

# 松毛虫光照周期反应中光照强度和光谱的感受性\*

李兆麟 贾凤友 何忠 侯无危

**摘要** 研究表明松毛虫对一般日光灯照明非常敏感,光照强度达到 0.1 Lx 以上时,即有感受,但对光源中的不同光谱成分反应不一,≥570 nm 以上的光线,就感受不到。因而,在统计自然界松毛虫感受的日照时数时,民用晨昏矇影完全可以排除不计。文中结合太阳高度角不同时大气中光谱成分的变化,不同郁闭度松林对太阳辐射的吸收,从松毛虫光照周期反应的角度,解释了一般认为生长健壮,林相较好的松林,松毛虫不易猖獗成灾,且其种群变动与稀疏林地比较,很少出现突然暴发的现象。

**关键词** 松毛虫、光照强度、光谱、光照周期反应

昆虫对光照强度和光谱的感受性,可资参考的前人工作不多。Saunders<sup>[1]</sup>汇总了过去的文献资料。虽然大多数的昆虫对红光不感受,但例外并不少,对光照强度,不同虫种之间差异竟可达几百倍。

苏联学者 Gyspitz<sup>[1]</sup>在 50 年代证明了欧洲松毛虫(*Dendrolimus pini* L.)对红光不感受。而在我国分布的这些松毛虫迄今未有过它们对光照强度和光谱感受性的报道。在松毛虫光照周期反应的研究中,为了明确晨昏矇影是否参与了光照周期反应,从而是否影响到了松毛虫的世代分化,进行了如下的试验。

## 1 材料和方法

### 1.1 虫源

室内连续饲养的马尾松毛虫(*Dendrolimus punctatus* Walker)(光照强度试验)和油松毛虫(*D. tabulaeformis* Tsai et Liu)(光谱试验)。

### 1.2 光照强度

预备试验,已得出了松毛虫对 1 lx 的光源仍可感受。本试验使用透光度为 1/2, 1/10 和 1/100 的摄影灰片,制成黑罩,必要时调整养虫室中照明的日光灯数量,使用长城光学仪器厂 IC-3 型照度计,测得罩内的光照强度分别为 20、5、1.5、0.25、0.05 lx。

### 1.3 光谱

分别使用红、黄、绿及蓝紫+绿色摄影滤片,制成不同色泽的罩。经用 P-E uv/vis 分光光度计在波长 190~900 nm 范围内扫描,得出不同罩内的光谱见表 1。

1992-12-14 收稿。

李兆麟研究员,贾凤友(中国林业科学研究院森林保护研究所 北京 100091);何忠,侯无危(中国科学院动物研究所)。

\* 国家自然科学基金资助项目。

表1 不同滤片罩内的光谱情况

滤片	光谱范围 (nm)	主峰波长 (nm)	主峰透光度 (%)
红	610.0~900.0	850.0	91.1
黄	292.0~412.0	380.0	13.3
	430.0~900.0	580.0	90.0
绿	495.0~605.0	530.0	40.0
	725.0~900.0	840.0	88.0
蓝紫+绿	728.0~900.0	874.2	73.1

## 1.4 试验设计和处理

根据马尾松毛虫和油松毛虫在短光周(L:D=12:12)条件下,四龄幼虫进入滞育这一现象<sup>[2,3]</sup>,将养虫室的光周调整为L:D=16:8,在照明12 h后,依据光照强度和光谱试验的要求加罩,形成L:D=16(12 h正常光源+4 h不同光照强度和不同光谱的光源):8的光周条件。

不同光照强度和不同光谱试验,都同时设正常光源的L:D=16:8和12:12做为对照,因此,光照强度试验为7个处理,即>800、20、5、1.5、0.25、0.05 lx和0 lx(全暗)。光谱试验为6个处理,即正常照明(养虫室内日光灯光源),红( $\geq 610$  nm),黄( $\geq 430$  nm),绿(478~586 nm),蓝紫+绿( $\geq 728$  nm)和全黑暗。每个处理设三次重复。

## 1.5 饲养观察

将同一天孵出的初孵幼虫,按试验要求,每60头为一次重复,放入2 000 mL烧杯中,用新鲜松针饲养。养虫室条件为:温度 $28 \pm 0.5$  °C,相对湿度 $75\% \pm 5\%$ 。逐日记录其生长情况,发育速度,排粪量,最终统计其滞育率。

## 2 结果和讨论

根据表2、3的结果,可明显看出松毛虫幼虫在光照周期反应中对光照强度和光谱变化的感受性,并可推算出松毛虫幼虫对光照强度感受的临界点约为0.1 lx左右,对光谱感受的临界值约在570 nm左右。

表2 不同光照强度下松毛虫幼虫的滞育率

处理			1	2	3	4	5	6	7
光周	L=16 h	12 h (lx)	>800	>800	>800	>800	>800	>800	>800
		4 h (lx) (不同灰片罩内)	>800	20	5	1.5	0.25	0.05	全暗
	D=8 h		全暗	全暗	全暗	全暗	全暗	全暗	全暗
滞育率 (%)			0.7	0	2.1	1.9	10.2	63.8	97

表3 不同光谱条件下松毛虫幼虫的滞育率

处理			1	2	3	4	5	6
光周	L=16 h	12 h (日光灯)	日光灯	日光灯	日光灯	日光灯	日光灯	日光灯
		4 h (不同滤片罩内光谱)(nm)	日光灯	黄 $\geq 430$	绿 478~586	红 630~800	蓝+绿 $\geq 728$	全暗
	D=8 h		全暗	全暗	全暗	全暗	全暗	全暗
滞育率 (%)			2.4	4.2	25.5	71.3	97.8	90.2

天文学上关于民用晨昏曙影的论述,在太阳刚刚落入地平线时,天空照度仍在370 lx以上,即使在民用曙影结束时也仍有 $3.75$  lx<sup>[4]</sup>。在这样的光照强度范围内,松毛虫幼虫都是能感受到的。但在自然界,随着太阳高度角的变化,阳光中不同波段光谱的比例并不相同(见表

4)<sup>[5]</sup>。当太阳高度角为 1° 时,日光中 84% 为 610 nm 以上的红光,而 500 nm 以下的蓝紫光已经没有了。日落后与日出前,更绝大多数都是 610 nm 以上的红光。因此,在民用晨昏矇影时间内,虽然有一定的光照强度,但由于此时光谱的成分主要是对松毛虫幼虫无生理效应的长波光,所以自然界计算松林内松毛虫感受的日照时数时,民用晨昏矇影时间完全可以排除不计。

由于波长偏短的光可以透过云层,所以在阴雨的白天,松毛虫同样可以感受到自然界的光周,但林分不同,在阳光下,森林对太阳辐射的反射率、吸收率和透射率却差异很大,郁闭度接近 0.7 的马尾松林,对太阳辐射的反射率为 12%,透射率为 8.6%,而吸收率可达 79.4%,更由于林冠反射和透射的日光多为对松毛虫生理效应较弱的 540 nm 以上的辐射,而吸收的则是生理效应较强的偏短(300~500 nm)辐射<sup>[5]</sup>。因此,虽然在松毛虫光周反应中,民用晨昏矇影可以不计,但由于林冠对太阳辐射的吸收,以及随太阳高度角的变化而致阳光中光谱成分的改变,所以在郁闭度较大的林分中,松毛虫感受到的自然界光周较稀疏林地要复杂得多。总的说来,郁闭度较大的林分,不仅矇影结束较早,且随着太阳高度角的变化,林内有效辐射成分,由日出开始逐渐增加,至午后随着时间的推移而大大减少,甚至消失。在地形地势的影响下,再加上森林的温度效应,使得这样林内的松毛虫所感受到的光照时数会明显地弱于稀疏林地。这就会使马尾松毛虫二、三代区,在郁闭度较大林内的三代分化率,在相同年分,在同样条件下,较稀疏林地有所差异,而三代分化率的多少,又是影响种群数量变动的主要因子之一。从而拖长了种群上升的历期,配合其它各种因子的作用,使松毛虫种群较长时间地维持在相对稳定的水平上。这就从松毛虫光周反应的角度上,解释了一般认为生长健壮、林相较好的松林,松毛虫不易猖獗成灾,且其种群变动与稀疏林地比较,很少出现突然暴发的现象。

表 4 不同高度角太阳辐射中所含光谱比例  
(单位:%)

太阳高度角	90°	30°	5°	1°
红 >610	28	30	47	84
黄 570~590	29	31	34	13
绿 500~570	22	23	14	3
蓝 460~500	13	11	4	0
紫 390~450	8	5	1	0

### 参 考 文 献

- 1 Saunders D S. *Insect clocks* (2nd, Edition). Pergaman Press, 1982. 407.
- 2 李兆麟,贾凤友. 油松毛虫的光照周期反应. *昆虫学报*, 1989, 32(4): 410~417.
- 3 李兆麟,贾凤友,侯无危,等. 马尾松毛虫的光照周期反应. *昆虫学报*, 1994, 37(1): 31~37.
- 4 Beck S D. *Insect Photoperiodism* (2nd Edition). Academic Press, 1980. 360.
- 5 云南林学院主编. *气象学*. 北京,农业出版社,1979. 223.

## The Sensitivity of *Dendrolimus* spp. to Light Intensity and Spectrum in Photoperiodic Reaction

Li Zhaolin Jia Fengyou He Zhong Hou Wuwei

**Abstract** The results demonstrate that pine caterpillars are quite sensitive to the illumination of fluorescent lamp and they even can perceive the light in intensity below 0.1 lx. However, these pests show sheer opposite responses to the light spectrum below or above 570 nm, they lost the physiological response to the light above 570 nm. Consequently, the twilight can be neglected in calculating the natural photoperiods, because twilight does not contain the light below 570 nm, even though its illumination can reach 300 lx. The influence of photoperiodic reaction of pine caterpillar on its population dynamics is also discussed considering the effects of forest on sun light through the canopy's reflection and absorption.

**Key words** pine caterpillar, light spectrum, light intensity, photoperiodic reaction(PhPR).

Li Zhaolin, Professor, Jia Fengyou (The Research Institute of Forest Protection, CAF Beijing 100091); He Zhong, Hou Wuwei (Institute of Zoology, Chinese Academy of Science).

## “马尾松造纸材的遗传变异和木材量质与浆纸性能的联合选择”研究成果通过技术鉴定

中国林业科学研究院亚热带林业研究所和福建省南平造纸营林总公司共同完成的“马尾松造纸材的遗传变异和木材量质与浆纸性能的联合选择”研究成果由中国林科院主持于1994年6月28日在福建省南平市通过技术鉴定。俞新妥、范则尊、钟伟华等9位来自林学、林木遗传育种学、木材科学和制浆造纸学的专家教授认为,该成果在国内尚属首次,居国内领先地位,达到国际同类研究先进水平。

该成果科研密切结合纸浆、造纸生产,是多个学科相结合的良好范例。中国林业科学研究院亚热带林业研究所和福建省南平造纸营林总公司在近4年的时间里,在首先确定马尾松造纸材育种目标的基础上,较系统地摸清了生长、材性和浆纸性能在种源、家系和个体三个层次的遗传变异模式和规律;估算了性状遗传力、遗传相关和遗传稳定性等遗传参数;制订了马尾松造纸材的选择育种策略;根据材积生长和木材密度综合划定了马尾松造纸材的最优种源区;首次对最优种源区内的30个优良产地进行化学浆(CP)和化学机械浆(CTMP)的测试和分析,以当地优良种源(邵武)作对照,选择了江西崇义、广西岑溪、广东罗定、韶关、英德和福建永定6个制浆产量高、吨干浆木材消耗量低、制浆得率高、浆纸物理强度大的造纸材最佳产地;选择了一批生长材质兼优的家系;将优良种源内选出的50株优良单株用于马尾松造纸材种子园的经营。

该研究不仅在马尾松造纸材的遗传育种方向方面,具有重大的理论指导意义,而且其成果的推广应用将会带来巨大的经济效益。据估算,福建省南平造纸营林总公司8万 $\text{hm}^2$ 马尾松造纸工艺林推广最佳产地,每年可获得1亿元以上的经济增益;按该厂目前生产规模,每年耗用最佳产地的木材45万 $\text{m}^3$ 计,可净得2~3千万元的额外收益。

(中国林科院亚林所业务处)