

# 温周对马尾松毛虫光照周期反应的影响\*

李兆麟 贾凤友 何 忠 侯无危

**摘要** 在恒温 and 变温条件下,进行了马尾松毛虫的光照周期试验,平均温度为 27.5℃,恒温与变温的临界光周值分别为 13 h 33 min 和 13 h 46 min,肯定了温周对马尾松毛虫光照周期反应的影响。文章还结合作者在江西使用临界分化日方法预测当地马尾松毛虫二、三代分化的实例,强调了温周,特别是温、光联合效应,在生产实践中对马尾松毛虫生长发育的重要性。

**关键词** 马尾松毛虫、温周、光照周期反应

过去关于松毛虫光照周期反应的报道<sup>[1~8]</sup>,绝大多数都是在恒定条件下的试验结果。在自然界,不仅光照时数有着季节变化,温度除了长时间的季节变化外,还有着每日的周期变化。近年 Beck 等<sup>[9~12]</sup>对昆虫的温周反应有了不少报道。实际上,世界上所有生物的生命表现,都是对包括光照、温度在内的所有影响因子综合反应的结果。为了进一步澄清在 30℃ 附近,由光照周期反应决定的马尾松毛虫二、三代分化中温周的影响。故进行了以下试验。

## 1 试验安排

### 1.1 马尾松毛虫临界光周值的测定

试验处理的方法、条件、设备同参考文献[1]。

试虫为室内饲养的第三代马尾松毛虫(*Dendrolimus punctatus* Walker)。待室内饲养的第二代虫羽化、产卵后,收集足够的卵,用同一天孵化的初孵幼虫进行试验。

恒温:27.5℃±0.1℃;变温:每日最高为 30℃,最低为 23℃,根据自记钟的记录,计算出其平均温度为 27.5℃。

### 1.2 马尾松毛虫的饲养试验

在临界光周(L:D=13.5:10.5)条件下分批(不同时间)进行。每批试验都是在同一定时钟控制的光周条件下,用同一天孵化的初孵幼虫,分别在恒温及变温两种情况下进行。

## 2 试验结果及讨论

(1)表 1 和图 1、2,是恒温和变温条件下,马尾松毛虫在不同光周条件下的生长发育情况,其临界光周值分别为 13 h 33 min 和 13 h 46 min。在变温条件下,不仅临界光周值增大,Ⅰ~Ⅳ龄幼虫的历期也明显延长,且拖长的程度随龄期的增长而加大,尤以临界光周附近为突出。

(2)表 2 表明,除第三批试验编号 6 的结茧率有些异常外,所有结果都显示:恒温条件下,幼虫的幼龄存活率、发育速度和结茧率都高于变温,而幼虫历期,变温却高于恒温。这些结果,反映了温周对马尾松毛虫的生长发育有着重要关系。

1994—01—03 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)。

\* 本文为“八五”国家自然科学基金重点项目“森林主要害虫(松毛虫)自然控制的机理研究”部分内容。

表 1 不同光照周期对恒温和变温条件下马尾松毛虫生长发育的影响

光周 (L : D)	温度 (°C)	滞育率 (%)	幼虫各龄历期 (d)			
			I	II	III	IV
11.5 : 12.5	恒温 27.5	99.7	4.02(4~12)	8.69(8~24)	13.73(12~36)	28.52(16~44)
	变温 30~23	98.8	4.64(4~12)	9.05(8~16)	15.13(12~32)	24.22(16~44)
12.5 : 11.5	恒温 27.5	92.6	4.42(4~12)	8.55(4~16)	13.82(8~28)	21.95(16~40)
	变温 30~23	100.0	4.73(4~12)	9.68(8~16)	16.00(12~28)	26.41(16~44)
13.5 : 10.5	恒温 27.5	66.3	4.63(4~12)	8.38(4~16)	13.54(8~28)	22.20(12~36)
	变温 30~23	73.7	5.15(4~12)	10.28(8~20)	19.81(12~36)	30.28(16~44)
14.5 : 9.5	恒温 27.5	3.0	4.03(4~8)	7.80(4~16)	11.97(8~20)	16.75(12~28)
	变温 30~23	10.5	5.17(4~12)	9.70(4~16)	14.64(12~20)	20.30(16~28)
15.5 : 8.5	恒温 27.5	3.0	4.40(4~12)	7.51(4~12)	11.49(8~16)	16.05(12~24)
	变温 30~23	5.6	4.83(4~12)	9.38(8~16)	14.51(12~20)	19.53(16~24)

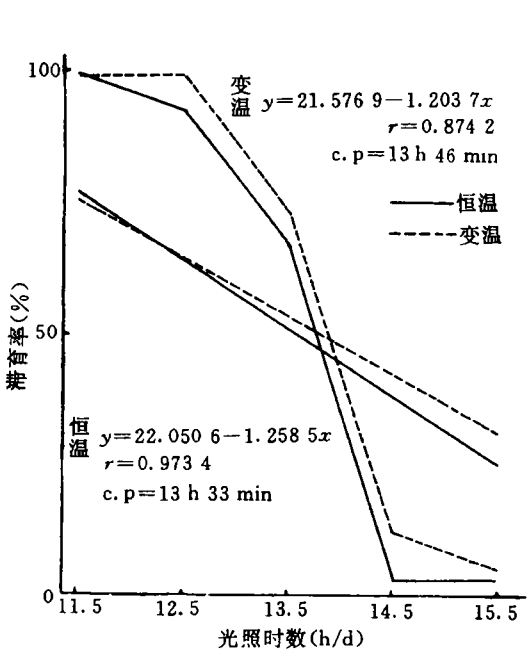


图 1 恒温与变温条件下马尾松毛虫的临界光周测定

(3)第一批(编号 1,2)和第三、四批(编号 5~8)试验相隔 1 a,时间大体相同(第一批在季节上更迟一些),但幼虫幼龄的存活率却相差悬殊。查 1992 年 11、12 月份未见大的寒潮,而 1993 年 11 月上旬一场大雪,接着强寒潮袭来,这样的气候差异,是否会反应在冬眠针叶中的营养成份上,从而影响了幼龄幼虫的存活,今后值得深入研究。

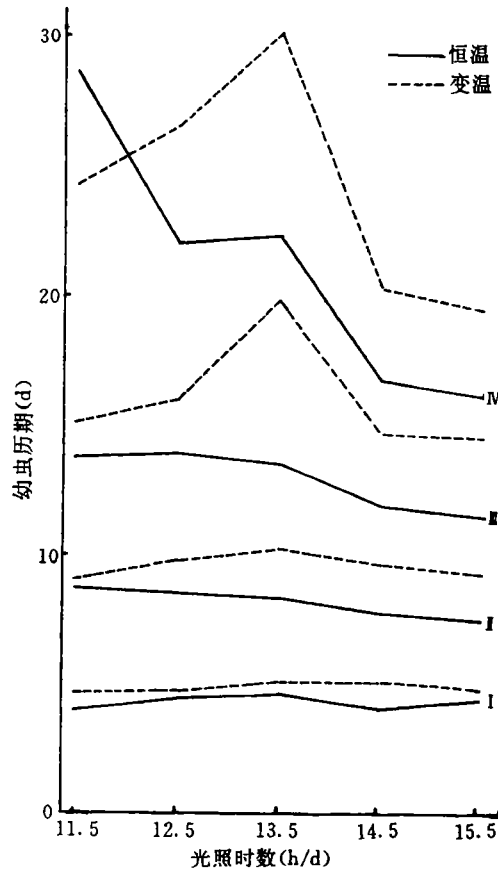


图 2 不同光周、恒温和变温条件下马尾松毛虫幼虫各龄(I~IV)历期

(4)第三批和第四批试验,基本上是在同一时间,同一条件下进行的,差异只在一个卵是在长光周条件下孵化的,而另一个是在 L : D=13.5 : 10.5 条件下孵化的,它们的结茧率明显不同,这是否反映着马尾松毛虫在胚胎形成后已可感受到光周信号?这是马尾松毛虫光照周期反

应中又一应该引起重视的问题。

综上所述,清楚显示出在变温条件下,松毛虫的光照周期反应与恒温条件下,有明显差异。这与 Beck 等<sup>[10]</sup>在温周试验中所得结论是一致的,即温周影响着昆虫的光照周期反应。滞育的诱发随温周中暗相温度而波动,一般来说较低的暗相温度可增加滞育率。

表 2 在 L:D=13.5:10.5 光周条件下,恒温与变温对马尾松毛虫生长发育的影响

编号	试验开始日期 (年-月-日)	温 度(°C)			幼 虫				结 茧			
		平均	最高	最低	起始虫数 (头)	初龄存活 (%)	4 龄前存活 (%)	总存活 (%)	第16日平均 虫龄	总数 (个)	占存活虫 (%)	平均历期 (d)
1	1992-12-04	28.0	—	—	196	95.4	76.7	56.1	4.27	51	46.4	33.18
2	1992-12-04	26.5	30	20	230	85.2	68.7	53.0	3.67	17	13.9	40.24
3	1993-05-25	28.0	—	—	180	96.1	85.6	62.8	3.71	35	31.3	43.91
4	1993-05-25	28.4	30	26	191	44	36.7	29.3	3.46	0	—	—
5	1993-11-06	27.5	—	—	172 <sup>①</sup>	63.4	54.1	52.9	3.62	50	56.2	35.68
6	1993-11-06	27.5	30	23	171 <sup>①</sup>	60.2	49.7	48.5	3.22	67	80.7	36.81
7	1993-11-07	27.5	—	—	173 <sup>②</sup>	68.8	56.7	54.9	3.64	32	33.7	36.88
8	1993-11-07	27.5	30	23	176 <sup>②</sup>	35.2	23.9	23.9	3.00	11	26.2	38.36

①卵在 L:D=16:8 光周条件下孵化;②卵在 L:D=13.5:10.5 光周条件下孵化。

至于温、光联合效应对松毛虫光照周期反应影响的确切参数,由于本文试验的条件、设备所限,温周变化曲线不够规范。而且迄今国外对昆虫光照周期反应中的温周效应是取决于温周变化的幅度,还是冷相的温度值,也未下定论。所以,虽然前述试验结果是肯定的,但仅能看做是趋势性的,为以后温、光联合效应的深入试验指出了方向。

以作者 1993 年在江西省高安县用临界分化日方法预测当地马尾松毛虫二、三代分化率为例。在高安县共选了 4 块样地,其中 1 块仅于 8 月 3 日进行了 1 次调查,其余 3 块由 7 月 24 日起,每隔 3 d 一次,共调查 5 次。内容包括标准株上的卵块数及卵的孵化率。从而预测出二、三代的分化情况。至 9 月中旬,在上述样地上实地进行二、三代分化率的调查,以资验证,结果见表 3。

按作者等在恒温条件下得出的临界光周值,以及松毛虫不同地理种群临界光周变化的情况,计算出在高安县的临界光周值为 13 h 19 min。理论上的临界分化日应为 8 月 9 日。而根据 1993 年实地调查结果,当地当年的临界分化日在 8 月 4、5 日,其相应的临界光周值为 13 h 25 min。

上述结果说明,自然界的实际临界光周值大于恒温条件下的理论值。这与本文所得结论一致。所以其临界分化日较恒温下的理论值提前了。至于 1993 年高安县的实际情况,其自然界临界光周值与理论光周值之差为什么小于本文中报道的差异,除了前述由于设备、条件所限,温周变化不规范存在一定误差,以及目前在温周对昆虫光照周期反应的影响诸多方面尚未最后澄清外,马尾松毛虫的生长发育,在自然条件下,还同时受到营养、立地、种群状态以及当地大气气候等条件的制约。这些也正是完善测报模型中必要的参数。

另外,在本文试验中还显示了一个颇引人注意的现象,即不论任何条件下,变温时幼龄幼

表 3 马尾松毛虫二、三代分化的预测和调查  
(江西高安,1993 年)

地 点	二、三代分化率(%)		
	8 月初预测	9 月中旬实测	符合度
林场东侧	46.0	40.5	88.0
雷家山	28.1	28.6	98.3
西安山	27.6	21.9	79.4
漾塘村	43.5 <sup>①</sup>	69.9	62.2

①仅 8 月 3 日一次调查预测。

虫的成活率都较低。这虽不属本文试验的目的,但却提出了一个和种群动态密切相关的问题。

在 30 °N 附近,马尾松毛虫二代虫与三代虫孵出时间相差 1.5 个月至 2 个月,在当地 8 月与 10 月的温度已差异明显,每日的温周变化 10 月更远远大于 8 月。所以,进一步研究不同温周条件下,马尾松毛虫幼龄幼虫的存活情况,结合当地二、三代分化率,将对来年的种群动态得出更可靠的预测。

### 参 考 文 献

- 1 李兆麟,贾凤友. 油松毛虫光照周期反应. 昆虫学报,1989,32(4):410~417.
- 2 李兆麟,贾凤友. 松毛虫光照周期反应 IV. 二、三代分化的研究. 林业科学研究,1991,4(4):409~413.
- 3 李兆麟,贾凤友. 油松毛虫的光照周期反应:温度和营养对临界光周的影响. 昆虫学报,1991,34(2):178~183.
- 4 李兆麟,贾凤友,何忠,等. 油松毛虫滞后发育与寄主的关系. 林业科学研究,1992,5(6):671~674.
- 5 李兆麟,贾凤友,何忠,等. 马尾松毛虫幼虫生长发育的光周效应. 林业科学研究,1993,6(3):276~281.
- 6 李兆麟,贾凤友. 应用有效积温法则预测松毛虫发生世代的局限性. 林业科学研究,1993,6(2):206~209.
- 7 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.
- 8 贾凤友. 不同地理种群松毛虫的光照周期反应. 林业科学研究,1993,6(1):52~57.
- 9 Beck S D. Insect photoperiodism. New York:Academic Press,1980. 360.
- 10 Beck S D. Insect thermoperiodism. Ann. Rev. Entomol. ,1983,28:91~108.
- 11 Saunders D S. Insect clocks. Oxford:Pergamon Press,1982. 409.
- 12 Tauber M J,Tauber C A. Sinzo Masaki. Seasonal adaptations of Insect. Oxford,Oxford Univ. Press,1986. 310.

## The Impact of Thermoperiodism on the Pine Caterpillar in Photoperiodic Response

*Li Zhaolin Jia Fengyou He Zhong Hou Wuwei*

**Abstract** The studies show that thermoperiod, as one of the environmental factors, plays an important role in the photoperiodic response of the pine caterpillar. The critical photoperiod of the larvae treated with the temperature varying from 23 to 30 °C (average 27.5 °C) is about 13 h 46 min, a 13 min longer than that in the constant temperature (27.5 °C). Thermoperiods can not only make the larvae to have a longer critical photoperiod but also make larvae to prolong its larval developmental period and make larvae have a relatively higher diapause ratio. In Gaoan, Jiangxi Province, the investigations demonstrate that considering the co-effect of photoperiods and thermoperiods a more accurate model can be established through fixing the critical date of differentiation of the pine caterpillar, which is the key factor in the predicting of the population dynamics of the pine caterpillar.

**Key words** *Dendrolimus punctatus*, thermoperiod, photoperiod

---

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).