率 Bad fruit rate//%	果重 Fruit weight g	小区产量 Plot yield kg	增产 Increase yield kg	增产率 Increasing yield rate//%
①	165.8	14.2	8.56±0.461 8 bB	357.2	36.4±0.850 5 cC	4.5	14.1
②	193.7	11.3	5.83±0.837 0 cC	439.2	44.8±0.458 3 bB	12.9	40.4
③	223.0	7.8	3.52±0.619 2 dD	521.5	53.2±0.900 0 aA	21.2	66.5
④	227.8	5.2	2.28±0.352 3 eD	531.0	54.1±1.040 8 aA	22.2	69.6
⑤	227.6	7.5	3.30±0.251 0 dD	526.7	53.7±0.818 5 aA	21.8	68.3
⑥	221.2	9.0	4.00±0.280 1 dCD	515.9	52.6±0.755 0 aA	20.7	64.9
CK	160.2	24.7	15.42±1.237 4 aA	312.4	31.9±1.361 4 dD	—	—

注:同列数据后不同大、小写字母分别表示处理间在 0.01、0.05 水平差异显著

Note: Different capital letters and lowercase letters indicated significant differences at 0.01 and 0.05 level among treatments, respectively

绢病发生较重的田块或者在花生生长季节高温多雨情况下,异菌脲与噻呋酰胺宜采用高剂量(商品剂量异菌脲不低于 3 000 mL/hm²、噻呋酰胺不低于 900 mL/hm²);或间隔 7 d 左右,增加 1 次施药。②施药期应选择在花生下针末期或荚果膨大初期。③用水量要足。

参考文献

- [1] 杨广玲,刘伟,王金信.花生白绢病的发生规律与综合防治[J].花生学报,2003,32(S1):425-426.
- [2] 徐玉恒,钟建峰,卞建波,等.花生白绢病药剂防治研究[J].现代农业科技,2006(12):68.

- [3] 卞建波,陈香艳,张永涛,等.花生白绢病致病因素及生态控制技术[J].现代农业科技,2007(10):88-89,91.
- [4] 宋国华,吴微微.花生白绢病的发生规律与防治对策[J].辽宁农业职业技术学院学报,2008,10(1):12,17.
- [5] 英昌芹,陈士军.花生白绢病发生特点与防治技术[J].中国农技推广,2009(4):37-39.
- [6] 邢小萍,袁虹霞,孙炳剑,等.花生根部主要土传真菌病害的发生与防治[J].杂粮作物,2010,30(6):441-444.
- [7] 许欣然,张新友,黄冰艳,等.河南省局部地区花生白绢病爆发原因分析及其防治对策[J].河南农业科学,2011,40(10):99-101.
- [8] 冷鹏,吴书宝,徐升华,等.噻呋酰胺 240 克/升悬浮剂防治花生白绢病田间药效试验[J].农药科学与管理,2012,33(2):51-53.